

I.P.I.S

**

1st Edition

Aug. 2012



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

وزارت نیرو
Ministry of Energy

شرکت مدیریت تولید، انتقال و توزیع نیروی برق ایران (توانیر)
Iran Power Generation, Transmission and Distribution Management Co.
Head Office (Tavanir)



**

چاپ اول
شهریور ۱۳۹۱

استاندارد صنعت برق ایران
Iran Power Industry Standard

مجموعه استانداردهای شبکه‌های هوایی توزیع برق
روکش دار و عایق شده

قسمت ۱-۴: کابل فاصله‌دار فشار متوسط

**Covered and Insulated Electrical Overhead
Distribution Network Series**

Part 1-4: Medium Voltage Aerial Spacer Cables

دیباچه

بر اساس پیشنهاد دفتر پشتیبانی فنی توزیع شرکت توانیر، تهیه مجموعه سیزده جلدی استانداردهای شبکه‌های هوایی توزیع برق روکش‌دار و عایق شده و حریم آنها، در فروردین ماه سال ۱۳۸۹ از طرف مدیر عامل محترم شرکت توانیر به دانشگاه تبریز ابلاغ گردید. شبکه‌های توزیع برق مذکور شامل؛ هادی‌های روکش‌دار فشار متوسط، کابل‌های خود نگهدار فشار ضعیف و فشار متوسط و کابل‌های فاصله‌دار می‌باشد. در مراحل تدوین، بررسی و تصویب پیش‌نویس‌ها، از نظرات کارشناسان امر و شرکت‌های متعددی استفاده شده است که بدین وسیله از تمامی آنها قدردانی می‌گردد.

کمیته تدوین استاندارد لازم می‌داند از حمایت‌های بی دریغ معاونت محترم هماهنگی توزیع، جناب آقای مهندس خوش خلق، مدیر کل محترم دفتر پشتیبانی فنی توزیع توانیر، جناب آقای مهندس یاورطلب و کارشناس ارشد دفتر پشتیبانی توزیع توانیر جناب آقای مهندس یوسف‌زاده در به ثمر رسیدن این مجموعه تشکر نماید. همچنین این کمیته از شرکت مشانیر به عنوان دستگاه نظارت به ویژه سرکار خانم مهندس زیبا فاخری دریانی و آقای مهندس هدایت اله مختاری و اعضای کمیسیون‌های فنی تدوین پیش‌نویس‌ها به جهت زحمات و راهنمایی‌هایی که در طی انجام پروژه متحمل شدند تشکر می‌نماید.

بدیهی است انعکاس نظرات اصلاحی تمامی دست‌اندرکاران صنعت برق کشور در جهت ارتقاء مجموعه حاضر موجب مزید امتنان تدوین‌کنندگان استاندارد خواهد بود.

مجموعه استانداردهای شبکه‌های هوایی توزیع برق روکش‌دار و عایق شده

قسمت ۱-۴ : کابل فاصله دار فشار متوسط

تصویب کننده
شرکت توانیر
مدیر عامل همایون حائری

تهیه کننده	دستگاه نظارت	تأیید کننده
دانشگاه تبریز	شرکت مشاورین	شرکت توانیر
معاونت پژوهشی علی رستمی	معاونت مهندسی و طرح‌های شبکه رحمت الله اکرم	معاونت هماهنگی توزیع غلامرضا خوش خلق
رئیس کمیته تدوین استاندارد مهرداد طرفدارحق	مدیر گروه خط زیبا فاخری دریانی	مدیر کل دفتر پشتیبانی فنی توزیع اکبر یاورطلب
دبیر کمیته تدوین استاندارد کریم روشن میلانی	مدیر پروژه‌های توزیع هدایت اله مختاری	کارشناس ارشد دفتر پشتیبانی فنی توزیع فریبرز یوسف زاده

کمیسیون فنی تدوین استاندارد
مجموعه استانداردهای شبکه‌های هوایی توزیع برق روکش دار و عایق شده

قسمت ۱-۴: کابل فاصله‌دار فشار متوسط

رئیس

سمت و/یا نمایندگی

طرفدار حق ، مهرداد
دکترای مهندسی برق - قدرت

استاد دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر
دانشگاه تبریز

دبیر:

روشن میلانی ، کریم
فوق لیسانس مهندسی برق - قدرت

معاون مهندسی و برنامه‌ریزی شرکت توزیع برق آذربایجان شرقی
و سرگروه کمیته تخصصی هادی و کابل دفتر پشتیبانی فنی توانیر

اعضا (به ترتیب حروف الفبا):

شمس ملک‌آرا، بهرام
لیسانس مهندسی - برق

کارشناس فنی شرکت سانپرو
و کارشناس استاندارد سیم و کابل

علم‌دوست، بهنام
لیسانس مهندسی - مواد

مدیر فنی آزمایشگاه مرجع سیم و کابل
پژوهشگاه نیرو

محسنی، محمد
لیسانس مهندسی برق - قدرت

مدیر طراحی و تحقیقات
صنایع کابل کرمان و کاویان

مستوفی سرکاری، مجید
لیسانس شیمی

مدیر عامل شرکت شاخص صدر
عضو جامعه کارشناسان سازمان استاندارد

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
۵	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ز	پیش‌گفتار
ح	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۲	۲ مراجع الزامی
۳	۳ اصطلاحات و تعاریف
۸	۴ الزامات طراحی و ساخت
۸	۴-۱ مشخصات عمومی کابل فاصله‌دار
۸	۴-۲ هادی
۹	۴-۳ پوشش نیمه‌رسانای هادی
۹	۴-۴ عایق
۱۰	۴-۵ روکش بیرونی (غلاف)
۱۰	۴-۵-۱ استحکام کششی و حداکثر ازدیاد طول
۱۰	۴-۵-۲ ترک خوردگی ناشی از تنش‌های محیطی (ESCR)
۱۰	۴-۵-۳ محتوای دوده
۱۰	۴-۵-۴ جمع‌شدگی
۱۰	۴-۶ سیم‌نگهدارنده
۱۱	۵ نشانه‌گذاری روی روکش بیرونی
۱۱	۵-۱ اطلاعات شناسایی
۱۱	۵-۲ نحوه و شرایط علامت‌گذاری
۱۱	۵-۳ مشخصات قرقره
۱۵	۶ آزمون‌ها
۱۸	پیوست شماره یک: آزمون سیم‌های نگهدارنده فولادی
۱۹	واژه‌نامه

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۴	شکل ۱ ساختار شبکه کابل فاصله‌دار و مقطع هادی روکش‌دار سه لایه‌ای آن
۶	شکل ۲ طول تاب
۶	شکل ۳ علائم اختصاری نمایش جهت پیچش لایه
۸	شکل ۴ ساختار کابل فاصله‌دار فشار متوسط

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۷	جدول ۱ دمای کار کابل فاصله‌دار
۹	جدول ۲ حداقل استحکام کششی رشته‌های هادی آلومینیومی
۱۳	جدول ۳ کابل فاصله‌دار هوایی فشار متوسط ۲۰ کیلوولت
۱۳	جدول ۴ کابل فاصله‌دار هوایی فشار متوسط ۳۳ کیلوولت
۱۴	جدول ۵ سیم‌های نگهدارنده کابل فاصله‌دار (فشار متوسط)
۱۶	جدول ۶ خلاصه آزمون‌های هادی‌های روکش‌دار سه لایه‌ای

پیش‌گفتار

پیش‌نویس اول استاندارد شبکه‌های هوایی توزیع برق روکش‌دار و عایق‌شده قسمت ۱-۴ کابل فاصله‌دار فشار متوسط توسط کمیته تخصصی مستقر در دانشگاه تبریز تهیه و در دی ماه سال ۱۳۸۹ به معاونت هماهنگی توزیع شرکت توانیر ارائه گردید تا ضمن ارسال آن به دستگاه نظارت شرکت مشانیر (نامه شماره ۸۹/۳۱۳۲/۶۱۷۴ مورخه ۸۹/۱۰/۱۵) و اخذ نقطه نظرات اصلاحی کارشناسان امر، پیش‌نویس ویرایش دوم آن را به کلیه شرکت‌های توزیع برق کشور و دفاتر معاونت (طی نامه شماره ۸۹/۳۱۳۲/۶۹۱۶ مورخه ۸۹/۱۱/۱۸) ارسال دارند شایان ذکر است نسخه نهایی (ویرایش سوم) به عنوان استاندارد کابل فاصله‌دار فشار متوسط (قسمت ۱-۴) مجدداً جهت بررسی نهایی (نامه شماره ۹۰/۳۱۳۲/۵۸۴۵ مورخه ۹۰/۹/۲۱) به کلیه شرکت‌های توزیع، سازندگان، پژوهشگاه نیرو و مهندسين مشاور ارسال نهایتاً به عنوان یکی از استانداردهای لازم‌الاجرای صنعت برق کشور به تصویب رسیده، اینک به عنوان استاندارد صنعت برق ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم خدمات، استانداردهای صنعت برق ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردها استفاده کرد.

منبع و مآخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته است به شرح زیر است:

- ۱- طرح پژوهشی تدوین و بومی‌سازی دانش فنی طراحی و اجرای اولین خط هوایی فاصله‌دار فشار متوسط ایران، دانشگاه تبریز، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، کارفرما شرکت توانیر، شرکت توزیع نیروی برق آذربایجان شرقی، شهریور ۱۳۸۹.
- ۲- طرفدار حق، م.، روشن میلانی، ک.، شبکه‌های توزیع برق هوایی روکش‌دار و عایق شده، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تبریز، ۱۳۹۰، فصل چهارم؛ شبکه‌های توزیع برق با کابل‌های فاصله‌دار.
- ۳- طرفدار حق، م و روشن میلانی، ک.، طراحی و نصب اولین خط هوایی کابل فاصله‌دار ۲۰ کیلوولت ایران، پانزدهمین کنفرانس شبکه‌های توزیع نیروی برق، اردیبهشت ۱۳۸۹، تهران، ایران.
- 4- Ricardo C. C., et al., "New Technologies, Standards, and Maintenance Methods in Spacer Cable Systems," IEEE Trans. on Power Delivery, Vol. 17, No. 2, April 2002, pp. 562-568.
- 5- HENDRIX Overhead Products, Covered Conductors – Spacer Cable Systems,
- 6- Western Power, 2009, "HENDRIX Covered Conductor Manual", Marcel Osthuizen, February 2009.
- 7- M.tarafdar Hagh, K.Rochan Milani, MR.Osouli, "Design and Installation Of First 20kV Spacer Cable in IRAN," CIRED-2011, 21th Intr. Conf. Of Elect. Dist., 6-9 Jne 2011, Frankfurt, Gernani.

مقدمه

این استاندارد یکی از مجموعه استانداردهای شبکه‌های هوایی توزیع برق روکش‌دار و عایق شده ایران قسمت ۱-۴ می باشد. مجموعه مذکور به شرح جدول زیر است:

۳	۲	۱	
نصب، اجرا و بهره برداری از هادی روکش‌دار هوایی ^۹	تجهیزات و یراق آلات هادی روکش‌دار فشار متوسط و الزامات آزمون ^۵	هادی روکش‌دار فشار متوسط ^۱	۱
نصب، اجرا و بهره برداری از کابل خود نگهدار هوایی فشار ضعیف ^{۱۰}	تجهیزات و یراق آلات کابل خود نگهدار فشار ضعیف و الزامات آزمون ^۶	کابل خود نگهدار فشار ضعیف ^۲	۲
نصب، اجرا و بهره برداری از کابل خود نگهدار هوایی فشار متوسط ^{۱۱}	تجهیزات و یراق آلات کابل خود نگهدار فشار متوسط و الزامات آزمون ^۷	کابل خود نگهدار فشار متوسط ^۳	۳
نصب، اجرا و بهره برداری از کابل فاصله‌دار فشار متوسط ^{۱۲}	تجهیزات و یراق آلات کابل فاصله‌دار فشار متوسط و الزامات آزمون ^۸	کابل فاصله‌دار فشار متوسط ^۴	۴

فایلی الکترونیکی هر کدام از مجلدهای مجموعه استاندارد فوق با اسامی مذکور در زیرنویس این صفحه قابل دسترسی در سایت توانیر است. در این نامگذاری، حروف اختصاری زیر استفاده شده‌اند^{۱۳}:

برای مثال فایل الکترونیکی قسمت ۲-۳ این مجموعه که استاندارد تجهیزات و یراق‌آلات کابل خود نگهدار فشار متوسط است با نام STD-MV-ABC-A نشان داده شده است. تاریخ شمسی آخرین ویرایش استانداردها بلافاصله بعد از نام فایل آمده است.

مشخصات فنی این استاندارد مبنا و پیش‌نیاز استخراج استانداردهای قسمت ۲-۴ و ۳-۴ مربوط به کابل های فاصله دار فشار متوسط است. این استاندارد همچنین مبنای مواردی مانند سفارش خرید و محاسبات مکانیکی مورد نیاز، دستورالعمل‌های نصب و بهره‌برداری و تدوین حریم این گونه شبکه‌ها و استاندارد یراق‌آلات آنها می‌باشد. این مشخصات استاندارد شده علاوه بر تنوع‌زایی مرجعی برای تولید، سفارش خرید و تامین آنها برای تولید کنندگان، شرکت‌های توزیع برق، مشاوران، پیمانکاران و مجریان خواهد بود.

- ۱- نام فایل الکترونیکی قسمت ۱-۱ این مجموعه استاندارد (STD-CC) است.
- ۲- نام فایل الکترونیکی قسمت ۱-۲ این مجموعه استاندارد (STD-LV-ABC) است.
- ۳- نام فایل الکترونیکی قسمت ۱-۳ این مجموعه استاندارد (STD-MV-ABC) است.
- ۴- نام فایل الکترونیکی قسمت ۱-۴ این مجموعه استاندارد (STD-ASC) است.
- ۵- نام فایل الکترونیکی قسمت ۲-۱ این مجموعه استاندارد (STD-CC-A) است.
- ۶- نام فایل الکترونیکی قسمت ۲-۲ این مجموعه استاندارد (STD-LV-ABC-A) است.
- ۷- نام فایل الکترونیکی قسمت ۲-۳ این مجموعه استاندارد (STD-MV-ABC-A) است.
- ۸- نام فایل الکترونیکی قسمت ۲-۴ این مجموعه استاندارد (STD-ASC-A) است.
- ۹- نام فایل الکترونیکی قسمت ۳-۱ این مجموعه استاندارد (STD-CC-I&O) است.
- ۱۰- نام فایل الکترونیکی قسمت ۳-۲ این مجموعه استاندارد (STD-LV-ABC-I&O) است.
- ۱۱- نام فایل الکترونیکی قسمت ۳-۳ این مجموعه استاندارد (STD-MV-ABC-I&O) است.
- ۱۲- نام فایل الکترونیکی قسمت ۳-۴ این مجموعه استاندارد (STD-ASC-I&O) است.

13-STD (STandarD) , CC (Covered Conductor), ABC (Aerial Bundled Cable), ASC (Aerial Spacer Cable), LV (Low Voltage), MV (Medium Voltage), A (Accessories), I&O (Installation & Operation)

مجموعه استانداردهای شبکه‌های هوایی توزیع برق روکش‌دار و عایق شده

قسمت ۱-۴: کابل فاصله‌دار فشار متوسط

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین مشخصات فنی، ساختار، ابعاد و روش‌های آزمون هادی روکش‌دار سه لایه مورد استفاده در شبکه هوایی کابل فاصله‌دار است. کابل فاصله‌دار حاوی یک هادی آلومینیومی است که اطراف آن توسط سه لایه اکستروود شده شامل پوشش نیمه رسانای هادی و دو روکش عایق ساخته شده از مواد عایق پلی اتیلن پوشیده شده است. این هادی‌های روکش‌دار فاقد شیلد زمین شده هستند و از نظر مکانیکی توسط یک سیم نگهدارنده فولادی گالوانیزه نگهداری می‌شوند. ضخامت روکش‌ها متناسب با ولتاژ خط است و مقادیر آن‌ها برای خطوط هوایی با ولتاژهای نامی ۲۰ و ۳۳ کیلو ولت در این استاندارد تعریف شده‌اند.

مشخصه‌های مکانیکی و الکتریکی کابل فاصله‌دار باید بر طبق استاندارد حاضر انتخاب شوند. هدف این استاندارد مشخص کردن ساختار، ابعاد، عملکرد و روش‌های آزمون برای کابل فاصله‌دار شبکه‌های هوایی فشار متوسط است که دارای ولتاژ نامی بالاتر از ۱ کیلو ولت تا ولتاژ ۳۳ کیلو ولت است. ساختار کابل فاصله‌دار در این استاندارد شامل هادی سه لایه با رسانای آلومینیومی، لایه نیمه رسانای پلی اتیلنی، عایق پلی اتیلنی شبکه‌ای شده (XLPE) و غلاف بیرونی پلی اتیلن دانسیته بالا (HDPE) به رنگ مشکی است. مشخصات فنی، ابعاد و روش‌های آزمون آنها در این استاندارد به منظور تنوع‌زدایی فقط برای چهار سطح مقطع ارائه شده و جدول مشخصات فنی همین چهار سطح مقطع برای انتخاب کابل فاصله‌دار مناسب و تعیین معیارهای ارزیابی آورده شده است.

در شبکه‌های هوای کابل فاصله‌دار^۱ از یک سیم فولادی به عنوان نگهدارنده وزن مجموعه هادی‌ها استفاده می‌شود. این سیم نگهدارنده زمین شده و از آن به عنوان سیم محافظ در مقابل برخورد با صاعقه استفاده می‌شود. چندین فاصله نگهدار (لوزی شکل) عایق در هر اسپن از سیم فولادی مذکور آویزان است که در سه رأس آن هادی‌هایی با روکش سه لایه تمام آلومینیومی قرار می‌گیرند. به این ترتیب، در طول تمام خط، فاصله ثابتی بین کابل‌های هوایی فاصله‌دار وجود دارد.

کابل‌های هوایی فاصله‌دار به دلیل فاصله کم هادی‌های جانبی از همدیگر در کاهش باند آزادسازی حریم بسیار مناسب هستند و به طور مؤثر در محدوده شهرها و مناطق جنگلی جهت کاهش قطعی‌ها، و در مناطق مجاور دریا، به منظور جلوگیری از خوردگی شیمیایی بکار برده می‌شوند. یکی دیگر از کاربردهای این سیستم، احداث خط در فاصله زیاد اسپن موجود بین دو تیر است که این امر به جهت وجود سیم نگهدارنده فولادی امکان‌پذیر است. در مناطق پر برف و باد نیز وجود این سیم نگهدارنده فولادی شرایط مناسب بهره‌برداری را فراهم می‌سازد. همچنین امکان نصب چندین فیدر بر روی یک پایه وجود دارد.

خاصیت سلفی خط به خاطر نزدیک بودن فازها به همدیگر کاهش می‌یابد و افت ولتاژ ناشی از آن نیز کم می‌شود. همچنین، خاصیت خازنی خط نسبت به خطوط رایج با هادی‌های لخت زیادتر می‌شود و قرارگیری هادی‌ها بر روی رئوس یک مثلث متساوی الاضلاع نیز مقادیر یکسان اندوکتانس و کاپاسیتانس خط را در هر سه فاز مربوطه تضمین می‌کند. یراق آلات خط کم است و فنون نصب آن نیز ساده می‌باشد.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آن‌ها ارجاع داده شده است بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند:

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع الزامی زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استانداردهای ملی ایران شماره ۳۰۸۴^۱: سال ۱۳۸۷، تجدید نظر دوم، هادی‌های کابل‌های عایق شده
۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳۵۶۹-۲: سال ۱۳۸۷، تجدید نظر دوم، کابل‌های قدرت با عایق اکستروود شده و تجهیزات جانبی آن برای ولتاژهای اسمی $1KV (U_m = 1/2^{KV})$ تا و خود $30 KV (U_m = 36^{KV})$ قسمت دوم

- 2-3 EN 50182, Conductors for Overhead Lines – Round Wire Concentric Lay Stranded Conductors.
- 2-4 ICEA S – 61- 402: 1996, Thermoplastic – Insulated Wire and Cable.
- 2-5 ICEA S – 70- 547: 2007, Weather Resistant Polyethylene Covered Conductors.
- 2-6 ASTM D 1693: 2008, Test Method for Environmental Stress – Cracking Resistance.
- 2-7 ASTM D 2303: 2004, Test Methods for Liquid – contaminate, Inclined-plane Tracking and Erosion of insulating Materials.
- 2-8 ASTM B 231, Spec: Fiction for Concentric – Lay Standard Aluminum.
- 2-9 ASTM D 1248 2005, Standard Specification for Polyethylene Plastics Extrusion Materials for Wire and Cable.
- 2-10 ASTM B 400: 2008, Specification for Compact Round Concentric-lay-Stranded Aluminium 1350 conductors.
- 2-11 ASTM D – 2633-82؛

1- IEC 60228:2004, Conductors of Insulated Cables.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

۱-۳

مقادیر تقریبی^۱

به مقادیری گفته می‌شوند که نه تضمین شده‌اند و نه کنترل می‌شوند. برای عنوان مثال، آن مقادیری که در محاسبات ابعاد کابل‌ها بکار می‌روند.

۲-۳

مقدار نامی^۲

مقدار یک کمیت است که معمولاً توسط سازنده برای یک شرایط بهره‌برداری مشخص درباره‌ی یک قطعه یا افزار و یا تجهیزات، تعیین می‌گردد و در غالب موارد در جداول مورد استفاده قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر، مقادیر اندازه‌گیری شده با احتساب رواداری‌های^۳ مربوطه.

۳-۳

هادی^۴

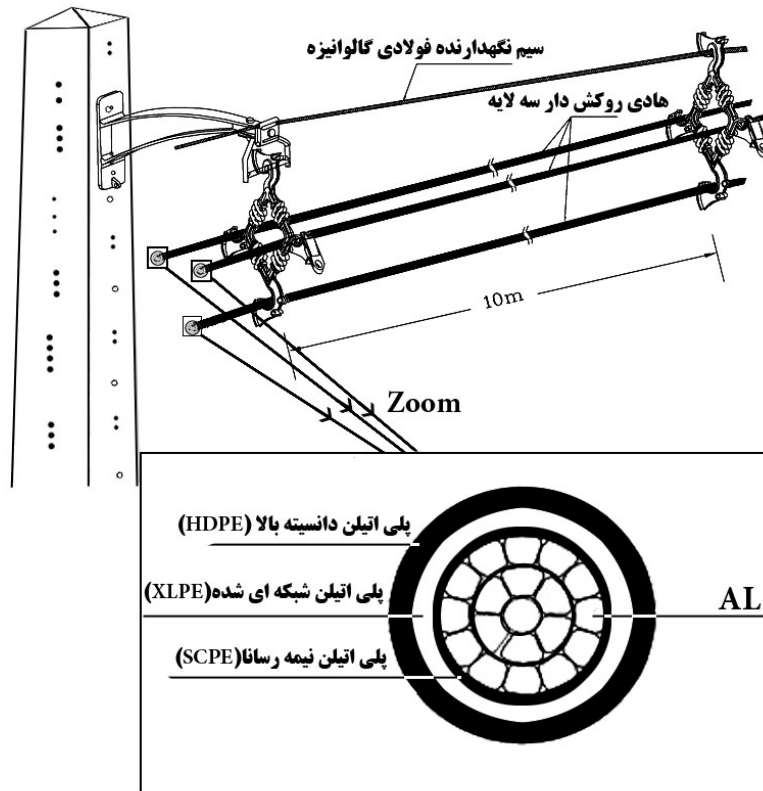
قسمتی از کابل فاصله‌دار که وظیفه رسانایی جریان را بر عهده دارد.

۴-۳

کابل فاصله‌دار هوایی (ASC)

هادی‌های آلومینیومی روکش‌دار سه لایه‌ای اکستروود شده‌ای است که ضخامت عایق آنها متناسب با ولتاژ نامی سیستم و طبق استاندارد است. سه فاز کابل فاصله‌دار طوری طراحی شده‌اند که با استفاده از فاصله‌نگهدارهای پلی اتیلنی عایق (شکل ۱) از سیم نگهدارنده فولادی آویزان می‌شوند.

-
- 1- Approximate Value
 - 2- Nominal Value
 - 3- Tolerances
 - 4- Conductor



شکل ۱- ساختار شبکه کابل فاصله دار و مقطع هادی روکش دار سه لایه ای آن

۵-۳

اکستروژن شده^۱

عبارت است از یک هادی که با استفاده از دستگاه عملیات حرارتی (اکستروژن) بر روی آن عملیات روکش زنی پیوسته انجام شده است.

۶-۳

لایه نیمه رسانا^۲

پوششی از مواد نیمه رسانا با ترکیب پلی اتیلن (SCPE) شبکه ای شده که مستقیماً بر روی هادی پوشانده (اکستروژن) می شود.

۷-۳

روکش عایق^۳

مواد عایق (پلی اتیلنی) شبکه ای (XLPE) با ضخامت مشخص است. ضخامت نامی این روکش با حرف t_n نشان داده می شود.

- 1- Extruded
- 2- Semi – conducting screen
- 3- Insulation

۸-۳

روکش بیرونی^۱ غلاف^۲

به لایه بیرونی از جنس پلی اتیلن دانسیته بالا (HDPE) گویند که با اضافه شدن دوده^۳، سیاه رنگ می‌شود و در مقابل شرایط محیطی و اشعه ماوراء بنفش نور خورشید^۴ مقاوم است.

۹-۳

سیم نگهدارنده^۵

سیم فولادی گالوانیزه یا سیم فولادی با آلومینیوم اندود شده به صورت گرم^۶ که نقش حمل کل سیستم در مقابل نیروهای مکانیکی وارده به خط را دارد.

۱۰-۳

فاصله نگهدار عایقی^۷

یک قطعه عایق است که برای حفظ فاصله، بین سه فاز کابل فاصله‌دار قرار داده می‌شود و در وسط اسپین و در فواصل تقریبی ده متر به سیم نگهدارنده آویزان می‌گردد. این فاصله نگهدارها در پایه‌های عبوری از براکت آویزان می‌شوند.

۱۱-۳

قطر تمام شده (قطر بیرونی)

قطر تمام شده هادی سه لایه‌ای مخصوص کابل فاصله‌دار که براساس سطح مقطع و ولتاژ نامی مشخص می‌شود.

۱۲-۳

حداکثر دمای کار پیوسته هادی

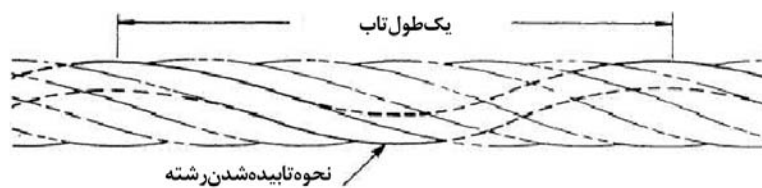
حداکثر دمایی که هادی می‌تواند به طور پیوسته در آن مورد بهره برداری قرار گیرد. این دما حاصل و متأثر از دمای کلیه منابع حرارتی است. حداکثر دمای هادی برای عایق پلی اتیلن شبکه‌ای (XLPE) در حالت بهره برداری C ۹۰° است.

۱۳-۳

طول تاب (گام) هادی

فاصله محوری یک دور کامل چرخش مارپیچی یک رشته مفتول به کار رفته در ساختمان هادی را گام یا طول تاب گویند. نسبت طول تاب به قطر بیرونی لایه مربوطه را نسبت تاب گویند (شکل ۲).

-
- 1- Sheath
 - 2- Jacket
 - 3- Carbon black
 - 4- Ultra Violet (U.V.)
 - 5- Messenger
 - 6- Aluminum clad
 - 7- Spacer



شکل ۲- طول تاب

۱۴-۳

جهت پیچش لایه

نحوه پیچش آخرین لایه مفتول‌های هادی در مراحل تکمیل و ساخته شدن آن جهت پیچش لایه نام دارد. در صورتی که هادی به صورت عمود نگه داشته شود و جهت پیچش آخرین لایه مفتول‌های هادی به دور قسمت مرکزی آن هم جهت با حرکت قلم در نوشتن حرف Z یا همان جهت عقربه‌های ساعت باشد جهت پیچش را اصطلاحاً «راست گرد» گویند. اگر جهت پیچش هم جهت با حرکت قلم در نوشتن حرف S یا خلاف جهت عقربه‌های ساعت باشد اصطلاحاً به آن «چپ گرد» گویند (شکل ۳).



شکل ۳- علائم اختصاری نمایش جهت پیچش لایه

۱۵-۳

ولتاژهای اسمی فشار متوسط

ولتاژهای تخصیصی

ولتاژهای فشار متوسط برای هادی‌های روکش دار که در دامنه کاربرد این استاندارد قرار می‌گیرند به صورت U_0/U (U_m) نمایش داده می‌شوند این سطوح ولتاژ فشار متوسط عبارتند از:

12/20 (24) kV و 19/33 (36) kV

این ولتاژهای تخصیص یافته U_0 و U و U_m به شرح زیر هستند:

U_0 : ولتاژ موثر (r.m.s) بین فاز و زمین در فرکانس قدرت است که شبکه تغذیه‌ای که هادی روکش دار برای آن طراحی شده، به آن اعمال می‌کند.

U : ولتاژ موثر (r.m.s) بین فازها (ولتاژ خط) در فرکانس قدرت است که هادی روکش دار بر اساس آن طراحی شده است.

U_m : بیشترین ولتاژ موثر (r.m.s) است که در فرکانس قدرت ممکن است بین هر دو فاز شبکه تغذیه هادی‌های روکش دار و یا تجهیزات جانبی طراحی شده آن، اعمال شود.

یادآوری ۱: بیشترین ولتاژ برای هر زمان و هر نقطه‌ای در سیستم تعریف می‌شود و شامل تغییرات لحظه‌ای ولتاژ که ناشی از وجود عیب، خطا و یا قطع ناگهانی بارهای بزرگ باشد، نمی‌شود.

یادآوری ۲: در بعضی از مناطق کشور شبکه فشار متوسط ۱۱ کیلو ولت وجود دارد که به منظور امکان توسعه آتی و جلوگیری از تنوع سطوح ولتاژی از استاندارد سطح ولتاژ ۲۰ کیلو ولت در آن خطوط استفاده خواهد شد.

یادآوری ۳: ولتاژ ۳۳ کیلو ولت در استاندارد مرجع شماره ۲-۲؛ ۲-۳۵۶۹-۲ ISIRI یا (IEC 60502-2) وجود ندارد و به جای آن ولتاژ (۳۶) ۱۸/۳۰ کیلو ولت درج شده است. مرجع استاندارد ولتاژ ۳۳ کیلو ولت که عمدتاً در جنوب و جنوب غرب کشور استفاده می‌شود BSI است. اصلی‌ترین پارامتر این کابل‌ها، که ضخامت عایق و جنس آن است، در هر دو استاندارد یکسان است (۸ میلی‌متر)، لذا طبق تعریف ولتاژ U_m در استاندارد IEC و پارامتر وابسته به آن و جداول ضخامت عایق در IEC و BSI فوق، کابل (۳۶) ۱۸/۳۰ استاندارد مرجع ۲-۲ (IEC 60502-2) معادل (۳۶) ۱۹/۳۳ استاندارد BSI 6622 در نظر گرفته شده است. با این توضیح و این که در ایران استاندارد ۲-۳۵۶۹-۲ ISIRI برای کابل‌های ۳۳ کیلو ولت مرجع و مستند قرار گرفته‌اند، لذا مرجع استاندارد همان IEC 60502-2 در نظر گرفته شده تا از دو گانگی استانداردهای مرجع خودداری شود.

۱۶-۳

حداکثر دمای هادی

دمای هادی نباید از مقادیر نشان داده شده در جدول زیر تجاوز کند:

جدول ۱- دمای کار کابل فاصله‌دار

شرایط	حداکثر دمای هادی (°C)
شرایط عادی	۸۵°C
بهره‌برداری در شرایط اضطراری	۱۰۵°C
شرایط اتصال کوتاه (حداکثر ۵ ثانیه)	۲۱۰°C

یادآوری ۱ - حداکثر دما بر مبنای مواد عایق به کار برده شده در ساختمان کابل و رفتار حرارتی آن‌ها تعیین می‌شود، لیکن در این مقادیر باید دمای قابل تحمل اتصالات، ترمینال‌ها و شرایط دمایی متعادل آن‌ها نیز در نظر گرفته شود.

یادآوری ۲ - شرایط بهره‌برداری اضطراری به ندرت اتفاق می‌افتد و نباید بیش از یک بار در هر سال بروز نماید و مدت زمان استمرار آن نیز حداکثر به ۳۶ ساعت محدود می‌شود.

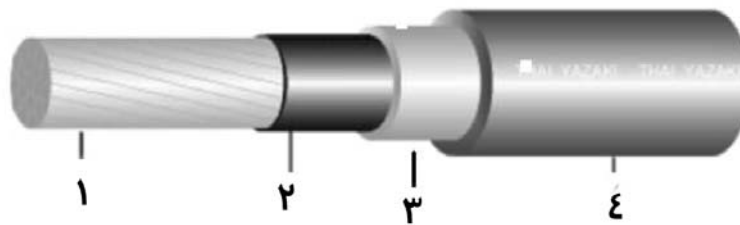
یادآوری ۳ - شرایط بهره‌برداری اضطراری نباید باعث تغییر شکل در مواد عایق تشکیل‌دهنده روکش شود. صدمه‌های احتمالی به هادی روکش دار باید با استفاده از مفصل یا روکش‌های ترمیمی اصلاح شوند.

۴ الزامات طراحی و ساخت

۴-۱ مشخصات عمومی کابل فاصله‌دار

کابل‌های فاصله‌دار از نظر امکانات تولید می‌توانند در تمامی سطح مقطع‌های کابل‌های آلومینیومی تولید شوند، با وجود این، در استاندارد حاضر فقط به چهار اندازه آن اشاره شده تا ضمن برآورد نیازهای الکتریکی و مکانیکی، مراتب تنوع زدائی نیز رعایت گردد. اندازه‌های کابل‌های مجزای سه فاز فاصله‌دار سه لایه شامل ۷۰، ۱۲۰، ۱۵۰ و ۱۸۵ میلیمتر مربع است. شایان ذکر است که این کابل روکش شده فاقد شیلد فلزی زمین شده است.

شکل (۴) ساختار رایج این هادی سه لایه فشار متوسط را نشان می‌دهد. در این شکل، شماره‌های ۲ الی ۴، به ترتیب نشانگر لایه نیمه هادی ترموپلاستیک اکستروود شده، لایه عایق پلی اتیلن شبکه‌ای شده XLPE و لایه روکش پلی اتیلن دانسیته بالا HDPE و مشکی است. جداول ۳ و ۴ اطلاعات و مشخصات فنی استاندارد شده هادی‌های سه لایه‌ای شبکه کابل فاصله‌دار ۲۰ و ۳۳ کیلوولت ایران را نشان می‌دهد.



۱- هادی آلومینیومی رشته‌ای فشرده شده

۲- لایه نیمه هادی ترموپلاستیک اکستروود شده

۲- پلی اتیلن شبکه‌ای شده (XLPE)

۴- پلی اتیلن دانسیته بالا (HDPE)

شکل ۴- ساختار کابل فاصله دار فشار متوسط

اطلاعات مربوط به هادی و سه لایه تشکیل دهنده این کابل تک فاز به شرح زیر است:

۴-۲ هادی

رسانا باید دارای مقطع گرد باشد و از جنس رشته‌های آلومینیومی خالص (EC) چند مفتولی به تعداد و قطر مشخص شده در جداول (۳) و (۴) باشد که به هم تابیده شده^۱ و فشرده^۲ شده‌اند.

هادی قبل از روکش‌دار شدن باید خشک و عاری از گریس یا هرگونه روغن روانکاری دستگاه‌ها باشد.

دیگر مشخصات این هادی آلومینیومی به شرح زیر است:

الف آلومینیوم خالص براساس استاندارد مرجع ۱-۲

ب استحکام کششی رشته هادی‌ها طبق جدول شماره دو است.

1- Stranded
2- Compact

- پ مقاومت ویژه در دمای $20^{\circ}C$ نباید از $28/264 n \Omega m$ بیشتر باشد.
- ت جهت تاب یا پیچش لایه آخر خارجی هادی راست گرد و تاب هر لایه مخالف لایه قبل است.
- ث نسبت طول تاب (گام) لایه خارجی به قطر هادی (نسبت تاب) حداقل ۱۰ و حداکثر ۱۶ است.
- ج تعداد متوسط قطر رشته‌های تشکیل دهنده هادی‌ها مطابق با جدول ۳ و ۴ است.

جدول ۲- حداقل استحکام کششی رشته‌های هادی آلومینیومی

حداقل استحکام کششی قبل از تابیدن MPa	قطر رشته هادی [mm]	
	تا و خود	از
۱۷۱	۲/۲۵	۲
۱۶۷	۲/۵	۲/۲۵
۱۶۳	۲/۷۵	۲/۵

۳-۴ پوشش نیمه‌رسانای روی هادی

یک لایه اکستروود شده از مواد نیمه‌رسانا با ترکیب پلی اتیلن شبکه‌ای شده است که وظیفه یکنواخت سازی میدان الکتریکی و کاهش تخلیه‌های جزئی را بر عهده دارد و طبق استاندارد مرجع ۲-۲ مستقیماً بر روی هادی بکار برده می‌شود. این لایه باید سطح روبی هادی را به خوبی بپوشاند و عاری از هرگونه سطوح ناصاف باشد. حداقل ضخامت این لایه نباید کمتر از $0/3$ میلیمتر باشد و مقدار متوسط ضخامت توصیه شده این لایه $0/4$ میلیمتر است.

نکته قابل توجه در فرآیند تولید هادی‌های سه لایه کابل فاصله‌دار با عایق پلی اتیلن شبکه‌ای شده اهمیت تمیزی و عاری بودن آنها از هرگونه آلودگی لایه‌های نیمه هادی و عایق، و در نتیجه، در دوام و طول عمر کابل است، لذا تولید پیوسته لایه نیمه‌رسانای روی هادی و عایق ضروری است تا چسبندگی لایه‌ها تضمین شود.

۴-۴ عایق

برای ایجاد خاصیت عایق الکتریکی بر روی لایه نیمه‌رسانای هادی موادی از جنس پلی اتیلن شبکه‌ای شده (XLPE) به صورت اکستروود شده و طبق استاندارد مرجع ۲-۲ کشیده می‌شود. ضخامت نامی آن $3/2$ میلیمتر در شبکه ۲۰ کیلو ولت و $4/5$ میلیمتر در شبکه ۳۳ کیلو ولت می‌باشد. یکنواختی ضخامت روکش عایق نباید از $0/15$ بیشتر باشد و ضخامت حداقل آن عبارت است از:

$$\frac{t_{\max} - t_{\min}}{t_{\max}} \leq 0/15 \quad (1)$$

$$t_{\min} \leq 0/9t_n - 0/1 \quad (2)$$

در روابط (۱) و (۲) داریم:

t_n : ضخامت نامی عایق [mm]

T_{\min} : حداقل ضخامت نقطه‌ای [mm]

T_{man} : حداقل ضخامت نقطه‌ای [mm]

۴-۵ روکش بیرونی (غلاف)

به عنوان لایه آخر، یک روکش با استفاده از پلی اتیلن سیاه رنگ با دانستیتته بالا (HDPE) و مقاوم در مقابل شرایط محیطی (U.V) و ترک خوردگی از نوع Class C – J 4 طبق استاندارد ASTM D 1248 کشیده می‌شود. ضخامت متوسط این غلاف که حفاظت بیرونی کل مجموعه را بر عهده دارد باید ۳/۲ میلیمتر باشد. مشخصات کابل معمولاً روی این روکش علامت گذاری و درج می‌شود.

۴-۵-۱ استحکام کششی و حداکثر ازدیاد طول

نمونه ماده پلی اتیلن که به شکل آزمون (دمبل فرم جدا شده) باید مطابق با استاندارد ASTM D – 2633 – 82 آزمایش شود. تنها تفاوت مورد نیاز در سرعت جداسازی فک‌ها است که باید ۵۰ میلیمتر در دقیقه باشد. استحکام کششی حداقل باید ۱۹ نیوتن بر میلیمتر مربع و ازیاد طول حداکثر باید ۴۰۰ درصد باشد.

۴-۵-۲ ترک خوردگی ناشی از تنش‌های محیطی^۱ (ESCR)

در نمونه‌گیری جهت آزمون ترک خوردگی تحت تنش‌های محیطی، وجود حداکثر دو نمونه معیوب در ده نمونه مجاز شمرده می‌شود. نمونه‌ها باید عمود بر محور کابل بریده شوند. نمونه‌های مذکور باید بر طبق شرایط تنش ترک خوردگی محیطی و استاندارد ASTM D – 1693 مورد آزمایش قرار گیرند. شایان ذکر است که نمونه‌ها نباید از قبل آماده سازی شده باشند. عمق ناخالصی‌های کنترل شده باید متناسب با ضخامت روکش باشد. ماده تنش ترک (ESCR) باید از نظر حجم ۲۰٪ "Igyal Co – 630" یا مواد معادل باشد. نمونه‌ها را پس از ۱۸ ساعت از وان (حمام) خارج کنید و تحت نور شدید قرار دهید و اقدام به بررسی ترک‌ها کنید. هر ترکی، هر چند کوچک، صرفنظر از عمق پهنای آن، منجر به بروز خرابی می‌شود.

۴-۵-۳ محتوای دوده

مقدار کربن مشکی اندازه‌گیری شده در روکش بیرونی مطابق استاندارد ASTM D – 1603 یا BS 2782 و روش 425 A باید از نظر $0/5 \pm 2/5$ درصد وزنی باشد.

۴-۵-۴ جمع شدگی

نمونه‌های جدا شده از کابل کامل پس از آزمایش بر طبق استاندارد ASTM D 465 باید کمتر از مقدار ۴٪ جمع شدگی ناشی از قرار گرفتن یک ساعته در کوره‌ای با دمای 130 ± 2 °C را نشان دهند.

۴-۶ سیم نگهدارنده

این سیم نقش نگهدارنده هادی‌های روکش دار سه لایه در فواصل تعریف شده آن‌ها را برعهده دارد. جنس این سیم فولاد با روکش آلومینیوم AW (آلمو ولد) یا فولاد گالوانیزه است. این سیم علاوه بر نقش نگهدارنده بایستی نقش سیم زمین و حفاظت در مقابل صاعقه را نیز برعهده بگیرد. قطر و تعداد رشته‌های سیم فولادی متناسب با میزان تحمل استقامت کششی تعیین می‌شود. سیم نگهدارنده بایستی از

1- Environmental Stress –Cracking Resistans.

رشته سیم‌های فولادی گالوانیزه و طبق استاندارد ASTM B498 (Class A) ساخته شده باشد. تعداد و قطر رشته‌های سیم نگهدارنده براساس جداول شماره ۵ برای کابل فاصله‌دار ایران استاندارد شده است. در مناطقی که میزان خوردگی بیشتر است، می‌توان از هادی‌های فولادی پوشیده شده از آلومینیوم^۱ استفاده کرد. در مناطق پر رعد و برق می‌توان دو رشته از این مفتول‌ها را آلومینیومی خالص (EC) انتخاب نمود تا هدایت جریان صاعقه به راحتی انجام پذیرد. در این حالت، سایر رشته‌های فولادی از پوشش آلومینیوم انتخاب می‌شود. علت استفاده از آلومینیوم ایجاد هدایت الکتریکی زیاد در مقابل برخورد صاعقه و هم‌چنین کاهش افت ولتاژ در شبکه‌های کابل فاصله‌دار است. طول تاب سیم فولادی ۱۰ الی ۱۶ برابر قطر تابیده شده و جهت پیچش سیم نگهدارنده راست گرد است.

۵ نشانه گذاری روی روکش بیرونی

براساس استاندارد حاضر علائم شناسایی مشروحه^۲ زیر باید به صورت خوانا روی سطح خارجی هادی روکش سه لایه هر رشته کابل فاصله‌دار آورده شود:

۵-۱ اطلاعات شناسایی

کابل فاصله‌دار (هادی‌های روکش دار سه لایه) در سطح خارجی به صورت زیر مشخص می‌شوند:

الف- نام و یا علامت تجاری سازنده یا تأمین کننده

ب- سال تولید کابل.

پ- شماره استاندارد حاضر

ت- اختصاص کد نوع ASC

ث- سطح مقطع هادی

ج- ولتاژ نامی (U): 20ZOKV یا 33KV

چ- مترآژ در فواصل یک متری. ارقام اندازه‌گیری به اعداد ۶ رقمی محدود می‌شوند و هر فاصله باید با اعداد صحیح شروع شود.

۵-۲ نحوه و شرایط علامت گذاری

مشخصات بایستی به راحتی قابل تشخیص باشند، با دوام باشند و به صورت چاپ یا برجسته مشخص شوند، طوری که طول نوشته‌ها کمتر از ۳ میلیمتر نباشد. کلیه نشانه‌ها باید به صورت برجسته یا فرورفته یا به صورتی که قابل پاک شدن نباشند، روی روکش خارجی آورده شوند. نشانه‌ها باید با حروف انگلیسی و در طول کابل در فواصل یک متری تکرار شوند و دقت شود که اشکال یا حروف به صورت قالبهای عمودی و با حداقل ارتفاع ۳ میلیمتر باشند.

۵-۳ مشخصات قرقره

هر قرقره کابل فاصله‌دار بایستی دارای پلاک حک شده یا کارت و برچسب (کارتکس) در خارج از لبه بیرونی باشد و اطلاعات مشروحه^۲ زیر بر روی آن دیده شود:

الف- نام سازنده (ویا علامت تجاری سازنده یا مرکز تأمین کننده)

ب- سطح مقطع و (اندازه نام) هادی

پ- ولتاژ نامی

ت- شماره قرقره یا کد شناسایی کارخانه

ث- شماره استاندارد ساخت

ج- طول کابل بر روی قرقره^۱ به متر

چ- عدد مترآژ ابتدا و انتهای هادی سه لایه

ح- سال ساخت

خ- وزن ناخالص (مجموع وزن قرقره و کابل)

یادآوری ۱: یک علامت پیکان که جهت چرخش قرقره را نشان دهد.

جدول ۳- کابل فاصله‌دار هوایی فشار متوسط- ۱۱ و ۲۰ کیلوولت
 نوع هادی: تمام آلومینیومی (AAC) به هم تابیده و فشرده
 نوع روکش سه لایه‌ای: (پوشش نیمه‌رسانا بر روی هادی، عایق XLPE و غلاف HDPE)

وزن واحد طول کابل [kg/km]	ظرفیت جریان در هوای دمایی ۲۰ °C [A]	حداقل استقامت کششی هادی [N]	حداکثر مقاومت DC هادی در دمایی ۲۰ °C [Ω-km]	متوسط قطر بیرونی کابل [mm]	ضخامت روکش			متوسط قطر هادی [mm]	تعداد و حداقل قطر رشته‌ها No@[mm]	سطح مقطع نامی mm ²
					غلاف بیرونی [mm]	عایق [mm]	لایه نیمه‌رسانا [mm]			
۵۰۹	۲۲۹	۱۰/۴۲۰	۰/۴۴۳	۲۳/۵	۳/۲	۰/۴	۱۰	۱۲ × ۲/۷۷	۷۰	
۷۲۹	۳۲۱	۱۸/۵۱۸	۰/۲۵۳	۳۶/۷	۳/۲	۰/۴	۱۳/۲	۱۵ × ۳/۳۰	۱۲۰	
۸۶۶	۳۷۱	۲۲/۴۵۷	۰/۲۰۶	۲۹/۷	۳/۲	۰/۴	۱۴/۸	۱۵ × ۳/۶۶	۱۵۰	
۹۵۹	۴۲۹	۲۸/۹۷۴	۰/۱۶۴	۲۹/۷	۳/۲	۰/۴	۱۶/۲	۳۰ × ۲/۸۸	۱۸۵	

جدول ۴- کابل فاصله دار هوایی فشار متوسط- ۳۳ کیلوولت
 نوع هادی: تمام آلومینیومی (AAC) به هم تابیده و فشرده
 نوع روکش سه لایه‌ای: (پوشش نیمه‌رسانا بر روی هادی، عایق XLPE و غلاف HDPE)

وزن واحد طول کابل [kg/km]	ظرفیت جریان در هوای دمایی ۲۰ °C [A]	حداقل استقامت کششی هادی [N]	حداکثر مقاومت DC هادی در دمایی ۲۰ °C [Ω-km]	متوسط قطر بیرونی کابل [mm]	ضخامت روکش			متوسط قطر هادی [mm]	تعداد و حداقل قطر رشته‌ها No@[mm]	سطح مقطع نامی mm ²
					غلاف بیرونی [mm]	عایق [mm]	لایه نیمه‌رسانا [mm]			
۶۳۰	۲۲۷	۱۰/۴۲۰	۰/۴۴۳	۲۶/۰	۴/۵	۰/۴	۱۰	۱۲ × ۲/۷۷	۷۰	
۸۵۰	۳۱۸	۱۸/۵۱۸	۰/۲۵۳	۲۹/۳	۵/۵	۰/۴	۱۳/۲	۱۵ × ۳/۳۰	۱۲۰	
۹۶۰	۳۶۷	۲۲/۴۵۷	۰/۲۰۶	۳۰/۸	۵/۵	۰/۴	۱۴/۸	۱۵ × ۳/۶۶	۱۵۰	
۱۱۰۰	۴۲۵	۲۸/۹۷۴	۰/۱۶۴	۳۲/۲	۵/۵	۰/۴	۱۶/۲	۳۰ × ۲/۸۸	۱۸۵	

جدول ۵- سیم‌های نگهدارنده^۱ مخصوص کابل فاصله‌دار (فشار متوسط)

نوع سیم: فولادی (گالوانیزه یا روکش آلومینیومی)، لغت استاندارد: ASTM B498

حداکثر کشش افقی مجاز [UTS%]	درصد کشش افقی در حالت نرمال [UTS%]	ضریب انبساط خطی $[C^{-1}] \times 10^{-7}$	مدول الاستیسیته [Kg/mm ²]	مقاومت الکتریکی هادی در ۲۰°C Ω / Km	استقامت کششی UTS [Kgf]	وزن مسنجر [Kg/Km]	قطر تقریبی [mm]	سطح مقطع فولادی mm ²	کد اندازه	ساختار سیم فولادی [N/mm]
۳۱	۱۰	۱۱۵	۲۰۰۰۰	۴/۴۴	۵۱۸۴	۳۳۹	۸/۳۷	۴۳	Lynx core	۷×۲/۷۹
۳۱	۱۰	۱۱۵	۲۰۰۰۰	۳/۱۸	۷۶۵۵	۴۶۸	۹/۸۴	۶۰	Canary core	۷×۳/۲۸ ^{**}
۳۱	۱۰	۱۱۵	۲۰۰۰۰	۳/۱۸	۷۹۴۴	۴۷۵	۱۰/۰	۶۰	Galvanism Steel	۱۹×۲/۰
۳۱	۱۰	۱۱۵	۲۰۰۰۰	۲/۲۰	۱۱۲۱۸	۶۸۹	۱۲/۰۵	۸۸	Martin core	۱۹×۳/۴۱ ^{**}

** سطح مقطع‌های استاندارد شده کابل فاصله‌دار فشار متوسط ایران به صورت حروف برجسته نمایش داده شده‌اند.

۶ آزمون‌ها

هادی‌های روکش‌دار سه لایه بایستی قادر به گذراندن آزمون‌های اشاره شده در این قسمت باشند. آزمون‌ها، شرایط پذیرش، روش انجام آزمون، مراجع مربوطه برای انجام این آزمون و ... بر روی هادی‌های سه لایه براساس استاندارد حاضر و طبق جدول (۶) خواهد بود. ستون سوم این جدول مشخص‌کننده نوع آزمون از نظر نوعی T، جاری R و نمونه‌ای S است. آزمون نوعی شامل کلیه آزمون‌های مشخص شده، اعم از جاری و نمونه‌ای، در جدول (۶) است. نتایج آزمایش بایستی برای هر یک از رده‌های ولتاژ کیلوولت مشخص شود.

جدول ۶- خلاصه آزمون‌های هادی‌های روکش دار سه لایه

(کابل فاصله دار فشار متوسط)

ردیف	عنوان آزمون	نوع آزمون	نام و شماره استاندارد (روش آزمون)	مقدار / معیار پذیرش
هادی				
۱				
۱-۱	استحکام کششی رشته‌های هادی (قبل از تابیدن)	S	EN 60889	طبق مقادیر جدول شماره ۲
۱-۲	آزمون خمش (Wrapping) رشته‌های هادی (قبل از تابیدن)	S	EN 60889	عدم ایجاد ترک و شکست در رشته
۱-۳	اندازه گیری مقاومت الکتریکی هادی در $20^{\circ}C$	S	ISIRI ۳۰۸۴ (IEC 60228)	طبق مقادیر جدول شماره ۳ و ۴
۱-۴	بررسی ساختمان هادی	S	ISIRI ۳۰۸۴ (IEC 60228)	بررسی ساختمان هادی
پوشش نیمه رسانا بر روی هادی				
۲				
۲-۱	مقاومت حجمی در $90^{\circ}C$ سانتیگراد	T	ISIRI ۳۵۶۹-۲ (IEC60502-2) بند ۹-۱-۱۸	بیشترین مقاومت حجمی در $90 \pm 2^{\circ}C$ برابر 500 (طبق 1-1429/AS/NZS)
۲-۲	ضخامت	S	ISIRI ۳۵۶۹-۲ (IEC60502-2)	0.30 میلی‌متر حداقل ضخامت
۲-۳	نفوذ یا پیشرفت نیمه هادی در عایق	S	ISIRI ۳۵۶۹-۲ (IEC60502-2)	بیشترین مقدار نفوذ 0.25 میلی‌متر (طبق 1-3599/AS/NZS)
XLPE عایق				
۳				
۳-۱	میانگین و حداقل نقطه‌ای ضخامت عایق	S,T	ISIRI ۳۵۶۹-۲ IEC60502-2 بند ۲-۵-۱۷	مطابقت با جدول ۳ و ۴ $0.1 - 0.9 t_n$ حداقل نقطه‌ای t_n
۳-۲	یکنواختی ضخامت	S	ISIRI ۳۵۶۹-۲ IEC60502-2 بند ۲-۵-۱۷	$\left(\frac{t_{max} - t_{min}}{t_{max}} \leq 0.15 \right)$
۳-۳	جمع شدگی	نوعی T	ISIRI ۳۵۶۹-۲ IEC60502-2	حداکثر ۴ درصد کاهش طول آزمون استاندارد
۳-۴	گرما سختی	T و S	ISIRI ۳۵۶۹-۲ IEC60502-2	حداکثر ازدیاد طول نسبی تحت بار با نیروی تنش $0.2n/mm^2$ در دمای $200^{\circ}C$: ۱۷۵٪ بدون بار پس از رسیدن به دمای

ردیف	عنوان آزمون	نوع آزمون	نام و شماره استاندارد (روش آزمون)	مقدار / معیار پذیرش
				محیط: ۱۵٪
۳-۵	آزمون‌های استحکام کششی تعیین خواص مکانیکی عایق قبل و بعد از پیری	T	ISIRI ۳۵۶۹-۲ IEC60502-2 بند 19-3	طبق جدول شماره ۱۷ از استاندارد IEC 60502-2 با حداکثر ۲۵ درصد تغییرات
۳-۶	آزمون‌های ازدیاد طول نسبی عایق قبل و بعد از پیری	T	ISIRI ۳۵۶۹-۲ IEC60502-2 بند 19-3	مطابق با جدول شماره ۱۷ از استاندارد IEC 60502-2 با حداکثر ۲۵ درصد تغییرات
۳-۷	ثابت مقاومت حجمی در ۲۰ درجه سانتی گراد	T	ISIRI ۳۵۶۹-۲ IEC60502-2 مطابق با بند ۱-۲-۱۸	حداقل ۴۰۰۰۰ GΩ.m (پذیرش طبق AS/NZS 3599-1)
۳-۸	ثابت مقاومت حجمی در ۹۰ درجه سانتی گراد	T	ISIRI ۳۵۶۹-۲ IEC60502-2 مطابق با بند ۱-۲-۱۸	حداقل ۴۰ GΩ.m (پذیرش طبق AS/NZS 3599-1)
۴	غلاف (روکش بیرونی)			
۴-۱	میانگین و حداقل نقطه‌های ضخامت روکش	نمونه‌ای S	ISIRI ۳۵۶۹-۲ IEC60502-2 بند ۳-۵-۱۷	مطابقت با جدول ۲ و ۳
۴-۲	استحکام کششی (خواص مکانیکی) روکش قبل از کهنگی	S,T	ISIRI ۳۵۶۹-۲ IEC60502-2 بند ۴-۱۹	حداقل ۱۹ MPa
۴-۳	ازدیاد طول روکش قبل از کهنگی	T	ISIRI ۳۵۶۹-۲ IEC60502-2	حداقل ۴۰۰ درصد
۴-۴	ازدیاد طول روکش بعد از کهنگی	T	° 110± 2 C ۳۳۶ h	حداقل ۳۰۰ درصد
۴-۵	اندازه‌گیری محتوای دوده روکش سیاه پلی اتیلنی	نوعی T	ISIRI ۳۵۶۹-۲ IEC60502-2 بند ۱۵-۱۹	۵/۰ ± ۵/۲ درصد
۴-۶	مقاومت در برابر تنش‌های محیطی (ESCR)	نوعی T	AS/NZS3080-2000	عدم ترک خوردگی در ۲۵۰ ساعت
۵	سیم نگهدارنده (مهاری)			
۵-۱	مقدار پوشش	S	ASTM B 498	بند ۱۰ جدول ۵
۵-۲	استحکام کششی رشته (قبل از تابیدن)	S	ASTM B 498	بند ۸ جدول ۲

ردیف	عنوان آزمون	نوع آزمون	نام و شماره استاندارد (روش آزمون)	مقدار / معیار پذیرش
۵-۳	آزمون پیچش ^۱ یا ازدیاد طول	S	BS EN 50189	بند ۱۱-۵-۲
۵-۴	آزمون خمش ^۲	S	BS EN 50189	بند ۱۱-۵-۳
۵-۵	ابعادی	R	ASTM B 498	بند ۱۴ جدول ۱۱ و ۱۰

پیوست شماره یک: آزمون سیم‌های نگهدارنده فولادی - خمش و پیچش مفتول فولادی

- روکش آزمون خمش (WRAPPING) رشته سیم‌های فولادی گالوانیزه

- نمونه بطول تقریبی ۶۰ سانتیمتر در دستگاه آزمون خمش به تعداد دور به قطر میله‌هایی برابر خود و با دور حداکثر ۱۵ دور در دقیقه پیچیده می‌شود پس از انجام آن با دید چشمی بررسی می‌شود نباید در سطح آن ترکی مشاهده شود.

- روش آزمون پیچش (Torsion test) رشته مفتول‌های فولادی گالوانیزه

و در ابتدا فاصله بین دو فک را به اندازه ۱۰۰ برابر قطر نمونه تنظیم و ثابت می‌کنیم. و نمونه بین دو فک قرار گرفته و کاملاً محکم و سفت می‌شود. و توسط دستگاه با سرعت ۶۰ دور در دقیقه و با نیروی تعیین شده طبق جدول زیر تا نقطه پارگی حول محور خود پیچیده می‌شود تعداد دورهای آزمون تا نقطه پارگی نباید از مقادیر ذکر شده در جدول کمتر باشد.

قطر نمونه mm	Wrapping test		Torsion test	
	قطر میله mm	تعداد دور	نیروی کششی kg	حداقل تعداد دور
۲/۰	۲/۰	۸	۶	۱۸
۲/۴۱	۲/۴۱	۸	۹	۱۶
۲/۷۹	۲/۷۹	۸	۱۰	۱۶
۳/۲۸	۳/۲۸	۸	۱۱	۱۴

واژه‌نامه فارسی - انگلیسی

Routine test	آزمایش جاری ساخت
Sample test	آزمایش نمونه‌ای
Type test	آزمایش نوعی
Extruded	اکستروود شده
Stranded	به هم تابیده شده
High Density Poly Ethylene (HDPE)	پلی اتیلن دانسیته بالا
Cross Linked Poly Ethylene (XLPE)	پلی اتیلن شبکه‌ای شده
Environmental Stress – Cracking Resistans = ESCR	ترک خوردگی تحت تنش‌های محیطی
Tolerance	رواداری
Sheath	روکش بیرونی
Insulation	روکش عایق
Messenger	سیم نگهدارنده
Jacket	غلاف
Spacer	فاصله نگهدار عایقی
Compact	فشرده
Alumni clad	فولاد با پوشش آلومینیوم
Drum	قرقره
Aerial Spacer Cable (ASC)	کابل فاصله‌دار هوایی
Semi – conductor screen	لایه نیمه رسانا
Approximate value	مقدار تقریبی
Nominal value	مقدار نامی
Conductor	هادی