بسمه‌تعالی

جمهوری اسلامی ایران

وزارت نیرو

شرکت سهامی تولید و انتقال نیروی برق ایران

(توانیر)

معاونت تحقیقات و تکنولوژی

دفتر استانداردها

استاندارد کابلهای مورداستفاده در شبکه توزیع

جلد پنجم : راهنمای انتخاب کابل

تدوین‌کننده : گروه مطالعات توزیع - بخش برق - مرکز تحقیقات نیرو (متن)

تیر ماه ۱۳۷۵

آدرس : تهران - میدان ونک - خیابان شهید عباسپور - ساختمان مرکزی

صندوق پستی ۶۴۶۷ - ۱۴۱۵۵ تلفن ۲۱۴۲۴۹۶ فاکس ۸۰۱۷۷۴۰

پیشگفتـــار

جزوه حاضر، جلد پنجم از استاندارد کابلهای مورداستفاده در شبکه توزیع می‌باشد، دراین جزوه به نکات کاربردی درمورد انتخاب کابل پرداخته شده است و ضرایب و جداول لازم جهت بدست آوردن مقدار جریان نامی کابل تحت شرایط مختلف آورده شده است، لازم به ذکر است که در بخش محاسباتی فرمولهای ارائه‌شده بسیار کلی می‌باشد و درصورت نیاز به روابط دقیقتر باید به کتب مربوطه مراجعه گردد و نیز مقادیر آمده در جداول مشخصات الکتریکی و مقادیر جریان نامی تحت شرایط مشخص‌شده در جزوه و برای حالتهای خاص می‌باشد و اطلاعات سازنده دراین موارد ملاك می‌باشد.

فهرست عناوین

عنوان	صفحه
مقدمه	۱
ولتاژ نامی	۱
ظرفیت جریان‌دهی کابلها	۱
عوامل موثر در ظرفیت نامی جریان کابل	۲
شرایط استاندارد و ضرایب نامی برای تصحیح مقدار نامی باردهی کابل	۵
افت ولتاژ	۱۳
تحمل جریان اتصال کوتاه توسط کابل	۱۹
مقادیر جریان اتصال کوتاه براساس دما	۲۰
کابلهای توزیع قدرت	۲۱
جریان اتصال کوتاه غیرمتقارن	۲۴
نیروهای الکترومغناطیسی و پاره شدن کابل	۲۶
اثرات ترمودینامیکی	۲۷
طراحی مفصلها و سرکابلها	۲۷
اختلاف بین هادیهای مسی و آلومینیوم	۲۷
شرایط نصب و کابل‌کشی	۲۸
پیوست الف- ظرفیت جریان قابل حمل توسط کابلهای توزیع با عایق PVC	۲۹
پیوست ب - ظرفیت جریان قابل حمل توسط کابلهای توزیع با عایق XLPE	۳۳
مراجع	۳۹

۱- مقدمه

برای بهره‌برداری اقتصادی از کابلها، انتخاب بهینه سطح مقطع از اهمیت خاصی برخوردار است. دراین جزوه عوامل موثر در انتخاب کابل مورد بررسی قرار می‌گیرند، لازم به ذکر است که برای انتخاب بهینه سطح مقطع محاسبه تلفات و محاسبات اقتصادی نیز لازم می‌باشد که دراین قسمت به آن پرداخته نشده است.

معیارهای انتخاب کابل را می‌توان بصورت زیر تقسیم‌بندی نمود:

الف- ولتاژ نامی

ب - انتخاب سطح مقطع باتوجه‌به جریان‌دهی کابل

پ - درنظر گرفتن افت ولتاژ مجاز

ت - تحمل جریان اتصال کوتاه توسط کابل

۲- ولتاژ نامی

ولتاژ نامی کابل بایستی متناسب با سیستمی که کابل در آن مورداستفاده قرار می‌گیرد باشد. باتوجه‌به جلد اول و دوم استاندارد کابلهای مورداستفاده در شبکه توزیع این ولتاژ بایستی مطابق جدول زیر باشد.

جدول (۲-۱) انتخاب ولتاژ نامی برای کابلهای بکاررفته در شبکه توزیع

U_0 کیلوولت (r.m.s)	۱۹	۱۲	۶/۳۵	۰/۶
U کیلوولت (r.m.s)	۳۳	۲۰	۱۱	۱
U_m کیلوولت	۳۶	۲۴	۱۲	

۳- ظرفیت جریان‌دهی کابلها

دراین قسمت عوامل موثر بر جریان‌دهی کابلها مورد بررسی قرار گرفته و جداول مربوطه ارائه می‌گردد.

مهمترین مرجع بکاررفته دراین قسمت، استاندارد IEC-۲۸۷ تحت عنوان *"محاسبه جریان نامی پیوسته کابلها در ضریب بار ۱۰۰ درصد"* می‌باشد که در هر قسمت که به اطلاعات کاملتری نیاز بود ملاك استاندارد فوق می‌باشد.

تعیین حد مجاز جریان کابلها به تلفات ایجادشده در کابل و نحوه انتقال گرمای ایجادشده به سطح

کابل و محیط اطراف بستگی دارد. استاندارد IEC۲۸۷ با درنظر گرفتن تلفات ایجادشده در کابل و مقاومت حرارتی لایه‌های مختلف کابل و زمین در شرایط مشخص، حد مجاز جریان را به‌دست می‌دهد دراین قسمت از جزوه فرض براین است که مقدار جریان مجاز کابلها در شرایط مشخص توسط کارخانه سازنده مشخص گردد. (این حد مجاز بایستی در اسناد فنی مناقصه آورده شود)، درصورتیکه اطلاعات مربوطه دردسترس نباشد می‌توان از جداول پیوست -الف و ب استفاده نمود.

۳-۱- عوامل موثر در ظرفیت نامی جریان کابل

عوامل مهم موثر در ظرفیت نامی جریان کابل را می‌توان به گروههای زیر تقسیم نمود:

الف- دما

دما از عوامل مهم تعیین ظرفیت نامی جریان کابل می‌باشد که شامل دمای محیط، دمای محل نصب و نیز دمای مجاز برای عایق کابل و ساختار آن می‌باشد.

ب- طرح کابل

علاوه بر دمای مجاز عایق کابل، نوع طراحی کابل و لایه‌های مختلف بکاررفته درآن، در تعیین جریان مجاز دارای اهمیت می‌باشند. این لایه‌ها چگونگی انتقال حرارت از هادی به سطح بیرونی کابل را مشخص می‌کنند.

پ- شرایط نصب

شرایط نصب از قبیل نصب در هوا، دفن‌شده در زمین، در مجرا، نوع خاك و . . . از عوامل موثر بر جریان‌دهی کابلها می‌باشند.

ت- اثرات کابلهای مجاور

درصورت همجواری کابل با سایر کابلها یا لوله‌ها بایستی ضرایب مناسب برای کاهش جریان مجاز کابل درنظر گرفت.

۳-۱-۱- دما

۳-۱-۱-۱- دمای محیط

متوسط دمای محیط برای هر کشور و هر منطقه متفاوت می‌باشد که به شرایط آب و هوایی منطقه، شرایط نصب کابل بستگی دارد. در استاندارد IEC۲۸۷ دمای محیط اطراف کابل برای چندین کشور

آمده است، دراین استاندارد برای سایر کشورها بطور تقریبی اعداد جدول (۳-۱) پیشنهاد شده است.

جدول (۳-۱) دمای محیط و زمین برحسب درجه سانتیگراد

شرایط آب و هوا	درجه حرارت محیط		درجه حرارت در عمق یک متری	
	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
حاره‌ای	۲۵	۵۵	۲۵	۴۰
نیمه‌حاره‌ای	۱۰	۴۰	۱۵	۳۰
معتدل	۰	۲۵	۱۰	۲۰

مقادیر جدول فوق تقریبی بوده و بایستی به هنگام استفاده از آن دقت کافی بعمل آورد. حدود نامی جریان کابل بایستی برای بدترین شرایط در سرتاسر سال محاسبه شود.

۳-۱-۱-۲- دمای کار کابل

حداکثر دمای کار کابل مطابق استاندارد IEC۲۸۷ برای کابلهای مختلف بایستی مطابق جدول (۳-۲) باشد:

جدول (۳-۲) حداکثر دمای کار هادی برای کابلهای مختلف

عایق	حداکثر درجه حرارت هادی
PVC	۷۰
PE	۷۰
XLPE	۹۰

۳-۱-۲- تاثیر شرایط نصب بر حد نامی جریان کابل

۳-۱-۲-۱- عمق دفن کابل

حداقل کردن آسیب وارده به کابل علت تعیین‌کننده عمق دفن کابل می‌باشد که هرچقدر ولتاژ کابل بیشتر باشد عمق دفن کابل بیشتر می‌گردد. باافزایش عمق، دما افزایش یافته و مقدار رطوبت بیشتر می‌گردد، دراین حالت باافزایش دما ظرفیت جریان‌دهی کابل کمتر شده ولی باافزایش رطوبت این مقدار بیشتر می‌گردد.

۳-۱-۲-۲- مقاومت مخصوص حرارتی خاك

وجود رطوبت اثر تعیین‌کننده‌ای در مقاومت مخصوص هر نوع خاك دارد، برای هر منطقه این مقدار بایستی اندازه‌گیری شود، درصورتیکه این عدد دردسترس نباشد طبق استاندارد IEC۲۸۷ مقادیر زیر پیشنهاد می‌شود.

جدول (۳-۳) مقاومت مخصوص حرارتی خاك

وضعیت آب و هوا	شرایط خاك	مقاومت حرارتی (K m/W)
پیوسته مرطوب	خیلی مرطوب	۰/۷
بارانی	مرطوب	۱
بندرت بارانی	خشک	۲
بدون باران و یا کم	خیلی خشک	۳

از کابلهای توزیع عموما" بطور دائم در بار کامل استفاده نمی‌شود، لذا مسئله خشک شدن خاك زیاد مطرح نمی‌باشد، در شرایطی که بتوان خاك را مرطوب فرض کرد مقدار مقاومت حرارتی خاك را می‌توان بین ۱-۰/۸ K m/W درنظر گرفت. در محلهائیکه خاك همواره کاملا" مرطوب نمی‌باشد اما نوع آن مخلوطی از خاك رس و خاك باغچه باشد مقدار ۱/۲ K m/W رقم مناسبی می‌باشد. درصورتیکه خاك از شن و ماسه تشکیل شده باشد، بعد از خشک شدن مقداری هوا در فضای خالی شن و ماسه بوجود می‌آید. اگر این حالت در چند ماه از سال اتفاق بیفتد مقدار مقاومت حرارتی خاك را می‌توان بین ۳-۲ K m/W باتوجه‌به توضیحات زیر درنظر گرفت:

نوع الف: کابلهایی که در طول سال بار ثابتی حمل می‌کنند.

در حالی که بار دائمی یا دوره‌ای باشد، مقدار حداکثر مقاومت حرارتی خاك باید درنظر گرفته شود، اگرچه این مقدار در بعضی از سالها و برای مدت کوتاهی در تابستان یا پائیز بوجود آید، مقادیر پیشنهادی عبارتند از:

تمام خاکها بجز خاکهای زیر	۱/۵ K m/W
خاك گچی با قطعات ریز گچ	۱/۲ K m/W
خاك با ترکیبی از گیاهان پوسیده	۱/۲ K m/W

خاك سنگلاخی	۱/۵ K m/W
شن که آب آن کشیده شده باشد	۲/۵ K m/W
خاك عمل‌آورده‌شده	۱/۸ K m/W

درصورتیکه خاك زیر پوششی از لایه غیرقابل نفوذ (مانند آسفالت) قرار گیرد. مقدار مقاومت حرارتی مربوط به ردیف اول در تمام انواع خاکها ممکن است به ۱/۲ K m/W کاهش یابد.

نوع ب : کابلها با بار متغیر و حداکثر بار در تابستان

تمام خاکها بجز خاکهای زیر	۱ /۲ K m/W
خاکهای سنگلاخی	۱/۳ K m/W
خاك شنی که آب آن کشیده شده باشد	۲ K m/W
خاك عمل‌آورده‌شده	۲/۶ K m/W

نوع پ : کابلها با بار متغیر و حداکثر بار در زمستان

تمام خاکها بجز خاکهای زیر	۱ K m/W
خاك رسی	۰/۹ K m/W
خاك گچی با قطعات ریز گچ	۱/۲ K m/W
خاك شنی که آب آن کشیده شده باشد	۱/۵ K m/W
خاك عمل‌آورده‌شده	۱/۲ K m/W

وقتی خاك رسی زیر پوشش غیرقابل‌نفوذ قرار گیرد مقدار مقاومت حرارتی آن ممکن است تا ۰/۸ K m/W کاهش یابد.

۳-۲- شرایط استاندارد و ضرایب نامی برای تصحیح مقدار نامی باردهی کامل

مقادیر جریان مشخص‌شده در جداول انتهای این قسمت براساس پارامترهای مشخص‌شده زیر می‌باشد و درصورتی که کابل در شرایطی بجز شرایط مشخص‌شده بکار رود باید ضرایب تصحیح مناسب لحاظ شود.

۳-۲-۱- کابلهای نصب‌شده در هوا

الف- دمای هوای محیط ۲۵° سانتیگراد برای کابلهای توزیع و ۳۰° c برای کابلهای داخل ساختمان

درنظر گرفته می‌شود.

ب - جریان هوا بطور قابل ملاحظه‌ای محدود نشده و برای کابلهای نصب‌شده روی دیوار بایستی حداقل فاصله ۲ سانتیمتر فضای خالی تا دیوار وجود داشته باشد.

پ - مدارهای مجاور هم حداقل ۱۵ سانتیمتر از هم فاصله داشته بطوریکه بر یکدیگر اثر حرارتی نداشته باشند.

ت - کابلها در مقابل اشعه آفتاب محافظت شوند.

۳-۲-۱-۱- ضرایب تصحیح دمای محیط برای کابل در هوا

جدول (۳-۴) ضرایب تصحیح درجه حرارتهای مختلف

عایق کابل	حداکثر دمای هادی در شرایط کار (c °)	دمای هوای محیط (c °)					
		۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵
PVC	۷۰	۱/۰۶	۱	۰/۹۴	۰/۸۷	۰/۷۹	۰/۷۱	۰/۶۱
XLPE *	۹۰	۱	۰/۹۵	۰/۹۱	۰/۸۶	۰/۸	۰/۷۵	۰/۶۹
XLPE **	۹۰	۱/۰۴	۱	۰/۹۶	۰/۹۱	۰/۸۷	۰/۸۲	۰/۷۶

* برای ولتاژ بالای ۳/۳ KV / ۱/۹

** برای ولتاژ زیر ۳/۳ KV / ۱/۹

هنگامیکه گروهی از کابلهای قدرت چندرشته‌ای در هوا نصب می‌شوند باید فضای کافی برای انتقال دما موجود باشد، برای اینکه در شرایط نصب در هوا مقدار جریان کاهش نیابد بایستی تمهیدات زیر درنظر گرفته شود.

الف- فاصله افقی بین مدارها نباید از دو برابر قطر خارجی کابلها کمتر باشد.

ب - فاصله عمودی بین مدارها نباید از چهار برابر قطر خارجی کابلها کمتر باشد.

پ - درصورتی که تعداد مدارها از ۳ بیشتر شود باید تمامی آنها بصورت افقی نصب گردند.

۳-۲-۲- کابلهای کشیده‌شده بطور مستقیم در زمین

الف- دمای زمین ۱۵° c

ب - مقاومت مخصوص حرارتی خاك ۱/۲ K m/W

پ - حد فاصله مدارهای مجاور ۱/۸ m

ت - حداقل عمق گودال برای کابل تا ولتاژ یک کیلوولت برابر ۵۰ سانتیمتر و برای کابلهای بیش از یک کیلوولت تا ۳۳ کیلوولت برابر ۰/۸ متر درنظر گرفته شده است.

۳-۲-۲-۱- ضرایب تصحیح

ضرایب تصحیح برای دمای زمین، مقاومت مخصوص حرارتی خاك، کابلهای نصب‌شده بصورت گروهی، عمق کابل‌گذاری در جداول (۳-۵) تا (۳-۹) آمده است.

جدول (۳-۵) ضریب تصحیح برای دماهای مختلف زمین

عایق کابل	حداکثر دمای عملکرد هادی (c °)	دمای زمین (c °)							
		۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵
PVC	۷۰	۱/۰۴	۱	۰/۹۵	۰/۹	۰/۸۵	۰/۸	۰/۷۴	۰/۶۷
XLPE	۹۰	۱/۰۳	۱	۰/۹۷	۰/۹۳	۰/۸۹	۰/۸۵	۰/۸۱	۰/۷۷

جدول (۳-۶) ضریب تصحیح برای مقاومت حرارتی خاك (مقدار متوسط)

اندازه هادی (mm^2)	مقاومت مخصوص حرارتی خاك (K m/W)						
	۰/۸	۰/۹	۱	۱/۵	۲	۲/۵	۳
کابل تک‌رشته‌ای							
تا ۱۵۰	۱/۱۶	۱/۱۱	۱/۰۷	۰/۹۱	۰/۸۱	۰/۷۳	۰/۶۷
۱۵۰ - ۴۰۰	۱/۱۷	۱/۱۲	۱/۰۷	۰/۹	۰/۸	۰/۷۲	۰/۶۶
کابل چندرشته‌ای							
تا ۱۶	۱/۰۹	۱/۰۶	۱/۰۴	۰/۹۵	۰/۸۶	۰/۷۹	۰/۷۴
۱۵۰ - ۲۵	۱/۱۴	۱/۱	۱/۰۷	۰/۹۳	۰/۸۴	۰/۷۶	۰/۷
۴۰۰ - ۱۸۵	۱/۱۶	۱/۱۱	۱/۰۷	۰/۹۲	۰/۸۲	۰/۷۴	۰/۶۸

جدول (۳-۷) ضریب تصحیح برای مدارهایی با سه کابل تک‌رشته بصورت افقی یا مثلثی گروهی

ولتاژ کابل (KV)	تعداد مدارات	تماس با یکدیگر		فاصله بین مراکز گروه کابلها			
		مثلثی	تخت	۰/۱۵ m	۰/۳ m	۰/۴۵	۰/۶
۰/۶/۱	۲	۰/۷۷	۰/۸	۰/۸۲	۰/۸۸	۰/۹	۰/۹۳
	۳	۰/۶۵	۰/۶۸	۰/۷۲	۰/۷۹	۰/۸۳	۰/۸۷
	۴	۰/۵۹	۰/۶۳	۰/۶۷	۰/۷۵	۰/۸۱	۰/۸۵
	۵	۰/۵۵	۰/۵۸	۰/۶۳	۰/۷۲	۰/۷۸	۰/۸۳
	۶	۰/۵۲	۰/۵۶	۰/۶	۰/۷	۰/۷۷	۰/۸۲
بالاتراز ۱/۶/۰ تا (۲۴) ۱۲/۲۰	۲	۰/۷۸	۰/۸	۰/۸۱	۰/۸۵	۰/۸۸	۰/۹
	۳	۰/۶۶	۰/۶۹	۰/۷۱	۰/۷۶	۰/۸	۰/۸۳
	۴	۰/۶	۰/۶۳	۰/۶۵	۰/۷۲	۰/۷۶	۰/۸
	۵	۰/۵۵	۰/۵۸	۰/۶۱	۰/۶۸	۰/۷۳	۰/۷۷
	۶	۰/۵۲	۰/۵۵	۰/۵۸	۰/۶۶	۰/۷۲	۰/۷۶
۱۹/۳۳	۲	۰/۷۹	۰/۸۱	۰/۸۱	۰/۸۵	۰/۸۸	۰/۹
	۳	۰/۶۷	۰/۷	۰/۷۱	۰/۷۶	۰/۸	۰/۸۳
	۴	۰/۶۲	۰/۶۵	۰/۶۵	۰/۷۲	۰/۷۶	۰/۸
	۵	۰/۵۷	۰/۶	۰/۶	۰/۶۸	۰/۷۳	۰/۷۷
	۶	۰/۵۴	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۶۶	۰/۷۲	۰/۷۶

جدول (۳-۸) ضریب تصحیح برای گروه کابلهای چندرشته‌ای بصورت افقی

ولتاژ کابل (KV)	تعداد مدارات	فاصله بین مراکز کابلها (m)				
		تماس با یکدیگر	۰/۱۵	۰/۳	۰/۴۵	۰/۶
۰/۶/۱	۲	۰/۸۱	۰/۸۷	۰/۹۱	۰/۹۳	۰/۹۴
	۳	۰/۷	۰/۷۸	۰/۸۴	۰/۸۷	۰/۹
	۴	۰/۶۳	۰/۷۴	۰/۸۱	۰/۸۶	۰/۸۹
	۵	۰/۵۹	۰/۷	۰/۷۸	۰/۸۳	۰/۸۷
	۶	۰/۵۵	۰/۶۷	۰/۷۶	۰/۸۲	۰/۸۶
بالاتراز ۱/۶/۰ تا ۱۲/۲۰	۲	۰/۸	۰/۸۵	۰/۸۹	۰/۹	۰/۹۲
	۳	۰/۶۹	۰/۷۵	۰/۸	۰/۸۴	۰/۸۶
	۴	۰/۶۳	۰/۷	۰/۷۷	۰/۸۰	۰/۸۴
	۵	۰/۵۷	۰/۶۶	۰/۷۳	۰/۷۸	۰/۸۱
	۶	۰/۵۵	۰/۶۳	۰/۷۱	۰/۷۶	۰/۸
۱۹/۳۳	۲	۰/۸	۰/۸۳	۰/۸۷	۰/۸۹	۰/۹۱
	۳	۰/۷	۰/۷۳	۰/۷۸	۰/۸۲	۰/۸۵
	۴	۰/۶۴	۰/۶۸	۰/۷۴	۰/۷۸	۰/۸۲
	۵	۰/۵۹	۰/۶۳	۰/۷	۰/۷۵	۰/۷۹
	۶	۰/۵۶	۰/۶	۰/۶۸	۰/۷۴	۰/۷۸

جدول (۳-۹) ضریب تصحیح برای عمق دفن کابل (تا مرکز کابل یا مرکز گروه مثلثی کابل)

عمق قرار گرفتن کابل (m)	کابلهای ۱ KV / ۰/۶			بالاتر از ۱ / ۰/۶ تا ۱۹/۳۳ KV	
	تا ۵۰ mm^2	۷۰-۳۰۰ mm^2	بالاتراز ۳۰۰ mm^2	تا ۳۰۰ mm^2	بالاتراز ۳۰۰ mm^2
۰/۵	۱	۱	۱	—	—
۰/۶	۰/۹۹	۰/۹۸	۰/۹۷	—	—
۰/۸	۰/۹۷	۰/۹۶	۰/۹۴	۱	۱
۱	۰/۹۵	۰/۹۴	۰/۹۲	۰/۹۸	۰/۹۷
۱/۲۵	۰/۹۴	۰/۹۲	۰/۹	۰/۹۶	۰/۹۵
۱/۵	۰/۹۳	۰/۹۱	۰/۸۹	۰/۹۵	۰/۹۴
۱/۷۵	۰/۹۲	۰/۸۹	۰/۸۷	۰/۹۴	۰/۹۲
۲	۰/۹۱	۰/۸۸	۰/۸۶	۰/۹۲	۰/۹
۲/۵	۰/۹	۰/۸۷	۰/۸۵	۰/۹۱	۰/۸۹
۳ یا بیشتر	۰/۸۹	۰/۸۶	۰/۸۳	۰/۹	۰/۸۸

۳-۲-۳- کابلهای نصب‌شده در مجرا

الف- دمای زمین $15^{\circ}c$

ب - مقاومت مخصوص حرارتی زمین ۱/۲ K m/W

پ - حداقل فاصله مدارهای مجاور از یکدیگر ۱/۸ m

ت - حداقل عمق کابل‌گذاری برای کابلهای با ولتاژ زیر ۱ KV برابر ۵۰ سانتیمتر و برای کابلهای از یک تا ۳۳ کیلوولت ۰/۸ متر

ضریب تصحیح برای تغییرات دمای زمین مطابق جدول (۳-۵) می‌باشد و ضرایب برای مقاومت حرارتی خاك و گروه کابلها و عمق قرار گرفتن کابلها در جداول (۳-۱۰) تا (۳-۱۳) آمده است.

جدول (۳-۱۰) ضریب تصحیح برای مقاومت مخصوص حرارتی خاك

اندازه هادی (mm^2)	مقاومت حرارتی خاك (K m/W)						
	۰/۸	۰/۹	۱	۱/۵	۲	۲/۵	۳
کابل تک‌رشته‌ای							
تا ۱۵۰	۱/۱	۱/۰۷	۱/۰۴	۰/۹۴	۰/۸۷	۰/۸۱	۰/۷۵
۱۸۵ - ۴۰۰	۱/۱۱	۱/۰۸	۱/۰۵	۰/۹۴	۰/۸۶	۰/۷۹	۰/۷۳
کابل چندرشته‌ای							
تا ۱۶	۱/۰۵	۱/۰۴	۱/۰۳	۰/۹۷	۰/۹۲	۰/۸۷	۰/۷۴
۲۵ - ۱۵۰	۱/۰۷	۱/۰۵	۱/۰۳	۰/۹۶	۰/۹	۰/۸۵	۰/۷۸
۱۸۵ - ۴۰۰	۱/۰۹	۱/۰۶	۱/۰۴	۰/۹۵	۰/۸۷	۰/۸۲	۰/۷۶

جدول (۳-۱۱) ضریب تصحیح برای گروه کابلهای تک‌رشته بصورت مثلثی و یا افقی در مجرا

ولتاژ کابل (KV)	تعداد مدارات	فاصله بین مراکز مجراها		
		در تماس	۰/۴۵	۰/۶
۰/۶/۱	۲	۰/۸۶	۰/۹	۰/۹۳
	۳	۰/۷۷	۰/۸۳	۰/۸۷
	۴	۰/۷۳	۰/۸۱	۰/۸۵
	۵	۰/۷	۰/۷۸	۰/۸۳
	۶	۰/۶۸	۰/۷۷	۰/۸۲
بالاتراز ۰/۶/۱ تا ۱۲/۲۰	۲	۰/۸۵	۰/۸۸	۰/۹
	۳	۰/۷۵	۰/۸	۰/۸۳
	۴	۰/۷	۰/۷۶	۰/۸
	۵	۰/۶۷	۰/۷۳	۰/۷۷
	۶	۰/۶۴	۰/۷۱	۰/۷۶
۱۹/۳۳	۲	۰/۸۵	۰/۸۸	۰/۹
	۳	۰/۷۶	۰/۸	۰/۸۳
	۴	۰/۷۱	۰/۷۶	۰/۸
	۵	۰/۶۷	۰/۷۳	۰/۷۷
	۶	۰/۶۵	۰/۷۱	۰/۷۶

جدول (۳-۱۲) ضریب تصحیح برای کابلهای چندرشته در مجرا بصورت افقی

ولتاژ کابل (KV)	تعداد مجراها در گروهها	فاصله بین مراکز کابلها (m)			
		در تماس	۰/۳	۰/۴۵	۰/۶
۱/۰/۶	۲	۰/۹	۰/۹۳	۰/۹۵	۰/۹۶
	۳	۰/۸۲	۰/۸۷	۰/۹	۰/۹۳
	۴	۰/۷۸	۰/۸۵	۰/۸۹	۰/۹۱
	۵	۰/۷۵	۰/۸۲	۰/۸۷	۰/۹
	۶	۰/۷۲	۰/۸۱	۰/۸۶	۰/۹
بالاتراز ۱/۰/۶ تا ۱۲/۲۰	۲	۰/۸۸	۰/۹۱	۰/۹۳	۰/۹۴
	۳	۰/۸	۰/۸۴	۰/۸۷	۰/۸۹
	۴	۰/۷۵	۰/۸۱	۰/۸۴	۰/۸۷
	۵	۰/۷۱	۰/۷۷	۰/۸۲	۰/۸۵
	۶	۰/۶۹	۰/۷۵	۰/۸	۰/۸۴
۱۹/۳۳	۲	۰/۸۷	۰/۸۹	۰/۹۲	۰/۹۳
	۳	۰/۷۸	۰/۸۲	۰/۸۵	۰/۸۷
	۴	۰/۷۳	۰/۷۸	۰/۸۲	۰/۸۵
	۵	۰/۶۹	۰/۷۵	۰/۷۹	۰/۸۳
	۶	۰/۶۷	۰/۷۳	۰/۷۸	۰/۸۲

جدول (۳-۱۳) ضریب تصحیح برای عمق‌کابل (مراکز مجراها یا گروه مجرای مثلثی)

عمق کابل (m)	کابل KV ۱ / ۰/۶		از ۱ / ۰/۶ تـــا KV ۱۹/۳۳	
	تک‌رشته	چندرشته	تک‌رشته	چندرشته
۰/۵	۱	۱	——	——
۰/۶	۰/۹۸	۰/۹۹	——	——
۰/۸	۰/۹۵	۰/۹۷	۱	۱
۱	۰/۹۳	۰/۹۶	۰/۹۸	۰/۹۹
۱/۲۵	۰/۹	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۹۷
۱/۵	۰/۸۹	۰/۹۴	۰/۹۳	۰/۹۶
۱/۷۵	۰/۸۸	۰/۹۴	۰/۹۲	۰/۹۵
۲	۰/۸۷	۰/۹۳	۰/۹	۰/۹۴
۲/۵	۰/۸۶	۰/۹۳	۰/۸۹	۰/۹۳
۳ تا بیشتر	۰/۸۵	۰/۹۲	۰/۸۸	۰/۹۲

۴- افت ولتاژ

از عوامل مهم تعیین سطح مقطع کابل، مقدار افت ولتاژ مجاز آن می‌باشد، این مقدار بخصوص در کابلهای فشار ضعیف و کابلهای فشار متوسط در شرایطی که طول کابل خیلی طولانی باشد، عامل تعیین‌کننده می‌باشد.

برای تعیین افت ولتاژ در کابلها بایستی مقدار مقاومت و راکتانس آنها در شرایط بهره‌برداری مشخص شود و سپس بااستفاده از فرمولهای (۴-۱) تا (۴-۴) افت ولتاژ در کابل را بدست آورد. لازم به ذکر است که مشخص کردن مقدار مقاومت و راکتانس کابلها، ازجمله مشخصات فنی می‌باشد که بایستی در جدول شماره ۲، مربوط به مشخصات فنی اسناد مناقصه توسط فروشنده ارائه شده باشد، درصورتی که اطلاعات دردسترس نباشد می‌توان از جداول (۴-۱) تا (۴-۵) برای تعیین مقدار مقاومت و راکتانس استفاده نمود، مقدار راکتانس کابل تابع پارامترهای زیادی می‌باشد که در جداول (۴-۱) تا (۴-۵) برای شرایط بخصوص مقادیر آن آمده است.

برای محاسبات مربوط به جریان متناوب تک‌فاز:

افت ولتاژ (۴-۱)

$$\Delta U = L\,2\,.\,I\,(R_L\,.\,\cos\phi + X_L \sin\phi)$$

درصد افت ولتاژ (۴-۲)

$$\Delta U = \frac{\Delta U}{U_N}\,100\% = L\,.\,2\,I\,\frac{(R_L\,.\,\cos\phi + X_L \sin\phi)}{U_N}$$

برای محاسبات مربوط به جریان متناوب سه‌فاز:

افت ولتاژ (۴-۳)

$$\Delta U = \sqrt{3}\,I\,.\,L\,(R_L \cos\phi + X_L \sin\phi)$$

درصد افت ولتاژ (۴-۴)

$$\Delta U = \frac{\Delta U}{U_N}\,100\% = \frac{\sqrt{3}\,I\,.\,L\,(R_L \cos\phi + X_L \sin\phi)}{U_N}\,100\%$$

جدول (۴-۱) مشخصات الکتریکی کابل با عایق PVC با ولتاژ ۶۰۰ الی ۱۰۰۰ ولت

کابلهای چندرشته‌ای زره‌دار یا بدون زره			کابلهای تک‌رشته‌ای زره‌ای *				اندازه هادی (mm^2)
راکتانس (۵۰ Hz)	مقاومت AC در ۷۰° c		راکتانس (۵۰ Hz)		مقاومت AC در ۷۰° c		
(ohm/km)	آلومینیوم (ohm/km)	مس (ohm/km)	تخت ** (ohm/km)	مثلثی (ohm/km)	آلومینیوم (ohm/km)	مس (ohm/km)	
۰/۰۸۷	۲/۲۷	۱/۳۸					۱۶
۰/۰۸۴	۱/۴۴	۰/۸۷۰					۲۵
۰/۰۸۱	۱/۰۴	۰/۶۲۷					۳۵
۰/۰۸۱	۰/۷۷۰	۰/۴۶۴	۰/۱۹۸	۰/۱۱۲	۰/۷۷۰	۰/۴۶۴	۵۰
۰/۰۷۹	۰/۵۳۳	۰/۳۲۱	۰/۱۹۳	۰/۱۰۷	۰/۵۳۳	۰/۳۲۱	۷۰
۰/۰۷۷	۰/۳۸۵	۰/۲۳۲	۰/۱۸۹	۰/۱۰۳	۰/۳۸۵	۰/۲۳۲	۹۵
۰/۰۷۶	۰/۳۰۵	۰/۱۸۴	۰/۱۸۸	۰/۱۰۳	۰/۳۰۵	۰/۱۸۴	۱۲۰
۰/۰۷۶	۰/۲۴۸	۰/۱۵۰	۰/۱۸۶	۰/۱۰۱	۰/۲۴۸	۰/۱۵۰	۱۵۰
۰/۰۷۶	۰/۱۹۸	۰/۱۲۱	۰/۱۸۴	۰/۰۹۹	۰/۱۹۸	۰/۱۲۱	۱۸۵
۰/۰۷۵	۰/۱۵۲	۰/۰۹۲۹	۰/۱۸۲	۰/۰۹۶	۰/۱۵۲	۰/۰۹۲۷	۲۴۰
۰/۰۷۴	۰/۱۲۲	۰/۰۷۵۲	۰/۱۸۱	۰/۰۹۴	۰/۱۲۲	۰/۰۷۵۱	۳۰۰

* زره با سیم آلومینیومی

** فاصله بین مراکز کابل دو برابر قطر کابل

فرمولهای (۴-۱) تا (۴-۴) برای حالت بار نقطه‌ای در انتهای خط می‌باشد و فرمولها دارای تقریب می‌باشد، در شبکه‌های توزیع عموما" بار بصورت گسترده بوده لذا درصورتی که اطلاعات کامل از بار و شبکه موجود باشد از برنامه‌های پخش بار بایستی استفاده شود، در حالتی که بار یکنواخت فرض شود در فرمولهای فوق بایستی ضریب ۰/۵ وارد شود.

جدول (۴-۲) مشخصات الکتریکی کابل با عایق XLPE و ولتاژ V ۶۰۰/۱۰۰۰

زره‌دار یا بدون زره چندرشته‌ای Ω/Km	راکتانس ۵۰ Hz		مقاومت AC در ۹۰° c		اندازه هادی (mm^2)
	تک‌رشته زره‌دار *		آلومینیوم (Ω/km)	مس (Ω/km)	
	تخت ** (Ω/km)	مثلثی (Ω/km)			
۰/۰۸۰			۲/۴۵	۱/۴۷	۱۶
۰/۰۷۹			۱/۵۴	۰/۹۲۷	۲۵
۰/۰۷۷			۱/۱۱	۰/۶۶۸	۳۵
۰/۰۷۶	۰/۱۴۵	۰/۱۰۶	۰/۸۲۲	۰/۴۹۴	۵۰
۰/۰۷۵	۰/۱۶۲	۰/۱۰۳	۰/۵۶۸	۰/۳۴۲	۷۰
۰/۰۷۳	۰/۱۵۷	۰/۰۹۸	۰/۴۱۱	۰/۲۴۷	۹۵
۰/۰۷۳	۰/۱۵۵	۰/۰۹۶	۰/۳۲۵	۰/۱۹۷	۱۲۰
۰/۰۷۳	۰/۱۵۶	۰/۰۹۷	۰/۲۶۵	۰/۱۶۰	۱۵۰
۰/۰۷۳	۰/۱۵۵	۰/۰۹۶	۰/۲۱۱	۰/۱۲۸	۱۸۵
۰/۰۷۳	۰/۱۵۱	۰/۰۹۲	۰/۱۶۲	۰/۰۹۸۹	۲۴۰
۰/۰۷۲	۰/۱۴۹	۰/۰۹۰	۰/۱۳۰	۰/۰۸۰۲	۳۰۰

* زره از سیم آلومینیومی

** فاصله بین مراکز کابل دو برابر قطر کابل

جدول (۴-۳) مشخصات الکتریکی کابل با عایق XLPE و ولتاژ ۱۱ / ۶/۳۵ KV

کابل سه‌رشته‌ای			کابلهای تک‌رشته‌ای *					اندازه هادی (mm^2)
	مقاومت AC در ۹۰°c		خازن ($\mu F/km$)	راکتانس (۵۰ Hz)		مقاومت AC در ۹۰°c		
خازن ($\mu F/km$)	راکتانس (Ω/km)(۵۰Hz)	آلومینیوم (Ω/km)	مس (Ω/km)		تخت ** (Ω/km)	مثلثی (Ω/km)	آلومینیوم (Ω/km)	مس (Ω/km)	
۰/۲۱	۰/۱۳۴	۲/۴۵	۱/۴۷						۱۶
۰/۲۴	۰/۱۲۴	۱/۵۴	۰/۹۲۷						۲۵
۰/۲۶	۰/۱۱۶	۱/۱۱	۰/۶۶۸						۳۵
۰/۲۸	۰/۱۱۱	۰/۸۲۲	۰/۴۹۳	۰/۲۷	۰/۱۸۵	۰/۱۲۷	۰/۸۲۱	۰/۴۹۳	۵۰
۰/۳۲	۰/۱۰۶	۰/۵۶۸	۰/۳۴۲	۰/۳۱	۰/۱۷۷	۰/۱۲۰	۰/۵۶۹	۰/۳۴۲	۷۰
۰/۳۶	۰/۱۰۰	۰/۴۱۰	۰/۲۴۷	۰/۳۴	۰/۱۷۱	۰/۱۱۴	۰/۴۱۰	۰/۲۴۷	۹۵
۰/۳۹	۰/۰۹۷	۰/۳۲۵	۰/۱۹۶	۰/۳۷	۰/۱۶۶	۰/۱۰۹	۰/۳۲۵	۰/۱۹۶	۱۲۰
۰/۴۲	۰/۰۹۴	۰/۲۶۵	۰/۱۵۹	۰/۴۰	۰/۱۶۳	۰/۱۰۶	۰/۲۶۵	۰/۱۵۹	۱۵۰
۰/۴۶	۰/۰۹۲	۰/۲۱۱	۰/۱۲۸	۰/۴۴	۰/۱۶۰	۰/۱۰۳	۰/۲۱۱	۰/۱۲۸	۱۸۵
۰/۵۱	۰/۰۸۹	۰/۱۶۱	۰/۰۹۸۴	۰/۴۹	۰/۱۵۶	۰/۰۹۹	۰/۱۶۱	۰/۰۹۸۰	۲۴۰
۰/۵۶	۰/۰۸۶	۰/۱۳۰	۰/۰۷۹۷	۰/۵۲	۰/۱۵۳	۰/۰۹۶	۰/۱۳۰	۰/۰۷۹۰	۳۰۰

* بدون زره با پوشش الکترواستاتیکی از سیمهای مسی

** فاصله بین مراکز کابل دو برابر قطر کابل

جدول (۴-۴) مشخصات الکتریکی کابلها با عایق XLPE و ولتاژ ۲۲ KV / ۱۲/۷

کابل سه‌رشته‌ای				کابلهای تک‌رشته‌ای *					اندازه هادی (mm^2)
		مقاومت AC در ۹۰° c		خازن ($\mu F/km$)	راکتانس (۵۰ Hz)		مقاومت AC در ۹۰° c		
خازن ($\mu F/km$)	راکتانس (۵۰Hz)(Ω/km)	آلومینیوم (Ω/km)	مس (Ω/km)		تخت ** (Ω/km)	مثلثی (Ω/km)	آلومینیوم (Ω/km)	مس (Ω/km)	
									۱۶
۰/۱۷	۰/۱۳۹	۱/۵۴	۰/۹۲۷						۲۵
۰/۱۸	۰/۱۳۰	۱/۱۱	۰/۶۶۸						۳۵
۰/۲۰	۰/۱۲۴	۰/۸۲۲	۰/۴۹۳	۰/۱۹	۰/۱۹۲	۰/۱۳۸	۰/۸۲۱	۰/۴۹۴	۵۰
۰/۲۲	۰/۱۱۸	۰/۵۶۸	۰/۳۴۲	۰/۲۲	۰/۱۸۵	۰/۱۳۱	۰/۵۶۹	۰/۳۴۲	۷۰
۰/۲۴	۰/۱۱۱	۰/۴۱۰	۰/۲۴۷	۰/۲۴	۰/۱۷۸	۰/۱۲۴	۰/۴۰۹	۰/۲۴۷	۹۵
۰/۲۶	۰/۱۰۷	۰/۳۲۵	۰/۱۹۶	۰/۲۶	۰/۱۷۳	۰/۱۱۹	۰/۳۲۴	۰/۱۹۶	۱۲۰
۰/۲۸	۰/۱۰۴	۰/۲۶۴	۰/۱۵۹	۰/۲۸	۰/۱۷۰	۰/۱۱۶	۰/۲۶۵	۰/۱۵۹	۱۵۰
۰/۳۱	۰/۱۰۱	۰/۲۱۱	۰/۱۲۷	۰/۳۰	۰/۱۶۵	۰/۱۱۳	۰/۲۱۱	۰/۱۲۸	۱۸۵
۰/۳۴	۰/۰۹۷	۰/۱۶۱	۰/۰۹۸	۰/۳۴	۰/۱۶۱	۰/۱۰۸	۰/۱۶۰	۰/۰۹۸	۲۴۰
۰/۳۷	۰/۰۹۴	۰/۱۳۰	۰/۰۷۹	۰/۳۷	۰/۱۵۸	۰/۱۰۴	۰/۱۲۹	۰/۰۷۹	۳۰۰
۰/۴۱	۰/۰۹۰	۰/۱۰۲	۰/۰۶۳	۰/۴	۰/۱۵۵	۰/۱۰۱	۰/۱۰۱	۰/۰۶۳	۴۰۰

* بدون زره با پوشش الکترواستاتیکی از سیمهای مسی

** فاصله بین مراکز کابل دو برابر قطر کابل

جدول (۴-۵) مشخصات الکتریکی کابلهای XLPE و ولتاژ KV ۱۹/۳۳

خازن (μ F/km)	راکتانس (۵۰ Hz)		مقاومت AC در ۹۰° c		اندازه هادی (mm^2)
	تخت * (Ω/km)	مثلثی (Ω/km)	آلومینیوم (Ω/km)	مس (Ω/km)	
					کابلهای تک‌رشته‌ای **
۰/۱۶	۰/۱۹۴	۰/۱۴۳	۰/۵۶۸	۰/۳۴۲	۷۰
۰/۱۸	۰/۱۸۹	۰/۱۳۴	۰/۴۱۱	۰/۲۴۷	۹۵
۰/۱۹	۰/۱۸۴	۰/۱۲۹	۰/۳۲۴	۰/۱۹۶	۱۲۰
۰/۲۱	۰/۱۷۸	۰/۱۲۵	۰/۲۶۴	۰/۱۶۰	۱۵۰
۰/۲۲	۰/۱۷۴	۰/۱۲۱	۰/۲۱۱	۰/۱۲۸	۱۸۵
۰/۲۵	۰/۱۶۹	۰/۱۱۶	۰/۱۶۰	۰/۰۹۷۷	۲۴۰
۰/۲۷	۰/۱۶۶	۰/۱۱۲	۰/۱۲۹	۰/۰۷۸۵	۳۰۰
					کابلهای سه‌رشته‌ای
۰/۱۶		۰/۱۳۵	۰/۵۶۸	۰/۳۴۲	۷۰
۰/۱۸		۰/۱۲۷	۰/۴۱۱	۰/۲۴۷	۹۵
۰/۱۹		۰/۱۲۲	۰/۳۲۵	۰/۱۹۶	۱۲۰
۰/۲۱		۰/۱۱۸	۰/۲۶۵	۰/۱۵۹	۱۵۰
۰/۲۲		۰/۱۱۴	۰/۲۱۱	۰/۱۲۸	۱۸۵
۰/۲۴		۰/۱۰۹	۰/۱۶۱	۰/۰۹۷۸	۲۴۰
۰/۲۶		۰/۱۰۵	۰/۱۳۰	۰/۰۷۸۸	۳۰۰

* فاصله بین مراکز کابل برابر دو برابر قطر کابل

** کابل بدون زره و با پوشش الکترواستاتیکی از سیمهای مسی

۵- تحمل جریان اتصال کوتاه توسط کابل

در انتخاب نوع کابل، تحمل جریان اتصال کوتاه یکی از عوامل تعیین‌کننده می‌باشد. در زمان بروز اتصال کوتاه جریان بطور ناگهانی برای چند سیکل افزایش یافته و سپس مقدار آن کم شده تا آنکه سیستم حفاظتی عمل نماید. مدت زمان اتصال کوتاه معمولا" بین ۰/۲ تا ۳ ثانیه می‌باشد. در زمان شروع اتصال کوتاه ممکن است کابل در بار کامل (حداکثر دما) باشد و افزایش دمای ناشی از اتصال کوتاه عامل مهمی در انتخاب سطح مقطع نامی خواهد بود. جریان اتصال کوتاه گاهی تا بیست برابر جریان دائمی رسیده و این جریان نیروی الکترومغناطیسی و ترمومکانیکی بوجود می‌آورد که متناسب با مربع جریان می‌باشد.

نظر به اینکه زمان اتصال کوتاه خیلی کوتاه است، کابل پس ازآن به سرعت خنک می‌شود و عایق کابل بایستی تحمل دماهای بالاتر از جریان دائمی (ناشی از اتصال کوتاه) را داشته باشد. جدول (۵-۱) مقادیر دمای قابل تحمل اجزاء مختلف کابلهای توزیع را نشان می‌دهد. مقادیر مذکور مطابق با استاندارد IECv۲۴ می‌باشد.

جدول (۵-۱) حد دمای اتصال کوتاه

مواد	درجه حرارت حداکثر (c م)
عایق PVC تا سطح مقطع ۳۰۰ میلیمترمربع	۱۵۰
عایق PVC با سطح مقطع بیش از ۳۰۰ میلیمترمربع عایق PVC برای ولتاژ KV ۶/۶ و بالاتر	۱۳۰ ۱۶۰
غلاف PVC	۲۰۰
عایق XLPE	۲۵۰
اتصال هادیها بصورت لحیم‌شده اتصال هادیها بصورت فشرده شدن	۱۶۰ ۲۵۰
غلاف پلی‌اتیلن	۱۵۰

مقادیر داده‌شده در جدول (۵-۱) برای سایر اجزاء کابل غیر از عایق آن می‌باشد.

در نبودن پوشش مسلح کابل غلاف کابل بعنوان عایق درنظر گرفته می‌شود. مقادیر بالا در مواردی کاربرد دارد که قابلیت تحمل عایق کمتر از اعداد فوق نباشد.

۵-۱- مقادیر جریان اتصال کوتاه براساس دما

معمولا" فرض برآن است که کل انرژی ورودی به کابل که توسط هادیها جذب شده است به حرارت تبدیل شود و شرایط موجود آدیاباتیک باشد. بعلاوه مقدار گرمای جذب‌شده به مدت زمان اتصال کوتاه بستگی دارد که حداکثر این زمان (۵) ثانیه فرض می‌شود.

با مساوی قرار دادن حرارت ورودی (I^2RT) با حرارت جذب‌شده (حاصلضرب جرم، افزایش درجه و حرارت مخصوص) معادله‌ای بشرح زیر بدست می‌آید.

(۵-۱)

$$I^2 = \frac{k^2 S^2}{T} \cdot \log_e \frac{\theta_1 + \beta}{\theta_0 + \beta}$$

که درآن:

I : جریان اتصال کوتاه (rms) برحسب آمپر

T : مدت زمان اتصال کوتاه (ثانیه)

k : مقدار ضریب ثابت برای مواد بکاررفته در هادی

S : سطح مقطع هادی (mm^2)

θ_1 : دمای نهایی (°c)

θ_0 : دمای اولیه (°c)

ß : عکس ضریب حرارتی مقاومت (α) هادی (بر درجه سانتیگراد در صفر درجه)

ضرایب ثابت فوق برای فلزات مختلف در جدول شماره (۵-۲) آمده است که درآن:

(۵-۲)

$$k^2 = \frac{Q_c (\beta + 20)}{\rho_{20}}$$

Q_c : حرارت مخصوص حجمی هادی در دمای ۲۰° c ($J/^\circ c\ mm$)

ρ_{20} : هدایت فلز هادی در ۲۰° c

جدول (۵-۲) ثابتهای محاسبات اتصال کوتاه

جنس فلز	$\rho_{۲۰}$	Q_c	ß	k
مس	$۱۷/۲۴۱ \times ۱۰^{-۶}$	$۳/۴۵ \times ۱۰^{-۳}$	۲۳۴/۵	۲۲۶
آلومینیوم	$۲۸/۱۶۴ \times ۱۰^{-۶}$	$۲/۵ \times ۱۰^{-۳}$	۲۲۸	۱۴۸
سرب	۲۱۴×۱۰^{-۶}	$۱/۴۵ \times ۱۰^{-۳}$	۲۳۰	۴۲
فولاد	۱۳۸×۱۰^{-۶}	$۳/۸ \times ۱۰^{-۳}$	۲۰۲	۷۸

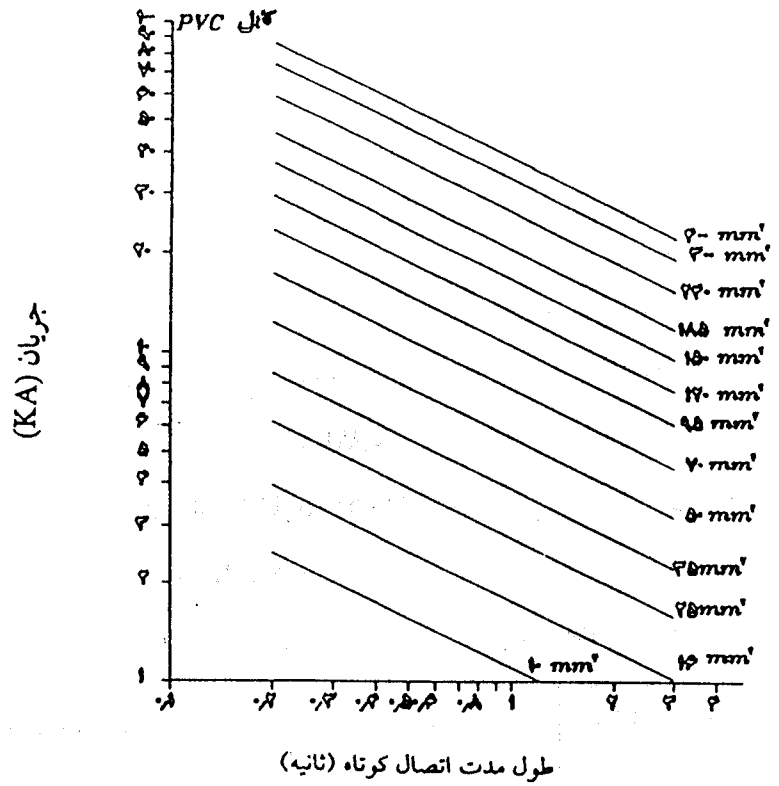
۵-۲- کابلهای توزیع قدرت

برای شرایط خاصی از افزایش دما مطابق جدول (۵-۱) می‌توان فرمول داده‌شده را بطوریکه در جدول (۵-۳) آمده است بکار برد. دراین جدول بطوری که در محاسبات اتصال کوتاه معمول است، فرض می‌شود وقتی که اتصال کوتاه رخ می‌دهد کابل در درجه حرارت حداکثر مجاز درحال بهره‌برداری است.

یک راه دیگر برای نشان دادن اطلاعات موجود در آخرین ستون جدول (۵-۳) آن است که آنها را بصورت گرافیکی نمایش داد. شکلهای (۵-۱) و (۵-۲) برای کابلهای با عایق PVC و شکلهای (۵-۳) و (۵-۴) برای کابلهای عایق XLPE می‌باشند.

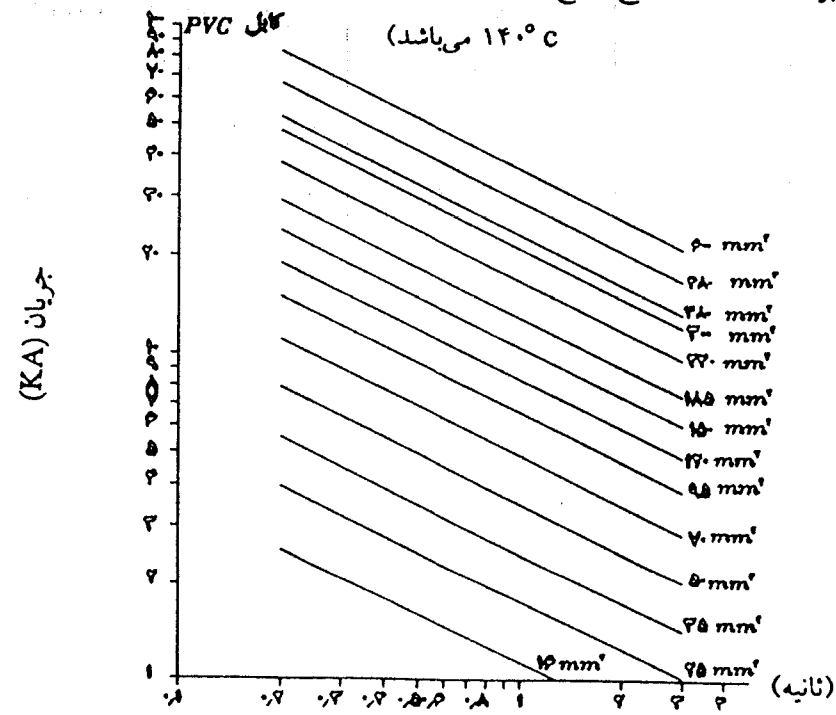
جدول (۵-۳) جریان اتصال کوتاه برای کابلهای با عایقهای مختلف

نوع عایق کابل	جنس هادی	افزایش درجه حرارت (°c)	جریان اتصال کوتاه (A)
PVC ولتاژ ۱ تا ۳ کیلوولت			
تا سطح مقطع ۳۰۰ میلیمترمربع	مسی	۷۰-۱۵۰	$۱۱۰ \times ST^{-½}$
تا سطح مقطع ۳۰۰ میلیمترمربع	آلومینیومی	۷۰-۱۵۰	$۷۱ \times ST^{-½}$
سطح مقطع بیش از ۳۰۰ میلیمترمربع	مسی	۷۰-۱۳۰	$۹۶ \times ST^{-½}$
سطح مقطع بیش از ۳۰۰ میلیمترمربع	آلومینیومی	۷۰-۱۳۰	$۶۲ \times ST^{-½}$
XLPE	مسی	۹۰-۲۰۰	$۱۴۴ \times ST^{-½}$
XLPE	آلومینیومی	۹۰-۲۵۰	$۹۲ \times ST^{-½}$



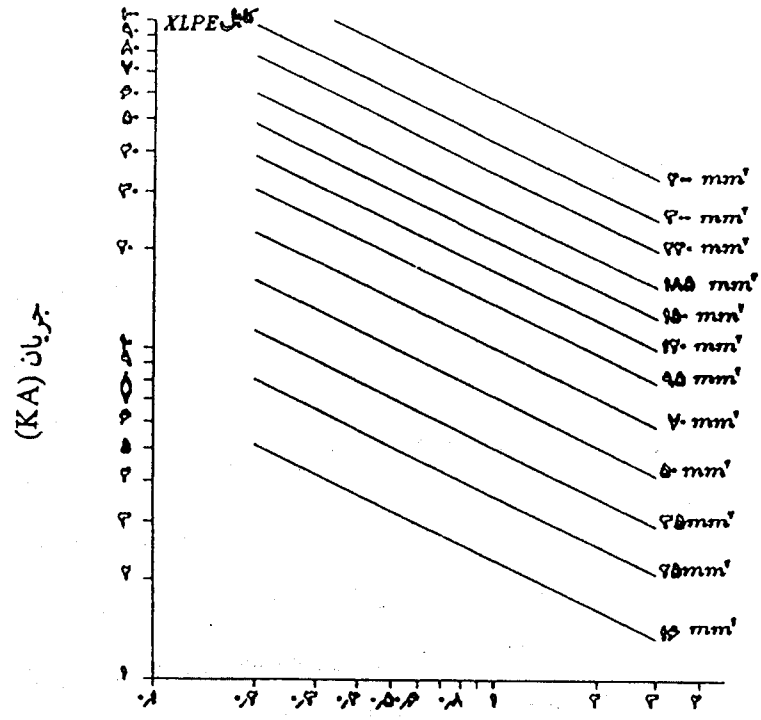
شکل (۵-۱) اتصال کوتاه مجاز برای کابلهای KV ۱ با عایق PVC و هادیهای مسی

(دمای نهایی کابل برای هادیهای تا سطح مقطع $300\ mm^2$ برابر $160^\circ C$ و برای هادیهای با سطح مقطع بیشتر $140^\circ C$ می‌باشد)



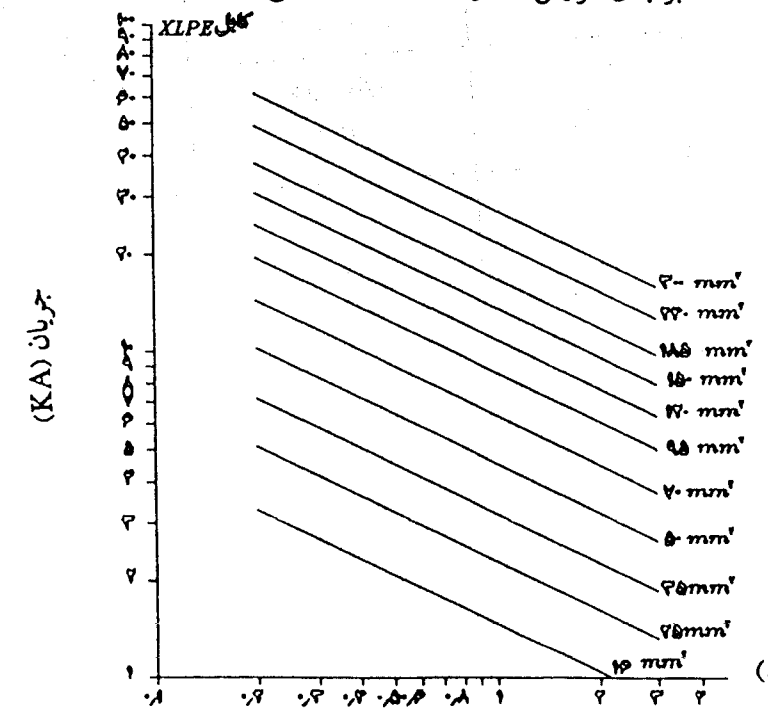
شکل (۵-۲) اتصال کوتاه مجاز برای کابلهای KV ۱ با عایق PVC و هادیهای آلومینیومی

(دمای نهایی کابل برای هادیهای تا سطح مقطع ۳۰۰میلیمترمربع برابر $160^\circ C$ برای مقاطع بزرگتر $140^\circ C$ است)



شکل (۵-۳) اتصال کوتاه مجاز برای کابلهای با عایق XLPE و هادیهای مسی

(برمبنای افزایش دما از ۹۰ تا ۲۵۰° c یعنی ۱۶۰° c)



شکل (۵-۴) اتصال کوتاه مجاز برای کابلهای با عایق XLPE و هادی آلومینیومی غیررشته‌ای

(برمبنای افزایش دمای ۱۶۰° c)

۵-۳- جریانهای اتصال کوتاه غیرمتقارن

در بخش (۵-۲) جریانهای اتصال کوتاه متقارن سه‌فاز فازها موردبررسی قرار گرفت. در مورد جریانهای اتصال کوتاه غیرمتقارن مثلا" جریانهای اتصال زمین، عوامل دیگری نیز می‌بایستی درنظر گرفته شوند زیراکه دراین حالت جریان اتصال کوتاه می‌تواند در پوششهای فلزی و یا زره جریان یابد. بطورکلی برای هادیهای با اندازه کوچک افزایش دما عامل تعیین می‌باشد، ولیکن در هادیهای با اندازه بزرگتر بطوریکه در جدول (۵-۱) نشان داده شده است با درنظر گرفتن پوششهای سربی و یا زره حد مجاز کمتر می‌شود.

دمای پوشش زره را می‌توان با لایه PVC پوشانیده‌شده بر روی آن کنترل نمود. حداکثر جریانهای اتصال کوتاه غیرمتقارن برای کابلهای توزیع قدرت که رایج می‌باشند در جدول (۵-۴) تا (۵-۷) آورده شده‌اند و این مقادیر برای کابلهای چندمفتولی می‌باشند. مقادیر داده‌شده با درنظر گرفتن مدت اتصال کوتاه یک ثانیه می‌باشد. برای مدت زمانهای غیر از یک ثانیه این ارقام بر ریشه دوم زمان داده‌شده تقسیم می‌شوند.

جدول (۵-۴) حداکثر جریان اتصال کوتاه نامتقارن مجاز به زمین (کابلهای زره‌دار سیمی با عایق PVC و هادی آلومینیومی مفتولی) و ولتاژ KV ۱ / ۰/۶ و مدت زمان خطا برابر یک ثانیه

مقطع هادی (mm^2)	زره آلومینیومی	زره فولادی		
	تک‌رشته‌ای KA	دورشته‌ای KA	سه‌رشته‌ای KA	چهاررشته‌ای KA
۱۶	—	۱/۶	۱/۸	۲/۷
۲۵	—	۲/۴	۲/۷	۳/۲
۳۵	—	۲/۶	۳/۱	۳/۵
۵۰	۲/۸	۴/۰	۳/۵	۵/۰
۷۰	۳/۲	۴/۴	۵/۰	۵/۵
۹۵	۳/۶	۴/۸	۵/۷	۶/۵
۱۲۰	۵/۲	—	۶/۱	۸/۹
۱۵۰	۵/۷	—	۸/۴	۹/۷
۱۸۵	۶/۲	—	۹/۵	۱۰/۸
۲۴۰	۷	—	۱۰/۶	۱۲/۱
۳۰۰	۷/۶	—	۱۱/۷	۱۳/۴

جدول (۵-۵) حداکثر جریان اتصال کوتاه نامتقارن مجاز به زمین (کابلهای زره‌دار سیمی با عایق PVC و هادی سیمی) برای یک ثانیه در سطح ولتاژ KV ۱ / ۰/۶

مقطع هادی	زره آلومینیومی تک‌رشته‌ای	زره فولادی			
		دورشته‌ای	سه‌رشته‌ای	چهاررشته‌ای	چهاررشته با کاهش سطح مقطع نول
(mm^2)	KA	KA	KA	KA	KA
۵۰	۳/۱	۳/۳	۳/۷	۵/۴	۴/۲
۷۰	۳/۵	۳/۷	۵/۳	۶/۱	۵/۹
۹۵	۴/۰	۵/۴	۶/۱	۷/۰	۶/۹
۱۲۰	۵/۷	۵/۸	۶/۶	۹/۷	۹/۵
۱۵۰	۶/۴	۶/۴	۹/۳	۱۰/۸	۱۰/۴
۱۸۵	۷/۰	۸/۹	۱۰/۲	۱۱/۷	۱۱/۴
۲۴۰	۷/۸	۹/۹	۱۱/۴	۱۳/۲	۱۲/۷
۳۰۰	۸/۶	۱۱/۰	۱۲/۷	۱۴/۷	۱۴/۳ *
۳۰۰					۱۴/۷ **

* ۳۰۰/۱۵۰ mm^2

** ۳۰۰/۱۸۵ mm^2

جدول (۵-۶) حداکثر جریان اتصال کوتاه نامتقارن مجاز به زمین (کابلهای زره‌داری سیمی با عایق XLPE و هادی آلومینیوم مفتولی) برای سطح ولتاژ KV ۱ / ۰/۶ برای یک ثانیه

سطح مقطع هادی	زره آلومینیومی تک‌رشته	زره فولادی		
		دورشته‌ای	سه‌رشته‌ای	چهاررشته‌ای
(mm^2)	(KA)	(KA)	(KA)	(KA)
۵۰	۱/۶	۲/۴	۲/۹	۳/۳
۷۰	۲/۶	۲/۸	۳/۳	۴/۹
۹۵	۳/۰	۴/۱	۴/۸	۵/۴
۱۲۰	۳/۲	—	۵/۲	۷/۶
۱۵۰	۴/۸	—	۷/۴	۸/۴
۱۸۵	۵/۲	—	۸/۲	۹/۴
۲۴۰	۵/۷	—	۹/۲	۱۰/۵
۳۰۰	۶/۳	—	۱۰/۱	۱۱/۷

جدول (۵-۷) حداکثر جریان اتصال کوتاه نامتقارن مجاز به زمین (کابلهای زره‌دار سیمی با عایق XLPE و هادی مسی) برای یک ثانیه در سطح ولتاژ KV ۱ / ۰/۶

سطح مقطع هادی	زره آلومینیومی تک‌رشته	زره فولادی		
		دورشته‌ای	سه‌رشته‌ای	چهاررشته‌ای	چهاررشته با سطح مقطع کاهش‌یافته نول
(mm^2)	(KA)	(KA)	(KA)	(KA)	(KA)
۵۰	۱/۸	۲/۶	۳/۰	۳/۵	۳/۳
۷۰	۲/۷	۳/۱	۳/۵	۵/۱	۵/۰
۹۵	۳/۱	۴/۴	۵/۰	۵/۷	۵/۶
۱۲۰	۳/۳	۴/۹	۵/۵	۸/۰	۶/۳
۱۵۰	۴/۸	۵/۴	۷/۸	۹/۰	۸/۶
۱۸۵	۵/۴	۷/۴	۸/۶	۹/۹	۹/۷
۲۴۰	۶/۰	۸/۴	۹/۷	۱۱/۳	۱۰/۹
۳۰۰	۶/۴	۹/۲	۱۰/۵	۱۲/۴	۱۱/۸ *
۳۰۰	۶/۴	۹/۲	۱۰/۵	۱۲/۴	۱۲/۴ **

* ۳۰۰/۱۵۰ mm^2
** ۳۰۰/۱۸۵ mm^2

۵-۴- نیروهای الکترومغناطیسی و پاره شدن کابل

جریان اتصال کوتاه در کابلهای چندرشته‌ای نیروهای الکترومغناطیسی بوجود می‌آورند که رشته‌های

کابل را از یکدیگر جدا نموده و چنانچه این رشته‌ها بطور محکم با هم بسته نشده باشند، کابل تمایل به از هم گسیختگی خواهد داشت. این اثر در کابلهای با عایق کاغذی که فاقد پوشش مسلح می‌باشند از اهمیت خاصی برخوردار است زیرا ممکن است عایق دراین شرایط آسیب ببیند.

مسلح نمودن کابلها باعث جلوگیری از آسیب ناشی ازاین نیروها می‌شود.

۵-۵- اثرات ترمومکانیکی

افزایش گرمای زیاد درنتیجه جریان اتصال کوتاه باعث ایجاد انبساط در هادیهای کابل شده و انبساط بوجودآمده باعث بروز مشکلاتی ازقبیل پیشروی طولی در کابلهای چندرشته‌ای و یا جابجایی کابل درصورتی که بطور مناسب نصب نشده باشد، خواهد شد.

پیشروی هادی در هادیهای تک‌مفتولی از اهمیت بیشتری برخوردار است.

۵-۶- طراحی مفصلها و سرکابلها

اثرات ناشی از جریان اتصال کوتاه در مفصلهای کابلهای دفن‌شده در زمین مهم می‌باشد زیراکه به‌علت فشار وارده از زمین بر روی سطح کابل هادیهای کابل ممکن است در داخل کابل بطور طولی افزایش یافته و داخل مفصل یا سرکابل شوند، مقدار این نیروی پیش‌رونده خیلی زیاد بوده، مثلا" ($۵۰ N/mm^2$) و برای کابلهای با اندازه بزرگتر اهمیت آن بیشتر می‌باشد. اگر مواد پرکننده مفصلها و ترمینالها (سرکابلها) به‌اندازه کافی نرم باشد که اجازه پیشروی هادیها را بدهد نیروی ذکرشده باعث ایجاد نقص در داخل سرکابل یا مفصل می‌شود و پس از خنک شدن هادیها تنش بوجودآمده درآنها باعث ایجاد مشکلات دیگری خواهد شد و بعنوان مثال تنش بوجودآمده بر روی رینگهای نگهدارنده هادیها باعث بیرون آمدن هادیها خواهد شد و به همین دلیل حد نهایی دما برای اتصالات لحیم‌شده هادیها $۱۶۰^{\circ}c$ درنظر گرفته شده است. از عوامل دیگری که باید درنظر گرفته شوند آن است که نگهدارنده‌ها و چفت و بستها بایستی مناسب انتخاب شده تا در دمای بوجودآمده درآنها باعث ایجاد اشکال در مفصل نشود.

۵-۷- اختلاف بین هادیهای مسی و آلومینیوم

اگرچه ضریب انبساط آلومینیوم از مس بیشتر است ولیکن تنش بوجودآمده درآن به‌علت

اینکه ضریب مدولاسیون الاستیک[1] آن کمتر است همانند مس خواهد بود. بنابراین نیروهای درهم‌شکننده برای هر دو فلز تقریبا" مشابه یکدیگر می‌باشند.

وقتی که محدودیتها توسط غلافهای سربی و یا نیروهای الکترومغناطیسی تحت تاثیر قرار می‌گیرند نوع فلز هادی از لحاظ تئوری هیچ فرقی ندارد ولیکن دررابطه با نیروهای ضربه‌ای آلومینیوم از ضریب کمتری نسبت به مس برخوردار است زیراکه برای یک مقدار مشخصی از جریان، اندازه سطح مقطع هادی آلومینیوم از مس بزرگتر می‌باشد.

۵-۸- شرایط نصب و کابل‌کشی

بطوریکه قبلا" ذکر شده است اثرات نیروی پیشروی طولی در کابلهایی که در زمین کشیده شده‌اند از مهمترین پارامترها می‌باشند.

در کابلهایی که دارای عایق ترموپلاستیک و غلاف خارجی می‌باشند بایستی از افزایش زیاد فشار محلی (موضعی) جلوگیری نمود زیراکه باعث تغییر شکل دادن عایق و غلاف می‌شود. این مورد ممکن است به‌علت رعایت نکردن شعاع انحنا در موقع کابل‌کشی و یا مناسب نبستن وسایل نگهدارنده در کابلها پیش آید. موارد نامبرده بالا در مورد کابلهای با عایق ترموست که سطح مقطع آنها بزرگتر است نیز صادق می‌باشد.

1- Elastic Modules

پیوست الف

ظرفیت جریان قابل حمل توسط کابلهای توزیع با عایق PVC

جداول داده‌شده دراین قسمت شامل مقادیر نامی جریان کابلهای با عایق PVC می‌باشند.

الف -۱- طرح کابل

الف -۱-۱- هادیها

برای کابلهای تک‌رشته‌ای هادیها از مس و آلومینیوم چندمفتولی و یا تک‌مفتولی و به شکل دایره می‌باشند و برای کابلهای چندرشته‌ای هادیها مسی یا آلومینیوم بصورت قطاعی می‌باشند.

الف -۱-۲- لایه زیرین پوشش زره

این لایه برای کابلهای تک‌رشته‌ای از نوع PVC اکسترودشده و برای کابلهای چندرشته‌ای از PVC اکسترودشده یا نوار پلاستیکی می‌باشد.

الف -۱-۳- زره

فرض براین است که زره کابلها از نوع آلومینیوم برای کابلهای تک‌رشته و فولاد گالوانیزه برای کابلهای چندرشته می‌باشد.

الف -۱-۴- غلاف

غلاف از نوع PVC اکسترودشده می‌باشد.

الف -۲- مقادیر نامی جریان

مقادیر نامی جریان براساس دمای محیط $30^{\circ}c$ محاسبه شده است.

الف -۳- حداکثر دمای هادی

این دما $70^{\circ}c$ می‌باشد.

الف -۴- کابل‌کشی در هوا

دمای محیط $30^{\circ}c$ درنظر گرفته شده است و کابل در برابر اشعه مستقیم خورشید محافظت شده

است. و کابلها حداقل ۲ سانتیمتر از دیوار فاصله دارند و درصورتی که در کانال نصب شوند روی آنها پوشیده نمی‌شود و مدارهای مجاور همدیگر بایستی دارای فضای مناسب از یکدیگر باشند تا بر یکدیگر اثر گرمایی نداشته باشند.

الف -۵- کابلهای نصب‌شده در زمین

دمای زمین $15^{\circ}c$ درنظر گرفته شده است.

مقاومت حرارتی زمین $1/2\ Km/W$ درنظر گرفته شده است.

عمق کانال کابل‌کشی برای کابلهای تا ولتاژ یک کیلوولت ۵۰ سانتیمتر درنظر گرفته شده است.

الف -۶- کابلهای تک‌رشته‌ای

اطلاعات داده‌شده برای عملکرد سه‌فاز سه یا چهار کابل تک‌رشته کاربرد دارد.

الف -۶-۱- همبندی

فرض براین است که زره‌ها بطور کاملا" صلب به یکدیگر متصل شده‌اند (یعنی هر دو انتهای آنها) برای مدارهای خیلی کوتاه ممکن است فقط یک طرف همبندی شود ولی دراین حالت بایستی به ولتاژهایی که درحالت اتصال کوتاه درطول کابل بوجود می‌آید دقت شود.

الف -۶-۲- آرایش افقی کابلها

مقادیر نامی داده‌شده براین اساس است که فاصله افقی بین مراکز دو کابل مجاور بیش از ۲ برابر آنها باشد. درصورتی که کابلها عمودی نصب گردند مقادیر نامی کاهش پیدا می‌کند.

جدول (الف -۱) جریان قابل حمل توسط کابل PVC زره‌دار با ولتاژ ۱ KV / ۰/۶

اندازه‌هادی (mm^2)	در هوا				در زمین			
	تک‌رشته *		دورشته (A)	سه‌یاچهاررشته (A)	تک‌رشته *		دورشته (A)	سه‌یاچهاررشته (A)
	تخت (A)	مثلثی (A)			تخت (A)	مثلثی (A)		
مادیهای مسی								
۱۶			۹۷	۸۳			۱۱۹	۱۰۱
۲۵			۱۲۸	۱۱۰			۱۵۸	۱۳۲
۳۵			۱۵۷	۱۳۵			۱۹۰	۱۵۹
۵۰	۲۳۰	۱۸۱	۱۹۰	۱۶۳	۲۰۳	۲۱۱	۲۲۵	۱۸۸
۷۰	۲۸۶	۲۳۱	۲۴۱	۲۰۷	۲۴۸	۲۵۷	۲۷۷	۲۳۳
۹۵	۳۳۸	۲۸۰	۲۹۱	۲۵۱	۲۹۷	۳۰۵	۳۳۲	۲۷۹
۱۲۰	۳۸۵	۳۲۴	۳۳۶	۲۹۰	۳۳۷	۳۴۱	۳۷۷	۳۱۷
۱۵۰	۴۳۶	۳۷۳	۳۸۶	۳۳۲	۳۷۶	۳۷۷	۴۲۲	۳۵۵
۱۸۵	۴۹۰	۴۲۵	۴۳۹	۳۷۸	۴۲۳	۴۱۷	۴۷۸	۴۰۱
۲۴۰	۵۶۶	۵۰۱	۵۱۶	۴۴۵	۴۸۵	۴۶۹	۵۵۱	۴۶۲
۳۰۰	۶۱۶	۵۶۷	۵۹۲	۵۱۰	۵۴۲	۵۱۵	۶۱۶	۵۱۷
۴۰۰	۶۷۴	۶۵۷	۶۸۳	۵۹۰	۶۰۰	۵۴۹	۶۹۳	۵۸۰
مادیهای آلومینیومی								
۱۶			۷۲	۶۱			۹۱	۷۷
۲۵			۹۲	۸۰			۱۱۸	۱۰۰
۳۵			۱۱۳	۹۸			۱۴۲	۱۲۰
۵۰	۱۶۹	۱۳۱	۱۳۶	۱۲۰	۱۵۴	۱۶۰	۱۶۸	۱۴۳
۷۰	۲۱۳	۱۶۸	۱۷۳	۱۵۱	۱۸۸	۱۹۷	۲۰۹	۱۷۶
۹۵	۲۵۵	۲۰۵	۲۱۳	۱۸۸	۲۲۶	۲۳۵	۲۵۰	۲۱۳
۱۲۰	۲۹۳	۲۳۸		۲۱۸	۲۵۷	۲۶۷		۲۴۳
۱۵۰	۳۳۵	۲۷۵		۲۴۸	۲۸۸	۲۹۸		۲۷۲
۱۸۵	۳۷۹	۳۱۵		۲۸۸	۳۲۶	۳۳۲		۳۰۹
۲۴۰	۴۴۳	۳۷۲		۳۴۴	۳۷۷	۳۸۰		۳۶۰
۳۰۰	۵۰۵	۴۳۰		۳۹۶	۴۲۴	۴۲۳		۴۰۷

* کابلهای تک‌رشته‌ای بازره از مفتولهای آلومینیوم

جدول (الف -۲) جریان قابل حمل توسط کابل PVC بدون زره با ولتاژ ۱ KV / ۰/۶

اندازه‌هادی (mm^2)	در هوا			در زمین			
	تک‌رشته		دورشته (A)	سه‌یاچهاررشته (A)	تک‌رشته		دورشته (A)	سه‌یاچهاررشته (A)
	مثلثی (A)	تخت (A)			مثلثی (A)	تخت (A)		
هادیهای مسی								
۱۶			۹۴	۸۰				
۲۵			۱۱۹	۱۰۱			۱۱۷	۱۰۰
۳۵			۱۴۸	۱۲۶			۱۵۷	۱۳۱
۵۰	۱۶۷	۲۱۹	۱۸۰	۱۵۳	۲۰۰	۲۱۰	۱۸۹	۱۵۸
۷۰	۲۱۶	۲۸۱	۲۳۲	۱۹۶	۲۴۶	۲۵۸	۲۲۵	۱۸۸
۹۵	۲۶۴	۳۴۱	۲۸۲	۲۳۸	۲۹۴	۳۱۰	۲۷۶	۲۳۱
۱۲۰	۳۰۸	۳۹۶	۳۲۸	۲۷۶	۳۳۵	۳۵۴	۳۳۲	۲۷۷
۱۵۰	۳۵۶	۴۵۶	۳۷۹	۳۱۹	۳۷۶	۳۹۷	۳۷۹	۳۱۶
۱۸۵	۴۰۹	۵۲۱	۴۳۴	۳۶۴	۴۲۴	۴۵۱	۴۲۵	۳۵۵
۲۴۰	۴۸۵	۶۱۵	۵۱۴	۴۳۰	۴۹۱	۵۲۴	۴۸۰	۴۰۱
۳۰۰	۵۶۱	۷۰۹	۵۹۳	۴۹۷	۵۵۳	۵۹۴	۵۵۹	۴۶۶
۴۰۰	۶۵۶	۸۵۲	۷۱۵	۵۹۷	۶۲۷	۶۷۹	۶۳۱	۵۲۵
							۷۱۸	۵۹۵
هادیهای آلومینیومی								
۱۶			۷۳	۶۱				
۲۵			۸۹	۷۸			۸۹	۷۶
۳۵			۱۱۱	۹۶			۱۱۸	۱۰۰
۵۰	۱۲۸	۱۶۳	۱۳۵	۱۱۷	۱۵۲	۱۶۰	۱۴۲	۱۲۰
۷۰	۱۶۵	۲۱۰	۱۷۳	۱۵۰	۱۸۷	۱۹۷	۱۶۹	۱۴۳
۹۵	۲۰۳	۲۵۶	۲۱۰	۱۸۳	۲۲۴	۲۳۶	۲۰۹	۱۷۶
۱۲۰	۲۳۷	۲۹۸		۲۱۲	۲۵۶	۲۶۹	۲۵۰	۲۱۱
۱۵۰	۲۷۴	۳۴۴		۲۴۵	۲۸۷	۳۰۲		۲۴۱
۱۸۵	۳۱۶	۳۹۴		۲۸۰	۳۲۵	۳۴۳		۲۷۱
۲۴۰	۳۷۵	۴۶۶		۳۳۰	۳۷۷	۳۹۹		۳۰۷
۳۰۰	۴۳۵	۵۳۸		۳۸۱	۴۲۶	۴۵۳		۳۵۷
								۴۰۴

پیوست ب

ظرفیت جریان قابل حمل توسط کابلهای توزیع با عایق XLPE

جداول داده‌شده دراین قسمت شامل مقادیر نامی جریان‌دهی کابلهای با عایق XLPE می‌باشند.

ب -۱- طرح کابل

ب -۱-۱- کابل XLPE با ولتاژ ۱ KV / ۰/۶

ب -۱-۱-۱- هادیها

برای کابلهای تک‌رشته‌ای هادیها از مس و آلومینیوم چندمفتولی و یا تک‌مفتولی به شکل دایره می‌باشند، و برای کابلهای چندرشته‌ای هادیهای مسی یا آلومینیوم بصورت قطاعی می‌باشد.

ب -۱-۱-۲- پوشش زیر زره

از جنس PVC و بصورت اکسترودشده می‌باشد.

ب -۱-۱-۳- زره

کابلها می‌توانند دارای زره و یا بدون زره باشند، زره می‌تواند بصورت نوار از فولاد گالوانیزه و یا بصورت مفتول باشد.

ب -۱-۱-۴- غلاف

جنس غلاف از PVC اکسترودشده می‌باشد.

ب -۱-۲- کابلهای XLPE با ولتاژ بین ۱ KV / ۰/۶ تا ۱۹/۳۳ KV

ب -۱-۲-۱- هادیها

هادیها از جنس مس و آلومینیوم چندمفتولی به شکل دایره می‌باشند.

ب -۱-۲-۲- پوششهای الکترواستاتیکی

پوشش الکترواستاتیکی نیمه‌هادی بصورت اکسترودشده روی هادی و نواری یا اکسترودشده روی عایق می‌باشد.

ب -۱-۲-۳- پوشش الکترواستاتیکی فلزی

از سیمهای مسی برای کابلهای تک‌رشته‌ای و نوار مسی برای کابلهای سه‌رشته‌ای استفاده می‌شود.

ب -۱-۲-۴- پوشش زیر زره

از جنس PVC اکسترودشده برای کابل سه‌رشته‌ای می‌باشد.

ب -۱-۲-۵- زره

از جنس فولاد گالوانیزه می‌باشد.

ب -۱-۲-۶- غلاف

از جنس PVC اکسترودشده می‌باشد.

ب -۲- مقادیر جریان نامی

مقادیر جریان‌دهی کابلها براساس استاندارد IEC ۲۸۷ محاسبه شده است و برای سایر شرایط و ضرایب تصحیح بخش سوم از جزوه حاضر می‌تواند مورداستفاده قرار گیرد.

ب -۳- حداکثر دمای هادی

حداکثر دمای هادی c ۹۰° درنظر گرفته شده است.

ب -۴- کابل‌کشی در هوا

برای کابلهای فشار ضعیف c ۳۰° و برای کابلهای فشار متوسط c ۳۵° درنظر گرفته شده است.

کابلها در برابر اشعه مستقیم خورشید محافظت شده‌اند و جریان هوا محدود نشده است و کابلها حداقل ۲ سانتیمتر از دیوار فاصله دارند و درصورتی که کابل در کانال باشد روی آن پوشانده نشده است. و فواصل مدارها طوری است که اثر گرمایی از سایر مدارها بر روی کابل مفروض وجود ندارد.

ب -۵- نصب کابل در زمین

دمای زمین c ۱۵° و مقاومت حرارتی زمین K m/W ۱/۲، عمق دفن برای کابلهای فشار ضعیف ۰/۵ متر و کابلهای فشار متوسط ۰/۸ متر درنظر گرفته شده است.

ب -۶- کابلهای تک‌رشته‌ای

اطلاعات برای عملکرد سه یا چهار کابل تک‌رشته‌ای در سیستم سه‌فاز کاربرد دارد.

ب -۶-۱- همبندی

برای نصب بصورت مثلثی فرض بر این است که زره بصورت کاملا" صلب به یکدیگر متصل شده‌اند (یعنی هر دو انتهای آنها) برای مدارهای خیلی کوتاه ممکن است فقط یک طرف همبندی شود ولی دراین حالت بایستی به ولتاژهایی که درحالت اتصال کوتاه درطول کابل بوجود می‌آید دقت شود.

ب -۶-۲- آرایش افقی

مقادیر نامی داده‌شده براین اساس است که فاصله افقی بین مراکز دو کابل مجاور بیش از ۲ برابر قطر خارجی آنها باشد، درصورتی که کابلها عمودی نصب گردند مقادیر نامی کاهش پیدا می‌کند.

جدول (ب -۱) جریان قابل حمل توسط کابل XLPE زره‌دار با ولتاژ ۱ KV / ۰/۶

در زمین			در هوا			اندازه‌هادی (mm^2)
سه‌یاچهاررشته (A)	دورشته (A)	تک‌رشته *	سه‌یاچهاررشته (A)	دورشته (A)	تک‌رشته *	
		تخت (A) / مثلثی (A)			تخت (A) / مثلثی (A)	
هادیهای مسی						
۱۱۹	۱۴۱		۱۰۱	۱۱۸		۱۶
۱۵۲	۱۸۳		۱۳۲	۱۵۴		۲۵
۱۸۲	۲۱۹		۱۶۲	۱۹۰		۳۵
۲۱۷	۲۵۹	۲۴۱ / ۲۳۱	۱۹۶	۲۲۹	۲۷۹ / ۲۱۷	۵۰
۲۶۶	۳۱۷	۲۹۵ / ۲۸۴	۲۴۷	۲۸۸	۳۵۰ / ۲۷۷	۷۰
۳۱۹	۳۸۱	۳۵۰ / ۳۴۰	۳۰۵	۳۵۵	۴۲۵ / ۳۴۰	۹۵
۳۶۳	۴۳۳	۳۹۵ / ۳۸۶	۳۵۳	۴۱۱	۴۸۸ / ۳۹۵	۱۲۰
۴۰۶	۴۸۵	۴۳۴ / ۴۳۱	۴۰۴	۴۶۹	۵۴۳ / ۴۵۴	۱۵۰
۴۵۸	۵۴۷	۴۸۲ / ۴۸۵	۴۶۵	۵۴۱	۶۱۰ / ۵۲۲	۱۸۵
۵۲۹	۶۳۲	۵۴۵ / ۵۵۸	۵۴۹	۶۳۹	۷۰۰ / ۶۱۵	۲۴۰
۵۹۲	۷۰۸	۵۹۷ / ۶۲۳	۶۲۶	۷۲۸	۷۷۵ / ۷۰۰	۳۰۰
۶۶۷	۷۹۹	۶۳۷ / ۶۹۱	۷۲۰	۸۳۸	۸۳۴ / ۸۰۰	۴۰۰
هادیهای آلومینیومی						
۹۱	۱۰۸		۷۶	۹۰		۱۶
۱۱۶	۱۳۸		۱۰۰	۱۱۴		۲۵
۱۳۹	۱۶۵		۱۲۲	۱۴۱		۳۵
۱۶۵	۱۹۶	۱۸۵ / ۱۷۷	۱۴۷	۱۶۹	۲۰۹ / ۱۶۲	۵۰
۲۰۳	۲۴۰	۲۲۷ / ۲۱۸	۱۸۶	۲۱۳	۲۶۴ / ۲۰۸	۷۰
۲۴۴	۲۸۸	۲۷۰ / ۲۶۰	۲۲۹	۲۶۳	۳۲۲ / ۲۵۵	۹۵
۲۷۸		۳۰۶ / ۲۹۶	۲۶۶		۳۷۰ / ۲۹۵	۱۲۰
۳۱۱		۳۳۹ / ۳۳۱	۳۰۵		۴۱۷ / ۳۴۰	۱۵۰
۳۵۳		۳۸۰ / ۳۷۴	۳۵۲		۴۷۳ / ۳۹۲	۱۸۵
۴۰۹		۴۳۵ / ۴۳۳	۴۱۷		۵۵۰ / ۴۶۴	۲۴۰
۴۶۱		۴۸۳ / ۴۸۶	۴۷۸		۶۱۹ / ۵۳۲	۳۰۰

* کابل تک‌رشته‌ای با زره از سیم آلومینیومی

جدول (ب -۲) جریان قابل حمل توسط کابل XLPE بدون زره و دارای ولتاژ KV ۱ / ۰/۶

اندازه‌هادی (mm^2)	در هوا			
	سه‌یاچهاررشته (A)	دورشته (A)	تک‌رشته *	
			تخت (A)	مثلثی (A)
	هادیهای مسی			
۱۶	۱۰۱	۱۱۷		
۲۵	۱۲۶	۱۴۷		
۳۵	۱۵۵ *	۱۸۱		
۵۰	۱۸۹	۲۲۱	۲۷۲	۲۱۰
۷۰	۲۴۱	۲۸۰	۳۴۴	۲۶۷
۹۵	۲۹۷	۳۴۶	۴۲۵	۳۳۱
۱۲۰	۳۴۷	۴۰۳	۴۹۵	۳۸۷
۱۵۰	۳۹۸	۴۶۲	۵۶۸	۴۴۶
۱۸۵	۴۶۰	۵۳۵	۶۵۷	۵۱۸
۲۴۰	۵۴۷	۶۳۷	۷۸۴	۶۱۹
۳۰۰	۶۳۲	۷۳۶	۹۰۷	۷۱۶
۴۰۰	۷۳۳	۸۵۶	۱۰۵۹	۸۳۴
	هادیهای آلومینیومی (تک‌مفتولی)			
۱۶	۷۶	۸۸		
۲۵	۹۵	۱۰۹		
۳۵	۱۱۶	۱۳۳		
۵۰	۱۴۲	۱۶۲	۲۰۲	۱۵۵
۷۰	۱۸۰	۲۰۶	۲۵۶	۱۹۸
۹۵	۲۲۳	۲۵۳	۳۱۵	۲۴۵
۱۲۰	۲۶۰		۳۶۷	۲۸۶
۱۵۰	۲۹۸		۴۳۸	۳۳۰
۱۸۵	۳۴۶		۴۸۷	۳۸۴
۲۴۰	۴۱۲		۵۸۰	۴۶۰
۳۰۰	۴۷۷		۶۷۰	۵۳۳

* کابلهای تک‌رشته‌ای بازره از سیمهای آلومینیومی

جدول (ب -۳) جریان قابل حمل توسط کابل XLPE با سطح ولتاژ

۱۱ KV/۶/۳۵، ۲۲ KV/۱۲/۷ و ۳۳/۱۹ KV

در زمین			در هوا			اندازه‌هادی (mm^2)
سه‌رشته (A)	تک‌رشته‌ای *		سه‌رشته (A)	تک‌رشته‌ای *		
	تخت (A)	مثلثی (A)		تخت (A)	مثلثی (A)	
هادیهای مسی						
۱۷۰			۱۸۰			۳۵
۲۱۰	۲۳۰	۲۲۰	۲۲۵	۲۹۵	۲۴۵	۵۰
۲۵۵	۲۸۰	۲۷۰	۲۷۵	۳۶۵	۳۰۰	۷۰
۲۹۵	۳۳۵	۳۲۰	۳۳۰	۴۵۰	۳۶۰	۹۵
۳۳۵	۳۸۰	۳۶۰	۳۸۰	۵۲۰	۴۲۵	۱۲۰
۳۷۵	۴۳۰	۴۱۰	۴۳۰	۵۹۰	۴۸۵	۱۵۰
۴۲۰	۴۸۵	۴۶۰	۴۹۰	۶۷۰	۵۵۰	۱۸۵
۴۸۰	۵۶۰	۵۷۰	۵۷۰	۸۰۰	۶۵۰	۲۴۰
۵۳۰	۶۴۰	۶۰۰	۶۵۰	۹۲۰	۷۴۰	۳۰۰
۵۹۰	۷۳۰	۶۹۰	۷۴۰	۱۰۷۰	۸۵۰	۴۰۰
	۸۳۰	۷۶۰		۱۲۵۰	۹۸۰	۵۰۰
هادیهای آلومینیومی						
۱۳۵			۱۴۵			۳۵
۱۶۰	۱۷۵	۱۷۰	۱۷۵	۲۳۰	۱۹۰	۵۰
۱۹۵	۲۱۵	۲۱۰	۲۱۵	۲۸۵	۲۳۵	۷۰
۲۳۰	۲۶۰	۲۵۰	۲۶۰	۳۴۵	۲۸۰	۹۵
۲۶۰	۲۹۵	۲۸۰	۳۰۰	۴۰۰	۳۳۰	۱۲۰
۲۹۰	۳۳۰	۳۲۰	۳۳۵	۴۵۵	۳۷۵	۱۵۰
۳۳۰	۳۷۵	۳۶۰	۳۹۰	۵۲۰	۴۳۰	۱۸۵
۳۸۰	۴۴۰	۴۱۵	۴۶۰	۶۲۰	۵۱۰	۲۴۰
۴۲۵	۴۹۵	۴۷۵	۵۲۰	۷۱۰	۵۸۰	۳۰۰
۴۸۰	۵۷۰	۵۵۰	۶۰۰	۸۴۰	۶۸۰	۴۰۰
	۶۵۰	۶۱۰		۹۸۰	۷۹۰	۵۰۰

* پوشش الکترواستاتیکی از سیم مسی، بدون زره

مراجـــع

1- Electric Cables Handbook
Second Edition, E. G. Bungay and D. Meallister

2- Power Cables and Their Application, SIEMENS, Lothar Heinhold

3- IEC 287, Calculation of Continuous Current Rating of Cables (100% Load Factor), 1982.

4- IEC 502, Extruded Solid Dielectric Insulated Power Cables for Rated Voltages from 1 KV up to 30 KV.

5- BS 6622, 1991, Cables with Extruded Cross-Linked Polyethylene or Ethylene Propylene Rubber Insulation for Rated Voltages from 3800/6600 V up to 19000/33000 V.