

طبقه بندی انواع سیم و کابل

کابل‌های الکتریکی یکی از مهمترین اجزای خطوط انتقال برق می‌باشد که وظیفه انتقال انرژی الکتریکی را از نیروگاه‌ها به مناطق مصرف کننده به عهده دارند.



کابل‌ها بر اساس سطح ولتاژ، نوع هادی و ساختار آن، نوع عایق و روکش، نوع حفاظت الکتریکی، نوع حفاظت مکانیکی، تعداد رشته‌ها، نوع کاربرد استاندارد طبقه بندی می‌شوند.



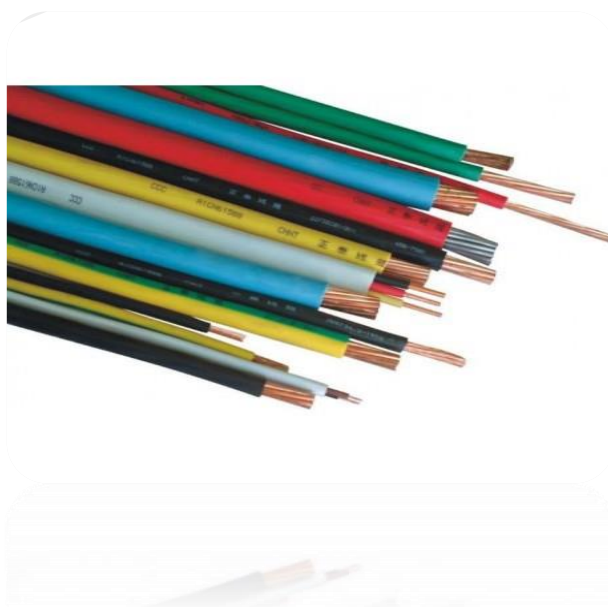
گوناگونی کابل‌ها به چندین هزار نوع بالغ می‌شود و برای شناخت دقیق آن‌ها لازم است که گونه‌های مختلف کابل طبقه بندی شوند. برای طبقه بندی بایستی به سراغ عوامل موجه طبقه بندی رفت و اصلی‌ترین آن‌ها را مد نظر قرار داد. در اینجا به هشت عامل اصلی و نقش آن‌ها در ایجاد طبقه اشاره می‌شود.

- سطح ولتاژ
- نوع هادی و ساختار آن
- نوع عایق و روکش
- نوع حفاظت الکتریکی
- نوع حفاظت مکانیکی
- تعداد رشته‌ها
- نوع کاربرد
- استاندارد

۱. طبقه بندی کابل بر اساس سطح ولتاژ

ولتاژ طراحی شده برای کابل را به شکل U_0/U تعریف می‌کنند که در آن U_0 معرف ولتاژ بین هادی و زمین است و U بیانگر ولتاژ بین هادی‌ها می‌باشد. به طور کلی سه طبقه متفاوت بر اساس سطح ولتاژ تعریف می‌شود.

۱-۱. کابل‌های فشار ضعیف (Low Voltage Cables) که با علامت اختصاری LV مشخص می‌شوند شامل کابل‌های قدرت فشار ضعیف و کنترل و ابزار دقیق می‌شود و دارای سطوح ولتاژ $۳۰۰/۳۰۰$ ، $۵۰۰/۳۰۰$ ، $۷۵۰/۴۵۰$ و $۱۰۰۰/۶۰۰$ ولت می‌باشد.



۱-۲ . کابل‌های فشار متوسط (Medium Voltage Cables) با علامت اختصاری MV و نقطه کار بین یک تا ۳۳ کیلو ولت.



۱-۳ . کابل‌های فشار قوی (high voltage cables) با علامت اختصاری HV و نقطه کار ۶۳ تا ۲۳۰ کیلوولت.



۱-۴ . کابل‌های فوق فشار قوی (Extra High Voltage) با علامت اختصاری EHV و ولتاژ ۴۰۰ کیلوولت به بالا.



۲. طبقه بندی کابل براساس نوع هادی و ساختار آن

۲-۱. نوع هادی

معمولترین هادی مورد مصرف در صنعت سیم و کابل مس و آلومینیم با خلوص زیاد (۹۹/۹۹ درصد برای مس و ۹۹/۶ درصد برای آلومینیم) است که به صورت **آنیل** شده و یا آنیل نشده از آن استفاده می‌شود.

آنیل کردن نوعی عملیات حرارتی است که موجب تبلور مجدد بلورهای فلز می‌شود. مفتول مس که در اثر عملیات مکانیکی کشش و نورد سخت و شکننده شده اند. در اثر این عملیات حرارتی فلز نرم شده و برای عملیات بعدی و یا در مراحل استفاده از آن، دارای انعطاف بیشتری می‌شود.



۲-۲. ساختار هادی

مطابق با پیشنهاد استاندارد IEC ۶۰۲۲۸ یا ISIRI 3084 ساختار هادی می‌تواند یک رشته (مفتولی)، بانچ (افشان) و استرند شده (نیمه افشان) به صورت سکتور و یا کمپکت باشد.

هادی مفتولی: این نوع هادی از یک مفتول مجرد تشکیل شده است و معمولاً مقطع آن دایره‌ای است. مقاطع بزرگتر آن را گاهی غیر گرد نیز شکل می‌دهند. این نوع هادی‌ها را **کلاس ۱** می‌گویند.



هادی استرند شده یا نیمه افشان: این نوع هادی‌ها را **کلاس ۲** می‌گویند و از تابیدن چند مفتول ساده حول یکدیگر و در یک یا چند لایه روی هم بدست می‌آید. در هادی استرند شده، بعضی از رشته‌ها می‌توانند تاب نداشته باشند. مثل ۷ رشته مرکزی در هادی ۳۷ یا ۶۱ رشته.



تعداد رشته‌های تشکیل دهنده هادی استرند شده معمولاً ۷، ۱۹، ۳۷، ۶۱، ۹۱ رشته می‌باشد. شکل هادی استرند شده گرد یا سکتور است که گرد آن می‌تواند به صورت معمولی یا فشرده (کمپکت) باشد. کمپکت یا فشرده کردن هادی این مزیت را فراهم می‌کند که با حذف فضاهای خالی بین رشته‌های تشکیل دهنده هادی، بتوان سطح مقطع ظاهری و در نتیجه قطر کابل نهایی را کاهش داد که این امر از لحاظ صرفه جویی در مصرف مواد مؤثر است.



برای سطح مقطع‌های بزرگتر از ۳۵ میلی‌متر مربع، شکل هادی را به صورت سکتور (قطاعی) در می‌آورند. قطاعی کردن هادی موجب می‌شود که در کابل‌های ۳ و ۳/۵ و ۴ رشته با در کنار هم قرار دادن رشته‌ها به شکلی مناسب سطح مقطع ظاهری کابل و در نتیجه قطر نهایی آن کاهش یابد.



هادی افشان (بانچ شده): این نوع هادی را **کلاس ۵** می‌گویند و از چندین رشته سیم نازک انیل شده که به طور نامنظم به هم تابیده (بانچ شده) تشکیل می‌شود و برای تولید سیم‌های عایق شده انعطاف پذیر و یا کابل‌های انعطاف پذیر به کار می‌رود.



۳. طبقه بندی کابل بر اساس نوع عایق و روکش

برای عایق نمودن سیم و کابل از انواع پلیمر (لاستیک و پلاستیک) و کامپاندهای آن استفاده می‌کنند که معمولاً خواصی مثل سختی، نرمی، دانسیته (چگالی)، دمای نقطه کار محیط، کم یا زیاد بودن ضریب دی الکتریک، مقاوم بودن در برابر سایش، روغن و دیگر مواد شیمیایی، مقاومت در برابر اشعه، شعله، کم دود بودن، فقدان هالوژن و... را در بر می‌گیرند.

هریک از پلاستیک‌ها یا لاستیک‌های مورد مصرف به عنوان عایق فیلر و بدینگ و یا روکش، تعدادی از خواص مذکور را دارا می‌باشند و حسب نوع کاربرد از کامپاندهی استفاده می‌شود که خواص مورد نظر برای آن کاربرد خاص را دربر داشته باشد. در زیر برخی از مواد پلیمری را مورد توجه قرار می‌دهیم.

۱-۳ عایق و روکش از نوع PVC (پلی وینیل کلراید)

از معمول‌ترین کامپاندها برای عایق کاری انواع کابل‌های ساختمانی و ابزار دقیق و قدرت و ... می‌باشد که از مهم‌ترین ویژگی‌های آن خاصیت خود خاموش کنی شعله است. سیم‌ها و کابل‌ها به صورت شبکه‌ای گسترده، تمام ابنیه و ساختمان را در برمی‌گیرند و چنانچه در نقطه‌ای از ساختمان، سیم و یا کابلی در معرض آتش قرار گیرد آتش نقطه‌ای می‌تواند از طریق این شبکه به کل ساختمان گسترش یافته و انتشار یابد. نقطه کار دمایی آن ۷۰ درجه سانتی‌گراد و بعضی از گریدهای آن تا ۱۰۵ درجه است. نقطه ضعف این کامپاند مقاوم نبودن آن در مقابل بعضی از هیدروکربورها و مخصوصاً هیدروکربورهای چرب است و در شرایط آتش نیز دود زیاد و بخارات و گازهای سمی متصاعد می‌کند.



۲-۳ پلی اتیلن PE

پلی اتیلن، پلیمری با خصوصیات الکتریکی عالی، جذب آب کم و بدون هالوژن می‌باشد. در کابل‌های مخابراتی به صورتی وسیع به عنوان عایق و روکش به کار می‌رود. پلی اتیلن بر خلاف PVC خود خاموش کن نیست (مانند سوختن شمع) و در مجاورت مستقیم با مس یا نوار مسی اسکریین دچار نوعی شکنندگی می‌شود که این خاصیت با افزایش دما تشدید می‌شود. نقطه کار دمایی پلی اتیلن ۷۰ درجه سانتی گراد است.



۳-۳ XLPE (Cross linked poly ethylene)

علیرغم مشخصات عالی الکتریکی پلی اتیلن، استفاده از آن به دلیل نرم شدن و تغییر شکل آن در درجه حرارت بالا و خواص ضعیف مکانیکی آن، محدود است و برای مصارفی که نقطه کار بیش از ۷۰ درجه سانتی-گراد نیاز دارند مناسب نیست. برای غلبه بر این محدودیت از روش پخت یا کراس لینک کردن استفاده می‌کنند و به این ترتیب دمای نقطه کار به ۹۰ درجه سانتی گراد افزایش می‌یابد. XLPE بر خلاف PVC غیر هالوژنه است و در هنگام سوختن فاقد گازها و بخارات سمی و خورنده است. XLPE از کراس لینک نمودن PE بدست می‌آید و همانند PE دارای خواص عایقی بسیار خوب، میزان جذب آب خیلی کم و وزن مخصوص و ثابت دی الکتریک کم است و علاوه بر این‌ها با توجه به فرآیند

کراس لینک شدن که همان ایجاد پیوندهای عرضی در ساختار PE می‌باشد دارای پیوندهای طولی هیدروکربنی است.



۳-۶ پلی یورتان

پلی یورتان‌های گرما نرم را برای مصارف روکش ویژه به کار می‌برند، چون مقاومت آن‌ها در برابر سایش عالی است.



۳-۷ کوپلیمرهای پلی استر

ویژگی‌های این پلیمرها عبارتند از: مقاومت در برابر مواد شیمیایی، فرآیندپذیری آسان، مقاومت مکانیکی و پایداری

۳-۸ پلی تترافلورواتیلن PTFE

خواص الکتریکی برجسته‌ای دارد و مقاومت آن در برابر مواد شیمیایی و دما بسیار زیاد است.



۳-۹ پلی اتیلن ترفتالات PET

با نام تجاری Mylar به صورتی گسترده به عنوان نوار بر روی کابل‌های چند رشته پیچیده می‌شود و به عنوان لایه میانی برای پیشگیری از نفوذ اجزایی مقل روغن و پلاستی سایزر از بدینگ یا روکش به عایق به کار می‌رود و نیز برای جداسازی عایق از هادی‌های استرند شده مورد مصرف می‌باشد.

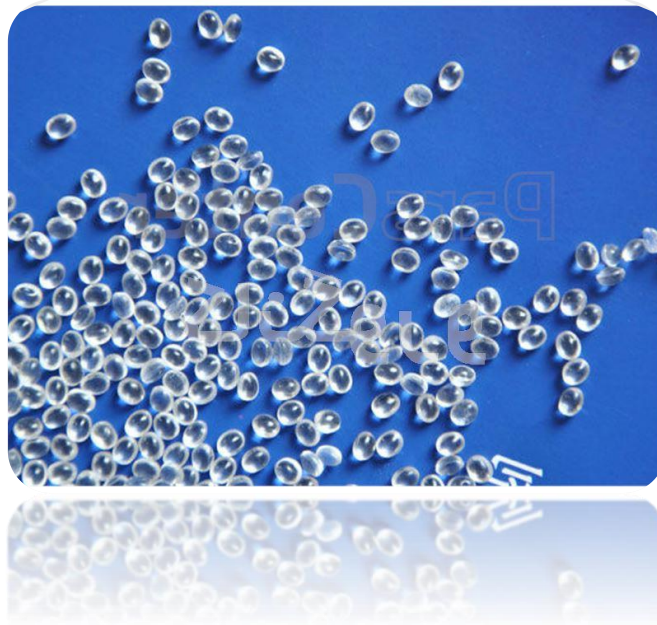


۳-۱۰ لاستیک طبیعی NR

لاستیک‌ها که در عایق و روکش گروهی از کابل‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد موادی هستند که عموماً مقاومت خوبی در برابر سایش داشته و انعطاف خوبی نیز دارند و در عین حال دیر آتش گیر هستند، ولی از اشاعه آتش نمی‌توانند جلوگیری کنند.

۱۱-۳ اتیلن وینیل استات EVA

دمای نقطه کار EVA تا ۱۱۰ درجه سانتی گراد است، اما خواص الکتریکی آن پایین‌تر از EPR است. از EVA پایه مواد نیمه هادی اکسترود شونده استفاده می‌کنند.



۱۲-۳ سیلیکون رابر SIR

سیلیکون‌ها خواص برجسته‌ای دارند از جمله تحمل درجه حرارت تا دمای ۱۸۰ درجه سانتی گراد است. اما در دمای محیط خواص مکانیکی آن تا حدی از سایر مواد مرسوم به ویژه در مقایسه با مواد روکشی پایین‌تر است.

۱۳-۳ لاستیک کلروپرن CR

پلی کلروپرن که به نئوپرن هم شهرت دارد، اولین لاستیک مصنوعی تجاری بود و کاربرد عمده‌ی آن به عنوان ماده‌ی روکشی منعطف و در عین حال بسیار محکم و ضد سایش است.

۴. طبقه بندی کابل بر اساس نوع حفاظت الکتریکی

برای تأمین میدان الکترواستاتیک شعاعی به منظور حفاظت کابل در برابر میدان‌های الکترومغناطیسی و پیشگیری از تأثیر یا ایجاد نویز و سایر امواج از حفاظ‌های الکتریکی استفاده به عمل می‌آید. انواع آن شامل اسکرین نوار مسی و آلومینیومی و شیلد مسی و شیلدبافته شده مسی و آلومینیومی می‌باشد.



۵. طبقه بندی کابل بر اساس نوع حفاظت مکانیکی

برای محافظت کابل در مقابل صدمات مکانیکی شامل ضربه، سنگینی وزن، بریدگی و مقابله با جویدگی کابل توسط جوندگان و نیز حشرات مانند موریه و... و به طور کلی در موارد کاربری بیرونی (outdoor کابل، از انواع زره های فلزی استفاده می کنند.

انواع حفاظ های مکانیکی عبارتند از: زره با سیم فلزی و زره با نوار فلزی



۶. طبقه بندی کابل بر اساس تعداد رشته ها

تعداد رشته های کابل یکی دیگر از پارامترهای طبقه بندی به شرح زیر است:

- ۱-۶. کابل های فشار ضعیف (LV) که معمولاً از یک تا پنج رشته اند.
- ۲-۶. کابل های فشار متوسط (MV) یک یا سه رشته است.
- ۳-۶. کابل های فشار قوی (HV) یک یا سه رشته اند.
- ۴-۶. کابل های کنترل و ابزار دقیق که تعداد رشته های کابل کنترل معمولاً از ۳ رشته تا ۶ رشته می باشد و در موارد خاص از تعداد رشته های بالاتر نیز استفاده می شود.

۷. طبقه بندی کابل بر اساس نوع کاربرد

۷-۱) انتقال **قدرت (جریان)** به صورت‌های زمینی و هوایی یکی از کاربردهای کابل است. با این کاربرد کابل‌های قدرت **LV، MV و HV** طبقه بندی می‌شوند.

۷-۲) انتقال **سیگنال** یکی دیگر از کاربردهای کابل می‌باشد. برحسب نوع سیگنال، کابل‌های **کنترل، ابزار دقیق و انتقال داده‌ها** طبقه بندی می‌شوند.

۷-۳) به منظور **تأمین روشنایی و راه اندازی وسایل برقی** در ساختمان ها، از سیم‌ها و کابل‌های **سبک ساختمانی** استفاده می‌نمایند که در زیر یا روی سطح نصب می‌شوند. این نوع کابل‌ها در تابلوهای توزیع، سیم کشی داخلی تجهیزات و وسایل برقی کوچک با تنش مکانیکی کم به کار می‌روند.

www.sbargh.ir