

I.P.I.S

1<sup>st</sup> 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  
روکش‌دار و عایق شده

قسمت ۱-۱: هادی‌های روکش‌دار فشار متوسط

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

**Part 1-1: Medium Voltage Covered Conductors**

### 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.

کمیسیون فنی تدوین استاندارد  
مجموعه استانداردهای شبکه‌های هوایی توزیع برق روکش‌دار و عایق‌شده

قسمت ۱-۱ هادی‌های روکش‌دار فشار متوسط

<u>رئیس:</u>	<u>سمت و / یا نمایندگی</u>
بهزاد، محمد (لیسانس مهندسی برق، قدرت)	معاون وزیر نیرو در امور برق و انرژی وزارت نیرو
<u>دبیر:</u>	مدیر کل دفتر استانداردهای فنی، مهندسی، اجتماعی و زیست محیطی برق و انرژی
صادق‌زاده، سید محمد (دکترای مهندسی برق، قدرت)	
<u>اعضا:</u> (به ترتیب حروف الفبا):	
برهمندپور، همایون (فوق لیسانس برق)	مدیر گروه مطالعات سیستم پژوهشگاه نیرو
بهشتی، محمدحسن (لیسانس برق - قدرت)	سرپرست دفتر تدوین استاندارد مدیریت شبکه برق ایران
ثابت مرزوقی، اسحق (فوق لیسانس)	دانشگاه تهران
رثایی، حامد	سازمان استاندارد
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
رضایی سامان کندی، مسعود (فوق لیسانس مواد)	رئیس آزمایشگاه های مرجع پژوهشگاه نیرو
شمس‌ملک‌آرا، بهرام (لیسانس مهندسی - برق)	کارشناس فنی شرکت سانپرو و کارشناس استاندارد سیم و کابل
صالحیان، عباس محمد (لیسانس مکانیک - حرارت و سیالات)	مدیر گروه فنی مهندسی وزارت نیرو
طرفدار حق، مهرداد (دکترای مهندسی برق - قدرت)	استاد دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر و رئیس کمیته تخصصی تدوین پیش‌نویس استاندارد دانشگاه تبریز

وزارت نیرو	عربی، امیرحسین ( فوق لیسانس مکانیک )
مدیر فنی آزمایشگاه سیم و کابل پژوهشگاه نیرو	علم دوست، بهنام (لیسانس مهندسی مواد)
مدیر گروه خط شرکت مشانیر	فاخری دریانی، زیبا (لیسانس مهندسی برق - قدرت)
عضو هیئت مدیره سندیکای صنایع آلومینیوم ایران	فلاح نژاد، غلامرضا (لیسانس مهندسی متالوژی)
مدیر تحقیق و مسئول آزمایشگاه شرکت سیمکات	فرنام، فرهاد (لیسانس مهندسی - برق - الکترونیک)
کارشناس ارشد کنترل کیفی تجهیزات شرکت توانیر	قرشی، سارا ( فوق لیسانس برق - قدرت )
کارشناس پژوهش پژوهشگاه نیرو	کمانکش، سیما ( فوق لیسانس برق - قدرت )
مدیر طراحی و تحقیقات صنایع کابل کرمان و کاپیان	محسنی، محمد (لیسانس مهندسی برق - قدرت)
مدیر پروژه‌های توزیع شرکت مشانیر	مختاری، هدایت‌اله (لیسانس مهندسی برق - قدرت)
مدیر عامل شرکت شاخص صدر و عضو جامعه کارشناسان استاندارد	مستوفی سرکاری، مجید (لیسانس شیمی)
کارشناس دفتر استانداردها وزارت نیرو	مظفری، علی ( فوق لیسانس برق - قدرت )
دبیر کمیته تخصصی سازندگان تابلوهای برق سندیکای صنعت برق	میر قربانی گنجی، سید موسی (لیسانس طراحی جامدات)
کارشناس ارشد استاندارد، دفتر تحقیقات توانیر	نظافتی، حیدر ( فوق لیسانس برق - قدرت )
مدیر کل دفتر پشتیبانی فنی توزیع شرکت توانیر	یاور طلب، اکبر ( فوق لیسانس - مهندسی برق - قدرت )
کارشناس ارشد کنترل کیفیت تجهیزات شرکت توانیر	یوسف زاده، فریبرز ( فوق لیسانس برق - قدرت )

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ز	پیش‌گفتار
ح	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۲	۲ مراجع الزامی
۳	۳ اصطلاحات و تعاریف
۵	۴ ولتاژهای اسمی فشار متوسط
۶	۵ حداکثر دمای هادی
۷	۶ الزامات طراحی و ساخت
۷	۱-۶ هادی
۷	۱-۱-۶ مشخصات عمومی هادی‌ها
۸	۲-۱-۶ هادی تمام آلومینیوم آلیاژی
۸	۳-۱-۶ هادی‌های آلومینیوم تقویت شده با فولاد
۸	۲-۶ روکش
۱۱	۷ کد مشخصه هادی روکش‌دار
۱۱	۸ نشانه‌گذاری
۱۱	۱-۸ اطلاعات شناسایی
۱۱	۲-۸ نحوه و شرایط علامت‌گذاری
۱۲	۳-۸ دوام علائم
۱۲	۱۱-۴ مشخصات قرقره
۱۲	۹ مشخصات فنی
۱۵	۱۰ آزمون‌ها
۱۵	۱-۱۰ فهرست آزمون‌ها
۱۸	۲-۱۰ آزمون اندازه‌گیری جریان نشتی
۱۹	۳-۱۰ آزمون لغزش روکش‌روی هادی (ضریب لغزش)

## فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۳	شکل ۱ ساختمان هادی‌های روکش‌دار
۴	شکل ۲ طول تاب
۵	شکل ۳ علائم اختصاری نمایش جهت پیچش لایه
۱۹	شکل ۴ طریقه انجام آزمون جریان نشتی
۲۰	شکل ۵ نحوه قرار گرفتن کلمپ کششی (گیره قورباغه‌ای)

## فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۶	جدول ۱ دمای کار هادی‌های روکش‌دار
۷	جدول ۲ مشخصات عمومی هادی‌ها
۹	جدول ۳ مشخصات و الزامات مواد روکش
۱۳	جدول ۴ مشخصات فنی هادی روکش‌دار نوع CC فشار متوسط
۱۴	جدول ۵ مشخصات فنی هادی با روکش ضخیم نوع CCT فشار متوسط
۱۵	جدول ۶ مشخصات الکتریکی هادی روکش‌دار نوع CC
۱۵	جدول ۷ مشخصات الکتریکی هادی روکش‌دار نوع CCT
۱۶	جدول ۸ الزامات آزمون‌ها

## پیش‌گفتار

پیش‌نویس اول استاندارد شبکه‌های هوایی توزیع برق روکش‌دار و عایق‌شده قسمت ۱-۱ هادی روکش‌دار فشار متوسط توسط کمیته تخصصی مستقر در دانشگاه تبریز تهیه و در مهر ماه سال ۱۳۸۹ به معاونت هماهنگی توزیع شرکت توانیر ارائه گردید تا با ارسال آن به کلیه شرکت‌های توزیع برق کشور و دفاتر معاونت (نامه شماره ۸۹/۳۱۳۲/۴۳۸۸ مورخه ۸۹/۷/۲۷) نسبت به اخذ نقطه نظرات اصلاحی کارشناسان امر اقدام نماید، تا پس از بازنگری و تصویب آن در دستگاه نظارت و (شرکت مشانیر)، اقدام به تهیه و تدوین نسخه نهایی آن گردد. شایان ذکر است که نسخه نهایی (ویرایش سوم) آن، تحت عنوان استاندارد هادی‌های روکش‌دار فشار متوسط (قسمت ۱-۱) طی نامه شماره ۹۰/۳۱۳۲/۱۰۸۰ مورخه ۹۰/۲/۳۱ برای بررسی نهایی به کلیه شرکت‌های توزیع برق، سازندگان، پژوهشگاه نیرو و مهندسين مشاور ارسال شد و سرانجام به عنوان یکی از استانداردهای لازم‌الاجرای صنعت برق کشور در کمیته کارشناسی استاندارد صنعت برق (وزارت نیرو) مورخه ۹۰/۱۱/۲۶ بررسی و در جلسه مورخه ۹۰/۱۲/۱۰ 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، استانداردها در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استاندارد ارایه 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- طرفدار حق، م.، روشن میلانی، ک.، سیدقیاسی، س.، مستوفی، م. نتایج پروژه پژوهشی "طراحی و تدوین مشخصات فنی ساخت و تولید هادی‌های روکش‌دار"، شرکت برق منطقه‌ای آذربایجان، آذر ۱۳۸۴
- ۲- طرفدار حق، م.، روشن میلانی، ک.، "شبکه‌های توزیع برق هوایی روکش‌دار و عایق شده"، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تبریز، ۱۳۹۰، فصل دوم: شبکه‌های توزیع برق هوایی با هادی‌های روکش‌دار
- ۳- مهرداد طرفدار حق، کریم روشن میلانی، سید محمد سید قیاسی "هادی‌های هوایی روکش‌دار، نسل جدید خطوط توزیع ایران"، دهمین کنفرانس شبکه‌های توزیع ایران، ادیبهشت ۸۴، دانشگاه تبریز، صفحات ۶۴-۷۲
- ۴- طرفدار حق، م.، سیدقیاسی، س.، مستوفی، م.، فرنام، ف. "هادی‌های هوایی روکش‌دار و نتایج حاصل از تولید نیمه‌صنعتی"، بیستمین کنفرانس بین‌المللی برق، تهران، آبان ۱۳۸۴
- ۵- دستورالعمل تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های هادی‌های آلومینیوم آلیاژی مورد استفاده در شبکه‌های هوایی، شرکت توانیر، شهریور ۱۳۸۹، ویرایش ۰۱، معاونت هماهنگی توزیع، دفتر پشتیبانی فنی توزیع

- 6- Shahnian, F., Mashhadi Kashtiban, A., Roshan Milani, K., Tarafdar Hagh, M., "Insulation Effects and Characteristics of XLPE Covered Overhead Conductors in Low and Medium Voltage Power Distribution Systems in Iran", IEEE Conf. on Insulation Effects isei\_canada, 2004

## مقدمه

این استاندارد یکی از مجموعه استانداردهای شبکه‌های هوایی توزیع برق روکش‌دار و عایق‌شده ایران قسمت ۱-۱ می‌باشد. مجموعه مذکور به شرح جدول زیر است:

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

برای مثال فایل الکترونیکی قسمت ۲-۳ این مجموعه که استاندارد تجهیزات و یراق آلات 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 ۲-۱ و ۳-۱ مربوط به هادی‌های روکش‌دار 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 را استاندارد یراق آلات آنها می‌باشد. این مشخصات استاندارد شده علاوه بر تنوع‌زدایی 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 ۲-۱ این مجموعه استاندارد (STD-LV-ABC) است.
- ۳- نام فایل الکترونیکی قسمت ۳-۱ این مجموعه استاندارد (STD-MV-ABC) است.
- ۴- نام فایل الکترونیکی قسمت ۴-۱ این مجموعه استاندارد (STD-ASC) است.
- ۵- نام فایل الکترونیکی قسمت ۱-۲ 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 ۳-۲ این مجموعه استاندارد (STD-MV-ABC-A) است.
- ۸- نام فایل الکترونیکی قسمت ۴-۲ این مجموعه استاندارد (STD-ASC-A) است.
- ۹- نام فایل الکترونیکی قسمت ۱-۳ این مجموعه استاندارد (STD-CC-I&O) است.
- ۱۰- نام فایل الکترونیکی قسمت ۲-۳ 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 ۴-۳ 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 روکش دار و عایق شده

### قسمت ۱-۱ هادی‌های روکش دار فشار متوسط

#### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین مشخصات فنی، ساختار، ابعاد و روش‌های گوناگون آزمون هادی‌های روکش دار با هادی آلومینیوم آلیاژی<sup>۱</sup> AAAC یا آلومینیوم تقویت شده با فولاد<sup>۲</sup> ACSR، روکش پلی اتیلن شبکه‌ای شده<sup>۳</sup> (XLPE) مشکی به تنهایی و یا همراه با پلی اتیلن دانسیته بالا<sup>۴</sup> (HDPE) است که فاقد لایه نیمه‌رسانا، شیلد فلزی و لایه ضد نفوذ آب است.

مشخصات فنی این استاندارد مبنا و پیش‌نیاز استانداردهای قسمت ۱-۲ و ۱-۳ این مجموعه استاندارد مربوط به هادی‌های روکش دار فشار متوسط است. این استاندارد همچنین می‌تواند مبنای محاسبات مکانیکی، دستورالعمل‌های نصب و بهره‌برداری و تدوین حریم این‌گونه شبکه‌ها و استاندارد پراق‌آلات آنها باشد. این مشخصات استاندارد شده علاوه بر تنوع زدایی مرجعی برای تولید، سفارش خرید و تامین آنها برای تولید کنندگان، شرکت‌های توزیع برق، مشاوران، پیمانکاران و مجریان خواهد بود.

این استاندارد برای خطوط هوایی با ولتاژهای نامی ۲۰ و ۳۳ کیلو ولت کاربرد دارد. هادی‌های هوایی روکش دار در این استاندارد به دو نوع زیر تقسیم شده‌اند:

الف- هادی روکش دار (CC)<sup>۶</sup>

ب- هادی روکش دار ضخیم (CCT)<sup>۷</sup>

مشخصات مکانیکی و الکتریکی این دو هادی روکش دار متفاوت است و بر طبق موازین این استاندارد مورد استفاده قرار می‌گیرد. شایان ذکر است که به منظور تنوع زدایی تنها شش سطح مقطع برای هادی روکش دار (CC) و هادی روکش دار ضخیم (CCT) ارائه شده است. هادی روکش دار شامل یک هادی هوایی است که توسط یک روکش پلیمری پوشیده شده است تا از اتصال کوتاه ناشی از برخوردهای اتفاقی هادی‌ها به یکدیگر و یا قسمت‌های زمین شده از قبیل شاخه درختان و ... جلوگیری نماید. هادی‌های روکش دار فشار متوسط فاقد حفاظ زمین شده هستند، لذا لمس آنها در حالت برق دار ایمن نیست، بنابراین عملیات بر روی آنها باید مانند هادی‌های لخت انجام گیرد.

شبکه‌های هادی‌های روکش دار، فاقد سیم نگهدارنده مجزا است و همانند خطوط هوایی با هادی لخت توسط مقره به پایه‌ها محکم می‌شوند و یا با استفاده از پراق‌آلات خاص به کنسول‌های موجود در دو طرف اسپن<sup>۸</sup> متصل می‌شوند. تحمل نیروهای مکانیکی مانند وزن و نیروی باد در هادی‌های روکش دار توسط خود هادی انجام می‌گیرد.

- 
- 1- All Aluminum Alloy Conductor (AAAC)
  - 2- Aluminum Conductor Steel Reinforced (ACSR)
  - 3- Cross Linked Polyethylene (XLPE)
  - 4- High Density Polyethylene (HDPE)

۵- هادی بکار رفته در شبکه‌های فشار متوسط ۱۱ kV، مشابه با هادی ۲۰ kV خواهد بود.

- 6- Covered Conductor
- 7- Full Thickness Covered Conductor
- 8- Span

## ۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران 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 مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۵۵۲۵: سال ۱۳۸۸، روش‌های آزمون عمومی برای مواد عایق و روکش کابل‌های الکتریکی و نوری

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۳۵۶۹: سال ۱۳۸۷، تجدید نظر دوم، کابل‌های قدرت با عایق اکستروژن شده و تجهیزات جانبی آن برای ولتاژهای اسمی  $1kV (U_m = 1/2 kV)$  تا و خود  $30 kV$   $(U_m=36kV)$  - قسمت دوم: کابل‌های با ولتاژ اسمی  $6kV (U_m=)$  تا و خود  $30kV (U_m=kV36)$

- 2-3 EN 50397-1:2006 Covered Conductor for Overhead lines and the Related Accsories for Rated Voltages above 1 kV a.c. and not exceeding 36kVa.c.
- 2-4 EN 50182: 2001, Conductors for Overhead Lines – Round Wire Concentric Lay Stranded Conductors
- 2-5 EN 50183: 2000, Conductors for Overhead Lines – Aluminum Magnesium Silicon Alloy Wires.
- 2-6 SAS 5790:1995, Finish Standards Association, 12/20 kV Overhead Line, PAS system.
- 2-7 SFS 5791: 1994, XLPE-Covered Overhead Conductors (PAS).
- 2-8 AS/NZS 3675: 2002, Australian/New Zealand Standard, Conductors - Covered Overhead - for Working Voltages 6.35/11 (12) kV up to and Including 19/33 (36) kV
- 2-9 EN 50356, Method for Spark Testing of Cables.
- 2-10 HD626 S1: 1993/A2: 2002 (Parts 1, 2 and 6), Bundle Assembled Cores for Overhead Distribution and Service.
- 2-11 IEC TR 61597: 1995, Overhead Electrical conductors- Calculation Methods for Stranded Bare conductor's first edition.
- 2-12 IEC 60287 --1-1: 2001, Electric cables – Calculation of the current Rating Part 1-1: current Rating Equations. General Editions.
- 2-13 IEC 60949: 1988, Calculation of thermally permissible short – Circuit currents.

### ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

۱-۳

مقدار اسمی<sup>۱</sup>

مقدار یک کمیّت 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<sup>۲</sup> مربوطه.

۲-۳

هادی<sup>۳</sup>

قسمتی از هادی روکش‌دار که وظیفهٔ رسانایی جریان را بر عهده دارد.

۳-۳

هادی روکش‌دار

طبقه‌بندی هادی‌های روکش‌دار در این استاندارد به شرح زیر است. شایان ذکرست که نوع دوم این هادی‌ها تنها در شرایط خاص مورد استفاده قرار می‌گیرند.

الف- هادی روکش‌دار (CC): هادی تابیده و گرد و فشرده‌ای است که با ضخامت معینی از یک لایه اکسترود شده XLPE مشکی (محتوی دوده) پوشیده شده است.

ب- هادی روکش‌دار ضخیم (CCT): هادی تابیده و گرد و فشرده‌ای است که دو لایهٔ اکسترود شده با ضخامت معین و متناسب با ولتاژ نامی آن را پوشانده است. روکش داخلی از نوع پلی‌اتیلن شبکه‌ای شده (XLPE) و روکش بیرونی از جنس پلی‌اتیلن دانسیتهٔ بالا (HDPE)، مشکی و مقاوم در برابر سایش است. این هادی در مناطق جنگلی و پردرخت کاربرد فراوان دارد.



ب- هادی روکش‌دار ضخیم (CCT)



الف- هادی روکش‌دار (CC)

شکل ۱- ساختمان هادی‌های روکش‌دار

- 
- 1- Rated Value
  - 2- Tolerances
  - 3- Conductor

۴-۳

### روکش<sup>۱</sup>

مواد عایق پلی اتیلنی شبکه‌ای شده‌ای (XLPE) است که به تنهایی یا همراه با پلی اتیلن دانسیته بالا (HDPE) دارای ضخامت‌های مشخصی است. این روکش اگر تک لایه باشد (نوع CC)، از نوع پلی اتیلن شبکه‌ای بوده و با اضافه کردن دوده<sup>۲</sup>، تیره‌رنگ می‌شود تا در رابطه با شرایط محیطی و اشعه ماوراء بنفش<sup>۳</sup> خورشید مقاوم شود. اگر روکش دو لایه باشد (نوع CCT)، لایه بیرونی از نوع پلی اتیلن دانسیته بالا و مقاوم در برابر ساییش باشد و با اضافه کردن دوده، تیره‌رنگ می‌شود تا نسبت به شرایط محیطی مقاوم گردد.

۵-۳

### حداکثر دمای کار پیوسته هادی

حداکثر دمایی است که هادی می‌تواند به‌طور پیوسته در آن دما مورد بهره‌برداری قرار گیرد. این دما حاصل کلیه منابع حرارتی موجود در شرایط بهره‌برداری معمولی است.

۶-۳

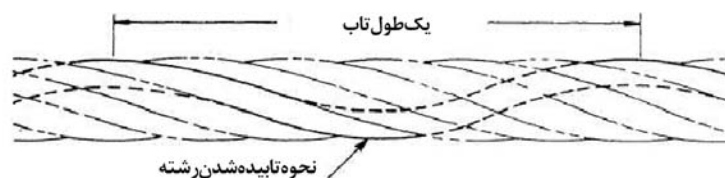
### طول تاب<sup>۴</sup> (گام)

فاصله محوری یک دور کامل چرخش مارپیچی یک رشته مفتول به کار رفته در ساختمان هادی را گام یا طول تاب گویند.

۷-۳

### نسبت تاب

عبارت از نسبت طول تاب به قطر بیرونی لایه مربوطه است (شکل ۲).



شکل ۲- طول تاب

۸-۳

### جهت پیچش لایه<sup>۵</sup>

جهت پیچش مفتول‌های هادی در هر لایه در مراحل تکمیل آن، جهت پیچش لایه نام دارد. اگر به هنگام نگهداشتن هادی به حالت عمود، 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، اصطلاحاً به آن «راست گرد»

- 1- Covering
- 2- Carbon black
- 3- Ultra Violet (UV)
- 4- Lay Length
- 5- Direction of twist

و اگر جهت پیچش آن هم جهت با حرکت قلم در نوشتن حرف S یا خلاف جهت عقربه‌های ساعت باشد، اصطلاحاً به آن «چپ‌گرد» گویند (شکل ۳).



شکل ۳- علائم اختصاری نمایش جهت پیچش لایه

۹-۳

تعاریف مربوط به آزمون‌ها

۳-۹-۱ آزمون معمول<sup>۱</sup>

مجموعه آزمون‌هایی است که توسط سازنده در حین فرآیند ساخت روی هر طولی از هادی روکش‌دار انجام می‌گیرد تا از رعایت مقادیر اعلام شده استاندارد اطمینان یابد. علامت اختصاری این آزمون R است.

۳-۹-۲ آزمون نمونه‌ای<sup>۲</sup>

به آزمونی گفته می‌شود که توسط کارخانه سازنده روی نمونه‌های کامل شده و یا المان‌های به کار رفته در هادی تکمیل شده انجام می‌گیرد. این آزمون به منظور اطمینان از تحقق مقادیر توصیه شده در مشخصات محصول نهایی انجام می‌شود. علامت اختصاری این آزمون S است.

۳-۹-۳ آزمون نوعی<sup>۳</sup>

آزمونی است که قبل از تولید انبوه (عرضه عمومی محصول به بازار مصرف) بر روی نمونه ساخته شده تجاری انجام می‌شود تا از کارکرد رضایت‌بخش محصول بر اساس استاندارد اطمینان حاصل شود. علامت اختصاری این آزمون T است.

یادآوری - انجام این آزمون به خاطر ماهیت آن پس از فرآیند ساخت نیازی به تکرار ندارد، مگر در مواقع تغییر در طراحی و مواد به کار رفته و یا در فرآیندی از تولید که به نحوی سبب تغییر در ماهیت محصول گردد.

۴ ولتاژهای اسمی فشار متوسط

ولتاژهای تخصیصی

ولتاژهای فشار متوسط برای هادی‌های روکش‌دار 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:

19/33 (36) kV و 12/20 (24) kV

1-Routine Test

2-Sample Test

3-Type Test

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 روکش‌دار برای آن طراحی شده، به آن اعمال می‌کند.

$U$ : ولتاژ موثر (r.m.s) بین فازها (ولتاژ خط) در فرکانس قدرت است که هادی روکش‌دار 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 روکش‌دار 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: ۳۵۶۹-۲ ISIRI یا (IEC 60502-2) وجود ندارد و به جای آن ولتاژ (۳۶) ۱۸/۳۰ کیلو ولت درج شده است. ولتاژ ۳۳ کیلو ولت که عمدتاً در جنوب و جنوب غرب کشور استفاده می‌شود. بر اساس استاندارد BSI است. اصلی‌ترین پارامتر این کابل‌ها، که ضخامت عایق (۸ میلیمتر) و جنس آن است، در هر دو استاندارد یکسان است 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 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.

## ۵ حداکثر دمای هادی

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

جدول ۱- دمای کار هادی‌های روکش‌دار

شرایط	حداکثر دمای هادی (°C)
بهره‌برداری عادی	۸۰
بهره‌برداری در شرایط اضطراری	۱۰۰
در حالت اتصال کوتاه (حداکثر ۵ ثانیه)	۲۱۰

**یادآوری ۱-** حداکثر دما بر اساس رفتار حرارتی مواد عایقی که در ساختمان کابل بکار می‌رود، تعیین می‌شود. در محاسبه این مقادیر باید دمای قابل تحمل اتصالات و ترمینال‌ها و شرایط دمایی متعادل آن‌ها نیز در نظر گرفته شود.

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

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

## ۶ الزامات طراحی و ساخت

### ۱-۶ هادی

#### ۱-۱-۶ مشخصات عمومی هادی‌ها

نوع هادی در این استاندارد برای هر دو گونه هادی روکش‌دار به شرح زیر و مطابق با مشخصات جدول ۲ می‌باشد:

- الف- هادی تابیده شده گرد و تمام آلومینیوم آلیاژی (AAAC) فشرده
- ب- هادی تابیده شده گرد و آلومینیوم تقویت شده با فولاد (ACSR) فشرده

جدول ۲- مشخصات عمومی هادی‌ها برگرفته از استاندارد EN 50182

نوع هادی	کد عنوان هادی	کد مشخصه هادی	تعداد و قطر نامی اولیه رشته‌ها (n×mm)	سطح مقطع (mm <sup>2</sup> )
تمام آلومینیوم آلیاژی (AAAC) فشرده	AAAC 70	77-AL3	۷×۳/۷۵	۷۷/۳
	AAAC 120	130-AL3	۱۹×۲/۹۵	۱۲۹/۹
	AAAC 185	183-AL3	۱۹×۳/۵۰	۱۸۲/۸
آلومینیوم تقویت شده با فولاد (ACSR) فشرده	MINK	63-AL1/11-ST1A	Al / St: ۶×۳/۶۶ / ۱×۳/۶۶	کل: ۷۳/۶ Al: ۶۳/۱
	HYENA	106-AL1/20-ST1A	Al / St: ۷×۴/۳۹ / ۷×۱/۹۳	کل: ۱۲۶/۴ Al: ۱۰۶/۰
	WOLF	158-AL1/37-ST1A	Al / St: ۳۰×۲/۵۹ / ۷×۲/۵۹	کل: ۱۹۴/۹ Al: ۱۵۸/۱

مرجع مشخصات تمامی هادی‌ها مذکور استاندارد EN 50182 است و ضروری است که مشخصات رشته‌های تشکیل دهنده هادی و هادی کامل با استاندارد مذکور مطابقت داشته باشد. شایان ذکر است که سه مورد زیر به سبب فشرده بودن هادی نسبت به استاندارد EN 50182 (حالت غیر فشرده) از این امر مستثنی است:

الف- قطر بیرونی نامی هادی‌های فشرده تحت پوشش این استاندارد برای هادی‌های AAAC برابر با ۹۵٪ و برای هادی‌های ACSR برابر با ۹۳٪ قطر نامی در حالت غیر فشرده است.

ب- حداکثر مقاومت الکتریکی DC هادی، ۵٪ بالاتر از مقدار مربوطه برای حالت غیر فشرده است.

ج- حداقل نیروی پارگی<sup>۱</sup> هادی، ۹۵٪ حالت غیر فشرده است.

کمترین فاصله جوش و اتصال رشته‌های هادی (فقط دو جوش متوالی سربه‌سر) در لایه خارجی هادی، ۲۰۰ متر و در لایه داخلی هادی ۱۵ متر است.

1- Tensile breaking load

جهت تاب لایه‌های مختلف هادی در لایه خارجی هادی راست‌گرد است و جهت هر لایه مخالف، جهت لایه قبل است. نسبت طول تاب (گام) لایه خارجی به قطر هادی (نسبت تاب) حداقل ۱۰ و حداکثر ۱۴ است.

#### ۲-۱-۶ هادی‌های تمام آلومینیوم آلیاژی (AAAC)

هادی‌های تمام آلومینیوم آلیاژی از جنس آلیاژ آلومینیوم منیزیم سیلیسیوم ۶۱۰۱ (معادل گرید AL3 از استاندارد EN 50183) است. مقاومت ویژه رشته‌ها حداکثر  $32/53 \text{ n } \Omega \cdot \text{m}$  و استحکام کششی رشته‌ها قبل از تابیدن حداقل  $295 \text{ N/mm}^2$  است. حداقل ازدیاد طول نسبی رشته (مفتول)، پس از شکست،  $3/5$  درصد است. ضریب انبساط حرارتی خطی رشته‌های هادی تمام آلومینیومی آلیاژی  $23 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  و مدول الاستیسیته آن‌برابر با  $68000 \text{ MPa}$  است.

#### ۳-۱-۶ هادی‌های آلومینیومی تقویت‌شده با فولاد (ACSR)

هادی آلومینیوم شده با فولاد متشکل از رشته‌های آلومینیومی سخت غیرآلیاژی (AL1)، رشته‌های فولاد گالوانیزه با سطح استحکام یک، کلاس پوشش A (ST1A) و منطبق با استاندارد شبکه‌های فشار متوسط ایران است و شامل هادی‌های ACSR فشرده WOLF، HYENA، MINK می‌باشد.

#### ۲-۶ روکش

در هادی روکش‌دار (CC)، یک لایه روکش اکسترود شده پلی اتیلن شبکه‌ای شده (XLPE) مشکی (محتوی دوده) با ضخامت نامی  $2/3$  میلیمتر در نوع ۲۰ کیلو ولت و  $3/6$  میلیمتر در نوع ۳۳ کیلو ولت هادی را می‌پوشاند.

در هادی روکش‌دار ضخیم (CCT)، دو لایه روکش اکسترود شده با ضخامت‌های معین و با مجموع ضخامت بالاتر از نوع CC، هادی را می‌پوشاند. روکش داخلی از نوع پلی اتیلن شبکه‌ای (XLPE) و روکش بیرونی از نوع پلی اتیلن دانسیته بالا (HDPE)، مشکی رنگ و مقاوم در برابر اشعه ماوراء بنفش است تا مقاومت آن در برخورد با شاخه درختان و سایش افزایش یابد. ناگفته نماند که امکان جدا کردن روکش از هادی بدون آسیب دیدن روکش یا هادی باید امکانپذیر باشد. مشخصات روکش XLPE و HDPE باید مطابق جدول ۳ باشد. ضخامت روکش هر نوع هادی روکش‌دار، به تفکیک ولتاژ نامی، در جدول درج شده است.

خواص XLPE مورد نظر این استاندارد (هماهنگی با سایر استانداردهای این مجموعه) به منظور ارتقای کیفیت عایق و دوام آن در برابر کشش و سایش طبق استاندارد HD 626، نوع TIX-5 در نظر گرفته شده است.



جدول ۳- مشخصات و الزامات مواد روکش

مشخصه	واحد	روکش با ماده پایه XLPE	روکش بیرونی در نوع HDPE با ماده پایه CCT
حداکثر دمای کار مجاز هادی: ۹۰°C برای نوع CC و ۸۰°C برای نوع CCT			
خواص مکانیکی			
الف- قبل از پیرسازی روکش (کهنگی) (مطابق EN 60811-1-1 بند 9.1)	N/mm <sup>2</sup>	۱۴/۵	۲۲/۰
			۴۰۰
حداقل استحکام کششی	%	۲۰۰	
حداقل ازدیاد طول نسبی در پارگی	%		
ب- پس از پیرسازی روکش (کهنگی) (مطابق EN 60811-1-2 بند 8.1 روش پیرسازی a)	°C	۱۵۰	۱۱۰
	h	۲۴۰	۳۳۶
	N/mm <sup>2</sup>	ندارد	ندارد
	%	±۲۵	ندارد
%	ندارد	۳۰۰	
%	±۲۵	ندارد	
خواص فیزیکی و شیمیایی			
آزمون گرما سختی <sup>۱</sup> (مطابق EN 60811-2-1 بند 9)	°C	۲۰۰	ندارد
	min	۱۵	ندارد
	N/mm <sup>2</sup>	۰/۳	ندارد
%	۱۰۰	ندارد	
%	۱۵	ندارد	
آزمون فشار در دمای بالا - تیغه فشار (مطابق EN 60811-3-1 بند 8.1)	°C	ندارد	۸۰
	h	ندارد	۴
	ندارد	ندارد	۰/۸
%	ندارد	۵۰	

جدول ۳- مشخصات و الزامات مواد روکش (ادامه)

مشخصه	واحد	روکش با ماده پایه XLPE	روکش بیرونی در نوع CCT با ماده پایه HDPE
آزمون جذب آب - روش جرمی (مطابق EN 60811-1-3 بند 9.2)	°C h mg/cm <sup>2</sup>	۸۵ ۳۳۶ ۱	۸۵ ۳۳۶ ۱
آزمون انقباض <sup>۱</sup> (جمع شوندگی) (مطابق EN 60811-1-3 بند 10) فاصله اولیه علائم مبنا (L)	mm h °C %	۲۰۰±۵ ۱ ۱۳۰±۳ ۴	۲۰۰±۵ ۱ ۱۰۰±۳ ۴
سختی <sup>۲</sup> (مطابق ISO 868)	Shore D	ندارد	۵۵
محتوی دوده <sup>۳</sup> در روکش بیرونی (مطابق EN 60811-4-1 بند 11)	%	حداقل ۲ و حداکثر ۳	حداقل ۲ و حداکثر ۳
حداکثر MFI <sup>۴</sup>	ندارد	ندارد	۰/۴

- 1- Shrinkage test  
2- Shore D  
3- Carbon black  
4- Melt Flow Index

## ۷ کد مشخصه هادی روکش دار

برای نشانه گذاری هادی های روکش دار تحت پوشش این استاندارد، کد مشخصه تخصیص یافته باید به شرح زیر باشد:

الف- کد نوع: CC یا CCT

ب- کد عنوان هادی: طبق ستون دوم جدول ۲

پ- ولتاژ نامی (U): 20 kV یا 33 kV

کدها باید به ترتیب فوق بوده و با علامت "-" جدا گردند.

مثال:

۱- کد مشخصه CCT-AAAC 185-20kV برای یک هادی هوایی روکش دار دارای این معنی است: هادی با روکش ضخیم (روکش متشکل از دو لایه XLPE و HDPE) با هادی تمام آلومینیومی آلیاژی فشرده با سطح مقطع نامی  $185 \text{ mm}^2$  (ساختمان  $19 \times 3/5 \text{ mm}$ ) و ولتاژ نامی ۲۰ کیلو ولت.

۲- کد مشخصه CC-MINK-33kV برای یک هادی هوایی روکش دار دارای این معنی است: هادی هوایی روکش دار (روکش تک لایه XLPE) با هادی آلومینیومی تقویت شده با فولاد فشرده از نوع MINK و ولتاژ نامی ۳۳ کیلو ولت.

## ۸ نشانه گذاری

### ۸-۱ اطلاعات شناسائی

علائم زیر باید به طور خوانا بر روی سطح بیرونی هادی های روکش دار نشانه گذاری شوند:

الف- نام و علامت تجاری سازنده

ب- سال ساخت

پ- عنوان استاندارد حاضر

ت- کد مشخصه هادی روکش دار طبق بند ۷ این استاندارد

ث- مترها در فواصل یک متری. علائم مترها به اعداد ۶ رقمی محدود شده و هر فاصله با اعداد صحیح شروع می شود.

### ۸-۲ نحوه و شرایط علامت گذاری

علائم باید خوانا باشند و عرض آنها نباید کمتر از ۳ میلیمتر باشد. کلیه علائم باید به صورت برجسته، فرورفته یا چاپی و با دوام باشند و روی سطح روکش بیرونی درج شوند. علائم نه تنها باید با حروف انگلیسی درج شوند بلکه باید در طول کابل به طور متوالی تکرار گردند. فاصله خالی بین دو نشانه گذاری متوالی نباید از یک متر تجاوز کند.

### ۸-۳ دوام علائم

علائم چاپی باید پس از ۱۰ بار مالیدن یک پارچه کتانِ نمدار بر روی آنها کماکان خوانا باقی بمانند.

#### ۴-۸ مشخصات قرقره

هر قرقره هادی روکش دار باید در قسمت بیرونی خود دارای پلاک حک شده یا کارت و برچسب (کارتکس) باشد و اطلاعات زیر روی آن درج شده باشد.

الف- نام سازنده (یا علامت تجاری تولیدکننده یا مرکز تأمین کننده هادی روکش دار)

ب- کد مشخصه هادی روکش دار طبق بند ۷ این استاندارد

پ- شماره قرقره یا کد شناسائی کارخانه

ت- شماره استاندارد ساخت

ث- طول هادی بر روی قرقره به متر

ج- متراژ ابتدا و انتهای هادی

ج- سال ساخت

ح- وزن ناخالص (مجموع وزن قرقره و هادی روکش دار)

ح- علامت پیکانی که جهت چرخش قرقره را نشان می دهد.

#### ۹ مشخصات فنی

مشخصات هادی های روکش دار تحت پوشش این استاندارد به تفکیک نوع هادی و ولتاژ نامی آنها در جدول های ۴، ۵ و ۶ آورده شده اند.

جدول ۴ - مشخصات فنی هادی روکشدار نوع CC فشار متوسط

روکش پلی اتیلن شبکه‌ای، مشکی (Black XLPE)

مقادیر / مشخصات		هادی آلومینیوم آلیاژی (AAAC)						واحد	شرح مشخصه	ردیف
		هادی آلومینیوم تقویت شده با فولاد (ACSR)			MINK					
WOLF	HYENA	63-AL1/11-ST1A	183-AL3	130-AL3	77-AL3	70	mm <sup>2</sup>	سطح مقطع نامی	۱	
158-AL1/37-ST1A	106-AL1/20-ST1A	63-AL1/11-ST1A	183-AL3	130-AL3	77-AL3	70	-	کد مشخصه هادی مطابق EN 50182	۲	
۳۰×۲/۵۹ / ۷×۲/۵۹	۷×۴/۳۹ / ۷×۱/۹۲	۶×۳/۶۶ / ۱×۲/۶۶	۱۹×۳/۵۰	۱۹×۲/۹۵	۷×۳/۷۵	۷×۳/۷۵	n×mm	ساختمان هادی قبل از فشرده سازی	۳	
۱۹۴/۹	۱۲۶/۴	۷۳/۶	۱۸۲/۸	۱۲۹/۹	۷۷/۳	۷۷/۳	mm <sup>2</sup>	سطح مقطع کل هادی	۴	
۱۶/۸۶	۱۳/۵۵	۱۰/۲۱	۱۶/۶۳	۱۴/۰۱	۱۰/۶۹	۱۰/۶۹	mm	قطر نامی هادی (فشرده)	۵	
۶۵/۴۶	۳۸/۸۶	۲۰/۵۹	۵۱/۳۳	۳۶/۳۹	۲۱/۶۷	۲۱/۶۷	kN	نیروی پارگی نامی هادی (فشرده)	۶	
-/۱۹۲۰	-/۲۸۴۳	-/۴۷۶۷	-/۱۹۰۰	-/۴۶۷۴	-/۴۶۶۷	-/۴۶۶۷	Ω/km	مقاومت الکتریکی هادی در 20°C	۷	
۶۸۹	۴۲۸	۲۴۲	۴۸۴	۳۴۴	۲۰۴	۲۰۴	kg/km	وزن تقریبی واحد طول هادی (بدون روکش)	۸	
۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	kV	ولتاژ نامی (U)	۹	
۲/۶	۲/۶	۲/۶	۲/۶	۲/۶	۲/۶	۲/۶	mm	مقدار نامی	۱۰	
۳/۱۴	۳/۱۴	۳/۱۴	۳/۱۴	۳/۱۴	۳/۱۴	۳/۱۴	mm	حداقل نقطه‌ای		
۴/۱	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۴/۱	mm	حداکثر میانگین		
۲۳/۲	۱۹/۹	۱۶/۵	۲۲/۹	۲۰/۷	۱۸/۰	۱۷/۰	mm	حداقل	۱۱	
۲۵/۲	۲۱/۹	۱۸/۵	۲۴/۹	۲۱/۹	۱۹/۲	۱۹/۰	mm	حداکثر		
۹۲۳	۸۳۱	۶۲۵	۷۱۶	۶۲۵	۴۶۵	۳۶۷	kg/km	وزن تقریبی واحد طول هادی روکش دار	۱۲	

جدول ۵- مشخصات فنی هادی روکش‌دار ضخیم نوع CCT فشار متوسط

روکش پلی اتیلن شیکمائی، (LPE) و پلی اتیلن دانسیته بالا مشکئی رنگ (Black, HDPE) (مخ لایه)

ردیف	شرح مشخصه	واحد	مقادیر / مشخصات									
			هادی آلومینیوم آلیاژی (AAAC)					هادی آلومینیوم تقویت شده با فولاد (ACSR)				
			۱۸۵	۱۲۰	۷۰	۱۸۵	۱۲۰	۷۰	۱۸۵	۱۲۰	۷۰	
۱	مساحت مقطع نامی	mm <sup>2</sup>	183-AL3	130-AL3	77-AL3	63-AL1/11-ST1A	MINK	HYENA	106-AL1/20-ST1A	158-AL1/37-ST1A	WOLF	
۲	کد مشخصه هادی مطابق EN 50182	-	19x3/50	19x2/95	7x3/75	6x3/66 / 1x3/66	7x3/66	7x3/66	7x3/66	7x3/66	7x3/66	
۳	ساختمان هادی (قبل از فشرده سازی)	n×mm	182/8	129/9	77/3	102/1	73/6	126/4	13/55	194/9	194/9	
۴	مساحت مقطع کل هادی	mm <sup>2</sup>	16/63	14/1	10/69	10/21	7/76	12/6/4	13/55	194/9	194/9	
۵	قطر نامی هادی (فشرده)	mm	5/23	4/1	3/69	3/21	2/76	4/6/4	5/23	65/46	65/46	
۶	نیروی پارگی نامی هادی (فشرده)	kN	0/1900	0/1274	0/4467	0/59	0/4467	0/2843	0/4467	0/1920	0/1920	
۷	مقاومت الکتریکی DC نامی هادی (فشرده) در 20°C	Ω/km	484	344	204	484	344	242	484	689	689	
۸	وزن تقریبی واحد طول هادی (بدون روکش)	kg/km	33	20	10	33	20	10	33	48	48	
۹	ولتاژ نامی (U)	kV	5/5	3/3	2/0	5/5	3/3	2/0	5/5	8/0	8/0	
۱۰	ضخامت کل روکش (مجموع ضخامت دو لایه)	مقدار حداقل	8/0	5/5	4/0	8/0	5/5	4/0	8/0	9/1	6/3	
		میانگین حداقل	9/1	6/3	4/1	9/1	6/3	4/1	9/1	10/2	7/4	
		حداقل نقطه‌ای	10/2	7/4	5/2	10/2	7/4	5/2	10/2	11/3	8/5	
۱۱	ضخامت لایه HDPE (ضخامت لایه بیرونی)	حداکثر میانگین	10/2	7/4	5/2	10/2	7/4	5/2	10/2	11/3	8/5	
		حداقل نقطه‌ای	11/3	8/5	6/3	11/3	8/5	6/3	11/3	12/4	9/6	
۱۲	قطر بیرونی هادی روکش‌دار ضخیم (جهت اطلاع)	حداقل	12/4	9/6	7/4	12/4	9/6	7/4	12/4	13/5	10/6	
		حداکثر	13/5	10/6	7/4	13/5	10/6	7/4	13/5	14/6	11/7	
۱۳	وزن تقریبی واحد طول هادی روکش‌دار	kg/km	895	682	482	895	682	482	895	1311	1311	

توضیح: مقادیر نیروی پارگی نامی هادی فشرده و مقاومت الکتریکی DC نامی هادی فشرده در جدول‌های ۴ و ۵ به ترتیب با اعمال ضریب‌های ۰/۹۵ و ۱/۰۵ در مقادیر نامی هادی‌های غیر فشرده مشابه تعیین گردیده است (به بند ۶-۱-۱ رجوع شود).

جدول ۶ - مشخصات الکتریکی هادی روکش دار نوع CC

جریان خطا <sup>۱</sup> برای 5 Sec. (KA)	ظرفیت جریان دائمی هادی روکش دار (A)		مقاومت الکتریکی DC نامی هادی در ۲۰°C (Ω/km)	نوع هادی
	بر اساس دمای محیط ۴۰°C و سرعت باد ۰/۶ m/s	بر اساس دمای محیط ۲۵°C و سرعت باد ۰/۶ m/s		
۲/۶	۲۸۲	۳۳۳	۰/۴۴۶۷	AAAC 70 (۷×۳/۷۵)
۴/۴	۳۸۹	۴۶۰	۰/۲۶۷۴	AAAC 120 (۱۹×۲/۹۵)
۶/۹	۴۸۲	۵۷۱	۰/۱۹۰۰	AAAC 185 (۱۹×۳/۵۰)
۲/۵	۲۶۸	۳۱۶	۰/۴۷۶۷	MINK
۴/۲	۳۷۷	۴۴۶	۰/۲۸۴۳	HYENA
۶/۳	۴۷۷	۵۶۴	۰/۱۹۲۰	WOLF

جدول ۷- مشخصات الکتریکی هادی روکش دار نوع CCT

جریان خطا <sup>۱</sup> برای 5 Sec. (KA)	ظرفیت جریان دائمی هادی روکش دار (A)		مقاومت الکتریکی DC نامی هادی در ۲۰°C (Ω/km)	نوع هادی
	بر اساس دمای محیط ۴۰°C و سرعت باد ۰/۶ m/s	بر اساس دمای محیط ۲۵°C و سرعت باد ۰/۶ m/s		
۲/۶	۲۹۲	۳۴۱	۰/۴۴۶۷	AAAC 70 (۷×۳/۷۵)
۴/۴	۳۹۸	۴۶۶	۰/۲۶۷۴	AAAC 120 (۱۹×۲/۹۵)
۶/۹	۴۸۹	۵۷۴	۰/۱۹۰۰	AAAC 185 (۱۹×۳/۵۰)
۲/۵	۲۷۷	۳۲۳	۰/۴۷۶۷	MINK
۴/۲	۳۸۳	۴۴۸	۰/۲۸۴۳	HYENA
۶/۳	۴۸۳	۵۶۷	۰/۱۹۲۰	WOLF

۱) بر اساس دمای اولیه معادل حداکثر دمای کار هادی ۸۰°C و دمای نهایی ۲۱۰°C  
 ۲) ظرفیت جریانی هادی های روکش دار بر اساس استانداردهای IEC 61597, IEC 60287 در شرایط فرض شده به شرح جداول فوق استخراج و همچنین تحمل جریان اتصال کوتاه نیز مطابق با استاندارد IEC 60949 محاسبه شده اند.

## ۱۰ آزمون‌ها

### ۱-۱۰ فهرست آزمون‌ها

فهرست تمامی آزمون‌ها، اعم از معمول، نوعی و نمونه‌ای در جدول ۸ آورده شده است. مشخصات محصول بایستی پس از بررسی و انجام آزمون‌هایی که در جدول ۸ آمده، تطبیق و تأیید شود. در این جدول، انواع آزمون‌ها، اعم از نوعی T، نمونه‌ای S یا جاری R و نیز روش و مقررات مربوط به آنها مشخص شده است. دو روش آزمون نیز در بندهای ۱۰-۲ و ۱۰-۳ ارائه شده‌اند. در آزمون‌های نمونه‌ای، میزان نمونه آزمون نسبت به حجم محموله به شرح زیر است: ده درصد تعداد قرقره‌های هادی روکش دار از هر محموله تولیدی به طور تصادفی و با نظارت و اطلاع خریدار انتخاب گردیده و از هر قرقره انتخابی یک نمونه تحت آزمون‌های نمونه‌ای قرار می‌گیرد.

آزمون‌های نوعی، صرفنظر از سطح مقطع هادی، باید بر روی هر نوع هادی روکش‌دار انجام گیرد. نتایج آزمون‌های نوعی برای هادی‌های روکش‌دار از نوع CC یا CCT و با همان نوع هادی (AAAC یا ACSR) و با سطح مقطع‌های مختلف (از محصولات همان تولیدکننده) معتبر خواهد بود.

#### جدول ۸- الزامات آزمون‌ها

ردیف	عنوان آزمون / مشخصه	نوع آزمون <sup>۱</sup>	الزامات آزمون (معیار پذیرش)	روش آزمون
<b>آزمون‌های الکتریکی هادی روکش‌دار</b>				
۱	مقاومت الکتریکی هادی	T, S	مطابق بند ۹	بر اساس مقاومت الکتریکی رشته‌ها یا اندازه‌گیری مستقیم برطبق EN 50182
۲-۱	آزمون فشار قوی	T, S	عدم وقوع شکست الکتریکی	اعمال ولتاژ a.c. بین هادی و آب، در حال غوطه‌وری نمونه با شرایط زیر: ولتاژ آزمون در CC: 1 U a.c. ولتاژ آزمون در CCT: 1.6 U a.c. تعداد نمونه: 1 طول نمونه (حداقل): 5 m مدت غوطه‌وری اولیه در آب (حداقل): 1 h دمای آب: $20 \pm 5$ °C مدت اعمال ولتاژ: 15 min در آزمون نمونه‌ای و 3 h در آزمون نوعی
۳-۱	آزمون جرقه (اسپارک) <sup>۲</sup>	R	عدم وقوع شکست الکتریکی	مطابق EN 50356 با ولتاژهای ذیل: در CC: 0.7 U a.c. یا 1 U d.c. در CCT: 25 kV a.c. یا 38 kV d.c.
۴-۱	اندازه‌گیری جریان نشتی (فقط برای نوع CC)	T	حداکثر جریان نشتی: 1 mA	مطابق بند ۱۰-۲ ولتاژ آزمون: 0.7 U a.c.
<b>بررسی و آزمون‌های هادی</b>				
۱-۲	رشته‌های آلومینیومی آلیاژی یا غیرآلیاژی (در هادی‌های AAAC و ACSR): قطر، استحکام کششی، ازدیاد طول نسبی (ازدیاد طول نسبی فقط در مورد رشته هادی AAAC انجام می‌شود)، Wrapping test (پیچش به دور میله)، مقاومت الکتریکی	T, S	EN 50182	مطابق EN 50182 (با توجه به فشرده بودن هادی بهتر است آزمون‌های مربوط به رشته‌ها قبل از تابیده شدن رشته انجام گیرد).

یادآوری ۱: T: آزمون نوعی (Type test)، S: آزمون نمونه‌ای (Sample test)، R: آزمون معمول (Routine test)

یادآوری ۲: تحت شرایط زیر می‌توان به جای این آزمون یک آزمون فشار قوی جایگزین بر روی کل طول محصول انجام داد: ولتاژ آزمون 4 kV<sub>a.c.</sub> مدت غوطه‌وری اولیه در آب حداقل 10min، دمای آب  $(20 \pm 5)$  °C، مدت اعمال ولتاژ 5min، معیار پذیرش: عدم وقوع شکست الکتریکی.



جدول ۸- آزمون‌ها (ادامه)

مطابق EN 50182	EN 50182	T, S	رشته‌های فولادی (در هادی‌های ACSR): قطر، تنش در ازدیاد طول نسبی یک درصد، استحکام کششی، ازدیاد طول نسبی، Torsion test (پیچش حول محور نمونه)، Wrapping test (پیچش به دور میله)، آزمون‌های پوشش گالوانیزه (جرم، یکنواختی و چسبندگی پوشش)	۲-۲
مطابق EN 50182	EN 50182 (با لحاظ نمودن تغییرات مرتبط با فشرده بودن هادی، طبق شرح بند ۱-۱-۶ استاندارد حاضر)	T, S	هادی کامل (هادی‌های AAAC و ACSR): تعداد رشته‌ها، قطر نهایی هادی، جهت تاب لایه(ها)، نسبت تاب لایه(ها)، Inertness (برگشت پذیری رشته‌ها در موقعیت برش هادی)، جرم واحد طول هادی، نیروی پارگی هادی (محاسباتی یا اندازه‌گیری مستقیم)، وضعیت ظاهری هادی	۳-۲
<b>آزمون‌های غیر الکتریکی روکش(ها)</b>				<b>۳</b>
مطابق بند 8.1، EN 60811-1-1	مطابق بند ۹	T, S, R	ضخامت روکش(ها)	۱-۳
مطابق بند 9.1، EN 60811-1-1 بند 8.1؛ EN 60811-1-2 (روش پیرسازی a)	مطابق بند ۲-۶ مطابق بند ۲-۶	T T	خواص مکانیکی قبل از پیرسازی پس از پیرسازی	۲-۳
مطابق بند 11؛ EN 60811-4-1	مطابق بند ۲-۶	T	محتوای دوده <sup>۱</sup>	۳-۳
<b>خواص حرارتی روکش</b>				<b>۴</b>
مطابق بند 10؛ EN 60811-1-3	مطابق بند ۲-۶	T	آزمون انقباض <sup>۱</sup>	۱-۴
بند 9 مطابق EN 60811-2-1	مطابق بند ۲-۶	T, S	آزمون گرما سختی <sup>۲</sup>	۲-۴
بند 8.1 مطابق EN 60811-3-1	مطابق بند ۲-۶	T	آزمون فشار در دمای بالا (تیغه فشار) <sup>۳</sup>	۳-۴
<b>سایر آزمون‌های روکش</b>				<b>۵</b>
بند 9.2 مطابق EN 60811-1-3	مطابق بند ۲-۶	T	آزمون جذب آب - روش جرمی	۱-۵
مطابق ISO 868	مطابق بند ۲-۶	T	سختی Shore D <sup>۴</sup>	۲-۵
<b>نشانه‌گذاری</b>				<b>۶</b>
بررسی چشمی	مطابق بند ۱-۸ و ۲-۸	T, S, R	محتوا، خوانایی و فاصله نشانه‌گذاری‌ها	۱-۶
مطابق بند ۳-۸	مطابق بند ۳-۸	T	دوام علائم چاپی	۲-۶
مطابق EN 50397-1 Annex D	مطابق بند ۳-۱۰	T	آزمون لغزش روکش روی هادی (Slippage test)	۷

- 1- Carbon black  
2- Shrinkage test  
3- Hot set test

## ۱۰-۲ آزمون اندازه گیری جریان نشتی

این آزمون مطابق با پیوست B استاندارد مرجع EN50397-1 می باشد.

### ۱۰-۲-۱ تجهیزات آزمون

- منبع ولتاژ a.c. با فرکانس قدرت (۴۸ الی ۶۲ هرتز) با ولتاژ خروجی  $U \cdot 0.7$
- برای  $20 \text{ kV} = 14 \text{ کیلوولت}$  و برای  $33 \text{ kV} = 23/1 \text{ کیلوولت}$  و جریان خروجی کمتر از  $5 \text{ mA}$
- آمپر متر (سنجش مقدار موثر r.m.s) با کلاس دقت  $\pm 0.1$  میلی آمپر و کمتر
- مقاومت  $K \Omega (1 \pm 0.05)$
- سیم لخت مسی با قطر  $(2/0 \pm 0.05 \text{ mm})$
- مخزن آب
- اتانول

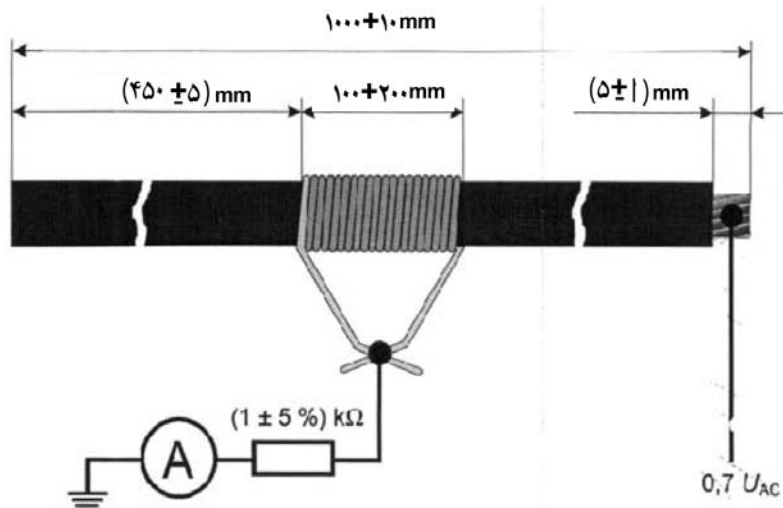
### ۱۰-۲-۲ نمونه آزمون

یک نمونه  $1$  متری از هادی روکش دار  $(10 \pm 1000 \text{ mm})$  انتخاب می گردد. این نمونه نباید از  $5$  متر انتهای طول قرقره تولید شده باشد.

سطح بیرونی روکش این هادی با استفاده از محلول اتانول تمیز می گردد. سپس این نمونه به مدت  $24$  ساعت در مخزن آب با دمای  $20$  درجه سانتیگراد  $(20 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C})$  به نحوی قرار می گیرد که دو انتهای آن بیرون از آب باشند. انجام آزمون بلافاصله پس از بیرون آوردن نمونه از آب و خشک کردن سطح هادی روکش دار انجام می پذیرد. نایستی رطوبتی بین سیم پیچیده شده و سطح هادی وجود داشته باشد.  $5$  میلی متر از روکش انتهای یک طرف هادی برداشته شده، سطح هادی آن تمیز می شود. در فاصله  $45$  سانتی از انتهای دیگر هادی روکش دار یک سیم پیچ با استفاده از سیم لخت مسی با قطر  $2$  میلیمتر به دور هادی روکش دار پیچیده می شود. بطوری که طول محوری آن  $10$  سانتی متر گردد. این سیم پیچ برای اندازه گیری مقدار جریان نشتی بکار برده می شود.

### ۱۰-۲-۳ روش آزمون

ولتاژ آزمون  $(0.7 U_{a.c.})$  به یک سر هادی روکش دار اعمال و مقدار جریان عبوری از سیم پیچ بطرف زمین با استفاده از آمپر متر اندازه گیری می شود. مقدار جریان اندازه گیری شده بایستی کمتر از مقدار حد مجاز  $(1 \text{ mA})$  آن باشد نحوه مونتاژ موارد آزمون مطابق شکل (۴) می باشد.



شکل ۴. طریقه انجام آزمون جریان نشتی

مقدار اندازه‌گیری شده جریان نشتی باید کمتر از حد مجاز تعیین شده باشد.

۱۰-۳ آزمون لغزش روکش روی هادی

اندازه‌گیری ضریب لغزش (X-Value)

۱۰-۳-۱ تعاریف

۱- حداقل نیروی شکست مجاز (SMFL)

حداقل نیرویی است که شکست مکانیکی رخ ندهد و مقدار آن ۹۵ درصد نیروی پارگی نامی هادی (RTS) می‌باشد.

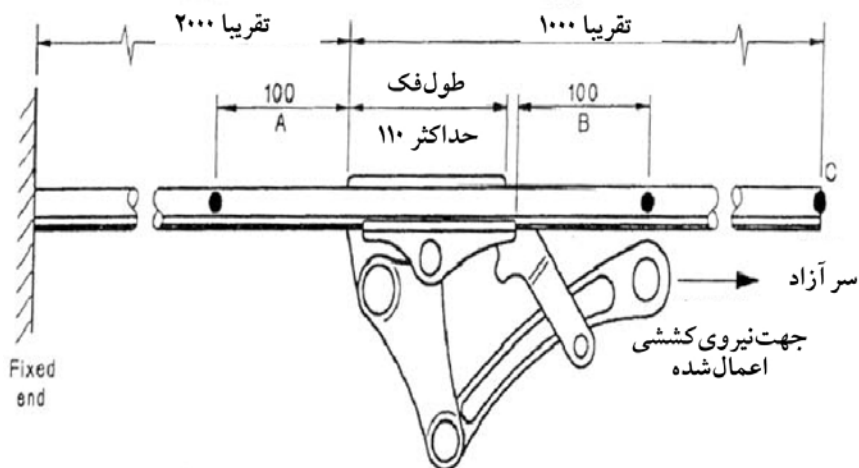
۲- نیروی پارگی نامی هادی (RTS)

نیروی پارگی محاسباتی هادی مبتنی بر خواص مکانیکی نامی رشته‌های تشکیل دهنده آن

۱۰-۳-۲ نمونه آزمون

آزمون بر روی ۵ نمونه از هر سطح مقطع مشخص شده هادی روکش‌دار انجام می‌پذیرد. طول نمونه‌ها ۳ متر می‌باشد که از طول یک هادی تولید شده انتخاب شده‌اند. نمونه‌ها باید به فاصله حداقل یک متر از انتهای هر طول پیوسته، برداشته شوند. قبل از آزمون نمونه‌ها باید حداقل به مدت ۲۴ ساعت در دمای  $23 \pm 2$  °C نگهداری شوند.

روش انجام مطابق شکل (۵) خواهد بود.



شکل ۵ نحوه قرار گرفتن کلمپ کششی (گیره قورباغه‌ای)

### ۱۰-۳-۳ روش انجام آزمون

آزمون باید براساس جزئیات نشان داده شده در شکل (۵) انجام گیرد. انتهای ثابت نمونه باید به روش مناسب و به طوری که هم هادی و هم روکش، ثابت و مقید شوند، بسته شود. انتهای دیگر آزاد نمونه باید تمیز بوده و قطعات سست آن حذف گردد. گیره قورباغه‌ای (یا کلمپ کششی گوه ای خودکار) با فک نیمه استوانه شیاردار با طول حداکثر ۱۱۰ mm باید تقریباً ۲ m از انتهای ثابت شده نمونه بسته شود. بر روی پوشش باید دو علامت در هر طرف گیره و به فاصله ۱۰۰ mm از فک، مطابق شکل، درج شود. در مرحله اول، نیروی کششی (F) معادل ده درصد RTS به گیره کششی اعمال شده و به مدت ده دقیقه ثابت نگه داشته می‌شود. در صورتی که لغزش گیره رخ نداد، در مرحله بعد، نیروی کششی ۲۰ درصد RTS به مدت ده دقیقه اعمال می‌گردد. مراحل کشش با افزایش ده درصدی نیرو در هر مرحله تا جایی که یکی از حالت‌های ذکر شده در بند ۱۰-۳-۴ رخ دهد، ادامه می‌یابد. در صورت وقوع لغزش گیره روی روکش، باید از نتایج آن آزمون، صرف نظر نموده و آزمون با گیره دیگر و یا به شکلی که لغزش گیره رخ ندهد، تکرار گردد. این آزمون باید در محدوده دمایی  $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$  انجام شود.

### ۱۰-۳-۴ الزامات

برای تایید نتایج در هر مرحله، موارد زیر در حین آزمون نباید رخ دهد.

- ۱- فاصله A از ۱۰۵ میلیمتر بیشتر شود.
- ۲- فاصله B از ۹۵ میلیمتر کمتر گردد.
- ۳- جلوآمدگی پوشش با بیش از ۳ mm بیرون زدگی از انتهای آزاد هادی رخ دهد (نقطه C در شکل)
- ۴- ترک و پارگی در پوشش ظاهر نگردد.

### ۱۰-۳-۵ نتایج آزمون

بالاترین نیروی اعمال شده به هر نمونه در مراحل آزمون که در آن نیرو، حالت‌های ذکر شده در بند ۱۰-۳-۴ رخ نداد، ثبت می‌گردد (F). گزارش آزمون باید شامل تعداد نمونه، نیروی اعمالی F (برحسب نیوتن)، نوع لغزش بوجود آمده و مقدار ضریب لغزش X باشد.

مقدار ضریب لغزش  $X$  در هر نمونه باید طبق فرمول زیر محاسبه گردد:

$$X = (F/RTS) * 100$$

نتیجه آزمون، میانه مقادیر  $X$  برای پنج نمونه مورد آزمون می‌باشد.