

[www.SoftCivil.ir](http://www.SoftCivil.ir)

---

# سافت سیویل

مرجع دانلود فایل، پروژه و جزوه مهندسی عمران و معماری  
و سایر رشته های دانشگاهی

**09393754001**

آموزش نرم افزارهای مهندسی عمران  
انجام پروژه های دانشگاهی فولاد و بتن  
انجام محاسبات سازه

انجام سمینارهای مهندسی عمران در مقطع ارشد

# قواعد و اصول سيم كشي و كابل كشي

علی شریعتی ، شرکت الکتروسیم هدایت

[Shariatiali@yahoo.com](mailto:Shariatiali@yahoo.com)

تابستان ۹۵

## لوله کشی برق

### کلیات

پیمانکار یا مجری تاسیسات برق به منظور ایجاد هماهنگی و احتراز از دوباره کاری باید قبلا نقشه های ساختمانی و مکانیکی را مورد بررسی و مطالعه دقیق قرار داده و ترتیب انجام عملیات مربوط به لوله کشی و نصب تاسیسات برقی را به نحوی فراهم نماید که با سایر فعالیتهای ساختمانی هماهنگ بوده و موجبات تداخل و تاخیر آن نشود. بدیهی است در صورتی که عملیات مذکور تغییراتی در نقشه ها ایجاد کند ، مراتب باید به واحد نظارت گزارش و پس از تایید اجرا گردد.

تمامی سیم کشی های داخلی ساختمانها ، اعم از روکار و یا توکار ، باید در داخل لوله های مخصوص برق یا مجاری ویژه این کار (ترانکینگها) انجام شود و برای اجرای انشعابها، خمها ، زانوها ، سه یا چهارراهها و غیره باید از وسایل و متعلقات استاندارد و مخصوص هر نوع لوله یا مجرا استفاده شود.

### سیستمهای لوله کشی

سیستمهای زیر باید توسط لوله های جداگانه و یا تقسیم بندیهای متفاوت در کانال انجام پذیرد:

الف - سیستم برق رسانی به پریزهای عمومی

ب - سیستم برق رسانی به پریزهای اضطراری

پ - سیستم برق رسانی به فن کویپها

ت - سیستم روشنایی برق متناوب

ث - سیستم برق اضطراری - برق متناوب

ج - سیستم برق اضطراری - برق مستقیم

چ - سیستم تلفن و فکس

ح - سیستم احضار

خ - سیستم درب بازکن

د - سیستم تصویری

ذ - سیستم مادر ساعت

ر - سیستم اعلام حریق

ز - سیستم صوتی

ژ - سیستم تلکس

س - سیستم کنترل تاسیسات مکانیکی از قبیل تهویه مطبوع ، آسانسور و غیره

ش - دستگاههای تک فاز

ص - سیستم شبکه رایانه

یادآوری

مدارهای سیستمهای جریان ضعیف در موارد زیر ممکن است به صورت یکجا کشیده شود مشروط به اینکه ولتاژ هیچ یک از هادیها از ولتاژ اسمی عایق بندی هادیهای فشار ضعیف مورد استفاده تجاوز نکند.

- تلفن ، فکس ، تلکس و نظایر آن

- زنگ اخبار ، احضار ، درب بازکن

- خطوط ارتباطی سیستم اعلام حریق با مرکز آتش نشانی یا مرکز اصلی

لوله های حاوی هادیهای الکتریکی ، جعبه ها ، کابلهای زره دار ، تابلوها ، زانوها و سایر لوازم مربوط به لوله کشی برق باید بر اساس ضوابط انتخاب شود به نحوی که برای محیط مورد مصرف مناسب باشد.

مجاری سیمکشی (ترانکینگها) اعم از فلزی یا پلاستیکی ، توکار یا روکار ، باید مجهز به جعبه تقسیم ها ، جعبه انشعابها ، قطعات اتصالی و انتهایی و انواع زانوها ، (داخلی و یا خارجی) و سه راهها و چهارراه های مناسب و مخصوص خود باشد . مجاری سیم کشی که از داخل آن علاوه بر سیمکشیهای مربوط به قدرت ، سیم کشی های تاسیسات فشار ضعیف نیز عبور می کند ، باید حداقل به یک دیواره جداکننده دو نوع سیم کشی مجهز باشد و این جدایی باید در سراسر مجرا و جعبه تقسیمها و جعبه انشعابها و غیره برقرار باقی بماند . مجاری فلزی باید به پیچهای مخصوص مداومت الکتریکی بدنه مجهز باشد و در سراسر سیستم مجرا ، بدنه ها به طور کامل به یکدیگر متصل و همگی به هادی حفاظتی تابلوی مربوط وصل شود.

تمامی لوله کشی های برق باید از تابلو برق مربوط شروع و به جعبه تقسیم یا جعبه کلید و پریز ختم شود، بدین معنی که باقی گزاردن سر لوله به طور آزاد و یا استفاده از سرچیقی برای ختم لوله مجاز نیست.

در مکانهای تر و مرطوب کلیه اتصالات مجراها و لوله ها باید در برابر رطوبت عایق و کلیه درپوشهای جعبه تقسیمها دارای واشر بوده و با پیچ به جعبه ها متصل شود.

در سیستم لوله کشی فلزی به منظور اجتناب از فعل و انفعالات گالوانیک باید حتی الامکان لوله های فلزی ناهمجنس مورد استفاده قرار نگیرد.

در مواردی که از لوله های غیر فلزی استفاده می شود باید کلیه لوازم اتصال آن نیز از همان نوع انتخاب شود.

کلیه لوله های روکار و یا توکار باید با خط الراس دیوارها و سقف ، موازی و یا عمود بر آن ، به طرز منظمی نصب شود. همچنین فواصل لوله ها از یکدیگر باید مساوی بوده و شعاع خمش لوله ها یکسان باشد. اتصال لوله های روکار به دیوار باید به وسیله پیچ و مهره فلزی مناسب انجام شود به گونه ای که ظاهر کار کاملا تمیز و مرتب باشد.

در مواردی که لوله های برق از درز انبساط ساختمان عبور می کند باید از بوش منبسط شونده استفاده شود و یا ممکن است لوله اصلی را در داخل لوله بزرگتری قرار داد به نحوی که بتواند آزادانه منقبض و منبسط شود و انتهای دیگر لوله بزرگتر نیز به وسیله یک تبدیل به دنباله لوله کشی وصل گردد و یک سیم رابط نیز به منظور حفظ مداومت اتصال زمین بین دولوله کشیده شود.

#### اصول سیم کشی

#### طریقه سیم کشی ساختمان

برای شروع کار ابتدا میبایست نشریه های مربوط در این زمینه (نشریه ۱۱۰ و مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان) را مطالعه کنیم و در رابطه با استانداردهای موجود بیشتر آشنا بشیم

آشنایی با ارتفاع کلید پریز های داخل ساختمان و ارتفاع از کف تمام شده بسیار ضروری میباشد، به طوری که میتوان گفت ارتفاع تمامی کلید های روشنایی ۱۱۰ و ۱۲۰ میباشد (این ارتفاع تا زیر قوطی میباشد) و ارتفاع قوطی های پریز برق، تلفن، و آنتن مرکزی داخل حال و پذیرایی و اتاق خواب ها ۳۰ سانتیمتر میباشد ولی باید توجه داشت که این ارتفاع پریز های برق در آشپز خانه ۶۰ و ۱۲۰ و همچنین در سرویس ها هم ۱۲۰ میباشد. این ارتفاع در هود ها و گوشی آیفون و... متغیر میباشد که بر حسب تجربه و آسایش افراد متفاوت میباشد به نوعی که میتوان برای هود ۱۸۰، گوشی آیفون ۱۳۰، کلید کولر ۱۳۰، زنگ اخبار توکار ۱۲۰ و رو کار ۲۲۰ و جعبه تقسیم مینیاتوری ۱۵۰ بهترین حالت میباشد.

تعداد خط های موجود در ساختمان بسیار مهم میباشد که ما در یک واحد مسکونی چند خط برق و کلید مینیاتوری میتونیم داشته باشیم تا بتونیم خط های برقمونو از هم تفکیک کنیم به طور مثال روشنایی اتاق خواب ها و حال و پذیرایی و سرویس هامون از هم جدا باشه، پریز های اتاق خواب ها و حال و پذیرایی و سرویس هامونم میتونیم از هم جدا کنیم و همچنین خط کولر و لوازمی مثل ماشین لباسشویی، یخچال و .... نیز به همین ترتیب میتونیم تفکیک کنیم تا در زمان تعمیرات و اتصالاتی های نا خواسته سیستم برق کل واحد رو از دست ندیم.

آشنایی با ساختمان انواع کلید ها ( تک پل ، دو پل ، تبدیل و .... ) پریز ها، شاسی ها، چراغ های دیواری و سقفی، آیفون ها و .... همچنین ساختمان سیم ها و کابل ها لازم و ضروری میباشد. به طور کلی در ساختمان از چند نوع سیم و کابل بیشتر استفاده نمیشه و آشنایی اولیه با اونا کار راه اندازه سیم های NYJ که به سیم های مفتولی مسی با روکش PVC گفته میشه ، سیم های NYAF که به سیم های رشته ای اطلاق میشود ، کابل کواکسیل برای آنتن و سیم و کابل های چند زوجی برای تلفن و آیفن آشنایی با لوله ها و لوله کشی و همچنین سایز آنها از مراحل بعدی کار میباشد. در تاسیسات الکتریکی ساختمان از لوله های خورطومی، پلی امید و PVC استفاده میشود که لوله و اتصالات PVC مورد تایید میباشد.

لوله هایی که اکثرا استفاده میشه لوله ۲۰ (۱۳/۵) و ۲۵ (۱۶) و ۳۲ (۲۱) میباشد که بر اساس نوع و ضخامت سیم و کابل ها استفاده از آنها متغیر است.

لوله کشی ها به روش های زیر سقفی و روی کف اجرا میشود که هر کدام از این متدد دارای مزایا و معایبی میباشد.

قبل از شروع لوله کشی میبایست محل استقرار قوطی های کلید و پریز مشخص شود و سپس مطابق لول های موجود و مشخص کردن کف تمام شده ، توسط شلنگ تراز چاک لاین های مورد نظر با ریسمان رنگی خط کشی نمود.

بعد از این مرحله میتوان با شیار کن به قطر لوله ۲۰ و به عمق قوطی های کلید پریز (۲۰\*۴۰\*۴۰) محل استقرار لوله و قوطی روی دیوار را تراش داد تا این لوازم در دل دیوار مسقر شود.

سپس قوطی ها و لوله ها جایگذاری نمود و بوسیله بست و گچ روی دیوار فیکس نمود و از زانو (عصایی) برای اتصال لوله های دیواری با کف و یا زیر سقف استفاده نمود.

برای متره و برآورد لوله و اتصالات و قوطی های کلید پریش بهترین و مطمئن ترین راه شمارش و متره زدن لوازم و لوله ها از روی نقشه با در نظر گرفتن ضریبی برای پرتی های کار میباشد ولی روش دیگری نیز وجود دارد که به صورت سرعتی بوده و از روی تجربه میباشد و هیچگونه دلیل و منطق و علمی ندارد

بدین ترتیب که لوله را دو برابر متر از زیر بنا در نظر میگیرند ، قوطی نصف زیر بنا و زانو برابر زیر بنا برای مثال برای یک واحد ۷۰ متری ، ۱۴۰ متر لوله ۲۰ ، ۳۵ عدد قوطی و ۷۰ عدد زانو بطور تقریبی لازم میباشد.

#### کانالهای خاکی

کانال های خاکی را به مقطع دوزنقه می سازند تا از ریزش خاک به داخل کانال جلوگیری کنند ابتدا کف کانال باید محکم باشد یا آن را آجر فرش می کنند و به ضخامت ۱۰ سانتی متر ماسه می ریزند و کابل را روی آن قرار می دهند و مجدداً به ضخامت ۱۵ سانتی متر روی کابل ماسه می ریزند و روی آن را آجر فرش می کنند و یک نوار هشدار نیز روی آجر قرار می دهند و بقیه ی کانال را با خاک معمولی پر می کنند عمق کانال به تعداد و ولتاژ کابل ها بستگی دارد کابل های طبقه ی فوقانی باید حداقل ۶۰ سانتی متر زیر خاک پیاده رو و ۱ متر زیر آسفالت خیابان باشند و عرض کانال بستگی به تعداد و نوع کابل دارد طبق شکل فاصله ی بین کابل های تک سیمه برابر ۲d قطر کابل باشد و در کابل های سه سیمه برابر d قطر کابل باشد و ترتیب سیم کشی سه فازه باید مانند شکل باشد

#### کابل در کانال

اگر مسیر کابل کشی زیاد باشد (چندین کیلومتر) در کابل ها جابجایی انجام می گیرد

#### جابجایی کابل در کانال

در مکان هایی که نمی توانیم حداقل عمق کانال را رعایت کنیم از صفحات بتونی استفاده می کنیم و در زمین هایی که حشرات موزی یا خاک آن شوره زار است به جای کابل های NYY از کابل های NYCY و NYCWY استفاده می شود

کانال های معمولی (سیمانی):

برای این کار از کانال هایی به عمق ۳۰ تا ۷۰ سانتی متر که در اطراف و کف آن سیمان به کار می رود در کف کارگاه ها ساخته می شود کابل های برق را در کف آن قرار می دهند چنانچه تعداد کابلها زیاد باشد کانال را طبقه بندی می کنند

داکت:

به وسیله ی داکت یا باس داکت در جاهایی که نتوان کانال ایجاد کرد استفاده می شود و اگر تعداد کابل ها زیاد باشد از باس داکت استفاده می کنیم

لوله های فولادی: به صورت روکار و توکار به صورت روکار جعبه ی تقسیم باید در مکانی باشد که امکان دسترسی آسان به آن مسیر باشد و حداکثر فاصله ی بین دو جعبه ی تقسیم ۱۵ متر باشد در اتصال لوله های فولادی حتما از بوشن استفاده شود در این روش قطر لوله حداقل باید ۱,۵ برابر قطر کابل باشد

نصب کابل بر روی دیوار:

در این روش کابل ها به وسیله ی بست های فلزی و پلاستیکی و رول پلاک بر روی دیوار نصب می شوند

در صورت استفاده از چند کابل باید حداقل به اندازه ی قطر کابل بین آن ها فاصله باشد

معمولا کابل ها را در صفحات پوشیده و مشبک قرار می دهند در کارخانه جات از کانال های مشبک با نردبان ها ی افقی جهت عبور کابل ها استفاده می شود که دسترسی به کابل ها و عوض کردن آن ها بسیار آسانتر خواهد بود

سینی کابل: برای انتقال تعداد زیادی کابل به صورت روکار و برای نصب آن از پایه های پیش ساخته استفاده می شود یک طرف این پایه ها به دیوار رول پلاک می شوند و سینی کابل بر روی پایه ی دیگر قرار می گیرد و به پایه پیچ می شود مسیر سینی کابل ها باید کاملا بسته باشد و سیم اتصال به زمین داشته باشد در خم ها می توان از زانو سه راهه یا چهار راهه استفاده کرد و یا می توان مانند داکت ها زاویه سازی کنیم و با استفاده سنگ فرز این کار را انجام می دهیم و حداقل فاصله ی بین پایه ها ۴۰ سانتی متر می باشد که این فاصله به اندازه ی سینی کابل و تعداد کابل ها و وزن آنها بستگی دارد



نکاتی دیگر در مورد کابل ها

کابل را باید با چرخاندن قرقره ی کابل و کشیدن آهسته کابل را باز کرد و از خمش زیاد کابل جلوگیری کرد

اگر در یک مسیر کابل فشار قوی و ضعیف با هم کشیده می شوند بهتر است که کابل فشار ضعیف در روی کابل فشار قوی قرار گیرد

اگر در موقع کابل کشی درجه ی هوا +۵ درجه باشد باید قبل از آن کابل را در یک محیط گرم قرار داد تا کابل ترک بر ندارد رشته سیم های یک کابل چند رشته را نباید برای چند مدار به کار برد

انواع سیم ها به شین ها و مصرف کننده های دیگر توسط پیچ و مهره مجاز است  
شین ها و مقره های تابلو ها

شمش ها یا تسمه های مسی یا آلومینیومی به مقطع مستطیلی یا مربع می باشند  
در تابلو ها از ۵ شین استفاده می شود که سه تای آن فاز و نول و ارت می باشند

رنگ های آن L1 زرد و L2 سبز L3 بنفش نول آبی و ارت سبز و زرد

مقره ها نگهدارنده هاتی شین ها می باشند که که معمولا از رزین مصنوعی ساخته می شوند  
کار عملی:

هدف کابل کشی در کانال خاکی

وسایل مورد نیاز:

- کانال خاکی به طول تقریبی ۱۰ متر
- کابل پروتودور ۱۶\*۵ mm<sup>2</sup>NYY به طول تقریبی ۲۵متر (برای دو مدار مجزا)
- قیچی کابل بری
- وسایل کار بنایی
- آجر با بلوک سیمانی
- نوار حفاظتی (هشدار دهنده)

• ماسه ی نرم

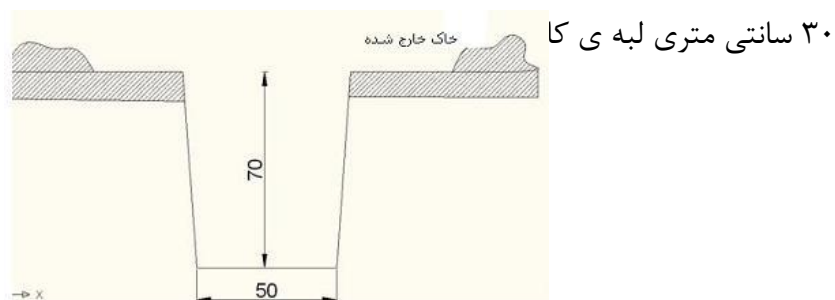
نکات ایمنی

قبل از شروع به کار از سالم بودن وسایل اطمینان حاصل کنید

از دستکش چرمی جهت حفاظت استفاده کنید

مراحل کار:

(۱) یک کانال خاکی به عمق ۷۰ سانتی متر و عرض ۵۰ سانتی متر و خاک های بیرون ریخته به فاصله ی

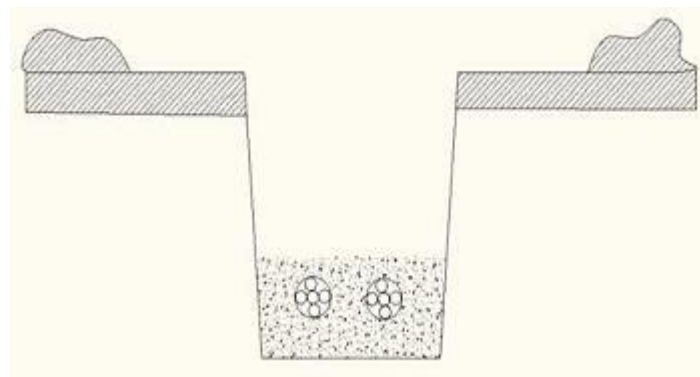


کانال کابل خاکی

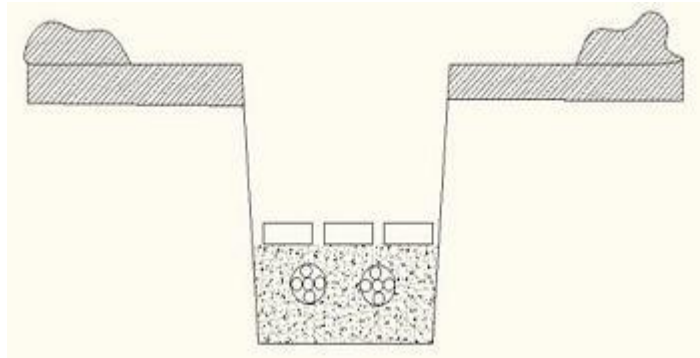
(۲) کف کانال را به ارتفاع ۱۰ سانتی متر ماسه ی نرم بپوشانید

(۳) دو رشته کابل ۱۶\*۵ mm<sup>2</sup> روی بستر آماده شده قرار دهید و روی آن را ۱۵ سانتی متر ماسه ی نرم

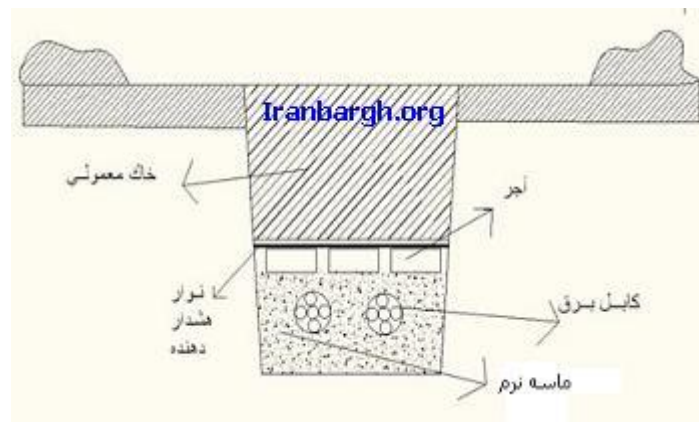
بپوشانید



۴) سپس روی ماسه را آجر چینی کنید



۵) سپس روی آجر را با نوار هشدار دهنده بپوشانید و روی آن را با خاک پر کنید



مراحل انجام برق کشی ساختمان

مرحله ی اول

- کشیدن نقشه سیستم های روشنایی-سیستم های صوتی-سوکت های برق-تلفن-آنتن-آیفون-فن کوئیل ها-اطفاء حریق-برق اضطراری و موتور خانه .
- اجرای نقشه روی کار
- تراز کردن کل قوطی کلیدها و کشیدن خط تراز با چک لاین

- شیار زدن مسیر لوله ها با شابلون و دستگاه شیار زن
- کندن قوطی کلیدها با دستگاه
- سوراخ کردن روشنایی سقفی توسط دستگاه (در مورد سقف کاذب، روی سقف ساپرت خوردهو روی آن لوله فیکس می شود)
- نصب قوطی کلیدها روی دیوار توسط شابلون و تراز کردن دقیق آنها
- جوشکاری و ساپرت زدن برای فیکس کردن لوله پولیکاهای که برای ورودی لوله هایی که داخل جعبه فیوز آورده می شود .
- جوشکاری و ساپرت زدن برای فیکس کردن لوله پولیکا هایی که برای ورودی لوله هایی که داخل جعبه آنتن و تلفن آورده می شود .
- اجرای لوله پولیکا گذاری توسط گرما و خم کاری توسط مشعل و فنر و آب بندی آنها توسط چسب پولیکا .
- جوشکاری و ساخت ساپرت برای سینی برق بر روی داکت مشخص شده از روی نقشه (این سینی برق ها برای ورودی کابل ها ی برق تلفن آنتن ماهواره و.....نیاز های ساختمان بطور مجزا داخل داکت های ساختمان فیکس می شود و وارد باکس های مورد نیاز خود می شود)
- پوشش کامل روی لوله پولیکاهایی که در کف ساختمان کار شده است .
- نصب جعبه فیوز و تراز کردن آن در جاهای مشخص توسط نقشه
- نصب جعبه آنتن و ماهواره و تلفن و تراز کردن آن در جا های مشخص توسط نقشه
- تامین ارتینگ ساختمان(نصب پلیت و سیم مسی و زغال و نمک برای راه اندازی جاه ارت و از آنجا به سینی بر قو به مصرف کننده ها)
- لوله فولادی گذاری در شرایطی که نقشه تعیین کرده است (در پارکینگ های اداره جات داخل روشنایی آسانسور و روشنایی موتور خانه

الف-بر اساس جریان مجاز:

با استفاده از جداول کابلها و توجه به جریان مجاز ، کابل را انتخاب کنید.

											متر	
											م	م
											mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
500	450	400	350	300	250	200	150	100	50	10	م	م
-	-	-	-	-	-	-	5	7	15	27	2.5	1.5
-	-	-	-	-	-	6	8	12	25	36	4	2.5
-	-	-	-	6	8	10	13	20	40	46	6	4
6	6.5	7	8	10	12	15	20	30	58	58	10	6
10	11	12	14	16	20	25	33	50	77	77	16	10
16	17	20	22	26	32	40	63	80	100	100	25	16
25	27	31	35	41	50	62	83	125	130	130	50	25
34	38	43	49	57	69	86	115	155	155	155	70	35
46	52	58	66	78	93	117	156	185	185	185	95	50
66	74	83	95	111	133	166	222	230	230	230	120	70
90	100	112	129	150	180	225	275	275	275	275	150	95
111	123	139	159	185	222	278	315	315	315	315	185	120
132	147	165	189	220	264	330	355	355	355	355	240	150
157	174	196	224	267	314	393	400	400	400	400	300	185
174	194	218	249	291	349	437	465	465	465	465	400	240
198	220	248	283	331	397	496	550	550	550	550	500	300
224	248	279	319	373	447	559	745	745	745	745	600	400

ب- بر اساس طول مسیر و افت ولتاژ:

برای سیم نمره ۱ (۱ میلیمتر مربع) به طول یک متر ، و با جریان یک آمپر ، افت ولتاژ ۰,۰۲ ولت است.

بنابر این افت ولتاژ را میتوانید از فرمول زیر محاسبه کنید:

$$\text{افت ولتاژ} = \text{سطح مقطع} / (\text{جریان مصرفی} \times \text{طول مسیر} \times 0,02)$$

توجه کنید: برای برق تکفاز طول مسیر را در ۲ ضرب کنید (سیم فاز+سیم نول) ، ولی در برق سه فاز متعادل

فقط ده درصد به طول مسیر اضافه کنید

مثال: فاصله یک ویلا از پست برق ۳۰۰ متر و مصرف برقی ۱۵ آمپره . از چه کابلی استفاده کند صاحب ویلا؟؟؟

جدول کابلها نشون میده که برای جریان ۱۵ آمپر حداقل سیم نمره ۱,۵ لازمه.

واما افت ولتاژ ۱۲۰ ولته ، به نظر شما زیاد نیست؟؟!!

$$0.02 * (300 * 2) * 15 / 1.5 = 120$$

اگر سطح مقطع را ۱۰ برابر انتخاب کنیم (کابل ۱۶\*۲) افت ولتاژ یکدهم میشود ، یعنی ۱۲ ولت ، و این قابل قبول است.

تا افت ولتاژ ۱۸ ولت هم قابل قبول هست.

کابل آلومینیومی:

در سیمهای آلومینیومی افت ولتاژ ۶۰ در صد بیشتر از سیم مسی می باشد ، یعنی ۱,۶ برابر. جریان مجاز هم ۶۰ درصد مسی میباشد.

بنابراین سطح مقطع سیم آلومینیومی باید ۱,۶ برابر سیم مسی انتخاب شود.

### محاسبه جریان مجاز سیم :

جریان مجاز عبوری از سیم ها و کابل ها به گونه ای تعیین می شود که در هر نقطه ای از کابل، حرارت تولید شده در هادی های آن به خوبی به محیط اطراف منتقل شود؛

درجه حرارت عایق در سطح هادی سیم ها و کابل های پی.وی.سی از ۷۰ درجه سانتی گراد تجاوز نکند.

جریان های مجاز عبوری داده شده برای کابل های برق وقتی در داخل خاک قرار می گیرند، بر مبنای قرار گرفتن کابل به روی بستری از ماسه نرم است که پس از خاک ریزی به روی کانال سطح آن آجر فرش شود. به علاوه، کابل در مسیر خود می تواند از داخل تعداد محدودی لوله، فولادی که طول هیچ یک از آنها بیشتر از ۶ متر باشد عبور کند. جریان مجاز کابل هایی که در هوای آزاد قرار دارند، براساس ضریب بار ۱ و در هوای با درجه حرارت ۳۰ درجه سانتی گراد است.

جریان مجاز کابل هنگامی که کاملا در داخل آب قرار گرفته باشد ۱,۱۵ برابر جریان در کابل قرار گرفته در خاک است. اما باید توجه داشت که وقتی قسمتی از کابل در خاک یا هوای آزاد باشد، این قسمت ها تعیین کننده جریان عبوری از کابل هستند.

### استفاده از جداول برای محاسبات سیم و کابل:

\* برای استفاده از جدول جریان ، با توجه به شرایط محیطی کابل و سیم، ابتدا ضریب تصحیح را از جدول زیر بدست آورید ، و بعد جریان مصرفی را بر "ضریب تصحیح" تقسیم نموده سایر سیم یا کابل را از جداول پیدا کنید.

ضریب تصحیح برای دمای محیط

		دمای محیط بر حسب درجه سانتیگراد									
		۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵	۶۰
کابل در خاک		1.05	1	0.95	0.89	0.84	0.77	0.71	0.63	0.55	0.45
کابل در هوای آزاد		1.17	1.12	1.06	1	0.94	0.87	0.79	0.71	0.61	0.5

استاندارد: VDE 0271 TYPE HWY		ولتاژ اسمی: 0.6/1KV				شرح: کابلهای تک رشته با عایق و روکش P.V.C			
سطح مقطع اسمی	ساختمان هادی	ضخامت عایق	ضخامت فیلر	ضخامت روکش	وزن تقریبی	قطر تقریبی	حداکثر مقاومت در 20 درجه سانتیگراد	حداکثر جریان در 25 درجه سانتیگراد	
MM <sup>2</sup>		MM	MM	MM	KG/KM	MM	ohm/KM	Amp	
1.5x1	1x1.38	1		1.8	63	6.98	12.1	16	
1x2.5	1x1.78	1		1.8	77	7.38	7.41	21	
1x4	1x2.25	1		1.8	93	7.85	4.61	37	
1x6	1x2.76	1		1.8	124	8.3	3.08	48	
1x10	1x3.50	1		1.8	170	9.4	1.83	66	
1x16	7x1.70	1		1.8	251	10.7	1.15	89	
1x25	7x2.14	1.2		1.8	368	12.4	0.727	118	
1x35	7x2.52	1.2		1.8	475	13.6	0.524	145	
1x50	19x1.78	1.4		1.8	619	15.3	0.387	176	
1x70	19x2.17	1.4		1.8	857	17.1	0.268	224	
1x95	19x2.5	1.6		1.8	1135	19.4	0.193	271	
1x120	37x2.03	1.6		1.8	1381	21.1	0.153	314	
1x150	37x2.25	1.8		1.8	1688	23	0.124	361	
1x85	37x2.52	2		1.8	2106	25.7	0.0991	412	
1x240	61x2.25	2.2		1.8	2708	28.6	0.0754	484	
1x300	61x2.52	2.4		1.8	3333	31.5	0.0601	549	
1x400	61x2.85	2.6		2.0	4270	35.3	0.0470	657	
1x500	61x3.20	2.8		2.1	5342	39.2	0.0366	749	

استاندارد: IEC 60502		ولتاژ اسمی: 0.6/1KV				شرح: کابل تک رشته فشار ضعیف با هادی مسی و عایق XLPE			
سطح مقطع اسمی	ساختمان هادی	ضخامت عایق	ضخامت فیلر	ضخامت روکش	وزن تقریبی	قطر تقریبی	حداکثر مقاومت در 20 درجه سانتیگراد	حداکثر جریان در 20 درجه سانتیگراد	
MM <sup>2</sup>		MM	MM	MM	KG/KM	MM	ohm/KM	A	
1x16	7x1.70	0.7		1.4	207	9.2	1.15	89	
1x25	7x2.14	0.9		1.4	318	11.0	0.727	118	
1x35	7x2.52	0.9		1.4	405	12.0	0.524	145	
1x50	19x1.78	1.0		1.4	515	13.0	0.387	176	
1x70	19x2.14	1.1		1.4	720	15.0	0.268	224	
1x95	19x2.52	1.01		1.5	980	17.0	0.193	271	
1x120	37x2.03	1.2		1.5	1210	18.4	0.153	314	
1x150	37x2.25	1.4		1.6	1500	20.5	0.124	361	
1x185	37x2.52	1.6		1.6	1840	22.5	0.0991	412	
1x240	61x2.25	1.7		1.8	2410	26.0	0.0754	484	
1x300	61x2.52	1.8		1.9	2990	29.0	0.0601	549	
1x400	61x2.85	2.0		2.0	3800	31.2	0.0470	657	
1x500	61x3.20	2.2		2.1	4900	35.0	0.0366	749	

## انتخاب کابل بر اساس جریان و طول مسیر

### محاسبات کابل : فهرست لینکها و موضوعات

#### نرم افزارهای محاسبه کابل

#### مشخصات کابل‌های آلومینیومی

#### محاسبه جریان مجاز سیم :

جریان مجاز عبوری از سیم ها و کابل ها به گونه ای تعیین می شود که در هر نقطه ای از کابل، حرارت تولید شده در هادی های آن به خوبی به محیط اطراف منتقل شود؛

درجه حرارت عایق در سطح هادی سیم ها و کابل های پی.وی.سی از ۷۰ درجه سانتی گراد تجاوز نکند.

جریان های مجاز عبوری داده شده برای کابل های برق وقتی در داخل خاک قرار می گیرند، بر مبنای قرار گرفتن کابل به روی بستری از ماسه نرم است که پس از خاک ریزی به روی کانال سطح آن آجر فرش شود. به علاوه، کابل در مسیر خود می تواند از داخل تعداد محدودی لوله، فولادی که طول هیچ یک از آنها بیشتر از ۶ متر باشد عبور کند. جریان مجاز کابل هایی که در هوای آزاد قرار دارند، براساس ضریب بار ۱ و در هوای با درجه حرارت ۳۰ درجه سانتی گراد است.

جریان مجاز کابل هنگامی که کاملاً در داخل آب قرار گرفته باشد ۱,۱۵ برابر جریان در کابل قرار گرفته در خاک است. اما باید توجه داشت که وقتی قسمتی از کابل در خاک یا هوای آزاد باشد، این قسمت ها تعیین کننده جریان عبوری از کابل هستند.

#### استفاده از جداول برای محاسبات سیم و کابل:

\* برای استفاده از جدول جریان ، با توجه به شرایط محیطی کابل و سیم، ابتدا ضریب تصحیح را از جدول زیر بدست آورید ، و بعد جریان مصرفی را بر "ضریب تصحیح" تقسیم نموده سایر سیم یا کابل را از جداول پیدا کنید.



ضریب تصحیح برای دمای محیط

دمای محیط بر حسب درجه سانتیگراد										
	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵	۶۰
کابل در خاک	1.05	1	0.95	0.89	0.84	0.77	0.71	0.63	0.55	0.45
کابل در هوای آزاد	1.17	1.12	1.06	1	0.94	0.87	0.79	0.71	0.61	0.5

جدول جریان مجاز سیم و کابل های مسی:

(جریان مجاز کابل آلومینیومی ۶۰ درصد مسی می باشد)

مقطع سیم بر حسب میلی متر مربع	شدت جریان مجاز سیم بر حسب آمپر		
	سیم های عایق دار حداکثر ۳ سیم در لوله	کابل های با روکش p.v.c	سیمهای هوایی
.۷۵	۴ آمپر	۶ آمپر	۱۰ آمپر
۱	۶ آمپر	۱۰ آمپر	۱۵ آمپر
۱,۵	۱۰ آمپر	۱۵ آمپر	۲۰ آمپر
۲,۵	۱۵ آمپر	۲۰ آمپر	۲۵ آمپر
۴	۲۰ آمپر	۲۵ آمپر	۳۵ آمپر
۶	۲۵ آمپر	۳۵ آمپر	۵۰ آمپر
۱۰	۳۵ آمپر	۵۰ آمپر	۶۰ آمپر
۱۶	۵۰ آمپر	۶۰ آمپر	۸۰ آمپر
۲۵	۶۰ آمپر	۸۰ آمپر	۱۰۰ آمپر
۳۵	۸۰ آمپر	۱۰۰ آمپر	۱۲۵ آمپر
۵۰	۱۰۰ آمپر	۱۲۵ آمپر	۱۶۰ آمپر
۷۰	-----	۱۶۰ آمپر	۲۰۰ آمپر
۹۵	-----	۲۰۰ آمپر	۲۲۵ آمپر

۱۲۰	-----	۲۲۵ آمپر	۲۶۰ آمپر
۱۵۰	-----	۲۶۰ آمپر	۳۰۰ آمپر
۱۸۵	-----	۳۰۰ آمپر	۳۵۰ آمپر
۲۴۰	-----	۳۵۰ آمپر	۴۳۰ آمپر
۳۰۰	-----	۴۳۰ آمپر	۵۰۰ آمپر

جریان مجاز کابلها بر حسب مسافت:

(برای آلومینیومی ۶۰ درصد مقایر در نظر بگیرید)

متر mm <sup>2</sup>	10	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000
	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
1.5	27	15	7	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.5	36	25	12	8	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	46	40	20	13	10	8	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	58	58	30	20	15	12	10	8	7	6.5	6	5	-	-	-	-
10	77	77	50	33	25	20	16	14	12	11	10	8	7	6	5	5
16	100	100	80	53	40	32	26	22	20	17	16	13	11	10	8	8
25	130	130	125	83	62	50	41	35	31	27	25	20	17	15	13	12
35	155	155	155	115	86	69	57	49	43	38	34	28	24	21	18	17
50	185	185	185	156	117	93	78	66	58	52	46	38	32	28	25	23
70	230	230	230	222	166	133	111	95	83	74	66	55	47	41	36	33
95	275	275	275	275	225	180	150	129	112	100	90	75	64	56	50	45
120	315	315	315	315	278	222	185	159	139	123	111	92	89	69	67	55
150	355	355	355	355	330	264	220	189	165	147	132	110	94	82	73	66
185	400	400	400	400	393	314	267	224	196	174	157	131	112	98	87	78
240	465	465	465	465	437	349	291	249	218	194	174	145	124	109	97	87
300	550	550	550	550	496	397	331	283	248	220	189	165	141	124	110	99

جدول جریان کابل در موقعیت های مختلف:

حداکثر جریان مجاز کابل مسی (آلومینیوم ۶۰ درصد مسی)

در هوا	در زمین	سطح مقطع	در هوا	در زمین	سطح مقطع
۶۳	۹۰	10 × 2	-	-	۱ × ۰,۷۵
۸۵	۱۱۶	16 × 2	-	-	1 × 1
۱۷,۵	۲۲	1.5 × 3	-	-	1.5 × 1
۲۲	۳۲	2.5 × 3	-	-	2.5 × 1

۳۲	۴۴	4 × 3	-	-	4 × 1
۴۱	۶۵	6 × 3	۴۶	-	6 × 1
۵۷	۷۵	10 × 3	۶۳	-	10 × 1
۷۶	۹۹	16 × 3	۸۵	۱۰۷	16 × 1
۱۰۱	۱۲۸	16 + 25 × 3	۱۱۲	۱۳۷	25 × 1
۱۲۵	۱۵۵	16 + 35 × 3	۱۳۸	۱۶۵	35 × 1
۱۵۱	۱۸۴	25 + 50 × 3	۱۶۸	۱۹۵	50 × 1
۱۹۲	۲۲۶	25 + 70 × 3	۲۱۳	۲۳۹	70 × 1
۲۳۲	۲۷۲	50 + 95 × 3	۲۵۸	۲۸۷	95 × 1
۲۶۹	۳۱۰	70 + 120 × 3	۲۹۹	۳۲۶	120 × 1
۳۰۹	۳۲۸	70 + 150 × 3	۳۴۴	۳۶۶	150 × 1
۳۵۳	۳۹۲	95 + 185 × 3	۳۹۲	۴۱۲	185 × 1
۴۱۵	۴۵۸	120 + 240 × 3	۴۶۱	۴۸۱	240 × 1
۱۷,۵	۲۵	1.5 × 4	۵۲۳	۵۲۲	300 × 1
۲۴	۳۴	2.5 × 4	۶۲۶	۶۲۲	400 × 1
۳۲	۴۴	4 × 4	۷۱۳	۶۹۸	500 × 1
۴۱	۵۶	6 × 4	۱۹,۵	۲۲	1.5 × 2
۵۷	۷۵	10 × 4	۲۶	۳۲	2.5 × 2
۷۶	۹۹	16 × 4	۳۵	۵۲	4 × 2
			۴۶	۶۸	6 × 2

جدول افت ولتاژ برای کابلها (بر حسب ولت در طول یک متر برای یک آمپر جریان)

توجه کنید: افت ولتاژ در سیم آلومینیومی ۱,۶۴ برابر مشابه مسی اش میباشد.

VOLTAGE DROP (PER AMPERE PER METRE)			
Conductor cross sectional area	Two-core d.c.	Two-core cable single phase a.c.	Three or four core cable three phase a.c.
1.0mm <sup>2</sup>	44mV	44mV	38mV
1.5mm <sup>2</sup>	29mV	29mV	25mV
2.5mm <sup>2</sup>	18mV	18mV	15mV
4.0mm <sup>2</sup>	11mV	11mV	9.5mV
6.0mm <sup>2</sup>	7.3mV	7.3mV	6.4mV

جداول مشخصات و مقاومت کابلها(شرکت کات کابل):

توجه کنید:مقاومت اهمی سیم آلومینیومی ۱,۶۴ برابر مشابه مسی اش میباشد.

تک رشته

استاندارد: VDE 0271 TYPE NYW		ولتاژ اسمی: 0,6/1KV				شرح: کابل‌های تک رشته با عایق و روکش P.V.C		
سطح مقطع اسمی	ساخته‌مان هادی	ضخامت عایق	ضخامت فیلر	ضخامت روکش	وزن تقریبی	قطر تقریبی	حداکثر مقاومت در 20 درجه سانتیگراد	حداکثر جریان در 25 درجه سانتیگراد
MM <sup>2</sup>		MM	MM	MM	KG/KM	MM	ohm/KM	Amp
1,5×1	1×1,38	1		1,8	63	6,98	12,1	16
1×2,5	1×1,78	1		1,8	77	7,38	7,41	21
1×4	1×2,25	1		1,8	93	7,85	4,61	37
1×6	1×2,76	1		1,8	124	8,3	3,08	48
1×10	1×3,50	1		1,8	170	9,4	1,83	66
1×16	7×1,70	1		1,8	251	10,7	1,15	89
1×25	7×2,14	1,2		1,8	368	12,4	0,727	118
1×35	7×2,52	1,2		1,8	475	13,6	0,524	145
1×50	19×1,78	1,4		1,8	619	15,3	0,387	176
1×70	19×2,17	1,4		1,8	857	17,1	0,268	224
1×95	19×2,5	1,6		1,8	1135	19,4	0,193	271
1×120	37×2,03	1,6		1,8	1381	21,1	0,153	314
1×150	37×2,25	1,8		1,8	1688	23	0,124	361
1×65	37×2,52	2		1,8	2106	25,7	0,0991	412
1×240	61×2,25	2,2		1,8	2708	28,6	0,0754	484
1×300	61×2,52	2,4		1,8	3333	31,5	0,0601	549
1×400	61×2,85	2,6		2,0	4270	35,3	0,0470	657
1×500	61×3,20	2,8		2,1	5342	39,2	0,0366	749

استاندارد: IEC 60502		ولتاژ اسمی: 0,6/1KV				شرح: کابل تک رشته فشار ضعیف با هادی مسی و عایق xpe		
سطح مقطع اسمی	ساخته‌مان هادی	ضخامت عایق	ضخامت فیلر	ضخامت روکش	وزن تقریبی	قطر تقریبی	حداکثر مقاومت در 20 درجه سانتیگراد	حداکثر جریان در 20 درجه سانتیگراد
MM <sup>2</sup>		MM	MM	MM	KG/KM	MM	ohm/KM	A
1×16	7×1,70	0,7		1,4	207	9,2	1,15	89
1×25	7×2,14	0,9		1,4	318	11,0	0,727	118
1×35	7×2,52	0,9		1,4	405	12,0	0,524	145
1×50	19×1,78	1,0		1,4	515	13,0	0,387	176
1×70	19×2,14	1,1		1,4	720	15,0	0,268	224
1×95	19×2,52	1,01		1,5	980	17,0	0,193	271
1×120	37×2,03	1,2		1,5	1210	18,4	0,153	314
1×150	37×2,25	1,4		1,6	1500	20,5	0,124	361
1×185	37×2,52	1,6		1,6	1840	22,5	0,0991	412
1×240	61×2,25	1,7		1,8	2410	26,0	0,0754	484
1×300	61×2,52	1,8		1,9	2990	29,0	0,0601	549
1×400	61×2,85	2,0		2,0	3800	31,2	0,0470	657
1×500	61×3,20	2,2		2,1	4900	35,0	0,0366	749

## چند رشته

استاندارد: VDE 0271 TYPE NYY			ولتاژ اسمی: 0.6/1KV			سریخ: کابل‌های چند رشته با عایق و روکش P.V.C		
مساحت مقطع اسمی	ساختار هادی	ضخامت عایق	ضخامت فیلر	ضخامت روکش	وزن تقریبی	قطر تقریبی	حداکثر مقاومت در 20 درجه سانتیگراد	اکثر جریان در 25 درجه سانتیگراد
MM <sup>2</sup>		MM	MM	MM	KG / KM	MM	ohm/ KM	Amp
2×1.5	1×1.38	0.8	0.8	1.8	177	11.2	12.1	20
2×2.5	1×1.78	0.8	0.8	1.8	227	12.4	7.41	27
2×4	1×2.25	1	0.8	1.8	294	13.7	4.61	36
2×6	1×2.76	1	0.8	1.8	362	14.8	3.08	47
2×10	1×3.57	1	0.8	1.8	484	16.4	1.83	65
2×16	7×1.70	1	0.8	1.8	718	19.4	1.15	87
2×25	7×2.14	1.2	1.2	1.8	1124	24.0	0.727	115
2×35	7×2.52	1.2	1.2	1.8	1425	26.3	0.524	143
2×50	19×1.78	1.4	1.2	1.9	1873	30.3	0.387	178
2×70	19×2.14	1.4	1.50	2.1	2405	34.7	0.268	220
3×1.5	1×1.38	0.8	0.8	1.8	196	11.6	12.1	20
3×2.5	1×1.78	0.8	0.8	1.8	256	12.9	7.41	27
3×4	1×2.25	1	0.8	1.8	338	14.4	4.41	36
3×6	1×2.76	1	0.8	1.8	422	15.5	3.08	47
3×10	1×3.57	1	0.8	1.8	579	17.2	1.83	65
3×16	7×1.70	1	1.2	1.8	929	21.3	1.15	87
3×25	7×2.14	1.2	1.2	1.8	1368	25.4	0.727	115
3×35	7×2.52	1.2	1.2	1.8	1758	28.0	0.524	143
3×50	19×1.78	1.4	1.5	1.9	2355	32.2	0.387	178
3×70	19×2.14	1.4	1.5	2.1	3269	36.5	0.268	220
4×1.5	1×1.38	0.8	0.8	1.8	229	12.4	12.1	20
4×2.5	1×1.78	0.8	0.8	1.8	304	13.8	7.41	27
4×4	1×2.25	1	0.8	1.8	406	15.5	4.61	36
4×6	1×2.76	1	0.8	1.8	513	16.7	3.08	47
4×10	1×3.57	1	0.8	1.8	714	18.6	1.83	65
4×16	7×1.70	1	1.2	1.8	1132	23.1	1.15	81
4×25	7×2.14	1.2	1.2	1.8	1695	27.7	0.727	115
4×35	7×2.52	1.2	1.2	1.8	2203	30.6	0.524	143
4×50	19×1.78	1.4	1.5	1.9	2989	35.7	0.387	178
4×70	19×2.14	1.4	1.5	2.1	4003	40.3	0.268	220
5×1.5	1×1.38	0.8	0.8	1.8	264	13.2	12.1	20
5×2.5	1×1.78	0.8	0.8	1.8	356	14.9	7.41	27
5×4	1×2.25	1	0.8	1.8	477	16.7	4.61	36
5×6	1×2.26	1	0.8	1.8	608	18.1	3.08	47
5×10	1×3.57	1	1.2	1.8	900	21	1.83	65
5×16	7×1.70	1	1.2	1.8	1300	25.6	1.15	87
5×25	7×2.14	1.2	1.2	1.8	2054	30.2	0.747	115
5×35	7×2.52	1.2	1.5	1.8	2749	34.3	0.524	143
5×50	19×1.78	1.4	1.5	1.9	3610	39	0.268	178
5×70	19×2.14	1.4	1.8	2.1	4212	45.7	0.193	220

## محاسبه وزن مس یا آلومینیوم موجود در سیم:

برای محاسبه وزن آلومینیوم موجود در هر متر سیم آلومینیومی سطح مقطع سیم را در عدد ۰,۲۷ ضرب کنید، جواب به کیلوگرم است.

برای سیم مسی در عدد ۰,۸۹ ضرب کنید.

قسمت های اصلی کابل :

به طور کلی سیم ها و کابل ها همواره از دو قسمت اصلی هادی و عایق تشکیل شده اند.

### هادی ها:

از سیم مسی تقریباً خالص و دارای انعطاف قابل قبول و یا از آلومینیوم و یا آلیاژهای مخصوص ساخته می شوند. مقطع هادی ها به دو شکل:

- (۱) دایره ای تک رشته با علامت اختصاری  $re$  و یا چند رشته با علامت اختصاری  $rm$
- (۲) مثلثی (سه گوش) تک رشته ای با علامت اختصاری  $se$  و چند رشته ای با علامت اختصاری  $sm$  می باشد.

عیب یابی کابل زمینی

کابل از پست زمینی خارج شده در وسط مسیر به علت طولانی شدن از شلتر استفاده شده و سرانجام بر 1- روی یک تیر ۴۰۰ سر خط خورده و به شبکه هوایی متصل شده است

کابل بر اثر مرور زمان و فشار سطحی عایق خود را از دست داده و دو فاز یکی شده است (دو فاز آن اتصال 2- می باشد  $3 \times 95 + 50 \text{ mm}^2$  است) کابل از نوع کابل خشک پروتو دور

برای برطرف کردن این مشکل نیاز است تا عیب یاب کابل در محل حضور یابد. روش کار به این صورت که ابتدا توسط گروه عیب یاب محل اتصالی کابل مشخص می شود و پس از شناسایی محل معیوب کابل حفار محل مورد نظر را می کند سپس آن قسمت از کابل را بریده و قسمت معیوب را اصلاح می کنیم و پس از آن توسط مفصل چدنی دوباره کابل ها را به هم متصل کرده و اطراف مفصل را از قیر پر می کنند تا آب به درون مفصل کابل نفوذ نکند.

#### عملیات عیب یابی کابل برق

در عیب یابی کابل از سه دستگاه اصلی کابل سوز، فرستنده صوت و رفلکتور استفاده می شود.

تا ۱۲۰۰ به کابل اتصال شده اعمال می شود محل اتصال جریان می کشد و  $V8000$  با دستگاه کابل سوز ولتاژ مقاومت این نقطه به شدت پایین می آید.

از دستگاه جانبی  $Swj$  استفاده می کنیم با این دستگاه تخلیه خازنی انجام می دهیم هر ۵ ثانیه خازن پر و سپس تخلیه می شود این پر و خالی شدن خازن باعث ایجاد پالس ضربه ای می شود. از طریق همین پالس ضربه ای اگر خاک محل اتصال نرم باشد می توان محل اتصالی را پیدا کرد.

#### عیب یابی کابل زمینی

۱- کابل از پست زمینی خارج شده در وسط مسیر به علت طولانی شدن از شالتر استفاده شده و سرانجام بر روی یک تیر ۴۰۰ سر خط خورده و به شبکه هوایی متصل شده است.

۲- کابل بر اثر مرور زمان و فشار سطحی عایق خود را از دست داده و دو فاز یکی شده است (دو فاز آن اتصال است) کابل از نوع کابل خشک پروتو دور  $3 \times 95 + 50 \text{ mm}^2$  می باشد.

برای برطرف کردن این مشکل نیاز است تا عیب یاب کابل در محل حضور یابد. روش کار به این صورت که ابتدا توسط گروه عیب یاب محل اتصالی کابل مشخص می شود و پس از شناسایی محل معیوب کابل حفار محل مورد نظر را می کند سپس آن قسمت از کابل را بریده و قسمت معیوب را اصلاح می کنیم و پس از آن توسط مفصل چدنی دوباره کابل ها را به هم متصل کرده و اطراف مفصل را از قیر پر می کنند تا آب به درون مفصل کابل نفوذ نکند.



## عایق ها:

عایق سیم ها و غلافی که روی کابل قرار می گیرند، معمولاً از جنس پلاستیک PVC (پلی ونیل کلراید) است. البته عایق های دیگری همچون کاغذ و برخی ترکیبات شیمیایی در بعضی کابل های مخصوص قرار می گیرند. برای جلوگیری از اشتباه و جهت تشخیص سیم های کابل از یکدیگر، عایق سیم های هادی را در رنگ های مختلف انتخاب می کنند. در ذیل رنگبندی عایق سیم ها بر اساس استاندارد VDE0271 آلمان و موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (ISIRI 607) مشخص شده است:

### تعداد سیم های کابل رنگ عایق سیم ها

سیاه	۱
آبی روشن - سیاه	۲
سبز و زرد - آبی روشن - سیاه	۳
(سبز و زرد - سیاه - آبی روشن - قهوه ای) یا (سیاه - آبی روشن - قهوه ای - سیاه)	۴
(سبز و زرد - مشکی - آبی روشن - قهوه ای - سیاه) یا (سیاه - آبی روشن - قهوه ای - سیاه - سیاه)	۵
و بالاتر سیم حفاظت سبز و زرد و بقیه سیم ها دارای عایقی به رنگ سیاه با شماره های سفید هستند.	۶

## غلاف کابل ها :

در بعضی کابلها برای حفاظت در برابر عوامل محیطی و ضربات مکانیکی ، آنها را به وسیله یک یا چند لایه غلاف از جنس فلز (مس، سرب و فولاد)، کاغذ و مواد پلاستیکی \_ به ویژه \_ PVC می پوشانند.

سیم های برق با هادی مسی:

سیم های مفتولی: (NYA)

هادی این نوع سیم ها از مس نرم شده با پوششی از ماده پی.وی.سی در رنگ های مختلف تشکیل شده است. ولتاژ اسمی سیم ۴۵۰/۷۵۰ ولت است و برای جریان های مختلف با سطح مقطع تا ۲۴۰ میلی متر مربع ساخته می شود.

اینگونه سیمها در تابلوهای برق و تاسیسات نصب ثابت در محیطهای خشک در داخل لوله، روی دیوار یا داخل آن

بکار می رود. استفاده از این نوع سیم بطور مستقیم در داخل دیوار مجاز نخواهد بود

سیم نیمه افشان: (NYAB)

ساختمان این سیم مثل سیم NYA است و نسبت به آن انعطاف بیشتری دارد. ولتاژ اسمی این نیز 450/750 ولت است و در تاسیسات نصب ثابت در محیطهای خشک در داخل لوله بصورت روکار یا توکار بکار می رود. استفاده از این نوع سیم بطور مستقیم در داخل دیوار مجاز نیست

**سیم های افشان : (NYAF)** این نوع سیم با ولتاژ نامی ۴۵۰/۷۵۰ ولت دارای هادی افشان از مس نرم شده با پوشش پی وی سی به رنگهای مختلف می باشد و در تاسیسات نصب ثابت در محیطهای خشک در داخل لوله بصورت روکار یا توکار بکار می رود. استفاده از این نوع سیم بطور مستقیم در داخل دیوار مجاز نیست.

### کابل های هوایی:

کابل های هوایی، هادی های عایق شده دارند و برای سطح ولتاژی ۱ تا ۳۶ کیلو ولت استفاده می شوند

1- کابل هایی که بصورت نصب روکار روی دیوار یا سقف یا سینی کابل استفاده می شوند شامل هادی مسی، عایق پی وی سی، ماده پر کننده برای شکل دهی کابل و غلاف نهایی پی وی سی یا غلاف زره گالوانیزه یا غلاف سربی یا غلاف سیمی می باشد.

2- کابل هایی که بصورت هوایی و آویزان بین دو تیر نصب می شوند شامل هادی مسی، عایق پی وی سی، ماده پر کننده و غلاف نهایی پی وی سی و سیم مهار (بکسل) از فولاد گالوانیزه برای نگهداری کابل می باشد.

### کابل های افشان: NYMHY

جهت مصرف در نقاطی خشک و نمناک هنگامی که نرمش بیشتر و خواص متوسط مکانیکی مورد نیاز می باشد. در منازل و ادارات نیز برای اتصال وسایل برقی متحرک (حتی گرمازا) به برق مورد استفاده قرار می گیرد. کاربرد این کابل در فضای باز مجاز نیست.

ساختمان این کابل از هادی نرم شده که به وسیله ماده پی.وی.سی. عایق می شود، تشکیل شده است. سیم های به هم تابیده شده (اندازه 2\*75/0 میلی متر مربع به صورت موازی) در داخل غلاف کابل به رنگ سفید یا مشکی قرار می گیرند.

## کابل‌های زمینی:

### 1- کابل‌های زمینی با عایق بندی پلاستیکی با ولتاژ نامی ۶۰۰/۱۰۰۰ ولت:

کابل‌های NYYY با هادی مسی و NAYY با هادی آلومینیوم با مقطع گرد یا سه گوش می باشد. سیم های عایق شده پس از تابیدن برای گرد شدن مقطع در داخل ماده پر کننده قرار می گیرند. به دور کابل های دارای هادی سه گوش، نوار پلاستیکی پیچیده می شود.

کابل‌های NYCY و NYCWY، مشابه کابل NYCY است ولی بین غلاف‌های پی وی سی داخلی و خارجی آن، زره سیم مسی یا نوار مارپیچ مسی می باشد که غلاف مسی به عنوان هادی حفاظتی یا هادی خنثی استفاده می گردد.

کابل‌های NYRGY با هادی مسی رشته ای دارای عایق از جنس پی وی سی دارای زره از سیم‌های فولادی گالوانیزه با مقطع گرد و نوار فولادی گالوانیزه مارپیچ

و کابل‌های NYFGY مجهز به زره از سیم‌های فولادی گالوانیزه تخت و نوار فولادی گالوانیزه مارپیچ می باشد و در مواردی که حفاظت مکانیکی زیاد نیاز باشد استفاده می گردد

### 2- کابل‌های زمینی با عایق بندی پلی اتیلن مستحکم (XLPE) با ولتاژ نامی ۶۰۰/۱۰۰۰ ولت:

کابل‌های XY2 با هادی مسی یک یا چند رشته ای با عایق پلی اتیلن مستحکم و پوشش داخلی و لایه فویل بر روی مجموعه هسته ها و غلاف خارجی از جنس پی وی سی است.

کابل‌های XRGY2 با هادی مسی مفتولی، دارای زره از سیم‌های فولادی گالوانیزه با مقطع گرد، نوار از فولاد گالوانیزه و کابل‌های XFGY2 با هادی مسی رشته ای با مقطع گرد یا قطاعی، زره از سیم‌های فولادی گالوانیزه تخت، نوار از فولاد گالوانیزه می باشند. این کابل‌ها در مواردی که حفاظت مکانیکی زیاد مورد نیاز است استفاده می گردد.

### 3- کابل‌های با عایق کاغذی با ولتاژ نامی ۶۰۰/۱۰۰۰ ولت:

کابل‌های NKBA با هادی مسی رشته ای و کابل‌های NAKBA با هادی آلومینیوم رشته ای دارای عایق و کمر بند از کاغذ اشباع شده، غلاف سربی، لایه کاغذی مرکب، زره از نوار فولادی دوبل، پوشش کنفی است. کابل‌های NAKLEY با هادی آلومینیوم مفتولی یا رشته ای با عایق و کمر بند کاغذ اشباع شده، غلاف آلومینیوم، نوار پلاستیکی و غلاف پی وی سی

### 4- کابل با عایق سیلیکون:

این محصول در محیط‌های با دمای بالا تا ۱۸۰ درجه سانتیگراد کاربرد دارد

لاستیک سیلیکون ماده ای بدون هالوژن بوده و در مقابل اکثر مواد شیمیایی و محیطها مقاوم میباشد. این ماده در مقابل پیشروی آتش مقاوم است و در اثر سوختن یک لایه عایق از جنس  $\text{SiO}_2$  تشکیل میدهد

### کابلهای ساختمانی :

سیم و کابل های ساختمانی وظیفه تقسیم برق در ساختمان را بر عهده دارند. این نوع سیم و کابلها ساختارهای متفاوتی دارند. از جمله این ساختارها میتوان به کابلهای Flexible اشاره کرد که هادی آنها بایستی Flexible باشد. عایقهای به کار رفته در آنها  $70^\circ\text{C}$  PVC یا  $90^\circ\text{C}$  PVC یا Rubber میباشد. این نوع کابل ها میتواند به صورت شیلددار بافت مسی ساده یا قلع اندود تولید گردد.

### کابلهای ابزار دقیق :

کابل های ابزار دقیق در سیستم های کنترلی جهت ارسال/دریافت علائم (سیگنال های) دیجیتال و آنالوگ به/از تجهیزات و حسگرها (سنسور) استفاده می شوند.

### کابل های مخابراتی :

کابل های مخابراتی در سیستم های فرکانس پایین استفاده می شوند و به صورت کابل های زوجی و با هادی مسی تولید می گردند.

این کابل ها جهت شبکه های محلی و مطابق نیازهای خاص مشتری و استانداردهای بین المللی تولید می گردند.

### کابلهای ضد آتش :

کابل های ضد آتش می بایست قادر باشند در مقابل آتش، آتش همراه با آب و/یا آتش همراه ضربه های مکانیکی مقاومت کنند.

این کابل ها می بایست خفه کننده آتش و کم دود باشند. به عبارت دیگر این کابل ها نباید با از بین رفتن منشأ آتش به سوختن ادامه دهند و یا آتش را به نقاط دیگر انتقال داده، یا دودی ایجاد کنند که مانع از دیدن چراغهای اضطراری یا راه خروجی شود.

## کابل های فشار ضعیف:

کابل های فشار ضعیف شامل انواع کابل های مسی و آلومینیومی عایق شده با پلیمر های مختلف می باشند که در سطح ولتاژی ۶۰۰ تا ۱۰۰۰ ولت قرار دارند. این کابل ها برای انتقال الکتریسیته در کاربردهای مختلف از روشنایی تا انتقال نیروی محرکه به الکترو موتورها و ... استفاده می شوند.

## کابل های فشار متوسط:

کابل هایی با عایق XLPE و هادی مس یا آلومینیوم می باشند که در سطح ولتاژی ۱ تا ۶۶ کیلو ولت قرار دارند و به صورت گسترده در مناطق شهری و صنعتی مورد استفاده قرار می گیرند.

## کابل فشار متوسط با عایق پلی اتیلن و پلی اتیلن مستحکم:

کابل N2YSY یک هسته با ولتاژ نامی ۱۲|۲۰ کیلوولت یا ۱۸|۳۰ کیلوولت؛ با نوار لایه داخلی، عایق پروتوتن-وای، لایه هادی خارجی، نوار هادی خارجی، زره سیمی مسی، پوشش شفاف پی وی سی و غلاف نهایی پی وی سی می باشد و برای نصب مستقیم در زیرزمین یا در داخل مجاری کابل مناسب می باشد.

کابل N2XSY با هسته مسی با ولتاژ نامی ۱۲|۲۰ کیلوولت یا ۱۸|۳۰ کیلوولت؛ دارای حفاظت هادی از ماده نیمه هادی، عایق پلی اتیلن مستحکم، حفاظ عایق از لایه نیمه هادی، نوار نیمه هادی، زره سیم مسی، نوار مسی، پوشش شفاف پی وی سی، غلاف پی وی سی می باشد و برای نصب مستقیم در زیرزمین یا در داخل مجاری کابل مناسب می باشد.

کابل 2XSEY با هسته مسی با ولتاژ نامی ۱۲|۲۰ کیلوولت یا 30|18 کیلوولت؛ حفاظ هادی از مواد نیمه هادی، عایق پلی اتیلن مستحکم، حفاظ عایق از مواد نیمه هادی به علاوه سیمهای مسی و نوار مسی مارپیچ بر روی هسته می باشد. این کابلها می توانند در زیر سطح زمین، داخل یا خارج ساختمان و در کانال کابل استفاده گردد.

## کابل های فشار متوسط با عایق کاغذی:

کابل NEKEBY با هسته مسی با ولتاژ نامی ۱۲|۲۰ کیلوولت یا ۱۸|۳۰ کیلوولت؛ که حول هر رشته از هادیها به ترتیب از داخل به خارج شامل حفاظ هادی از کاغذ نیمه هادی کربنی سیاه، عایق از کاغذ اشباع شده، حفاظ

هسته از کاغذ فلزی، غلاف سربی بروی هر هسته، نوار پلاستیکی آغشته به ترکیب بتیومین بروی غلاف سربی هر هسته می باشد و مجموعه هسته ها با لایه ای از نوار کاغذی پوشیده و روی آن لایه ای از نوار فولادی دوبل و سپس غلاف پی وی سی قرار گرفته است. این نوع کابلها را در مواردی که تنشهای مکانیکی زیاد مطرح نباشد استفاده می گردد.

کابل NIKBA با هسته مسی با ولتاژ نامی ۱۲|۲۰ کیلوولت یا 30|18 کیلوولت و هر هادی دارای حفاظ کاغذ کربنی سیاه نیمه هادی، عایق از کاغذ اشباع شده و حفاظ از کاغذ فلزی می باشد بروی مجموعه هسته ها نوار بافته مسی، غلاف سربی، نوار کاغذی، زره فولادی دوبل و پوشش کنفی قرار دارد. این کابلها نیز در مواردی که تنشهای مکانیکی زیاد مطرح نباشد استفاده می گردد.

### کابل های فشار قوی:

کابل های فشار قوی و فوق فشار قوی با هادی مس یا آلومینیومی و عایق XLPE و سطح ولتاژی بالاتر از ۳۶ کیلو ولت ساخته می شوند.

عایق XLPE با استفاده از خط CCV که توسط کامپیوتر کنترل می شود بر روی هادی تزریق می گردد. عایق XLPE تزریق شده می بایست ساختار کریستالی کاملا یکنواخت داشته و عاری از هر گونه ناخالصی و خلل و فرجی باشد. در نقاط کلیدی خط CCV کنترل کیفیت های ضروری نیز اعمال می شود.

عایق XLPE از نظر فیزیکی و شیمیایی بسیار متمایل به تشکیل زنجیره با مولکول های آب می باشد. اگر آب یا بخار آب در لایه عایق وجود داشته باشند باعث ایجاد این زنجیره ها و پایین آمدن میزان مقاومت الکتریکی عایق می شوند.

### کابل های خاص:

کابلهای مخصوص کابلهایی هستند که جهت برآورده کردن نیازهای خاص به کار گرفته میشوند و برای ساخت آنها نیاز به تجربه فراوان ، امکانات لازم برای تولید و تست و نیز نوع آوری میباشد.

کاربردهای این کابلهای اغلب در صنایع نفت ، گاز و پتروشیمی ، دریائی ، فرودگاهی ، مترو شهری و شبکه های کامپیوتری و..... میباشد.

استاندارد رنگهای سیم

معمولا برای راحتی شناسایی فازهای یک سیستم قدرت، آنها را با رنگ‌های مختلفی مشخص می‌کنند. این کار مزایای زیادی دارد. به عنوان مثال هنگام تقسیم بار بین فازها اگر رنگ فازها متمایز نباشد، شناسایی فازها را برای تقسیم بار دشوار خواهد ساخت. از طرفی پیدا کردن طریقه‌ی صحیح اتصال فازها به یک موتور القایی را بدون نیاز به آزمایش امکان پذیر می‌سازد.

معتبرترین استاندارد آ‌ی‌ای‌سی، که برای این کار وجود دارد استاندارد IEC 60446 است

طبق استاندارد آ‌ی‌ای‌سی، استفاده از این رنگ بندی در موارد زیر توصیه شده است:

در رنگ روکش کابل‌ها (cables)

در سیم‌های داخلی کابل‌های چند سیمه (cores)

در باسبارها یا همان شینه‌های مسی (busbars)

در سایر وسایل الکتریکی و عایق‌بندی‌ها

طبق استاندارد IEC استفاده از رنگ‌های زیر برای شناسایی فازها مجاز دانسته شده است:

سیاه

قهوه‌ای

قرمز

نارنجی

زرد

سبز

آبی

بنفش

خاکستری

سفید

صورتی

فیروزه‌ای

البته استفاده از رنگ‌های سبز و زرد به صورت جداگانه، تنها زمانی مجاز دانسته شده است که این رنگ‌ها باعث سردرگمی برای تشخیص سیم زمین (که معمولا به رنگ زرد و با نوار سبز کشیده می‌شود) نشوند.

ترکیب این رنگ‌ها نیز مجاز دانسته شده است ولی رنگ‌های سبز و زرد نباید در هیچکدام از این ترکیبات استفاده شوند مگر برای سیستم حفاظتی.

## کاربرد رنگ‌ها

**سیم نوترال یا نول** : اگر مداری شامل نقطه‌ی نوترال یا نول باشد، آنگاه هادی آن باید با رنگ آبی مشخص شود (ترجیها آبی روشن). و رنگ آبی روشن نباید برای هیچ یک از هادی‌های دیگر استفاده گردد.

## سیم سیستم ارت(زمین)

ترکیب رنگ‌های زرد/سبز همواره و به صورت گسترده برای شناسایی هادی محافظتی به کار می‌رود. همه‌ی قسمت‌های هادی محافظتی که طولی حداقل معادل ۱۵ mm داشته باشد، باید توسط این دو رنگ به گونه‌ای مشخص شود که یک رنگ بین ۳۰٪ تا ۷۰٪ سطح هادی را در بر گیرد و رنگ دیگر بقیه‌ی آن را.

**سیم PEN** : هادی PEN هادی‌ای است که شامل دو هادی (PE زمین محافظتی [Protective Earth] و N (نول) می‌باشد. معمولا این هادی در مسافت بین پست‌ها تا خانه‌های مسکونی استفاده می‌شود که در آنجا هادی‌های PE و N از هم جدا می‌شوند. در انگلستان این سیستم را به نام Protective (PME) multiple earthing نیز می‌شناسند، که علت اتصال مکرر هادی نوترال/زمین به زمین واقعی است که خطر قطعی نوترال را کاهش می‌دهد. همین سیستم در استرالیا به نام multiple earthed (MEN) شناخته می‌شود.

هادی‌های PEN عایق‌دار، یا باید با رنگ‌های زرد/سبز در امتداد آنها به همراه علامت‌های آبی در دو انتها مشخص شوند، یا باید طول آنها را با آبی روشن مشخص نمود و در دو انتها از مارک‌های زرد/سبز استفاده نمود.

## عیب یابی کابل زمینی

(۱) کابل از پست زمینی خارج شده در وسط مسیر به علت طولانی شدن از شالتر استفاده شده و سرانجام بر روی یک تیر ۴۰۰ سر خط خورده و به شبکه هوایی متصل شده است.



۲) کابل بر اثر مرور زمان و فشار سطحی عایق خود را از دست داده و دو فاز یکی شده است (دو فاز آن اتصال است) کابل از نوع کابل خشک پروتو دور  $3 \times 95 + 50 \text{ mm}^2$  می باشد.

برای برطرف کردن این مشکل نیاز است تا عیب یاب کابل در محل حضور یابد. روش کار به این صورت که ابتدا توسط گروه عیب یاب محل اتصالی کابل مشخص می شود و پس از شناسایی محل معیوب کابل حفار محل مورد نظر را می کند سپس آن قسمت از کابل را بریده و قسمت معیوب را اصلاح می کنیم و پس از آن توسط مفصل چدنی دوباره کابل ها را به هم متصل کرده و اطراف مفصل را از قیر پر می کنند تا آب به درون مفصل کابل نفوذ نکند.

### عملیات عیب یابی کابل برق

در عیب یابی کابل از سه دستگاه اصلی کابل سوز، فرستنده صوت و رفلکتور استفاده می شود.

با دستگاه کابل سوز ولتاژ  $V8000$  تا  $1200$  به کابل اتصال شده اعمال می شود محل اتصال جریان می کشد و مقاومت این نقطه به شدت پایین می آید. از دستگاه جانبی Swj استفاده می کنیم با این دستگاه تخلیه خازنی انجام می دهیم هر  $5$  ثانیه خازن پر و سپس تخلیه می شود این پر و خالی شدن خازن باعث ایجاد پالس ضربه ای می شود. از طریق همین پالس ضربه ای اگر خاک محل اتصال نرم باشد می توان محل اتصالی را پیدا کرد.

