

بخش ششم

کابلها و معیارهای انتخاب

6-1- کابلهاي سیار ، قدرت و کنترل

6-1-1- سیمهای انعطاف پذیر

سیمهای انعطاف پذیر دارای کدهایی در استانداردهای CSA و UL میباشند .

مانند : SJTO و STO-SOOW-A , SJO , SJOW-A , SJ , SOW-A , SOW , SO

سیمهای انعطاف پذیر در اصطلاح علمی دارای حروف اختصاری میباشند ، که هر حرف

نشانه مشخصات ساختمان کابل میباشد برای مثال : افشان = S - مقاوم در برابر روغن =

O - برای ولتاژ کم 300 V = J - گرمانرم T =

مقاوم در برابر شرایط مختلف آب و W = دارای پوشش اضافی مقاوم در برابر روغن = OO

هوایی

محدوده کارکرد حرارتی این کابلها میتواند از 250 تا 1105 درجه سانتیگراد برای گونه SOOW-A های و برای سیمهای انعطاف پذیر با عایقهای گرماسخت از 190 تا 237 درجه سانتیگراد و همچنین برای سیمهای انعطاف پذیر با عایقهای گرمانرم از 160 تا 220 درجه سانتیگراد میباشد. لازم به توضیح است که سیمهای انعطاف پذیر با عایقهای گرماسخت دارای ویژگی خمش در سرما و دوام عالی میباشد.

جدول 2-6- کدهای اختصاری سیمهای انعطاف پذیر

سیم های با کاربرد بصورت ورقه ای با مواد گرمانرم	TS
سیم های با کاربرد بصورت ورقه ای	TST
سیم های با کاربرد بصورت خطوط موازی با مواد گرمانرم و ضخامت عایق 0/4 میلیمتر	SPT-1
سیم های با کاربرد بصورت خطوط موازی با مواد گرمانرم و ضخامت عایق 0/8 میلیمتر	SPT-2
سیم های با کاربرد بصورت خطوط موازی با مواد گرمانرم و ضخامت عایق 1/2 میلیمتر	SPT-3
سیم های با کاربرد بصورت خطوط موازی با مواد الاستومر و ضخامت عایق 0/4 میلیمتر	SPE-1
سیم های با کاربرد بصورت خطوط موازی با مواد الاستومر و ضخامت عایق 0/8 میلیمتر	SPE-2
سیم های با کاربرد بصورت خطوط موازی با مواد الاستومر و ضخامت عایق 1/2 میلیمتر	SPE-3
سیمهای ویژه سیستمهای جاروبرقی	SV
سیمهای ویژه سیستمهای جاروبرقی با پوشش مقاوم در برابر روغن	SVO
سیمهای ویژه سیستمهای جاروبرقی با عایق مقاوم در برابر روغن	SVOO
سیمهای ویژه سیستمهای جاروبرقی با مواد گرمانرم	SVT
سیمهای ویژه سیستمهای جاروبرقی با مواد گرمانرم و با پوشش مقاوم در برابر روغن	SVTO
سیمهای ویژه سیستمهای جاروبرقی با مواد گرمانرم و با عایق مقاوم در برابر روغن	SVTOO
سیمهای ویژه سیستمهای جاروبرقی با مواد الاستومر	SVE
سیمهای ویژه سیستمهای جاروبرقی با مواد الاستومر و با پوشش مقاوم در برابر روغن	SVEO
سیمهای ویژه سیستمهای جاروبرقی با مواد الاستومر و با عایق مقاوم در برابر روغن	SVEOO
سیمهای ولتاژ پایین	SJ
سیمهای ولتاژ پایین با پوشش مقاوم در برابر روغن	SJO
سیمهای ولتاژ پایین با عایق مقاوم در برابر روغن	SJOO
سیمهای ولتاژ پایین با مواد گرمانرم	SJT
سیمهای ولتاژ پایین با مواد گرمانرم و با پوشش مقاوم در برابر روغن	SJTO
سیمهای ولتاژ پایین با مواد گرمانرم و با عایق مقاوم در برابر روغن	SJT00
سیمهای ولتاژ پایین با مواد الاستومر	SJE

ادامه جدول 2-6- کدهای اختصاری سیمهای انعطاف پذیر

سیمهای ولتاژ پایین با مواد الاستومر و با پوشش مقاوم در برابر روغن	SJEO
سیمهای ولتاژ پایین با مواد الاستومر و با عایق مقاوم در برابر روغن	SJEOO
سیمهای مصرف کننده	S
سیمهای مصرف کننده با پوشش مقاوم در برابر روغن	SO
سیمهای مصرف کننده با عایق مقاوم در برابر روغن	SOO
سیمهای مصرف کننده با مواد گرمانرم	ST
سیمهای مصرف کننده با مواد گرمانرم و با پوشش مقاوم در برابر روغن	STO
سیمهای مصرف کننده با مواد گرمانرم و با عایق مقاوم در برابر روغن	STOO
سیمهای مصرف کننده با مواد الاستومر	SE
سیمهای مصرف کننده با مواد الاستومر و با پوشش مقاوم در برابر روغن	SEO
سیمهای مصرف کننده با مواد الاستومر و با عایق مقاوم در برابر روغن	SEOO
کاربرد بصورت خطوط موازی سیستمهای گرم کننده با مواد نئوپرن	HPN
سیمهای ولتاژ پایین سیستمهای گرم کننده	HSJ
سیمهای ولتاژ پایین سیستمهای گرم کننده با پوشش مقاوم در برابر روغن	HSJO
سیمهای مصرف کننده سیستمهای گرم کننده	HS
سیمهای مصرف کننده سیستمهای گرم کننده با پوشش مقاوم در برابر روغن	HSO

2-1-6- کابلهای معدن

کابلهای قدرت معدن معمولاً طوری طراحی میشوند که با توجه به ویژگی انعطاف پذیری، توان اتصال بین منبع قدرت اصلی و تجهیزات و ماشین آلات معدن را داشته باشند. منابع قدرت معدن دارای ولتاژهایی بین 8، 15 و 25 کیلو ولت میباشند و کابلهای معدن با توجه به این ولتاژها میتوانند دارای سیم اتصال زمین یا فاقد آن باشند. در کنار سیم اتصال زمین، سیم دیگری وجود دارد که برای کنترل سلامت کابل به سیستمهای مونیٹورینگ متصل میاشند. هرچند که کابلهای منابع قدرت معدن انعطاف پذیر میباشند ولی این انعطاف پذیری محدود و برای حرکتهای ناگهانی مناسب میاشند.

کابل دستگاہهای ویژه حفر معدن معمولاً دارای قدرت زیاد برای استفاده در تجهیزات معدن بطور متحرک میاشند. این کابلها در نوع خود بی نظیر هستند زیرا با توجه به حمل ولتاژ بالا تا 25 کیلوولت، دارای انعطاف پذیری بسیار بالا و استحکام فیزیکی، بادوام و محکم هستند. شباهت این کابلها و کابلهای قدرت معدن در این است که هر دو میتوانند دارای سیم کنترل سلامت یا فاقد آن باشند.

کابلهایی برای ولتاژ پایین استفاده میشوند که توسط ادارات صنایع و معادن تأیید شده باشند. کابلهای اشاره شده W و G دارای پایداری عالی در برابر حرکتها و خمهای بسیار مکرر و حمل ولتاژ تا 2 کیلوولت میباشند.

6-2- سیمهای ساختمانی

محدوده ولتاژ سیم و کابلهای ساختمانی از 300 تا 600 ولت میباشد و شامل انواع گوناگونی در UL میباشد ، مانند :
 USE-2, THW, THW-2, THWN, THWN-2, THHN, TFFN, TFN, RHH, RHW, RHW-2, USE SE-U, XHHW SER, XHHW-2 و گونه های دیگر.
 از این سیمها برای سیمکشی در ساختمانهای تجاری ، مسکونی و صنعتی بطور ثابت استفاده میشود و محدوده دمایی آنها تا 90 درجه سانتیگراد در مکانهای خشک و مرطوب میباشد .

6-3- کابلهای کنترل و ویژه ماشین آلات و ترموکوپل

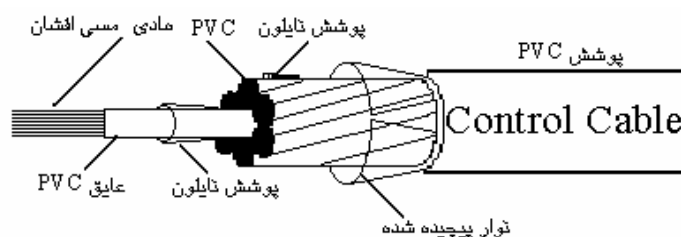
1-3-6- کابلهای کنترل

کابلهای کنترل با کابلهای قدرت متفاوت میباشد ، از این کابلها سیگنالهای کنترل که عموماً دارای شدت جریان کم هستند عبور میکند . بنابراین شدت جریان ، کمترین عامل تعیین کننده در انتخاب کابلهای کنترل میباشد .
 اولین معیار انتخاب کابلهای کنترل ، سطح ولتاژ و شرایط محیطی میباشد .
 سطح ولتاژ این کابلها میتواند از کمترین میزان ولتاژ (میلی ولت) تا چند صد ولت متغیر باشد .

وضعیتهای محیطی

کابلهای کنترل معمولاً در وضعیتهای محیطی سخت قرار میگیرند . به این دلیل این کابلها به يك آزمون ، ویژه وضعیتهای محیطی که مانند مشخصات الکتریکی دارای اهمیت است ، نیاز دارند .

وضعیت دمایی بالای محیطی از قبیل نزدیکی به دیگهای بخار ، خطوط بخار ، روغن و یا نزدیکی به حلالها و مواد شیمیایی ، نفت ، فولاد ، سیمان ، کاغذ و گیاهان مختلف نقش مهمی در عمر این کابلها دارند .
 نمایی که نمونه عمومی کابل کنترل 600 ولت در زیر نشان داده شده است :



شکل 6-1- يك نمونه کابل کنترل 600 ولت

6-3-2- کابلهای ویژه ماشین آلات

کابلهای ویژه ماشین آلات سیگنال را از يك تبدیل کننده مانند حسگرهای فشار ، حرارت ، ولتاژ ، و غیره به صفحه کنترل یا کامپیوتر کنترل فرایند ، انتقال میدهند .
 کابلها 300 تا 600 ولتی برای ساختمانی ، دارای يك شیلد کلي و یا روی هر جفت (یا سه سیم) به عنوان پوشش خارجی میباشد .



شکل 6-2- کابلهاي کنترل با يك شیلد خارجي



شکل 6-3- کابلهاي کنترل با يك شیلد روي هر جفت سیم و يك شیلد كلي به عنوان پوشش خارجي

6-3-3- سیمهاي ترموکوپل

يك ترموکوپل از دو هادي با دو فلز متفاوت تشکیل شده است . انتهاي این هادياها به هم متصل شده است که آنرا حسگر مینامند و دو سر دیگر آن به وسایل و ابزار اندازه گیری دما وصل شده است . در قسمت حسگر هنگام نزدیکی به حرارت ، يك ولتاژ کم تولید میشود و این ولتاژ به ابزارهاي سنجش الكترونيكي منتقل میشود . سیم ترموکوپل برای وصل کردن ترموکوپلها به ابزارهاي سنجش الكترونيكي استفاده میشود . با توجه به نوع و محل کاربرد میتوان از سیم ترموکوپل دارای عایق استفاده کرد ، برای استفاده بهتر لازم است به حدود تغییرات حرارت ، محیط ، عایق توجه داشت .

انواع ترموکوپل

- Type J (Iron vs Constantan)
- Type K (Chromel vs Alumel)
- Type T (Copper vs Constantan)
- Type E (Chromel vs Constantan)
- Type N (Nicrosil vs Nisil)



شکل 6-4- نوعي سیستم ترموکوپل

جدول 6-3- کدهاي رنگي برای سیم ترموکوپل

انواع ترموکوپل	نمادهای ANSI	کدهای رنگی +/-
آلیاژ سیمها		
*Iron (+) vs Constantan (-)	J	قرمز/ سفید
Chromel (+) vs *Alumel (-)	K	قرمز/ زرد
Copper (+) vs Constantan (-)	T	قرمز/ آبی
Chromel (+) vs Constantan (-)	E	قرمز/ زرشکی
Nicrosil (+) vs Nisil (-)	N	قرمز/ نارنجی

جدول 6-3- کدهاي رنگي برای ترموکوپل با سیم اضافي

انواع ترموکوپل		کدهای رنگی	
آلیاژ سیمها	نمادهای ANSI	+/-	پوشش
*Iron vs Constantan	JX	قرمز/ سفید	سیاه
Chromel vs *Alumel	KX	قرمز/ زرد	زرد
Copper vs Constantan	TX	قرمز/ آبی	آبی
Chromel vs Constantan	EX	قرمز/ زرشکی	زرشکی
Nicrosil vs Nisil	NX	قرمز/ نارنجی	نارنجی

*مغناطیسی

6-4- کابلهاي مقاوم در درجه حرارت بالا

محدوده دمایی این کابلها از 125 درجه سانتیگراد بیشتر است ولی در کتابها و مراجع 90 درجه سانتیگراد عنوان شده است .
جدول 4-6- نمودار کابلهاي مقاوم در درجه حرارت بالا

سانتیگراد °C	فارنهایت °F	نوع
1,000	1,832	کابل گرم کننده ها نوع 2
538	1,000	سیمهای موتور و ابزار آلات MG (غیر UL)
450	842	سیمهای ثابت و ابزار آلات MG (UL)
400	752	کابل گرم کننده نوع 1
250	482	سیمهای موتور و ابزار آلات MG, TGGT, TKGT سیمهای ثابت و HRSR, MG, TGGT, TKGT, TGC ابزار آلات کابل ماشین آلات TKGT, TKGK کابل کنترل TKGT, TMMG, TKGK کابل قدرت TKGK, TMKS, TMMG کابل گرم کننده SRG, PFA
230	446	سیمهای ثابت و ابزار آلات HRSR
200	392	سیمهای موتور و ابزار آلات KK, SRG, SRK, SRGT سیمهای ثابت و ابزار آلات KG, SR, SRG, SRK, TE, HVSR آلات کابل گرم کننده ها نوع 9 کابل ترموکوپل SRGK, SRGS کابل ماشین آلات SRGK, SRGS کابل کنترل SRGK, SRGS, SRGT, SRGT K, SRGT S کابل SRGK, SRGS, SRGT, SRK, SRGT L, SRGT قدرت کابل اعلام حریق SSFA
125	257	سیمهای موتور و ابزار آلات SRK, XPT, XXT سیمهای ثابت و ابزار آلات FREP, XPT, XXT
105	221	کابل ترموکوپل PV*X, SGNV, SRNV, PX*X کابل ماشین آلات SGNV, SRNV, PVIC, PZIC کابل اعلام حریق SVFA
150	302	سیمهای موتور و ابزار آلات KK, SRG, XLPO کابل ترموکوپل SRGK سیمهای ثابت و HVSR, K, KG, KK, SR, SRG, TE ابزار آلات XLPO, TGS کابل ماشین آلات SRGK, SRGT F, SRGS کابل کنترل SRGK, SKSM, SRGT F, SRGS کابل قدرت SKSM, SRGK, SRGT F, SRGS
90	194	سیمهای صفحه کلید SIS, VW-1, SIS کابل ترموکوپل FREP-CPE, FREP-II

5-6- کابلهاي قدرت

- عوامل کلیدی مهم برای انتخاب کابل قدرت :
- قاعده دسته بندی ولتاژ
 - مقدار جریان لازم برای بار شدن

- وضعیتهای دمایی مانند دمای محیط ، نزدیکی کابلها به یکدیگر و یا نزدیکی به منابع گرما ، ضریب هدایت گرمایی خاک
- ملاحظات افت ولتاژ
- وضعیتهای مخصوص ، مانند عوامل خورنده، قابلیت انعطاف و مقاومت در برابر شعله

6-5-1- دسته بندی ولتاژ

ولتاژ سیستم باید در حدی باشد که کابل ، توان لازم را برای به کار انداختن آن داشته باشد . کابلهاي 5 کیلوولت و بیشتر به دو دسته تفکیک شده‌اند :

سیستم اتصال زمین (با 100 درصد سطح عایق)
سیستم اتصال زمین (با 133 درصد سطح عایق)

این کابلها در هنگام شکست ولتاژ از یک فاز به زمین ، در سیستم بدون اتصال زمین (ارت) برای مدتی بیش از یک ساعت مناسب میباشند .

در این هنگام فشار ولتاژ به تمام خط و سراسر عایق هر دو هادی فاز دیگر یکسان می باشد . به این دلیل هر هادی فاز یک چنین کابلی دارای عایق اضافی می باشد . در کابلها طراحی شده برای استفاده با سیستم اتصال زمین با توجه به فشار ولتاژ به تمام خط و عایق ، استفاده از یک عایق نازکتر سودمند می باشد . نتیجه عملی یک چنین طراحی باعث کاهش قیمت و نازکتر شدن قطر خارجی کابل میشود .

6-5-2- اندازه هادی

اندازه هادی ارتباط مستقیمی با عوامل زیر دارد :

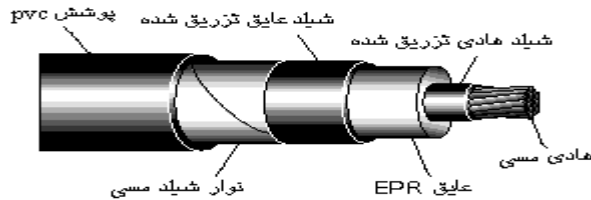
- 1- ظرفیت حمل جریان (جریان پذیری) .
- 2- شدت جریان مدار کوتاه .
- 3- افت ولتاژ .

ظرفیت حمل جریان یک کابل بر اساس محدوده دمای مجاز عایق آن استوار است . عامل حرارتی یک عایق ارتباط مستقیمی با ظرفیت حمل جریان آن در یک سایز هادی مشخص دارد . دمایی که در کابلهاي خاص بکار میرود ، با پایدار بودن مواد عایق آن ، در هدایت گرما تاثیر می گذارد . بنابراین ، ظرفیت حمل جریان معمولاً متأثر از دمای محیط و وضعیت تاسیسات می باشد .

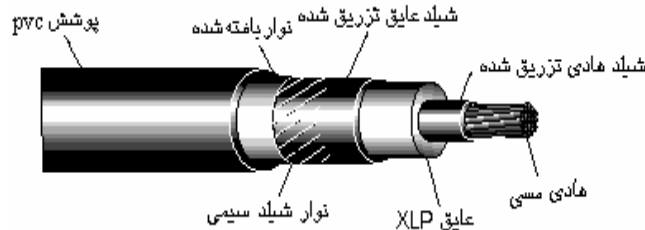
برای مثال ، فرض شود که در دمای محیط 40 سانتیگراد ، کابلی با سه هادی مسی ، با عایق XLPE ، 15 کیلوولت در یک سینی کابل که در ارتفاع ، نصب گردیده و در هوای آزاد میتواند جریانی معادل 325 آمپر حمل کند . ولی همان کابل در صورتیکه در لوله های مخصوص عبور کابل نصب شده باشد ، فقط میتواند جریانی معادل 289 آمپر حمل کند . عملکرد یک کابل با هادی مفتولی از میان یک لوله مخصوص عبور کابل مغناطیسی ، طبیعتاً باعث افزایش مسلم مقاومت و همچنین کاهش ظرفیت حمل جریان میشود . همچنین قرار گرفتن کابلها در یک فضای بسته در کنار یکدیگر باعث افزایش دمای محیط و طبیعتاً باعث کم شدن توانایی کابلها میشود . در نتیجه ، باید پیش از نصب تاسیسات ، ظرفیت حمل جریان را در وضعیتهای مختلف شناخته تا در صورت امکان از کابلهاي مخصوص استفاده شود . گاهی وقتها ، اضافه بار در حوادث ناگهانی بسیار زیان آور می باشد که ممکن است به علت انتخاب اندازه هادی باشد .

6-5-3- مدار اتصال کوتاه

دومین مسئله مهم برای انتخاب اندازه هادی ، مدار اتصال کوتاه جریان است که کابل باید تحمل کند . در ساختمان یک کابل ، توانایی مکانیکی باید به اندازه ای بالا باشد که بتواند با مدار اتصال کوتاه جریان ، بدون هر گونه فشار مکانیکی دیگر ، مواجه شود . هرچند از نظر گرمایی نیز اتصال کوتاه جریان ، باید در حد توانایی کابل باشد .



شکل 5-6- يك نمونه از کابل قدرت با نوار شیلد 15 کیلوولت



شکل 6-6- يك نمونه از کابل قدرت با شیلد سیمی 15 کیلوولت

4-5-6- طبقه بندی افت ولتاژ
گاهی وقتها اندازه هادی کابلها ، بجای در نظر گرفتن حرارت آن ، بوسیله افت ولتاژ تعیین میشود . بطور کلی اندازه هادیهای طولانی در خطوط دارای ولتاژ پایین ، بوسیله افت ولتاژ و خطوط کوتاه با ولتاژ زیاد ، بوسیله گرما تعیین میشود .
از نکته های قابل توجه افت ولتاژ ، توانایی لازم هادیهای بزرگتر برای بار جریان کافی میباشد ، در هادیهای نازکتر افت ولتاژ بیشتری مشاهده میشود .

- 5-5-6- وضعیتهای ویژه
- تعدادی از وضعیتهای ویژه که ممکن است در انتخاب کابل موثر باشد در ذیل آورده شده است :
- نزدیکی به منابع حرارتی (دیگهای بخار، خطوط تولید با استفاده از بخار و غیره) .
 - اثر اجسام مغناطیسی از قبیل لوله یا مصالح ساختمانی نزدیک به کابلهای فشار قوی .
 - تاثیر مواد شیمیایی خورنده در خاک یا مکانهای دیگر که کابل در آن نصب شده است .
 - تداخلی که در اثر نزدیکی به کابلهای فشار قوی در مدارات ارتباطاتی اتفاق بیافتد .
 - مقاومت در برابر شعله و تشعشع تابش .
 - استحکام مکانیکی .
 - مقاومت در برابر رطوبت .
 - اضافه بار و شکست جریان لازم .
 - پیش از اقدام به نصب کابلها در تاسیسات مهم ، باید همه وضعیتهای ویژه باید با دقت و همچنین زیر نظر مهندسین ذیصلاح بررسی شود .

6-6- کابلهای زره دار قدرت و کنترل

کابلهای زره دار ، گروهی از کابلها میباشد که محیطهای مکانیکی و شیمیایی دشوار را تحمل میکنند ، جهت اطلاعات بیشتر پیرامون انواع مختلف و کاربردهای آنها ، به فصل 5 بخش زره مراجعه کنید .

7-6- کابلهای الکترونیک

این گروه از سیم و کابلها بیش از هزار نوع ، از کوچکترین سیم مفتولی تا انواع گوناگون کابل با چند هادی افشان میباشند . اساس این نمونه ها ترکیب هادی افشان آنها و انواع مواد روکش ، عایق و پوشش خارجی و غیره آنها میباشد .
برخی از انواع کابلهاي الكترونيك در ذیل آورده شده است :

1-7-6- کابلهاي هم مرکز

کابل هم مرکز از چهار بخش اصلي تشكيل شده است :

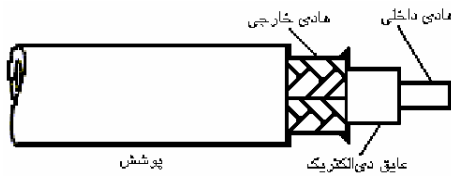
- هادي داخلي (هادي مركزي)

- هادي خارجي (شيلد)

- عايق دي الكتريك ، كه هاديهاي داخلي و خارجي را از هم جدا مي كند

- پوشش ، لايه اي خارجي از جنس پليمر مي باشد كه براي هادي داخلي و هادي خارجي

كردن بخشهاي داخلي بكار رفته است



شكل 6-7- يك نمونه از كابل هم مرکز

- امپدانس نامي

مشخصات امپدانس نامي يك كابل هم محور ، تابع شكل هندسي و مواد آن مي باشد . امپدانس نامي براي كابلهاي هم محور از 35 تا 185 اهم است ، كه عمومي ترين مقادير مورد استفاده 50 ، 75 و 93 اهم مي باشند . وقتي كه همه قسمتهاي يك سيستم داراي امپدانس نامي يكسان باشند ، بهترين نوع انتقال انرژي از يك منبع تغذيه تا يك بار الكتريكي ، كامل حاصل ميشود . براي مثال ، در يك سيستم فرستنده ، كابلهاي ارتباطي و گيرنده همه بايد داراي امپدانس نامي يكسان باشند .

- ظرفيت عملياتي ولتاژ

ظرفيت عملياتي ولتاژ ، تعين كننده بيشترين ولتاژ کاربردي است كه يك كابل به اين منظور طراحي شده است .

- محدوده دماي کاربردي

محدوده دماي کاربردي ، تعين كننده كمترين و بيشترين درجه حرارتي است كه يك كابل مي تواند تحمل كند .

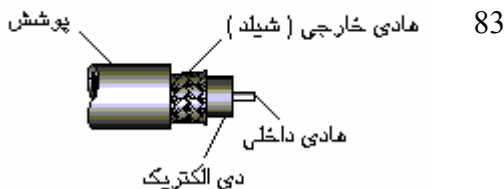
- انواع كابلهاي هم مرکز

انواع كابلهاي هم مرکز به طور خلاصه به شرح ذيل مي باشد :

- كابل هم مرکز انعطاف پذير

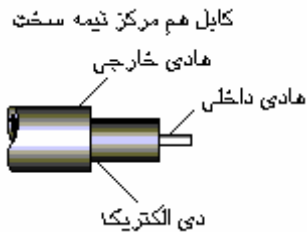
كابل هم مرکز انعطاف پذير بيشترين کاربرد را در بين كابلهاي هم مرکز ديگر دارد و با يك شيلد بافته شده از رشته هاي نازك مسي به عنوان پوشش حفاظ هادي داخلي پوشش تشكيل شده است . در صورتيكه اين شيلد بطور يكسان و يکنواخت بر روي هادي داخلي بافته نشده باشد ، سيگنالهاي راديويي دچار تداخل گرديده و كارايي كابل هم مرکز دچار اشكال ميشود . گاهي اوقات براي كارايي بهتر از چند لايه شيلد براي كابل هم مرکز استفاده ميشود . شايد ذكر است كه استفاده از لايه هاي نازك (فويل) به اضافه شيلد بافته شده باعث كارايي بهتر كابل هم مرکز ميشود ، در واقع هرچقدر پوشش كابل هم مرکز بيشتر باشد كارايي آن بهتر و مطمئن تر خواهد شد .

كابل هم مرکز انعطاف پذير



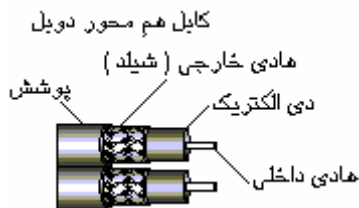
شکل 6-8-1- يك نمونه از كابل هم مركز انعطاف پذیر

- كابل هم مركز نیمه سخت
كابل هم مركز نیمه سخت دارای يك هادی خارجی محكم به شكل لوله میباشد ، این ساختمان باعث ایجاد يك امپدانس نامي بطور یکسان و یکنواخت میشود ولي با توجه به حفاظ بسیار عالی آن ، نسبت به كابل هم مركز انعطاف پذیر گران تر میباشد .



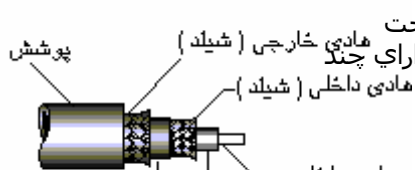
شکل 6-8-2- يك نمونه از كابل هم مركز نیمه سخت

- كابل هم محور دوپل
این كابل دارای دو هادی جداگانه میباشد که توسط يك شیلد خارجی مشترك پوشش داده شده است .



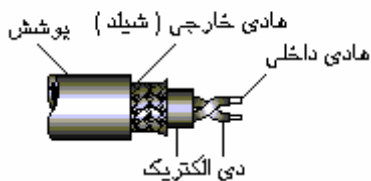
شکل 6-8-3- يك نمونه از كابل هم محور دوپل

- كابل سه محور
این كابل دارای دو هادی میباشد که به وسیله يك لایه دي الکتريک از هم تفکیک شده اند ، یکی از این هادیهای بیروني (شیلد) به عنوان خط سیگنال و دیگری به اتصال زمین متصل میباشد که دلیل آن ایجاد يك شیلد پایدار و مناسب در برابر نویز و پارازیت میباشد .
كابل سه محور



شکل 6-8-4- يك نمونه از كابل هم مركز نیمه سخت باید توجه داشت که كابل هم مركز انعطاف پذیر دارای چند لایه خارجی با كابل سه محور اشتباه نشود .

2-7-6- کابلهاي زوجي
کابلهاي زوجي دارای دو هادی داخلی عایق دار است که بطور موازي و با تاب خورده به یکدیگر ، میباشد و توسط يك هادی خارجی (شیلد) پوشش داده میشود . در ظاهر این كابل ظاهرا شبیه يك كابل هم محور دوپل میباشد اما دارای يك امپدانس نامي بطور یکسان و یکنواخت با پوششی بسیار مقاوم و پایدار میباشد . این کابلها بیشتر در سیستمهای بزرگ کامپیوتري استفاده میشوند .
کابلهاي زوجي



شکل 6-9-9- يك نمونه از كابلهاي زوجي

3-7-6- زوجهای تابیده بدون شیلد و زوجهای تابیده دارای شیلد (STP و UTP)

زوجهای تابیده بدون شیلد محافظ و زوجهای تابیده دارای شیلد محافظ که دارای زوجهای کم (معمولاً 2 تا 8 جفت) میباشند، در شبکه های کامپیوتری و یا اینترنت و غیره استفاده میشوند که دلیل آن هزینه کم و سهولت کاربرد و اجرای آسان میباشد و به آن طبقه و یا گروه میگویند. گروه 3 و 4 و 5 عمومی ترین گونه های مورد کاربرد میباشد، میرایی و امپدانس این کابلها در استاندارد EIA/TIA-568 مشخص شده است.

جدول 5-6- کابلهای زوجی تابیده

طبقه و یا گروه	امپدانس	میرایی dB/1000 ft	*نزدیکترین زوج در مجاورت آن	بیشترین توان الکتریکی دو طرفه
LAN 3 اطلاعات و سرعت متوسط	100 ohm□ 15% 1-16 MHz	7.8 @ 1 MHz 17 @ 4 MHz 30 @ 10 MHz 40 @ 16 MHz	41 dB @ 1 MHz 32 dB @ 4 MHz 26 dB @ 10 MHz 23 dB @ 16 MHz	20 pF/ft
LAN 4 مسافتهای دور	100 ohm □ 15% 1-20 MHz	6.5 @ 1 MHz 13 @ 4 MHz 22 @ 10 MHz 27 @ 16 MHz 31 @ 20 MHz	56 dB @ 1 MHz 47 dB @ 4 MHz 41 dB @ 10 MHz 38 dB @ 16 MHz 36 dB @ 20 MHz	17 pF/ft
LAN 5 سرعت زیاد	100 ohm□ 15% 1-100 MHz	6.3 @ 1 MHz 13 @ 4 MHz 20 @ 10 MHz 25 @ 16 MHz 28 @ 20 MHz 32 @ 25 MHz 36 @ 31.25 MHz 52 @ 62.5 MHz 67 @ 100 MHz	62 dB @ 1 MHz 53 dB @ 4 MHz 47 dB @ 10 MHz 44 dB @ 16 MHz 42 dB @ 20 MHz 41 dB @ 25 MHz 40 dB @ 31.25 MHz 35 dB @ 62.5 MHz 32 dB @ 100 MHz	17 pF/ft

4-7-6- کابلهای سیستم IBM

در سال 1980 میلادی، شرکت آی بی ام سیستم کابل کشی را توسعه داد که ویژه سیمکشی ساختمانها برای تجهیزات و لوازم شبکه های کامپیوتری و یا اینترنت است و با توجه طراحی گردیده است. جزئیات کامل این نوع کابلها، لوازم و تجهیزات، IEEE 802.5 به استاندارد روشهای آزمون، کیفیت مورد نیاز آنها در بخش فنی سیستم کابل کشی شرکت آی بی ام منتشر شد است.

جدول 6-6- انواع کابلهای سیستم آی بی ام

Cable Type	Construction and (Identifier)	Spec. No.
------------	----------------------------------	-----------

Type 1, Non-plenum	2-#22 AWG CU TP (NP)	4716748
Type 1, Plenum	2-#22 AWG CU TP (P)	4716749
Type 1, Riser	2-#22 AWG CU TP (R)	6339585
Type 1, Outdoor	2-#22 AWG CU TP (OD)	4716734
Type 2, Non-plenum	2-#22 AWG CU TP (NP)	4716739
Type 2, Plenum	2-#22 AWG CU TP (P)	4716738
Type 3, Telephone Twisted Pair	2-#22 or 24 AWG CU TP	AT&T 403595051
Type 5, Fiber Optic	2-100/140µm fibers (OFM)	4716744
Type 6, Non-plenum	2-#26 AWG CU TP ST (NPO)	4716743

8-6- کابلهاي تلفن

کابلهاي تلفن در ارتباطات مدرن امروزي ، نقش مهمي را ایفا میکنند . در رابطه با مایکروویو و ارتباطات ماهواره اي ، کابلهاي مسي و فیبرهاي نوري ارتباط و اتصالات لازم را برای جامعه فراهم می‌کنند . با تولید کابلهاي فیبر نوري در اوایل سال 1980 میلادي ، سیم و کابلهاي تلفن عموماً در سه گروه دسته بندی شده است 1 - فیبر نوري ، 2 - سیمهاي مسي و 3 - پیوندي (مرکب) سیم مسي و فیبر نوري با يك پوشش یکپارچه کابلهاي تلفن معمولاً بنا بر مکان مورد استفاده آنها طبقه‌بندی شده اند . کابلهاي تلفن ویژه سیمکشی در خارج از ساختمانها که توسط شرکتهاي تلفن کشیده میشود و به آن کابلهاي بیروني یا کابل سیاه میگویند . کابلهايی که در مکانهاي همچون داخل خانه‌هاي مسکوني و ساختمانهاي تجاري ، کشیده میشود را (کابلهاي سیمکشی اساسي) یا بطور خلاصه کابلهاي داخلي میگویند .

1-8-6- کابلهاي بیروني

کابلهاي بیروني به دو بخش تقسیم میشوند که اندازه هاي کوچک آن برای ساختمانها (2 تا 6 جفت) و کابلهاي بزرگ (تا 3600) که در ارتباط بین مراکز تلفن استفاده میشود . این کابلها که به کابلهاي مبادله معروف است و معمولاً در کانالهاي زیر زميني و یا بطور مستقیم در زمین دفن میگردند و عایق آنها از پلی اتیلن و فلزاتی همچون آلومینیوم ، مس یا زره فولادي آنها را تشکیل میشود . این ساختمان مستحکم ، در برابر زیانهاي مکانیکی و رطوبت و رعد و برق بسیار مقاوم و پایدار میباشد . این کابلها میتواند آغشته به ژله فیلد و یا بدون آن ساخته شود و علت آن پایداری در برابر شرایط مختلف آب و هوایی و نفوذ آب میباشد . آب نقطه ضعف کابلهاي تلفن برای سیمکشی خارجي میباشد زیرا آب ظرفیت خازني کابلهاي تلفن را افزایش می‌دهد (بطور طبیعی $\mu F 0.083$ بر مایل) و ایجاد تداخل بین سیگنالهاي هادیها مینماید .

2-8-6- کابلهاي داخلي

سیم و کابلهاي داخلي به دو بخش تقسیم میشوند 1- سیمهاي مرکزي و 2- سیمهاي داخلي (گاهی اوقات به آنها IC میگویند) سیمهاي مرکزي معمولاً شامل 2 تا 4 جفت سیم با اندازه 22 یا 24 AWG است که برای سیمکشی داخلي استفاده میشود . نمونه دیگر کابلهاي مرکزي اندازه بزرگتر آن میباشد که شامل 25 تا 600 جفت سیم با اندازه 22 یا 24 AWG برای نصب در داخل ساختمانهاي عمومي بزرگ و تجاري استفاده میشود . گاهی از این سیمها در مکانهاي متراکم استفاده میشود و این کابلهاي مرکزي باید در مقابل شعله پایدار باشند و باید آزمایش شعله را برابر با استانداردهاي NFPA-262 یا UL 910 پشت سر بگذارند .

3-8-6- مواد پوشش و عایق

معمولا از دو مواد ترموپلاستیک ، برای عایق کابلهاي بیروني تلفن استفاده میشود : پلی پروپیلن و پلی اتیلن

علت استفاده از این پلیمرها ثابت دي الكتريك كم آنها میباشد و در صورت بالا بودن ثابت دي الكتريك القاي ولتاژهاي اضافي و رعد برق در عملکرد کابل تاثیر میگذارد . پوشش کابلهاي بیروني از پلی پروپیلن و یا پلی اتیلن با توجه به دیواره هاي نازك عایق آنها ، يك عایق مقاوم در برابر رطوبت ، با استحکام عالی مکانیکی با هزینه کم ایجاد مینماید . از دیگر مواد عایق کابلهاي بیروني میتوان به موارد ذیل اشاره کرد :

FEP (fluorinated ethylene-propylene or Teflon)

ECTFE (ethylene-chlorotrifluoroethylene)

PVC (polyvinyl chloride)

Halar

از پوشش FEP و ECTFE بیشتر برای عایق کابلهاي بیروني که در مکانهاي متراکم بکار میروند و یا باید در مقابل شعله پایدار باشند ، استفاده میشود . از مهمترین ویژگیهاي الکتریکی سیم و کابلهاي تلفن ، میتوان به ظرفیت خازني (میکروفاراد بر مایل) ، مقاومت هادی (اهم بر مایل) ، تبادل یا تداخل سیگنالها (دسیبل بر بین جفتهاي در کنار هم) ، میرایی (دسیبل بر مایل) آنها اشاره کرد .

در صورتیکه از این کابلها برای انتقال اطلاعات پر سرعت دیجیتال استفاده شود ، میتوان به ویژگیهاي امپدانس (اهم) و اتلاف در پس زدن (دسیبل) نیز اشاره کرد . ویژگیهاي مکانیکی و شیمیایی عایق کابلهاي تلفن نیز همچون ویژگیهاي الکتریکی ، اهمیت بسیار زیادی دارند . که برخی از آنها به شرح زیر میباشد :

پایداری عایق در برابر بریدگی ، شکست در دمای پایین ، پایداری در برابر روغنهاي پایه بکاررفته در ژله فیلد ، ویژگیهاي کششی و نیروی پارگی و عمرمناسب در طولانی مدت .

9-6- کابلهاي نظامي

ارتش آمریکا برای انواع سیم و کابلهاي مورد استفاده در موارد نظامي ، ویژگیهاي بسیار زیادی را گروه بندی کرده که شامل سیمهاي فبري ، سیمهاي دارای اندود ، سیمهاي ویژه اسکلت هواپیما ، کابلهاي کنترل و کابلهاي هم مرکز میشود . سیم و کابلهاي مورد استفاده در موارد نظامي باید مقاوم و پایدار باشند و آزمایشات لازم را با توجه به اسناد و مدارك و تحت استانداردهاي معتبر بخوبی پشت سر بگذارند .

جدول 6-7- انواع سیم و کابلهاي نظامي

نوع	شرح
MIL-W-76	سیمهاي ارتباطات عمومي ، با عایق PVC
MIL-W-5845	سیمهاي ترموکوپل ، آلیاژ آهن و کنستنتان
MIL-W-5846	سیمهاي ترموکوپل ، آلیاژ آهن- نیکل- کروم و آلومل
MIL-W-8777	سیمهاي هواپیما ، با عایق silicone
MIL-W-16878	سیمهاي ارتباطات عمومي ، سیمهاي دارای اندود
MIL-W-25038	سیمهاي هواپیما ، با عایقهاي معدني یا عایق تفلون ، درجه حرارت بالا و مقاوم در برابر حرارت برای سیمهاي قسمت موتور
MIL-W-81822	بندهای مسی بدون لحیم برای استفاده در اطراف نوك هواپیما با عایق TFE, TEFZEL, TFE/Polyimide , PVC, FEP و بدون عایق
MIL-C-915	کابلهاي داخل کشتی ، به جز طرحهاي جدید برای انواع قایق
MIL-C-3432	کابلهاي قدرت و ویژه به کاررفته برای سیستمهاي اتصال زمین "CO" types
MIL-C-5756	سیمها و کابلهاي قدرت قابل حمل ، با عایق لاستیک

MIL-C-7078	کابلهاي ادوات فضايي هوافضا ، با عایق Polyalkene/Kynar, PVC, Kapton, Teflon
MIL-C-13294	سیمهاي رشته اي WD-1/TT
MIL-C-13486	کابلهاي ویژه ، فشارضعیف ، تك و چند رشته ، با عایق neoprene ,
MIL-C-13777	کابلهاي با اتصال زمین با polyethylene و پوشش Neoprene عایق
MIL-C-24640	کابلهاي داخل کشتي ، با وزن کم
MIL-C-24643	کابلهاي داخل کشتي ، با دود کم
MIL-C-27072	کابلهاي ویژه ، چندهادي با اتصال زمین برای مدارات الکترونیکی ، با عایق Teflon یا PVC
MIL-C-27500	کاربردهاي هوافضا و سیمهاي عمومي دیگر
MIL-C-47206	کابلهاي تك هادي ، دوجهاي تابیده بهم درجه حرارت بالا با عایق PVC یا Teflon
MIL-C-49055	کابلهاي قدرت ، کابلهاي تخت با عایق Teflon و PVC یا FEP

10-6- کابلهاي دریایی

برابر با استانداردهای نظامی MIL-C-24640, MIL-C-24643 و MIL-C-915 با توجه به قابلیت اشتعال ، انتشار دود و گازهای سمی ناوگان دریایی آمریکا ، استاندارد بشماره MIL-C-24643 برای کابلهاي دریایی تعیین شده است . اسناد و مدارک این استاندارد برای کابلهاي با دود کم و کابلهاي شعله درنگ ، تقریباً معادل اندازه ها و وزن های کابلهاي الکتریکی در استاندارد قدیمی MIL-C-915 میباشد . توجه به این تغییر برای همه کابلهاي بکار رفته در ساختمانها و اصولاً نوسازی ناوگان کشتیرانی لازم میباشد .

با توجه به تراکم مدارات ، وزن و اندازه کابلها ، در ناوگان کشتیرانی آمریکا ، استاندارد MIL-C-24640 قابل توجه میباشد . این کابلها با مواد کم دود و شعله درنگ پوشش داده شده است بنابر این سبک و در عین حال دارای قطر خارجی کمتر میباشد .

که این خود ممکن است باعث تغییر ویژگیهای الکتریکی شود و نتوانند با استانداردهای MIL-C-915 و یا MIL-C-24640 مطابقت داشته باشند مگر اینکه درسیستمهای الکتریکی و فیزیکی بطور جامع و کامل ارزیابی و یا طراحی مجدد شده باشند . سالفهست که برای کابلهاي قدرت و یا کابلهاي روشنایی و همچنین کابلهاي برای نصب ثابت کشتی ، از عایق سیلیکون و شیشه همراه با پوشش پلی وینیل کلرید و همچنین زره فلزی از آلومینیوم و ساختمانی مقاوم در برابر آب استفاده میشود . هر چند از این کابلها بطور یکجا در يك محل مرطوب و یا محیطهاي دارای فشار مکانیکی استفاده نمیشوند .

بنابراین ، برای کاربردهای ویژه از يك خانواده جدید یعنی کابل سبک و کم هزینه با ساختمانی مقاوم در برابر آب استفاده میشود . این خانواده کابلها با عایق سیلیکون و شیشه و قابل تعویض ، برابر با استاندارد نظامی MIL-C-915 میباشد .

کابلهاي پوشش داده شده با پلی وینیل کلراید در هنگام سوختن ، خطر تساعد دودهاي غلیظ و دودهاي سمی را افزایش میدهند . این دودهاي غلیظ و سمی در هنگام آتش سوزی ، باعث میشود آتش نشانها در کنترل آتش ناتوان باشند و موجب زیانهای بیشتر میشود . برای پوشش کابلهاي کم دود و انتشار کم دودهاي سمی ، پلی وینیل کلراید مناسب تر از پلی اولفین است زیرا خطر آن کمتر است . این کابلهاي کم دود برابر با استاندارد نظامی MIL-C-24643 تولید میشوند .

همچنین يك خانواده جدید کابلهاي سبک وزن برای کمک در کاهش وزن ، از سوی نیروی دریایی آمریکا معرفی شده است . با توجه به اهمیت وزن و محدودیت فضا در کشتیها و یا زیردریاییها ، کاهش وزن و کم شدن قطر خارجی این کابلها بسیار مهم میباشد . این کابلها با عایق پلی الکن و یا میکا پلی امید و با پوشش پلی اولفین طراحی و تولید شده اند و برابر با استاندارد نظامی MIL-C-24640 میباشد .

11-6- کابلهاي فیبر نوري

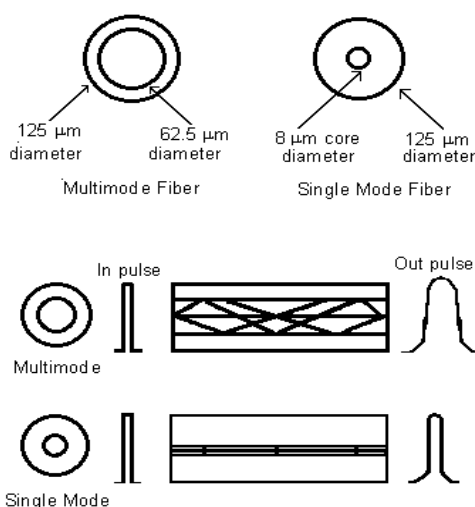
در بین کابلهاي فیبر نوري ، فیبرهاي نوري منفرد ، سیگنالهاي رسانه اي و پرتوهاي نوري را در امتداد خود انتقال میدهند . این فیبرها که از يك هسته شفاف تشکیل شده اند ، پرتوهاي نوري را منتقل میکنند و يك لایه پوشششي شفاف پیرامون هسته فیبر نوري (لایه دوم) بر روی آن تعبیه شده است .

این لایه پوشششي شفاف پیرامون هسته فیبر نوري (لایه دوم) از سیلیس خالص ساخته میشود ، با این وجود می توان از مواد دیگر نیز به همین منظور استفاده نمود . فیبرهاي نوري همراه با لایه دوم پلاستیکی برای کاربردهاي ویژه سودمند هستند . گاهی برای سیگنالهاي با پهنای باند بلند ، هسته ها به علت ضریب شکست متفاوت میباشند .

1-11-6- انواع فیبرهاي نوري

آنها از دو نوع کلی تشکیل شده اند ، سینگل مود و مولتی مود . نوع سینگل مود دارای يك هسته به ضخامت 8 تا 10 میکرون

میباشد که این اندازه و همچنین پهنای باند بلند (ظرفیت انتقال اطلاعات) آن در همه کشورهاي تولید کننده آن یکسان میباشد . و نوع دیگر ، مولتی مود دارای يك هسته به ضخامت 50 ، 62/5 یا 100 میکرون میباشد که اندازه 62/5 کاربرد بیشتری دارد و عموماً در داخل ساختمان از آن استفاده میشود .



شکل 10-6- انواع فیبرهاي نوري

2-11-6- انتخاب فیبرهاي نوري

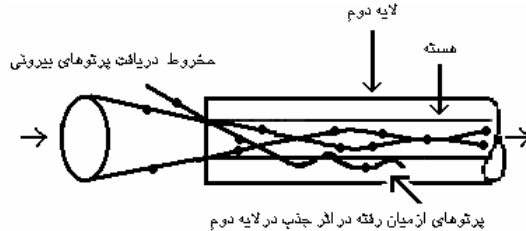
برای انتخاب مناسب فیبرهاي نوري سه فاکتور اساسی وجود دارد :
پهنای باند ، میرایی (تضعیف) و هستند ، ضخامت هسته
پهنای باند :

پهنای باند يك پرتو نوري معین طول موج ، بیانگر آشکار مدولاسیون سینوسی فرکانس میباشد که با يك سیگنال با توان اتلاف شده نوري برابر با 50 درصد (23dB) از مدولاسیون فرکانس صفر ، میتوانند در امتداد فیبر منتقل شوند .

پهنای باند بیانگر مگاهرتز بیش از يك کیلومتر (MHz2km) میباشد .

میرایی(تضعیف) :
 میرایی (تضعیف) نوری ، مشخص کننده بخشی از توان اتلاف شده از پرتوهای نوری طول موج است که در امتداد فیبر جذب و یا پراکنده شده است .
 توان اتلاف شده پرتوهای نوری طول موج (میرایی) با واحد دسی بل بر کیلومتر (dB/km) بیان میشود . میرایی به وسیله یک باند با طیف باریکی از نور در تمام امتداد فیبر و میزان سرعت انتقال تعیین میشود . بنابراین این اندازه برای 1/5 تا 2/5 متر اول از یک کابل ، یکنواخت و بدون اختلال در ورودی و خروجی فیبر میباشد . میرایی (dB/km) برای یک کیلومتر محاسبه شده و نرمال میباشد .
 ضخامت هسته :

هسته در مرکز یک فیبر نوری میباشد و ضریب شکست آن از لایه دوم بیشتر است . ضخامت هسته در اندازه های مختلف برای بهره بیشتر مانند دیوهای نوری مختلف وجود دارد .



شکل 6-11- میرایی (تضعیف) فیبرهای نوری

3-11-6- انتخاب کابلهای فیبرهای نوری

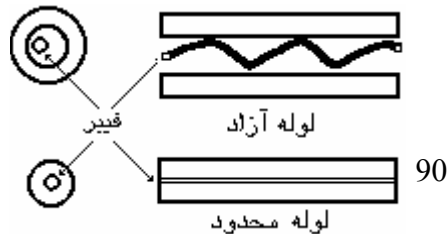
نکته مهم در انتخاب کابل فیبر نوری تشخیص ساختمان کابل است و همچنین به محیطی که کابل در آن نصب شده بستگی دارد .
 فضای آزاد :

ساختمان کابلها شامل دو نوع مختلف برای در بر داشتن فیبرهای نوری میباشد . اول آن کابلی است که دارای فضای آزاد بین عایق پلیمری لوله مانند و فیبر که محتوی ژله فیلد ، میباشد و قطر داخلی لوله نسبت به خود فیبر بزرگتر و قابل ملاحظه است . این فضای آزاد بین عایق یک سطح وسیع برای جدایی فیبر از فشارهای مکانیکی خارجی تامین میکند که از تواناییها و ویژگیهای مهم کابل میباشد .

برای کابلهای نوری مولتی مود که تعدادی از این لولهها دارای یک فیبر یا بیشتر هستند ، توانایی طولی لازم با کل اجزا هماهنگ شده است . فضای آزاد بین عایق برای کاربردهای خارجی استفاده میشود و میتواند تغییر در حالات و وضعیتهای خارجی (انقباض در آب و هوای سرد و ازدیاد طول در آب و هوای گرم) را تسهیل کند .

فضای محدود : دوم آن کابلی است که در بین عایق پلیمری لوله ای شکل آن فضای محدودی در نظر گرفته شده است ، معمولاً این نوع کابل در کاربردهای داخلی استفاده میشود . در این نوع کابل ، فضایی با پوشش ضخیم ، جایگاه مستقیم فیبر است . این روش محافظت عالی را در برابر خمش ایجاد می کند و در برابر له شدگی مقاومت بهتری نسبت به کابلهای با فضای آزاد دارد . اصولاً هر دو روش برای ساختمان این دسته از کابلها دارای مزیت میباشند .

میرایی (تضعیف) کابلهای با فضای آزاد بسیار کم بوده و دارای سطح مناسب برای جدایی فیبر از فشارهای مکانیکی خارجی میباشد .
 کابلهای با فضای محدود دارای بیشترین ثبات انتقال تحت فشارهای مکانیکی مداوم میباشند . این کابلها با وزن و حجم کمتری طراحی شده و بسیار انعطاف پذیر میباشد .



شکل 6-12- طراحی کابلهای فیبرهای نوری

جدول 6-8- مقایسه کابل فیبر نوری با فضای آزاد و کابل فیبر نوری با فضای محدود

ساختمان کابل		فاکتورهای اصلی کابل
لوله آزاد	لوله محدود	
بزرگتر	کوچکتر	شعاع خمش
بزرگتر	کوچکتر	ضخامت
بیشتر	کمتر	نیروی کشش
بیشتر	کمتر	پایداری در برابر ضربه
بیشتر	کمتر	در برابر له شدگی پایداری
کمتر	بیشتر	تغییر میرایی (تضعیف) در دمای کم

بخش نیرو :

وقتی که پیرامون فیبرهای نوری با لوله ای محدود یا آزاد احاطه شده است ، نیرو بر ساختمان کابل افزوده میشود ولی اثر فشار و افزایش طول و انقباض ، بر فیبرها در کمترین حد میباشد . توجه به این شرایط قابلیت بار کششی کابلهای الکترونیکی را بیشتر میکند .

پوشش :

پوشش مانند کابلهای فلزی ، از هسته در برابر محیطهای خارجی محافظت می کند . قابل توجه است که ضربه انبساط گرمایی شیشه از فلز پایین تر است ، ولی معمولا در ساختمان فیبرهای نوری برای پوشش از فلز یا پلاستیک استفاده میشود .

نصب :

در هنگام نصب فیبرهای نوری بطور ثابت یا محیطهای متحرک باید در نظر داشت که فشار وارد شده بر سطح خارجی کابل به فیبرهای نوری منتقل نشود . اگر بار نیرو بیش از حد افزایش داده شود . در نتیجه فیبر تحت یک تنش کششی قرار میگیرد که این فشار باعث میرایی (تضعیف) و فرسودگی در فیبر میگردد .

12-6- سینی های کابل

سینی های کابل مخصوص کابلهایی هستند که با آزمایشهای دشوار شعله بطور مستقیم مواجه میشوند . محدوده حرارتی آنها در استاندارد UL یا CSA مشخص شده است . برای به دست آوردن محدوده حرارتی ، یک کابل باید استاندارد 70,000 BTU, UL 1581 آزمایش سینی عمودی شعله یا استاندارد CSA C22.2 No. 0.3 آزمایش عمودی شعله را پشت سر بگذارد (برای اطلاعات بیشتر به بخش 11.2 آزمایش ایمنی آتش مراجعه کنید) . کابلها باید محدوده حرارتی سینی را داشته باشد ، برای مثال برای استفاده از نوع CT یا TC اداره بازرسی لوازم الکتریکی کابل را مردود خواهد نمود حتی اگر آزمایش عمودی شعله را پشت سر گذاشته باشند مگر آنکه محدوده حرارتی بصورت علامت آشکار و مشخص شده باشد .

نمونه های دیگر در استاندارد UL یا CSA که میتوانند در سینی کابلها نصب شوند مطابق با NEC شامل CL2, CL2R, CL2P, CL3, CL3R, CL3P, CM, CMR, CMP, CMG, FPL, FPLR, FPLP, OFNP و OFN, OFNR, میباشد .

جدول 6-9- لیست و علامتهای سینی های کابل

استاندارد	لیست UL (انواع)	علامتهای اختیاری
UL 4	AC	برای استفاده از CT
UL 13	PLTC	دفن مستقیم زیر خاک مقاوم در برابر نور خورشید
	XHHW-2 RHW-2, RHH,	برای استفاده از CT مقاوم در برابر نور خورشید مقاوم در برابر روغن کابل پمپها

UL 44	RH SIS, SA	
UL 1072	MV	برای استفاده از CT دفن مستقیم زیر خاک مقاوم در برابر نور خورشید مقاوم در برابر روغن
UL 1277	TC	دفن مستقیم زیر خاک مقاوم در برابر نور خورشید مقاوم در برابر روغن
UL 1569	MC	برای استفاده از CT دفن مستقیم زیر خاک مقاوم در برابر نور خورشید مقاوم در برابر روغن

- انواع سینی کابل برای هادیها

سینی کابل :

یعنی محلی نگه دارنده که در آن عبور هادیهای عایق‌دار یا اتصالات و همچنین کابل به راحتی صورت میگیرد و آنها را در مقابل صدمات و زیانهای احتمالی محافظت میکند و به راحتی میتوان هادیهای عایق‌دار یا کابل را از آن خارج کرد .

نردبان کابل :

وسیله ای است با یک ساختار پیش‌ساخته به صورت طولی که در کناره های آن دیواره ای به ارتفاع حداکثر 5 سانتیمتر قرار دارد و هادیهای عایق‌دار یا کابلها در آن نصب میشوند .

سینی کابل بدون تهویه :

سینی کابل بدون تهویه وسیله ای است با یک ساختار پیش ساخته بدون روزنه در اطراف آن به صورت طولی که هادیهای عایق‌دار یا کابلها در آن نصب میشوند .

سینی کابل با تهویه :

سینی کابل بدون تهویه وسیله ای است با یک ساختار پیش‌ساخته با روزنه هایی در اطراف آن با دهانه ای به طول حداکثر 5 سانتیمتر به صورت طولی که هادیهای عایق‌دار یا کابلها در آن نصب میشوند .