ISIRI
3569-2
2nd.revision

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
Institute of Standards and Industrial Research of Iran

استاندارد ملی ایران
۳۵۶۹-۲
تجدید نظردوم

کابل های قدرت با عایق اکسترود شده و تجهیزات جانبی آن برای ولتاژهای اسمی ۱ kV (U_m = ۱/۲ kV) تا و خود ۳۰ kV (U_m = ۳۶ kV) –

قسمت دوم : کابل های با ولتاژ اسمی ۶ kV (U_m = ۷/۲ kV) تا وخود ۳۰ kV (U_m =۳۶ kV)

Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1,2 kV) up to 30 kV (Um= 36 kV) -

Part 2 : Cables for rated voltages from 6 kV (Um= 7,2 kV) up to 30 kV (Um=36 kV)

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
تهران - خیابان ولیعصر، ضلع جنوبی میدان ونک، پلاک ۱۲۹۴، صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵
تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱
دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و۸۸۸۸۷۱۰۳
کرج - شهر صنعتی، صندوق پستی ۱۶۳-۳۱۵۸۵
تلفن: ۸- ۲۸۰۶۰۳۱(۰۲۶۱)
دورنگار: ۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶۱)
پیام نگار: standard@isiri.org.ir
وب‌گاه : www.isiri.org
بخش فروش، تلفن: ۲۸۱۸۹۸۹ (۰۲۶۱) ، دورنگار: ۲۸۱۸۷۸۷ (۰۲۶۱)
بها: ۱۰۰۰۰ ریال

Institute of Standards and Industrial Research of IRAN
Central Office: No.1294 Valiaser Ave. Vanak corner, Tehran, Iran
P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran
Tel: +98 (21) 88879461-5
Fax: +98 (21) 88887080, 88887103
Headquarters: Standard Square, Karaj, Iran
P.O. Box: 31585-163
Tel: +98 (261) 2806031-8
Fax: +98 (261) 2808114
Email: standard @ isiri.org.ir
Website: www.isiri.org
Sales Dep.: Tel: +98(261) 2818989, Fax.: +98(261) 2818787
Price: 10000 Rls

بنام خدا

آشنایی با مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب قانون، تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در رشته های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه، صاحبنظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود. سعی می شود استانداردهای ملی، در جهت مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری حاصل از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولید کنندگان، مصرف کنندگان، صادر کنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمانهای دولتی و غیر دولتی مرتبط باشد. پیش نویس استانداردهای ملی برای نظرخواهی از مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی نیز که مؤسسات و سازمانهای علاقه مند و ذی صلاح آنها را با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند و در کمیتهٔ ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شود که براساس مفاد مندرج در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی مربوط که مؤسسه تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1]، کمیسیون بین المللی برق و الکترونیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط (Contact Point) کمیسیون بین المللی کدکس غذایی (CODEX)[4] در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفتهای علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامتی و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردها را برای محصولات تولیدی داخل کشور و / یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. مؤسسه می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمانها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاهها و واسنج های (کالیبره کنندگان) وسایل سنجش، مؤسسهٔ استاندارد اینگونه سازمان ها و مؤسسات را براساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران مورد ارزیابی قرار داده و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آنها اعطا نموده و بر عملکرد آنها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی از دیگر وظایف این مؤسسه است.

---

1. International Organization for Standardization
2. International Commission of Eletrotefhnise
3. International Organization for Legal Metrology
4. Codex Alimentarious Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

" کابل های قدرت با عایق اکسترود شده و تجهیزات جانبی آن برای ولتاژهای اسمی ۱ kV (U_m = ۱/۲ kV) تا و خود ۳۰ kV (U_m = ۳۶ kV) – قسمت دوم : کابل های با ولتاژ اسمی ۶ kV (U_m = ۷/۲ kV) تا و خود ۳۰ kV (U_m =۳۶ kV) "

	سمت و / یا نمایندگی
رئیس :	
پورعبداله ، محمدباقر (لیسانس مهندسی صنایع)	انجمن سیم و کابل ایران
دبیر :	
ایازی ، جمیله (لیسانس مهندسی برق و الکترونیک)	مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
اعضاء : (اسامی به ترتیب حروف الفباء)	
ساسان ، شاهرخ (لیسانس مهندسی شیمی)	شرکت دیبا پلیمر (سهامی خاص)
ستخر ، رضا (لیسانس مهندسی متالوژی)	شرکت رسانا کابل (سهامی خاص)
شمس ملک آرا ، بهرام (لیسانس مهندسی برق و قدرت)	انجمن صنفی سیم و کابل
عبقری ، رامین (لیسانس مهندسی برق – مخابرات)	سیم و کابل سمنان (سهامی خاص)
مستوفی سرکاری ، مجید (لیسانس شیمی کاربردی)	شرکت شاخص صدر (سهامی خاص)
معتمدرسا ، حسین (لیسانس مهندسی متالوژی)	شرکت سیمیا (سهامی خاص)

عنوان **صفحه**

آشنایی با موسسه استاندارد ج
کمیسیون فنی تدوین استاندارد د
پیش گفتار ز
۱ هدف و دامنه کاربرد ۱
۲ مراجع الزامی ۱
۳ اصطلاحات و تعاریف ۲
۴ ولتاژهای تخصیصی و مواد ۴
۵ هادی ها ۷
۶ عایق ۷
۷ حفاظ گذاری ۹
۸ نحوه آرایش کابل های سه رشته ، پوشش های میانی و پرکننده ها ۱۰
۹ لایه های فلزی برای کابل های تک رشته چند رشته ۱۲
۱۰ حفاظ فلزی ۱۲
۱۱ هادی هم مرکز ۱۳
۱۲ روکش فلزی ۱۳
۱۳ شیلد فلزی ۱۲
۱۴ روکش ۱۷
۱۵ شرایط آزمون ها ۱۸
۱۶ آزمون های معمول ۱۸
۱۷ آزمون های نمونه ای ۲۰
۱۸ آزمون های نوعی ، الکتریکی ۲۵
۱۹ آزمون های نوعی ، غیر الکتریکی ۳۰
۲۰ آزمون های الکتریکی پس از نصب ۳۶
پیوست الف (الزامی) روش محاسباتی فرضی برای تعیین ابعاد روکش های محافظ ۴۶
پیوست ب (اطلاعاتی) مقادیر مجاز جریان پیوسته برای کابلهای با عایق اکسترود شده و ولتاژ اسمی از ۳/۶ kV / ۶ تا و خود ۱۸/۳۰kV ۵۲
پیوست پ (الزامی) گرد کردن اعداد ۷۳
۷۵

پیوست ت (الزامی) تعیین سختی عایق های HEPR
پیوست ث (الزامی) روش اندازه گیری مقاومت حفاظ های نیمه هادی ۷۷
پیوست ج (الزامی) آزمون نفوذ آب ۷۹

پیش‌گفتار

استاندارد " کابل های قدرت با عایق اکسترود شده و تجهیزات جانبی آن برای ولتاژهای اسمی ۱ kV (U_m = ۱/۲ kV) تا و خود ۳۰ kV (U_m = ۳۶ kV) - قسمت دوم : کابل های با ولتاژ اسمی ۶ kV (U_m = ۷/۲ kV) تا و خود ۳۰ kV (U_m =۳۶ kV) " نخستین بار در سال ۱۳۶۸ تهیه شد. این استاندارد براساس پیشنهادهای رسیده و بررسی توسط مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و تأیید کمیسیون های مربوط برای دومین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در چهارصد و پنجاه و نهمین اجلاسیه کمیته ملی برق و الکترونیک مورخ ۸۷/۹/۱۱ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ ، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود .

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینهٔ صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر گونه 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 تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۲-۳۵۶۹ : سال ۱۳۸۱ می شود .

منبع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد به کار رفته به شرح زیر است :

IEC 60502-2 : (2005-03) second edition ,Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1kV(Um = 1,2Kv) up to 30 kV(U_m= 36 Kv) part 2 : Cables for rated voltages from 6 kV (U_m= 7,2 kV) up to 30 kV (U_m=36 kV)

کابل های قدرت با عایق اکسترود شده و تجهیزات جانبی آن برای ولتاژهای اسمی ۱ kV (U_m = ۱/۲ kV) تا و خود ۳۰ kV (U_m = ۳۶ kV) – قسمت دوم : کابل های با ولتاژ اسمی ۶ kV (U_m = ۷/۲ kV) تا و خود ۳۰ kV (U_m =۳۶ kV)

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد ، تعیین ساختار ، ابعاد و الزامات آزمون کابل های قدرت با عایق جامد اکسترود شده برای ولتاژ اسمی از ۶ kV تا و خود ۳۰ kV برای نصب ثابت از قبیل شبکه های توزیع یا نصب در صنعت است .

به هنگام تعیین کاربرد کابل ، پیشنهاد می شود که احتمال غوطه وری در آب در نظر گرفته شود . طراحی کابلها با فواصل جداساز جهت جلوگیری از نفوذ آب به صورت طولی و آزمونهای سازگار با آن در این بخش استاندارد آورده شده است

این استاندارد کابل های نصب ویژه و شرایط استفاده خاص را در نمی گیرد ، از قبیل کابل های به کار رفته درشبکه های هوایی ، صنایع معدنی ، نیروگاه های انرژی هسته ای (در داخل و اطراف محدوده آن) و مورد استفاده در زیر دریایی یا کشتی ها .

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر 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 می شود .

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد ، اصلاحیه ها 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 اصلاحیه های بعدی آنها مورد نظر است .

استفاده از مراجع الزامی زیر برای این استاندارد الزامی است :

۲-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۳۰۸۴ : سال ۱۳۸۱ ، هادی های سیم و کابل

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره۱-۳۰۸۱ :سال ۱۳۸۳ ، آزمون روی کابل های الکتریکی تحت شرایط آتش – قسمت یکم : آزمون روی سیم های عایق شده یا کابل های تکی عمودی نصب شده

۲-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۲۴-۳-۳۰۸۱ : سال ۱۳۸۳ ، آزمون روی کابل های الکتریکی تحت شرایط آتش – قسمت ۳-۲۴ : آزمون برای انتشار شعله عمودی روی دسته سیم های عایق شده یا کابل های عمودی نصب شده – رده C

۲-۴ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۵۵۲۵ : سال ۱۳۸۰ ، مواد عایق و غلاف کابل های الکتریکی – روش های آزمون عمومی – قسمت اول : اندازه گیری ضخامت و ابعاد کلی – آزمون خواص مکانیکی

۲-۵ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۵۵۲۵ : سال ۱۳۸۰ ، مـواد عـایق و غـلاف کابـل هـای الکتریکـی – روش های آزمون عمومی – قسمت دوم : روش های کهنگی حرارتی

۲-۶ استاندارد ملی ایران شماره ۳-۵۵۲۵ : سال ۱۳۸۰ ، مـواد عـایق و غـلاف کابـل هـای الکتریکـی – روش های آزمون عمومی – قسمت سوم : روش های تعیین چگالی آزمون های جـذب آب و جمـع شوندگی

۲-۷ استاندارد ملی ایران شماره ۴-۵۵۲۵ : سال ۱۳۸۰ ، مـواد عـایق و غـلاف کابـل هـای الکتریکـی – روش های آزمون عمومی – قسمت چهارم : آزمونها در دمای پایین

۲-۸ استاندارد ملی ایران شماره ۵-۵۵۲۵ : سال ۱۳۸۰ ، مـواد عـایق و غـلاف کابـل هـای الکتریکـی – روش های آزمون عمومی – قسمت پنجم : آزمون مقاومت در برابر ازن، گرماسختی، غوطـه وری در روغن معدنی برای آمیزه های الاستومر

۲-۹ استاندارد ملی ایران شماره ۶-۵۵۲۵ : سال ۱۳۸۰ ، مـواد عـایق و غـلاف کابـل هـای الکتریکـی – روش های آزمون عمومی – قسمت ششم : آزمون فشار در دمای بالا، آزمون مقاومت عایق و غـلاف در برابر ترک خوردگی

۲-۱۰ استاندارد ملی ایران شماره ۷-۵۵۲۵ : سال ۱۳۸۰ ، مـواد عـایق و غـلاف کابـل هـای الکتریکـی – روش های آزمون عمومی – قسـمت هفـتم : آزمـون هـای تلفـات جـرم و پایـداری حرارتـی بـرای آمیزه های .P.V.C

2-11 IEC 60038 : 1983, IEC Standard Voltages

2-12 IEC 60060-1 : 1989, High Voltage test techniques – Part 1 : General definitions and test requirements

2-13 IEC 60183 : 1984 , Guide to the selection of high – voltage cables

2-14 IEC 60229 , Tests on cable oversheats which have a speical protective function and are applied by extrusion

2-15 IEC 60811-4-1 , Insulating and sheating materials of electric and optical cables – common test methods – Part 4-1 : Methods specific to polyethylene and polypropylene compounds – Resistance to enviromental stress cracking – Measurement of the melt flow index – carbon black and/or mineral filler content measurement in polyethylene by direct combustion – Measurement of carbon black content by thermogravimetric analysis (TGA) – Assessmentof carbon blank dispersion in polyethylene using a microscope

2-16 IEC 60885-3 , Electrical test methods for electric cables – Part 3 : Test methods for partial discharge measurements on length or extruded power cables

2-17 IEC 60986 , Short – circuit temperture limits of electric cables with rated voltages from 6kV (Um = 7.2 kV) up to 30kV (Um = 36kV)

2-18 ISO 48 : 1994 , Rubber , vulcanized or thermoplastic – Determination of hardness between 10 IRHD and 100 IRHD)

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد ، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می رود.

۳-۱ تعاریف مقادیر ابعادی (ضخامت ، سطح مقطع و غیره)

۳-۱-۱ مقدار نامی

مقداری که برای یک کمیت در نـــظرگرفته شده است و اغلب در جداول به کاربرده می شود .

یادآوری – در این استاندارد ، معمولا مقدار نامی به مقادیری گفته می شود که باید توسط انـدازه گیـری و بـا در نظرگـرفتن رواداری ها بررسی شوند .

۳-۱-۲ مقدار تقریبی

مقداری که تضمین و یا کنترل نمی شود ، برای مثال: جهت محاسـبه سـایر مقـادیر ابعـادی از آن اسـتفاده می شود .

۳-۱-۳ مقدار میانه

هنگامی که چندین نتیجه آزمون به دست آید و به صورت صعودی یا نزولی مرتـب شـوند ، در صـورتی کـه تعداد نتایج آزمون فرد باشد ، مقدار میانه عدد وسطی آن و اگر زوج باشد ،میانگین دو عدد وسـطی در نظـر گرفته می شود .

۳-۱-۴ مقدار فرضی

مقدار محاسبه شده مطابق با " روش فرضی " که در پیوست الف شرح داده شده است .

۳-۲ تعاریف مربوط به در آزمون ها

۳-۲-۱ آزمون های معمول[1]

آزمون هایی که توسط سازنده بر روی همه کابل های ساخته شده انجام می گیرد تا انطباق کابل با الزامـات مشخص شده را برآورده سازد .

۳-۲-۲ آزمون های نمونه ای[2]

آزمون هایی که توسط سازنده بر روی نمونه هایی از کابل تکمیل شده یا قطعـاتی از کابـل تکمیـل شـده در دوره های زمانی مشخص انجام می گیرد تا انطباق محصول نهایی را با الزامات مشخص شده تأیید نماید .

۳-۲-۳ آزمون های نوعی

آزمون هایی که بر پایه روال عام تجاری، پیش از عرضه (یک کابل به بازار مصرف) بر روی کابل هـای تحـت پوشش این استاندارد باید انجام گیرد تا مشخصه های عملکردی رضـایت بخشـی را بـرای بـرآورده سـاختن کاربرد مورد نظر ثابت نماید .

یادآوری – ماهیت این آزمون ها به گونه ای است که پس از انجام ، نیازی به تکـرار ندارنـد مگـر آن کـه تغییـری در مـواد یـا طراحی یا عملیات ساخت یک نمونه از کابل پیش بیاید که بتواند ویژگی های کارکردی آن را دستخوش تغییر سازد .

1- Routine tests
2-Sample tests

۳-۲-۴ آزمون های الکتریکی پس از نصب

این آزمون ها برای اثبات سالم بودن کابل و تجهیزات جانبی آن در وضعیت نصب می شوند ، انجام می شود .

۴ ولتاژهای تخصیصی و مواد

۴-۱-۱ ولتاژهای اسمی (مجاز)

ولتاژهای اسمی $U_o/U(U_m)$ کابل هایی که در دامنه کاربرد این استاندارد قرار می گیرند عبارتند از :

$U_o/U\ (U_m)$= ۳/۶/۶(۷/۲)– ۶/۱۰(۱۲) – ۸/۷/۱۵(۱۷/۵) – ۱۲/۲۰(۲۴) -۱۸/۳۰(۳۶) kV

یادآوری ۱– مقادیر گفته شده ، انتخابهای مناسبی هستند با این حال در برخی از کشورها مقادیر دیگری را از قبیل ۳/۵/۶kV - ۱۰ kV / ۵/۸ - ۱۱/۵ /۲۰ - ۱۷/۳/۳۰ در نظر می گیرند.

در تخصیص ولتاژ کابل ها $U_o/U(U_m)$ ، U_o و U و U_m عبارتند از :

U_o: ولتاژ اسمی میان هادی و زمین یا حفاظ فلزی در فرکانس صنعتی است که کابل بر اساس آن طراحی می شود.

U: ولتاژ اسمی میان هادیها با هم است که کابل بر اساس آن طراحی شده است .

U_m: بیشترین مقدار ولتاژ "بالاترین ولتاژ شبکه" است که تجهیزات می توانند در آن ولتاژ کار کنند.

(مطابق استاندارد IEC 60038)

ولتاژ اسمی کابل برای کاربرد معین و متعارف در شرایط بهره برداری در شبکه ای که کابل در آن قرار می گیرد ، باید مناسب باشد . برای سهولت انتخاب کابل ، شبکه ها به سه دسته تقسیم می شوند :

- دسته الف : این دسته شامل شبکه هایی است که اگر فاز با زمین یا یک هادی زمین تماس پیدا کنند , باید پس از گذشت ۱ min از شبکه اصلی جدا شوند .
- دسته ب : این دسته شامل شبکه هایی است که در شرایط اتصال زمین می توانند برای یک دوره زمانی کوتاه بهره برداری شوند . این دوره زمانی بر طبق استاندارد IEC 60183 نباید از یک ساعت بیشتر شود . برای کابل هایی که در دامنه کاربرد این استاندارد قرار دارند ، دوره زمانی با حد رواداری طولانی تری نیز قابل پذیرش است . ولی در هر موقعیت این زمان نباید از ۸ h فراتر رود . همچنین کل زمان عیب اتصال زمین در یکسال نباید از ۱۲۵ h بیشتر شود .
- دسته پ : این دسته شامل شبکه هایی است که در دو دسته الف و ب قرار نمی گیرند .

یادآوری ۲ – توصیه می شود دقت به عمل آید شبکه هایی که یک اتصال زمین را به فوریت و به طور خودکار قطع نمی کنند تنش های اضافی اثرگذار بر عایق کابل ها در مدت اتصال زمین ، طول عمر کابل ها را تا مقدار قابل ملاحظه ای کاهش می دهند . اگر پیش بینی شود که این شبکه کما بیش با عیب زمین بهره برداری شود ، پیشنهاد می شود که شبکه در دسته پ ارزیابی شود .

مقادیر U_o پیشنهادی برای کابل های مورد استفاده در شبکه های ۳ فاز به شرح مندرج در جدول ۱ است.

جدول ۱- ولتاژهای اسمی پیشنهادی U_o

بالاترین ولتاژ شبکه (U_m) kV	ولتاژ اسمی (U_o) kV	
	دسته الف و ب	دسته پ
۷/۲	۳/۶	۶/۰
۱۲/۰	۶/۰	۸/۷
۱۷/۵	۸/۷	۱۲/۰
۲۴/۰	۱۲/۰	۱۸/۰
۳۶/۰	۱۸/۰	-

۴-۱-۲ آمیزه های عایقی

انواع آمیزه های عایقی کابل هایی که در دامنه کاربرد این استاندارد می باشند به همراه علائم اختصاری آنها در جدول ۲ فهرست شده است .

جدول ۲- آمیزه های عایقی

آمیزه های عایقی	نام اختصاری
الف گرما _ نرم ها (ترموپلاستیک)[1]	
پلی وینیل کلراید (P.V.C) برای کابل های با ولتاژ اسمی $U_o/U <$ ۱/۸/۳ kV	PVC /B *
ب گرما _ سخت[2]	
لاستیک اتیلن پروپیلین[3] یا ماده ای مشابه (EPDM یا EPM)	EPR
لاستیک اتیلن پروپیلن با درجه سختی بالا یا تحمل زیاد	HEPR
پلی اتیلن کراس لینک[4]	XLPE
* آمیزه عایقی بر مبنای پلی وینیل کلراید برای کابل های با ولتاژ اسمی $U_o/U \leq$ ۱/۸/۳ kV به PVC/A در استاندارد ملی شماره ۱-۳۵۶۹ اطلاق می شود .	

بیشینه دمای هادی برای انواع مختلف آمیزه های عایقی تحت پوشش این استاندارد در جدول ۳ داده شده است.

1- Thermoplastic
2- Thermosetting
3- Ethylene propylene rubber
4- Cross-linked polyethylene

جدول ۳- بیشینه دمای هادی برای انواع مختلف آمیزه های عایقی

آمیزه های عایقی	بیشینه دمای هادی °C	
	شرایط کار عادی	اتصال کوتاه (حداکثر به مدت ۵ s)
پلی وینیل کلراید (PVC/B)		
برای سطح مقطع هادی کمتر از ۳۰۰ mm^2	۷۰	۱۶۰
برای سطح مقطع هادی بیشتر از ۳۰۰ mm^2	۷۰	۱۴۰
پلی اتیلن کراس لینک (XLPE)	۹۰	۲۵۰
لاستیک اتیلن پروپیلن (HEPR[1] و EPR)	۹۰	۲۵۰

دماهای جدول ۳ بر پایه ویژگی های ذاتی مواد عایقی تعیین شده اند . استفاده از این مقادیر برای محاسبه جریان های مجازسایر پارامترها نیز باید در نظر گرفته شود .

برای مثال ، در شرایط کار عادی ، اگر یک کابل زیر زمین دفن شود و با باری پیوسته (ضریب بار ٪ ۱۰۰) در بیشینه دمای هادی نشان داده شده در جدول بهره برداری شود ، مقاومت حرارتی خاک اطراف کابل می تواند در طی زمان از مقدار اولیه آن فراتر رود و در نتیجه عملیات خشک شدن[2] صورت گیرد، در نتیجه دمای هادی ممکن است به شدت از مقدار بیشینه فراتر رود . اگر چنین شرایط بهره برداری پیش بینی شود ، باید تمهیدات کافی در نظر گرفته شود .

توصیه می شود برای در نظر گرفتن مقادیر مجاز جریان پیوسته (دائم) , این جریانها بر طبق پیوست ب باشد .

توصیه می شود برای در نظر گرفتن دماهای اتصال کوتاه ، این دماها بر طبق استاندارد IEC 60968 باشند .

۲-۴ آمیزه های روکش

بیشینه دماهای هادی برای انواع مختلف آمیزه های روکش کابل هایی که در دامنه کاربرد این استاندارد می باشند در جدول ۴ داده شده است.

جدول ۴ – بیشینه دمای هادی برای انواع آمیزه های روکش

آمیزه های روکش	نام اختصاری	بیشینه دمای هادی در شرایط کار عادی °C
الف گرما – نرم (ترموپلاستیک)		
با پایه پلی وینیل کلراید (P.V.C)	ST_1	۸۰
	ST_2	۹۰
با پایه پلی اتیلن	ST_3	۸۰
	ST_7	۹۰
ب کشسانها		
پلی کلروپرن ، پلی اتیلن کلروسولفونات یا پلیمرهای همانند	SE_1	۸۵

1- Hard grade ethylene propylene rubber
2-Drying-out

۵ هادی ها

هادیها باید از گروه ۱ یا گروه ۲ به صورت مس آنیل شده بدون اندود فلزی یا پوشش فلزی و یا آلومینیوم یا آلیاژهای آلومینیوم بر طبق استاندارد ملی ایران شماره ۳۰۸۴ باشد . در مورد هادی های گروه ۲ ممکن است تامین آب بندی در راستای طولی نیاز به اندازه گیری داشته باشد.

۶ عایق

۶-۱ جنس

عایق باید به صورت اکسترود شده از یکی از انواع فهرست شده در جدول ۲ باشد .

۶-۲ ضخامت عایق

ضخامت نامی عایق در جداول ۵ تا ۷ مشخص شده اند .

ضخامت هر یک از لایه ی جداکننده یا صفحه نیمه هادی روی هادی یا روی عایق نباید در ضخامت عایق منظور گردد .

جدول ۵ – ضخامت نامی عایق PVC/B

سطح مقطع نامی هادی mm^2	ضخامت نامی عایق در ولتاژ اسمی ۳/۶ / ۶ (۷/۲) kV mm
۱۰ تا ۱۶۰۰	۳/۴
یادآوری ۱– هادی با سطح مقطعی کوچکتر ا زکمترین اندازه های داده شده در این جدول توصیه نمی شود . با اینحال ، اگر یک هادی با سطح مقطع کوچکتری مورد نیاز باشد ، یا باید قطر هادی را با حفاظ هادی افزایش داد (بند ۷-۱) یا ضخامت عایق تا حدی بالا برده شود که حد مقادیر محاسبه شده با کوچکترین اندازه ی هادی داده شده در جدول ، تنشهای الکتریکی حداکثر اعمال شده به عایق تحت آزمون ولتاژ را محدود نماید. **یادآوری ۲**– برای هادی با سطح مقطع بالاتر از $1000\ mm^2$ ، ضخامت عایق را می توان افزایش داد تا از آسیب مکانیکی آن در حین نصب و به کار گیری جلوگیری نمود.	

جدول ۶ – ضخامت نامی عایق پلی اتیلن کراس لینک (XLPE)

سطح مقطع نامی هادی	ضخامت نامی عایق در ولتاژ اسمی U_o/U (U_m)				
	۳/۶ / ۶ / (۷/۲)	۳/۶ / ۶ (۷/۲)	۶/۱۰ (۱۲)	۸/۷ /۱۵ (۱۷/۵)۲	۱۸/۳۰ (۳۶)
mm^2	kV mm	kV mm	kV mm	kV mm	kV mm
۱۰	۲/۵	–	–	–	–
۱۶	۲/۵	۳/۴	–	–	–
۲۵	۲/۵	۳/۴	۴/۵	–	–
۳۵	۲/۵	۳/۴	۴/۵	۵/۵	–
۵۰ تا ۱۸۵	۲/۵	۳/۴	۴/۵	۵/۵	۸/۰
۲۴۰	۲/۶	۳/۴	۴/۵	۵/۵	۸/۰
۳۰۰	۲/۸	۳/۴	۴/۵	۵/۵	۸/۰
۴۰۰	۳/۰	۳/۴	۴/۵	۵/۵	۸/۰
۵۰۰ تا ۱۶۰۰	۳/۲	۳/۴	۴/۵	۵/۵	۸/۰

یادآوری ۱– هادی با سطح مقطعی کوچکتر ا زکمترین اندازه های داده شده در این جدول توصیه نمی شود . با اینحال ، اگر یک هادی با سطح مقطع کوچکتری مورد نیاز باشد ، یا باید قطر هادی را با حفاظ هادی افزایش داد (بند ۷-۱) یا ضخامت عایق تا حدی بالا برده شود که حد مقادیر محاسبه شده با کوچکترین اندازه ی هادی داده شده در جدول ، تنش های الکتریکی حداکثر اعمال شده به عایق تحت آزمون ولتاژ را محدود نماید.

یادآوری ۲– برای هادی با سطح مقطع بالاتر از mm^2 ۱۰۰۰ ، ضخامت عایق را می توان افزایش داد تا از آسیب مکانیکی آن در حین نصب و به کار گیری جلوگیری نمود.

جدول ۷ – ضخامت نامی عایق لاستیک پروپیلن اتیلن (EPR)

و لاستیک پروپلین اتیلن سخت (HEPR)

سطح مقطع نامی هادی	ضخامت نامی عایق در ولتاژ اسمی U_0/U (U_m)					
	۳/۶ / ۶ / (۷/۲) kV		۶/۱۰ (۱۲) kV	۸/۷ /۱۵ (۱۷/۵) kV	۱۲ /۲۰ (۲۴) kV	۱۸/۳۰ (۳۶) kV
	بدون حفاظ فلزی	با حفاظ فلزی				
mm^2	mm	mm	mm	mm	mm	mm
۱۰	۳/۰	۲/۵	–	–	–	–
۱۶	۳/۰	۲/۵	۳/۴	–	–	–
۲۵	۳/۰	۲/۵	۳/۴	۴/۵	–	–
۳۵	۳/۰	۲/۵	۳/۴	۴/۵	۵/۵	–
۵۰ تا ۱۸۵	۳/۰	۲/۵	۳/۴	۴/۵	۵/۵	۸/۰
۲۴۰	۳/۰	۲/۶	۳/۴	۴/۵	۵/۵	۸/۰
۳۰۰	۳/۰	۲/۸	۳/۴	۴/۵	۵/۵	۸/۰
۴۰۰	۳/۰	۳/۰	۳/۴	۴/۵	۵/۵	۸/۰
۵۰۰ تا۱۶۰۰	۳/۲	۳/۲	۳/۴	۴/۵	۵/۵	۸/۰

یادآوری ۱– هادی با سطح مقطعی کوچکتر ا زکمترین اندازه های داده شده در این جدول توصیه نمی شود . با اینحال ، اگر یک هادی با سطح مقطع کوچکتری مورد نیاز باشد ، یا باید قطر هادی را با حفاظ هادی افزایش داد (بند ۷-۱) یا ضخامت عایق تا حدی بالا برده شود که حد مقادیر محاسبه شده با کوچکترین اندازه ی هادی داده شده در جدول ، تنش های الکتریکی حداکثر اعمال شده به عایق تحت آزمون ولتاژ را محدود نماید.

یادآوری ۲– برای هادی با سطح مقطع بالاتر از mm^2 ۱۰۰۰ ، ضخامت عایق را می توان افزایش داد تا از آسیب مکانیکی آن در حین نصب و به کار گیری جلوگیری نمود.

۷ حفاظ گذاری

تمامی کابل ها باید دارای یک لایه فلزی باشند که رشته ها را به طور تکی یا کلی در بر گیرند . در صورت نیاز به حفاظ گذاری تکی برای هر رشته در کابل های تک رشته یا سه رشته ، این رشته ها باید شامل یک حفاظ هادی و حفاظ عایق باشند . این حفاظ ها باید در همه کابل ها به استثنای موارد زیر وجود داشته باشند .

الف – کابل های با ولتاژ اسمی kV (۷/۲) ۶ / ۳/۶ ، با عایق EPR وHEPR می توانند بدون حفاظ باشند به شرط آن که ضخامت عایق آنها برابر با بالاترین ضخامت داده شده در جدول ۷ باشد .

ب- کابل های با ولتاژاسمی kV (۷/۲) ۶ / ۳/۶ با عایق P.V.C باید بدون حفاظ باشند .

۷-۱ حفاظ هادی

حفاظ هادی باید غیر فلزی بوده و شامل یک آمیزه نیمه هادی اکسترود شده باشد که می تواند بر روی یک نوار نیمه هادی قرار گیرد . آمیزه نیمه هادی اکسترود شده باید به طور کامل به عایق بچسبد.

۷-۲ حفاظ عایق

حفاظ عایق باید شامل یک ماده نیمه هادی غیر فلزی همراه با لایه فلزی باشد .

لایه غیر فلزی باید مستقیما بر روی لایه عایق در هر رشته از کابل اکسترود شود و می تواند شامل آمیزه نیمه هادی چسبیده به عایق یا نواری شکل باشد.

یک لایه نوار نیمه هادی یا آمیزه از آن را می توان سپس روی هر رشته یا مجموعه رشته ها اعمال کرد .

لایه فلزی باید رشته ها را به طور تکی یا کلی در بر گیرد و باید با الزامات بند ۱۰ نیز مطابقت داشته باشند .

۸ نحوه آرایش کابل های سه رشته ، پوشش های میانی و پرکننده ها

نحوه آرایش کابل های سه رشته به ولتاژ اسمی آن ونیز اینکه لایه فلزی بر روی هر یک از رشته ها به کار می رود یا خیر ، بستگی دارد.

بند های ۸-۱تا ۸-۳ شامل کابل های تک رشته روکش دار نمی شود.

۸-۱ پوشش های میانی و پرکننده ها

۸-۱-۱ ساختار

پوشش های میانی می توانند اکسترودشده و یا به صورت نوار پیچ باشند .

برای کابل های با رشته های گرد، پوشش میانی به صورت نوارپیچ ، تنها هنگامی مجاز خواهد بود که فضای خالی میان رشته ها به خوبی پر شده باشد .

استفاده از یک نخ یا نوار بایندرمناسب پیش از اعمال پوشش میانی اکسترودشده مجاز می باشد .

۸-۱-۲ جنس

موادی که به صورت پوشش های میانی و پرکننده ها به کار می روند باید برای تحمل دمای کار کابل مناسب بوده و با مواد عایقی سازگار باشند .

۸-۱-۳ ضخامت پوشش میانی اکسترود شده

ضخامت تقریبی پوشش های میانی اکسترود شده باید از جدول ۸ استخراج شود.

جدول ۸ – ضخامت پوشش درونی اکسترودشده

قطر فرضی بر روی رشته های تابیده شده		ضخامت پوشش میانی اکسترودشده (مقادیر تقریبی) mm
بالاتر از mm	تا و خود mm	
-	۲۵	۱/۰
۲۵	۳۵	۱/۲
۳۵	۴۵	۱/۴
۴۵	۶۰	۱/۶
۶۰	۸۰	۱/۸
۸۰	-	۲/۰

۸-۱-۴ ضخامت پوشش های میانی نواری هم پوشان

درصورتی که قطر فرضی رشته های تابیده کمتر یا مساوی ۴۰ mm باشد، ضخامت تقریبی نوار ۰/۴ mm و در صورتی که قطر فرضی رشته های تابیده بیشتر از ۴۰ mm باشد ، ضخامت تقریبی نوار ۰/۶ mm است.

۸-۲ کابل های دارای لایه فلزی کلی (به بند ۹ مراجعه شود)

کابل ها باید دارای پوشش میانی بر روی رشته های به هم تابیده شده باشند . پوشش میانی و پرکننده ها باید با الزمات بند ۸-۱ مطابق بوده و باید جاذب رطوبت نباشند مگر آن که ادعا شود که کابل هیچگونه نفوذ آب در راستای طولی ندارد .

در کابل هایی که دارای یک حفاظ نیمه هادی بر روی هر یک از رشته های تکی و همچنین یک لایه فلزی کلی بر روی همه آنها باشد ، پوشش داخلی باید از جنس نیمه هادی باشد. پرکننده ها می توانند از یک ماده ی نیمه هادی باشند .

۸-۳ کابل های دارای لایه فلزی تکی بر روی هر یک از رشته ها (به بند ۱۰ مراجعه شود)

لایه های فلزی که به طور تکی رشته ها را در بر می گیرند باید با یکدیگر تماس داشته باشند .

کابل هایی که دارای لایه فلزی تکی بوده و همچنین یک لایه فلزی کلی از همان جنس به روی همه آنها باشند(به بند ۹ مراجعه شود) ، باید دارای یک پوشش داخلی بر روی رشته های تابیده شده باشند . پوشش میانی و پرکننده ها باید با الزامات بند ۸-۱ مطابق بوده و جاذب رطوبت نباشند . مگر آن که ادعا شود که کابل هیچ گونه نفوذ آب در راستای طولی ندارد.

هنگامی که لایه فلزی تکی و کلی از دو جنس متفاوت باشند ، لایه ها باید با یک روکش اکسترود شده از نوع ماده ای که در بند ۱۴-۲ مشخص شده است ، از هم جدا شوند . برای کابل های با روکش سربی ، جداسازی از لایه های فلزی تکی زیرین را می توان با پوشش میانی بر طبق بند ۸-۱ انجام داد .

کابل هایی که دارای آرمور یا هادی هم مرکز (به بند ۹ مراجعه شود) نیستند پوشش میانی کابل می تواند حذف شود به شرط اینکه شکل خارجی کابل عملا گرد باقی بماند .

۹ لایه های فلزی برای کابل های تک رشته و سه رشته

لایه های فلزی مشمول این استاندارد به شرح زیر است .

الف) حفاظ فلزی (به بند ۱۰ مراجعه شود)

ب) هادی هم مرکز (به بند ۱۱ مراجعه شود)

پ) روکش فلزی (به بند ۱۲ مراجعه شود)

ت) شیلد فلزی (به بند ۱۳ مراجعه شود)

لایه (های) فلزی یک کابل باید از یک یا چند نوع از لایه های اشاره شده در بالا باشند و اگر بـــر روی کابل های تک رشته یا رشـته هـای کابـل هـای سـه رشـته بـه طـور تکـی بـه کـار رونـد، بایـد از جـنس مـواد غیر مغناطیسی باشند .

ممکن است اندازه گیری هایی برای دست یابی به آب بندی در راستای طولی در محدوده لایـه هـای فلـزی انجام شود.

۱۰ حفاظ فلزی

۱۰-۱ ساختار

حفاظ فلزی باید شامل یک یا چند نوار ، یا بافت [1] یا لایه هم مرکز متشکل از تعـدادی سـیم یـا ترکیبـی از سیم ها و نوار(ها) باشد .

این حفاظ همچنین می تواند به صورت یک روکش و یا در حالت حفاظ کلی به صـورت شـیلدی باشـد کـه مطابق با بند ۱۰-۲ است .

هنگام انتخاب جنس حفاظ ، باید دقت خاصی در مورد احتمال خوردگی جنس آن بعمل آید . این امـر نـه فقط از نظر ایمنی مکانیکی بلکه از نظر ایمنی الکتریکی نیز حایز اهمیت است .

فاصله ها در حفاظ ها باید مطابق با مقررات و یا استانداردهای ملی باشند .

۱۰-۲ الزامات

ابعاد و الزامات الکتریکی و فیزیکی حفاظ فلزی باید مطابق با مقررات و یا استانداردهای ملی تعیین شوند .

۱۰-۳ حفاظ فلزی که با لایه های نیمه هادی همراه نیستند

هرگاه در ولتاژهای اسمی kV (۷/۲)۶ /۳/۶ حفاظ های فلزی با عایق هـای EPR, PVC و HEPR بـه کـار روند دیگر نیازی به لایه های نیمه هادی همراه با آن نیست .

۱۱ هادی هم مرکز

۱۱-۱ ساختار

فاصله های هادی هم مرکز باید مطابق با مقررات و / یا استانداردهای ملی باشند .

1-Braid

به هنگام انتخاب هادی هم مرکز ، باید دقت خاصی در مورد احتمال خوردگی جنس آن به عمل آید . این امر نه فقط از نظر ایمنی مکانیکی بلکه از نظر ایمنی الکتریکی نیز حائز اهمیت است .

۱۱-۲ الزامات

ابعاد و الزامات فیزیکی هادی هم مرکز و مقاومت الکتریکی باید با مقررات و / یا استانداردهای ملی تعیین شوند .

۱۱-۳ کاربرد

در صورت نیاز به استفاده از هادی هم مرکز در کابل های سه رشته ، باید آن راروی پوشش میانی کابل قرارداد. در کابل های تک رشته ، این هادی را می توان مستقیماً بر روی عایق یا بر روی پوشش میانی مناسب قرار داد .

۱۲ روکش فلزی

۱۲-۱ روکش سربی

روکش می تواند از جنس سرب یا آلیاژ آن باشد و باید به صورت لوله ی بدون درز بوده و بدون فاصله روی کابل قرار گیرد .

ضخامت نامی روکش باید از رابطه زیر محاسبه شود :

الف برای تمامی کابل ها یا ترکیب های تک رشته

$$t_{pb} = 0{,}03\ D_g + 0{,}8$$

ب برای تمامی کابل ها با هادی های قطاعی شکل

$$t_{pb} = 0{,}03\ D_g + 0{,}6$$

پ برای سایر کابل ها

$$t_{pb} = 0{,}03\ D_g + 0{,}7$$

که در آن :

t_{pb} ضخامت نامی روکش سربی بر حسب میلی متر

D_g قطر فرضی زیر روکش سربی بر حسب میلی متر (گرد شده با یک رقم اعشار بر طبق پیوست پ)

در هر حالت کوچکترین ضخامت نامی باید ۱/۲ mm باشد . مقادیر محاسبه شده باید با یک رقم اعشار گرد شود (به پیوست پ مراجعه شود)

۱۲-۲ روکش های غیرسربی

تحت بررسی است .

۱۳ شیلد فلزی

۱۳-۱ انواع شیلد فلزی

انواع شیلد های مشمول این استاندارد به شرح زیر است :

الف شیلد سیم های تخت

ب شیلد سیم های گرد

پ شیلد نواری دوتایی

۱۳-۲ جنس

شیلد های سیمی تخت یا گرد باید از جنس فولاد گالوانیزه ، مس یا مس قلع اندود ، آلومینیوم یا آلیاژ آلومینیوم باشد .

نوارها باید از جنس فولاد , فولاد گالوانیزه , آلومینیوم یا آلیاژ آلومینیوم باشد و نوارهای فولادی می تواند به صورت نورد گرم یا سرد با کیفیت تجاری باشد .

در حالت هایی که در لایه ی شیلد سیمی فولادی ، نیاز باشد تا حداقل رسانایی تامین شود ، استفاده از تعداد کافی سیم های مسی یا مسی قلع اندود در لایه ی شیلد مجاز می باشد .

به هنگام انتخاب جنس شیلد ، باید دقت خاصی در مورد احتمال خوردگی آن بعمل آید . این امر نه فقط از نظر ایمنی مکانیکی بلکه از نظر ایمنی الکتریکی نیز حائز اهمیت است .

در کابل های تک رشته برای استفاده در مدارهای .a.c جنس شیلد باید از ماده غیر مغناطیسی باشد مگر آن که ساختارخاصی انتخاب شده باشد .

۱۳-۳ کاربرد شیلد

۱۳-۳-۱ کابل های تک رشته

درکابل های تک رشته ، در زیر شیلد باید یک پوشش اکسترودشده یا نوار پیچ هم پوشان با ضخامت تعیین شده در بند ۸-۱-۳ یا ۸-۱-۴ بکار برد .

۱۳-۳-۲ کابل های سه رشته

در صورت لزوم استفاده از شیلد در کابل سه رشته ، شیلد باید بر روی پوشش میانی مطابق با بند ۸-۱ بکار برده شود.

۱۳-۳-۳ روکش جداکننده

اگر لایه فلزی زیرین و شیلد از جنس های متفاوت باشند ، آنها باید با یک روکش اکسترودشده از جنس یکی از مواد تعیین شده در بند ۱۴-۲ از هم جدا شوند .

در صورت لزوم استفاده از شیلد برای کابل با روکش سربی , باید آن را بر روی روکش جدا کننده یا بستر نواری مطابق بند ۱۳-۳-۴ به کار برد .

در صورت استفاده از روکش جداکننده ، این روکش باید در زیر شیلد به جای پوشش میانی و یا همراه آن به کار رود .

استفاده از روکش جداکننده به هنگام انجام اندازه گیری ها برای دستیابی به آب بندی کامل در راستای طولی در محدوده ی لایه های فلزی ضروری نیست .

ضخامت نامی روکش جداکننده T_s که بر حسب میلی متر بیان می شود ، باید بر طبق رابطه زیر محاسبه شود .

$$T_s = 0{,}02\, D_u + 0{,}6$$

که در آن :

D_u قطر فرضی زیر روکش برحسب میلی متر است وباید بر طبق پیوست الف محاسبه شود.

مقدار بدست آمـــده از این رابطه برحسب میلی متر باید با تقریب یک رقم اعشار گرد شود (بـه پیوسـت پ مراجعه شود).

در کابل های بدون روکش سربی ، ضخامت نامی نباید از ۱/۲ mm کمتر باشد . برای کابل هایی که روکـش جداکننده مستقیماً برروی روکش سربی قرارمی گیرد، ضخامت نامی نباید از ۱/۰ mm کمتر باشد.

۱۳-۳-۴ بستر نواری[1] هم پوشان در زیر شیلد برای کابل های با روکش سربی

بستر نواری هم پوشان به کار رفته بر روی روکش سربی باید از نوارهای کاغذی اشـباع شـده بـا روغـن و یـا نوارهای کاغذی آمیزه ای و یا ترکیبی از این دو لایه باشد و سپس به همراه یک یا چند لایه از جنس الیـاف آمیزه ای پوشانده شود .

اشباع سازی مواد بستر نواری ممکن است از آمیزه های قیری یا سایر آمیزه های بازدارنده باشـد . در حالـت شیلد سیمی این آمیزه ها نباید مستقیما زیرسیم ها به کاررود .

از نوارهای مصنوعی می توان به جای نوارهای کاغذی اشباع شده با روغن استفاده نمود .

کل ضخامت تقریبی بستر نواری بین روکش سربی و شیلد پس از اعمال شیلد باید حدود ۱/۵ mm باشد.

۱۳-۳ ابعاد سیم ها و نوارهای شیلد

ابعاد نامی سیم ها و نوارهای شیلد ترجیحا باید از یکی از مقادیر زیر باشد .

سیم های گرد :

با قطر mm (۰/۸ ، ۱/۲۵ ، ۱/۶ ، ۲/۰ ، ۲/۵ ، ۳/۱۵)

سیم های تخت :

با ضخامت ۰/۸ mm

نوارهای فولادی :

با ضخامت mm (۰/۲ ، ۰/۵ ، ۰/۸)

نوارهای آلومینیومی یا آلیاژ آلومینیومی :

با ضخامت mm (۰/۵ ، ۰/۸)

۱۳-۴ ارتباط بین قطر کابل ها و ابعاد شیلد

قطـــرهای نامی سیم گرد شیلد و ضخامت های نامی شیلد نواری به ترتیب نباید کمتر از مقادیـــرداده شده در جدول های ۹ و ۱۰ باشد .

1- Bedding

جدول ۹ – قطر نامی سیم های گرد شیلد

قطر فرضی کابل در زیر شیلد		قطر نامی سیم شیلد mm
بیشتر از mm	تا و خود mm	
-	۱۰	۰/۸
۱۰	۱۵	۱/۲۵
۱۵	۲۵	۱/۶
۲۵	۳۵	۲/۰
۳۵	۶۰	۲/۵
۶۰	-	۳/۱۵

جدول ۱۰ - ضخامت نامی نوارهای شیلد بندی

قطر فرضی کابل در زیر شیلد		ضخامت نامی نوار	
بیشتر از mm	تا و خود mm	فولاد یا فولاد گالوانیزه mm	آلومینیوم یا آلیاژ آلومینیوم mm
-	۳۰	۰/۲	۰/۵
۳۰	۷۰	۰/۵	۰/۵
۷۰	-	۰/۸	۰/۸

برای سیم های تخت شیلد و قطرهای فرضی کابل در زیر شیلد که بیشتر از ۱۵ mm باشند ، ضخامت نامی سیم فولاد تخت باید ۰/۸ mm و در کابل هایی که قطرهای فرضی آنها در زیر شیلد تا و خود ۱۵ mm باشد ، نباید از شیلد با سیم های تخت استفاده شود .

۱۳-۵ شیلد با سیم های تخت و گرد

شیلد سیمی باید بسته باشد یعنی دارای حداقل فاصله بین سیم های مجاور باشد . یک نوار فولادی گالوانیزه به صورت مارپیچ باز با ضخامت نامی حداقل ۰/۳ mm می تواند در صورت لزوم بر روی شیلد سیمی فولادی گرد یا تخت قرار گیرد یا پیچیده شود . روا داری های این نوار فولادی باید مطابق با بند ۱۷-۷-۳ باشد .

۱۳-۶ شیلد نواری دوتایی

هرگاه شیلد نواری و پوشش میانی به طریقی که در بند ۸-۱ مشخص شده است ، به کار رود . پوشش میانی بایدبا یک بستر نواری شکل تقویت شود . در صورتی که ضخامت شیلد نواری ۰/۲ mm باشد ، ضخامت کلی پوشش میانی وبسترنواری اضافه شده باید برابر با مقدار تعیین شده در بند ۷-۱ به علاوه ۰/۵ mm باشد و

در صورتی که ضخامت شیلد نواری بیش تر از ۰/۲ mm باشد ، ضخامت یاد شده باید برابر با مقدار تعیین شده در بند ۷-۱ بعلاوه ۸/ mm باشد .

ضخامت کلی پوشش میانی و بستر نواری اضافه شده نباید بیش از ۰/۲ mm به اضافه ٪ ۲۰ ± کمتر از مقدار تعیین شده فوق باشد .

اگر روکش جداکننده مورد نیاز باشد یا پوشش میانی به صورت اکسترود شده باشد و الزامات بند ۱۳-۳-۳ برآورده شود، بستر نواری تکمیلی لازم نمی باشد .

شیلد نواری باید به صورت مارپیچ دولایه باشد به طوری که نوار بیرونی تقریبا در مرکز فاصله نوار داخلی قرار گیرد. فاصله بین پیچش های مجاور هر نوار نباید از ٪ ۵۰ پهنای نوار بیشتر شود.

۱۴ روکش

۱-۱۴ کلیات

تمامی کابل ها باید دارای یک روکش نهایی باشند .

روکش کابل ها معمولا سیاه رنگ است ولی روکش کابل ها می تواند با توافق بین سازنده و خریدار, بسته به شرایط ویژه برای استفاده می تواند به رنگ دیگری باشد .

یاد آوری- آزمون پایداری در برابر UV تحت بررسی است.

۲-۱۴ جنس

روکش باید از جنس یک آمیزه ی گرمانرم (ترموپلاستیک) مانند (P.V.C ، پلی اتیلن یا بدون هالوژن) یا از جنس آمیزه ی کشسان (مانند پلی کلروپرن ، پلی اتیلن کلروسولفونه و یا پلیمرهای مشابه) باشد .

جنس روکش نهایی باید برای دمای کار مطابق با جدول ۴ مناسب باشد .

در صورتی که از روکش برای کاربرد خاص استفاده می شود ممکن است استفاده از افزودنیهای شیمیایی ضروری باشد برای مثال حفاظت روکش در برابر خوردگی موجودات موذی از قبیل موریانه . این افزودنی ها نباید دارای مواد مضر برای انسان یا محیط زیست باشد .

یاد آوری – مثال هایی از این مواد غیر مطلوب عبارتند از :

آلدرین[1] : ۱ ، ۲ ، ۳ ، ۴ ، ۱۰ و ۱۰ هگزاکلرو ، ۱ ، ۴a ، ۵ و ۸a هگزا هیدروا، ۱ ، ۴ ، ۵ و ۸ دی متانونفتالن

دی الدرین[2] : ۱ ، ۲ ، ۳ ، ۴ ، ۱۰ ، ۱۰ هگزاکلرو _ ۶ ، ۷ اپوکسی

۱ ، ۴ ، ۴a ، ۵ ، ۶ ، ۷ ، ۸ ، ۸a اکتاهیدرو _ ۱، ۴ ، ۵ و ۸ دی متانونفتالن

لیندان[3] : ایزومرگامای ۱ ، ۲ ، ۳ ، ۴ ، ۵ و ۶ هگزاکلرو _ سیکلوهگزان

1- Aldrin
2- Dieldrin
3- Lindane

۳-۱۴ ضخامت

ضخامت نامی روکش t_s بر حسب میلی متر باید از رابطه زیر بدست آید، مگر اینکه به صورت دیگری مشخص شده باشد .

$$t_s = 0{,}035\ D + 1{,}0$$

D قطر فرضی زیر روکش برحسب میلی متر است (به پیوست الف مراجعه شود)

مقدار بدست آمده از این رابطه باید با یک رقم اعشار گرد شود (به پیوست پ مراجعه شود)

در کابل های بدون شیلد و کابل هایی که روکش مستقیماً بر روی شیلد ، حفاظ فلزی یا هادی هم مرکز قرار نگرفته باشد ، ضخامت نامی نباید از ۱/۴ mm برای کابل های تک رشته و ۱/۸ mm برای کابل های سه رشته کمترشود.

در کابل هایی که روکش مستقیماً بر روی شیلد ، حفاظ فلزی یا هادی هم مرکز قرار می گیرد ، ضخامت نامی روکش نباید از ۱/۸ mm کمتر شود .

۱۵ شرایط آزمون ها

۱-۱۵ دمای محیط

آزمون ها باید در دمای محیط ºC (۱۵ ± ۲۰) انجام شوند مگر اینکه در موارد معین برای آزمون های ویژه مقدار دیگری مشخص شده باشد .

۲-۱۵ فرکانس و شکل موج ولتاژهای آزمون فرکانس قدرت

فرکانس ولتاژهای متناوب باید در گستره ۴۹ Hz تا ۶۱ Hz باشد . شکل موج باید کاملا سینوسی بوده ومقادیر وابسته به آن با مقادیر موثر (r.m.s) ارائه شوند .

۳-۱۵ شکل موج ولتاژهای آزمون ضربه الکتریکی

بر طبق استاندارد IEC 60230 زمان مجازی پیشانی موج ضربه باید بین ۱ µs تا ۵ µs بوده و زمان نامی آن در مقدار نیمه اوج ۴۰ µs تا ۶۰ µs باشد . در موارد دیگر شکل موج باید بر طبق استاندارد IEC 60060-1 انتخاب شود .

۱۶ آزمون های معمول

۱-۱۶ کلیات

آزمون های معمول اساساً بر روی تمام کابل های ساخته شده با هر طولی انجام می گیرد (به بند ۳-۲-۱ مراجعه شود). اما تعداد کابل های مورد آزمون مطابق روشهای پذیرفته شده کنترل کیفیت قابل کاهش است .

آزمون های معمول تحت پوشش این استاندارد عبارتند از :

- اندازه گیری مقاومت الکتریکی هادی ها (به بند ۱۶-۲ مراجعه شود)
- آزمون ولتاژ (به بند ۱۶ -۳ مراجعه شود)

- آزمون تخلیه جزئی (به بند ۱۶-۳ مراجعه شود) بر روی کابل هایی که دارای رشته هایی با حفاظ های هادی و عایقی برطبق بند ۷-۱ و ۷-۲ باشند .
- آزمون ولتاژ (به بند ۱۶-۴ مراجعه شود)

۱۶-۲ مقاومت الکتریکی هادیها

اندازه گیری های مقاومت باید بر روی همه هادیهای ساخته شده در هر طول از کابل که تحت آزمون های معمول قرار می گیرد ، انجام شود و در صورت وجود هادی هم مرکز این آزمون باید بر روی آن نیز انجام شود .

در این آزمون کل کابل یا بخشی از آن باید حداقل به مدت ۱۲ h قبل از آزمون در اتاق آزمون در دمای ثابت نگهداری شود . در صورت تردید در مورد یکسان بودن دمای هادی و دمای اتاق ، زمان نگهداری باید به ۲۴ h افزایش یابد و پس از آن مقاومت اندازه گیری شود . به جای این کار می توان نمونه ای از کابل را حداقل به مدت یک ساعت در وان پر از مایع با دمای کنترل شده ، قرار داد و سپس مقاومت را اندازه گیری کرد.

با استفاده از رابطه های داده شده در استاندارد ملی شماره ۳۰۸۴ مقدار مقاومت اندازه گیری شده باید به دمای ۲۰ °C و طول یک کیلومتر تصحیح گردد .

مقاومت d.c هر هادی در دمای ۲۰° C نباید از مقدار تعیین شده در استاندارد ملی شماره ۳۰۸۴ بیشتر شود . در هادی های هم مرکز ، مقاومت باید مطابق با مقررات و / یا استانداردهای ملی باشد .

۱۶-۳ آزمون تخلیه جزئی

ازمون تخلیه جزئی باید برطبق استاندارد ملی ایران شماره ۳-۵۵۲۶ انجام شود , با این تفاوت که حساسیت تعریف شده در استاندارد ملی ۳-۵۵۲۶ باید ۱۰ pC یا بهتر باشد .

در کابلهای سه رشته , آزمون باید بر روی همه رشته های عایق شده کابل انجام شود و ولتاژ آزمون باید به هر هادی و حفاظ اعمال شود .

ولتاژ آزمون باید به تدریج افزایش یابد و به میزان U_o ۲ به مدت ۱۰ s اعمال شود و سپس به آرامی تا ولتاژ U_o ۱/۷۳ کاهش یابد .

مقدار تخلیه جزئی نباید از حساسیت اعلام شده در آزمون از ولتاژ U_o ۱/۷۳ فراتر رود .

یادآوری – هر تخلیه جزئی ازآزمون ممکن است خطرناک باشد .

۱۶-۴ آزمون ولتاژ

۱۶-۴-۱ کلیات

آزمون ولتاژ باید در دمای محیط و با بهره گیری از ولتاژ متناوب (a.c.) در فرکانس شبکه انجام شود .

۱۶-۴-۲ روش آزمون کابل های تک رشته

در کابل های تک رشته با حفاظ فلزی ، ولتاژ آزمون باید به مدت min ۵ بین هادی و حفاظ فلـزی اعمـال شود .

۱۶-۴-۳ روش آزمون کابل های سه رشته

در کابل های سه رشته که هر رشته حفاظ تکی دارد، ولتاژ آزمون باید به مدت min ۵ بین هر هادی و لایه فلزی اعمال گردد .

در کابل های سه رشته که هر رشته حفاظ تکی ندارد، ولتاژ آزمون باید به مدت min ۵ به ترتیب بـین هـر هادی عایق دار و سایر هادی ها و لایه های فلزی کلی اعمال شود .

برای انجام آزمون در کابل های سه رشته، می توان از یک ترانسفورماتور سه فاز نیز استفاده کرد .

۱۶-۴-۴ ولتاژ آزمون

مقدار ولتاژ آزمون با فرکانس شبکه باید برابر بـا U_o ۳/۵ باشـد . مقـادیر ولتاژهـای آزمـون تـک فـاز بـرای ولتاژهای اسمی استاندارد در جدول ۱۱ داده شده است .

جدول ۱۱ – ولتاژهای آزمون معمول

ولتاژاسمی U_o (kV)	۳/۶	۶	۸/ ۷	۱۲	۱۸
ولتاژآزمون (kV)	۱۲/۵	۲۱	۳۰/۵	۴۲	۶۳

در کابل های سه رشته ، اگر آزمون ولتاژ با استفاده از یک ترانسفورماتور سه فاز انجام گیرد ، ولتـاژ آزمـون میان فازها باید ۱/۷۳ برابرمقادیر داده شده درجدول ۱۱ باشد .

در همه موارد ، ولتاژ آزمون باید به تدریج افزایش داده شود تا به مقادیر مشخص شده برسد .

۱۶-۴-۵ الزامات

پس از انجام آزمون هیچگونه شکست الکتریکی نباید درعایق روی دهد .

۱۷ آزمون های نمونه ای

۱۷-۱ کلیات

آزمون های نمونه ای مورد نیاز این استاندارد عبارتند از :

الف – بازرسی هادی (به بند ۱۷-۴ مراجعه شود)

ب – بررسی ابعاد (به بندهای ۱۷-۵ تا ۱۷-۸ مراجعه شود))

پ- آزمون ولتاژ برای کابل های با ولتاژ اسمی بالاتر از KV (۷/۲)۶ /۳/۶ (به بند ۱۷-۹ مراجعه شود)

پ – آزمون گرماسختی[1] برای عایق های EPR ، HEPR ، XLPE و روکش های کشسان

1- Hot set

۱۷-۲ فرکانس آزمون های نمونه ای

۱۷-۲-۱ بازرسی هادی و بررسی ابعاد

بازرسی هادی در یک کابل باید با اندازه گیری ضخامت عایق ، روکش و اندازه گیری قطر کلی بر روی طولی از هر سری کابل ساخته شده با سطح مقطع نامی و نوع یکسان انجام گیرد ولی این تعداد باید به ٪ ۱۰ از کل طول کابل های موضوع یک قرارداد ساخت محدود شود .

۱۷-۲-۲ آزمون های فیزیکی

آزمون های فیزیکی باید بر روی نمونه هایی از کابل های ساخته شده مطابق با روش های پذیرفته شده کنترل کیفیت انجام شود . در صورت نبود چنین توافقی در مفاد قراردادهایی که طول کابل از km ۲ برای کابل های سه رشته و km ۴ برای کابل های تک رشته فراتر رود ، آزمون ها باید مطابق با جدول ۱۲ انجام شود .

جدول ۱۲ – تعداد نمونه ها برای انجام آزمون های نمونه ای

تعداد نمونه ها	طول کابل			
	کابل های تک رشته		کابل های چند رشته	
	تا وخود km	بیش از km	تا وخود km	بیش از km
۱	۲۰	۴	۱۰	۲
۲	۴۰	۲۰	۲۰	۱۰
۳	۶۰	۴۰	۳۰	۲۰
و غیره	و غیره		و غیره	

۱۷ -۳ آزمون ها هنگامی تکرار می شود که یک آزمونه در هر یک از آزمون های بند ۱۶ مردود شود ، در این هنگام دو آزمونه دیگر باید از همان بهر برداشته شود و تحت همان آزمون یا آزمون هایی که نمونه اصلی در آن مردود شده است ، قرار گیرد . اگر هر دو نمونه جدید در آزمون ها پذیرفته شدند ، همه کابل های موجود در آن بهر را باید مطابق با الزامات این استاندارد در نظر گرفت . اگر یکی از نمونه های جدید مردود شود ، این بهر باید مغایر با الزامات این استاندارد نظر گرفته شود .

۱۷-۴ بازرسی هادی

برای مطابقت با الزامات استاندارد ملی شماره ۳۰۸۴ ، ساختار هادی باید در صورت امکان با بازرسی و اندازه گیری بررسی شود .

۱۷-۵ اندازه گیری ضخامت عایق وروکش های غیرفلزی (شامل روکش های جداکننده اکسترودشده، ولی بدون درنظرگرفتن پوشش های میانی)

۱۷-۵-۱ کلیات

روش آزمون باید بر طبق بند ۸ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۵۵۲۵ باشد .

هر قطعه از طول کابل انتخاب شده برای آزمون باید از یک سر کابل برداشته شود . اگر به هر دلیلی بخشی از کایل آسیب دیده باشد ، این قطعه باید پس از جداسازی بخش آسیب دیده برداشته شود .

۱۷-۵-۲ الزامات عایق بندی

در هر قطعه از رشته ، میانگین مقادیر اندازه گیری شده برحسب میلی متر که به دهم اعشار گرد شده اند, نباید کمتر از ضخامت نامی باشد و کوچکترین مقدار اندازه گیری شده آن نباید بیش از ۰/۱ mm به اضافه ٪ ۹۰ از مقدار نامی کمتر شود یعنی

$$t_m \geq 0{,}9\, t_n - 0{,}1$$

و علاوه برآن

$$(t_{max} - t_{min}) / t_{max} \leq 0{,}15$$

که در آن :

t_{max} بیشینه ضخامت برحسب میلی متر

t_{min} کمینه ضخامت بر حسب میلی متر

t_n ضخامت نامی بر حسب میلی متر است .

یادآوری - t_{max} و t_{min} در یک سطح مقطع اندازه گیری می شوند .

۱۷-۵-۳ الزامات مربوط به روکش های غیر فلزی

قطعه ای از روکش باید با موارد زیر مطابقت نماید :

الف – در کابل های بدون شیلد و کابل هایی که روکش آنها مستقیماً بر روی شیلد ، حفاظ فلزی یا هادی هم مرکز به کار نرفته است ، کوچکترین مقدار اندازه گیری شده نباید بیش از ۰/۱ mm به اضافه٪ ۸۵ از مقدار نامی کمتر شود یعنی

$$t_m \geq 0{,}85\, t_n - 0{,}1$$

ب – درباره روکش هایی که مستقیماً بر روی شیلد ، صفحه فلزی یا هادی هم مرکز قرار می گیرند و برای یک روکش جداکننده ، کوچکترین مقدار اندازه گیری شده نباید بیش از ۰/۲ mm به اضافه٪ ۸۰ از مقدار نامی کمتر شود یعنی

$$t_m \geq 0{,}8\, t_n - 0{,}2$$

۱۷-۶ اندازه گیری ضخامت روکش سربی

کمترین ضخامت روکش سربی باید از یکی از روش های زیرین و به انتخاب سازنده انجام شود و این مقدار نباید بیش از ۰/۱ mm از ٪ ۹۵ مقدار نامی کمتر شود یعنی

$$t_{min} \geq 0{,}95\, t_n - 0{,}1$$

یادآوری – روش های اندازه گیری ضخامت انواع دیگر حفاظ فلزی تحت بررسی است .

۱۷-۶-۱ روش نواری[1]

در روش نواری ، اندازه گیری باید با یک ریز سنج دارای فک های تخت به قطر ۴ mm تا ۸ mm و دقت ۰/۰۱ mm ± انجام گیرد .

این اندازه گیری باید بر روی تکه ای از روکش به طول ۵۰ mm که از یک کابل تکمیل شده جدا شده باشد، انجام گردد . این قطعه باید از امتداد طولی بریده شده و با دقت صاف شود . پس از تمیزکاری، اندازه گیری ها باید در امتداد محیط روکش و به تعداد کافی انجام گیرد ولی این اندازه گیری را نباید کمتر از ۱۰ mm دورتر از لبه قطعه صاف شده انجام داد تا اطمینان حاصل شود که کمترین ضخامت اندازه گیری شده است .

۱۷-۶-۲ روش حلقوی

در روش حلقوی ، اندازه گیری ها باید با یک ریز سنج دارای یک فک صاف و یک فک توپی دار یا یک فک توپی دار و یک فک تخت چهارگوش به پهنای ۰/۸ mm و درازای ۲/۴ mm انجام گیرد . فک توپی یا فک های چهار گوش باید در داخل یک حلقه قرار گیرند . دقت میکرومتر باید ۰/۰۱ mm± باشد .

اندازه گیری ها باید بر روی یک حلقه از روکش که به دقت از آزمونه برداشته شده است ، انجام گیرد .

اندازه گیری ها باید به تعداد کافی دور محیط حلقه انجام شود تا اطمینان حاصل شود که کمترین ضخامت اندازه گیری شده است .

۱۷-۷ اندازه گیری سیم ها و نوارهای شیلد

۱۷-۷-۱ اندازه گیری سیمهای شیلد

قطر سیم های گرد شیلد و ضخامت سیم های تخت نیز باید توسط یک ریز سنج دارای دو فک صاف با دقت ۰/۰۱ mm ± انجام گیرد . در سیم های گرد شیلد ، دو اندازه گیری باید در راستای عمود بر هم و در یک موقعیت انجام گیرد و میانگین دو مقدار بدست آمده ، به عنوان قطر سیم در نظر گرفته شود.

۱۷-۷-۲ اندازه گیری نوارهای شیلد

اندازه گیری باید با یک ریزسنج دارای دو فک صاف با قطر تقریبی ۵ mm و دقت ۰/۰۱ mm± انجام گیرد . برای نوارهای با پهنای تا ۴۰ mm ، ضخامت باید در مرکز پهنا اندازه گیری شود . برای نوارهای پهن تر ، اندازه گیری ها باید در فاصله ۲۰ mm از هر لبه نوار انجام شود و متوسط نتایج بدست آمده به عنوان ضخامت نوار در نظر گرفته می شود .

۱۷-۷-۲ الزامات

ابعاد سیم ها و نوارهای شیلد نباید بیش از ارقام زیرین از مقادیر نامی آنها که در جدول ۱۲-۵ داده شده است, کمتر شود:

- ۵٪ ، برای سیم های گرد
- ۸ ٪ ، برای سیم های تخت
- ۱۰٪ ، برای نوارها

1- Strip

۸-۱۷ اندازه گیری قطر بیرونی

اگر ضروری است که اندازه گیری قطر بیرونی کابل نیز به عنوان یک آزمون نمونه ای در نظـر گرفتـه شـود ، این آزمون باید بر طبق بند ۸ استانداردملی شماره ۱-۵۵۲۵ انجام شود .

۹-۱۷ آزمون ولتاژ ۴ h

این آزمون تنها بر روی کابلهای با ولتاژ اسمی بالاتر از ۶(۷/۲) kV /۳/۶ انجام می گیرد .

۱-۹-۱۷ نمونه برداری

نمونه باید تکه ای از کابل تکمیل شده به طول حداقل ۵ m متر باشد و ولتاژ به دو سرآن اعمال می شود .

۲-۹-۱۷ روش آزمون

ولتاژ با فرکانس شبکه باید به مدت ۴ h در دمای محیط بر روی هر هادی و لایه (های) فلزی اعمال شود .

۳-۹-۱۷ ولتاژهای آزمون

ولتاژ آزمون باید $۴U_o$ باشد .مقادیر این ولتاژ برای ولتاژهای اسمی استاندارد در جدول ۱۳ داده شده است .

جدول ۱۳ – ولتاژهای آزمون نمونه

ولتاژاسمی U_o (kV)	۶	۸/۷	۱۲	۱۸
ولتاژآزمون (kV)	۲۴	۳۵	۴۸	۷۲

ولتاژ آزمون باید به تدریج افزایش داده شود تا به مقدار مشخص شده برسد و به مدت ۴ h برقرار بماند.

۴-۹-۱۷ الزامات

پس از انجام آزمون هیچگونه شکست الکتریکی در عایق نباید روی دهد .

۱۰-۱۷ آزمون گرماسختی برای عایق های EPR ، HEPR ، XLPE و روکش های کشسان

۱-۱۰-۱۷ روش آزمون

روش آزمون و نمونه برداری باید بر طبق بند ۹ استاندارد ملی شماره ۲-۵۵۲۵ و با بهره گیری از شرایط داده شده در جدول های ۱۹ و ۲۳ انجام شود .

۲-۱۰-۱۷ الزامات

برای عایق از جنس آمیزه EPR ، HEPR ، XLPE نتایج آزمون ها باید مطابق با الزامات داده شده در جدول ۱۹ بوده و برای روکش های از جنس آمیزه SE_1 نتایج آزمون مطابق با الزامات جدول ۲۳ باشد .

۱۸ آزمون های نوعی ، الکتریکی

هرگاه آزمون های نوعی با موفقیت بر روی نوعی از کابل های تحت پوشش این استاندارد با سطح مقطع مشخص هادی و ولتاژ اسمی انجام شود , تصویب نوعی باید به عنوان اعتباری برای کابل های از همان نوع با سطوح مقطع دیگر و / یا ولتاژهای اسمی پذیرفته شود به شرط آن که سه شرط زیر برآورده شوند :

الف – جنس یکسان یعنی , عایق و حفاظ های نیمه هادی و فرآیند ساخت مورد استفاده یکسان باشد.

ب- سطح مقطع هادی بزرگتر از کابل آزمون شده نباشد با این استثنا که اگر سطح مقطع کابلی که قبلا مورد آزمون قرار گرفته است در محدوده ۹۵ mm^2 تا ۶۳۰ mm^2 باشد، تمامی سطوح مقاطع کمتر یا مساوی ۶۳۰ mm^2 پذیرفته می شود.

ج – ولتاژ اسمی ، بالاتر از ولتاژ کابل آزمون شده نباشد .

تصویب باید مستقل از جنس هادی باشد .

۱-۱۸ کابل های دارای حفاظ های هادی و حفاظ های عایق

آزمونه ای از یک کابل تکمیل شده به طول ۱۰ m تا ۱۵ m جدا می گردد و تحت آزمون های بند ۱-۱-۱۸ قرار می گیرد .

به استثنای تمهیدات بند ۲-۱-۱۸ تمامی آزمون های فهرست شده در بند ۱-۱-۱۸ باید به ترتیب بر روی همان نمونه انجام گیرد .

در کابل های سه رشته ، هر آزمون یا اندازه گیری باید بر روی تمامی رشته ها انجام شود .

اندازه گیری مقاومت حفاظ های نیمه هادی شرح داده شده در بند ۹-۱-۱۸ باید بر روی یک نمونه تکی انجام شود .

۱-۱-۱۸ ترتیب آزمون ها

ترتیب عادی آزمون ها باید به شرح زیر باشد :

الف - آزمون خمش که به دنبال آزمون تخلیه جزئی انجام می شود (به بند ۳-۱-۱۸ و ۴-۱-۱۸ مراجعه شود)

ب- اندازه گیری tg δ (به بند ۲-۱-۱۸ و ۵-۱-۱۸ مراجعه شود)

پ- آزمون چرخه گرمایش , که به دنبال آزمون تخلیه جزئی انجام می شود (به بند ۶-۱-۱۸ مراجعه شود)

ت - آزمون ضربه که به دنبال آزمون ولتاژ انجام می شود (به بند ۷-۱-۱۸ مراجعه شود)

ث - آزمون ولتاژ h ۴ (به بند ۸-۱-۱۸ مراجعه شو د)

۲-۱-۱۸ تمهیدات ویژه

اندازه گیری tg δ می تواند بر روی نمونه دیگری به جز نمونه ای که برای ترتیب عادی آزمون های فهرست شده در بند ۱-۱-۱۸ در نظر گرفته شده است ، انجام گیرد .

اندازه گیری tg δ در کابل های با ولتاژ اسمی پایین تر از kV (۱۲) ۶/۱۰ ضروری نیست .

برای آزمون ولتاژ h ۴ ممکن است آزمونه جدیدی در نظر گرفته شود به شرط این که این آزمونه قبلاً تحت آزمون های بند الف و ج مندرج در بند ۱۸-۱-۱ قرار گرفته باشند .

۱۸-۱-۳ آزمون خمش

آزمونه باید در دمای محیط به دور یک استوانه ی آزمون (برای نمونه استوانه یک قرقره) حداقل یک دور کامل پیچانده شود. سپس آزمونه باید از روی استوانه باز شود و آزمون باید با خم کردن آزمونه در جهت مخالف تکرار شود.

این چرخه عملیات باید پس از آن تکرار شود به جز این که خمش نمونه باید در جهت عکس ، بدون چرخش محوری صورت پذیرد و این چرخه عملیات باید ۳ بار انجام شود.

قطر استوانه آزمون باید به شرح زیر باشد :

- برای کابل های با روکش سربی یا کابل هایی با نوار فلزی هم پوشان اعمال شده به صورت طولی :

۲۵ (d+D) ± ۵ ٪ برای کابل های تک رشته

۲۰ (d+D) ± ۵ ٪ برای کابل های سه رشته

برای سایر کابل ها

۲۰ (d+D) ± ۵ ٪ برای کابل های تک رشته

۱۵ (d+D) ± ۵ ٪ برای کابل های سه رشته

که در آن :

D قطر بیرونی واقعی نمونه کابل برحسب میلی متر است که بر طبق بند ۱۷-۸ اندازه گیری می شود

d قطر واقعی هادی بر حسب میلی متر است

اگر هادی گرد نباشد :

$$d = 1{,}13\ \sqrt{S}$$

که در آن :

S سطح مقطع نامی برحسب میلی متر مربع است.

برای تکمیل این آزمون، آزمونه باید در معرض آزمون تخلیه جزئی قرار گیرد و باید با الزامات داده شده در بند ۱۸-۱-۴ مطابقت نماید.

۱۸-۱-۴ آزمون تخلیه جزیی

آزمون تخلیه جزیی باید برطبق استاندارد ملی ایران به شماره ۳-۵۵۲۶ انجام شود، حساسیت pC ۵ یا بهتر است .

آزمون ولتاژ باید به تدریج افزایش یابد و در مقدار U_o ۲ به مدت s ۱۰ نگهداشته شود و سپس به آرامی تا ولتاژ U_o ۱/۷۳ کاهش یابد .

نباید تخلیه قابل تشخیصی بیشتر از حساسیت اعلان شده از موضوع آزمون در ولتاژ U_o ۱/۷۳ دیده شود .

یادآوری – هر تخلیه جزیی از مورد آزمون ممکن است خطرناک باشد .

۱۸-۱-۵ اندازه گیری tg δ در کابل های با ولتاژ اسمی kV (۱۲) ۶/۱۰

آزمونه ای از کابل تکمیل شده را باید با یکی از روشهای زیرین گرم نمود :

آزمونه باید در درون یک مخزن پر از مایع یا در یک کوره جای داده شود یا یک جریان گرم کننده باید از حفاظ فلزی یا هادی یا هردو عبور نماید .

آزمونه باید گرم شود تا زمانی که دمای هادی به ۵ °C تا ۱۰ °C بالاتر از بیشترین دمای هادی در شرایط کار عادی برسد .

در هر یک از روشها ، دمای هادی باید با اندازه گیری مقاومت هادی و با یک وسیله اندازه گیری مناسب دما در وان یا کوره یا بر روی سطح حفاظ یا بر روی کابل مرجع که به طور یکسان گرم شده باشد ، تعیین شود .

tg δ باید با یک ولتاژ متناوب به میزان حداقل ۲ kV در دمای تعیین شده در بالا اندازه گیری شود .

مقادیر اندازه گیری شده نباید بالاتر از مقادیر داده شده در جدول ۱۵ باشند .

۱۸-۱-۶ آزمون چرخه گرمایش

آزمونه ای که تحت آزمون های پیشین قرار گرفته است ، باید بر کف اتاق آزمون گذاشته شود و با گذراندن جریان از هادی گرم شود تا دمای آن به ۵ °C تا ۱۰ °C بالاتر از بیشترین دمای هادی در شرایط کار عادی برسد .

در کابل های سه رشته ، جریان گرم کننده باید از تمامی هادی ها گذرانده شود .

چرخه گرمایش باید حداقل h ۸ طول بکشد . دمای هادی در هردوره از آزمون باید حداقل به مدت h ۲ در مقدار یادشده نگهداشته شود . آزمونه پس از انجام آزمون باید حداقل به مدت h ۳ در هوای محیط به طور طبیعی خنک شود تا دمای هادی در محدوده ۱۰ درجه ای دمای محیط قرار گیرد .

این چرخه باید ۲۰ بار تکرار گردد .

پس از پایان چرخه ، آزمونه باید تحت آزمون تخلیه جزئی قرار گیرد و باید الزامات مندرج در بند ۱۸-۱-۴ را برآورده سازد .

۱۸-۱-۷ آزمون ضربه که به دنبال آن آزمون ولتاژ انجام می شود .

این آزمون باید بر روی آزمونه ای که در دمای ۵ °C تا ۱۰ °C بالاتر از بیشترین دمای هادی در شرایط کار عادی قرار گرفته است ، انجام شود .

ولتاژ ضربه باید بر طبق روش داده شده در استاندارد IEC 60230 اعمال شود و مقداراوج ولتاژ به شرح جدول ۱۴ باشد .

جدول ۱۴ – ولتاژهای ضربه

ولتاژ اسمی $U_0/U/U_m$ kV	۳/۶ / ۶ (۷/۲)	۶/۱۰ (۱۲)	۸/۷ / ۱۵(۱۷/۵)	۱۲ / ۲۰ (۲۴)	۱۸ / ۳۰ (۳۶)
ولتاژ آزمون (اوج) kV	۶۰	۷۵	۹۵	۱۲۵	۱۷۰

هر رشته ازکابل باید بتواند در برابر ۱۰ ضربه ی ولتاژ مثبت و ۱۰ ضربه ی ولتاژ منفی بدون این که هیچ گونه شکست الکتریکی روی دهد ، ایستادگی نماید .

بعد از آزمون ضربه ، هر رشته از کابل مورد آزمون باید در دمای محیط به مدت min ۱۵ تحت ولتاژی با فرکانس شبکه قرار گیرد . ولتاژ آزمون باید مطابق با مقادیر مشخص شده در جدول ۱۱ باشد . هیچگونه شکست الکتریکی در عایق نباید روی دهد .

۱۸-۱-۸ آزمون ولتاژ h ۴

این آزمون باید در دمای محیط انجام گیرد . ولتاژی با فرکانس شبکه باید به مدت h ۴ بین هادی ها و حفاظ های فلزی اعمال شود.

ولتاژ آزمون باید برابر با U_o ۴ باشد . ولتاژ باید به تدریج تا مقدار تعیین شده افزایش یابد . هیچگونه شکست الکتریکی در عایق نباید روی دهد .

۱۸-۱-۹ مقاومت ویژه حفاظ های نیمه هادی

مقاومت ویژه حفاظ های نیمه هادی اکسترودشده که بر روی هادی و عایق قرار گرفته اند باید با اندازه گیری هایی بر روی آزمونه های برداشته شده از رشته آزمونه کابل و یک آزمونه از کابلی که تحت آزمون کهنگی قرار گرفته است ، انجام شود تا سازگاری مواد اجزاء تشکیل دهنده کابل مشخص شده در بند ۱۹-۵ آزمون شود .

۱۸-۱-۹-۱ روش آزمون

روش آزمون باید بر طبق پیوست ت باشد .

اندازه گیری ها باید در محدودهٔ رواداری ^{o}C ۲± از بیشترین دمای هادی در شرایط کار عادی انجام گیرد .

۱۸-۱-۹-۲ الزامات

مقاومت اندازه گیری شده قبل و بعد از عملیات کهنگی نباید از مقادیر زیر فراتر رود .

حفاظ هادی ۱۰۰۰ $\Omega.m$

حفاظ عایق ۵۰۰ $\Omega.m$

۱۸-۲ کابل های با ولتاژ اسمی kV (۷/۲) ۶ / ۳/۶ بدون حفاظ

هررشته از آزمونه کابل تکمیل شده به طول m ۱۰ تا m ۱۵ باید به ترتیب تحت آزمون های زیرین قرار گیرند :

الف – اندازه گیری مقاومت عایقی در دمای محیط (به بند ۱۸-۲-۱ مراجعه شود)

ب – اندازه گیری مقاومت عایقی در بیشترین دمای هادی در شرایط کار عادی (به بند ۱۸-۲-۲ مراجعه شود)

پ – آزمون ولتاژ h ۴ (به بند ۱۸-۲-۳ مراجعه شود)

کابل ها باید همچنین تحت آزمون ضربه الکتریکی قرار گیرند . این آزمون باید بر روی نمونه دیگری از کابل تکمیل شده به طول m ۱۰ متر تا m ۱۵ انجام شود (به بند ۱۸-۲-۴ مراجعه شود) .

۱۸-۲-۱ اندازه گیری مقاومت عایقی در دمای محیط

۱۸-۲-۱-۱ روش آزمون

این آزمون باید پیش از انجام هر آزمون الکتریکی دیگری ، روی آزمونه ها انجام شود . در این آزمون پوشش های بیرونی باید برداشته شوند و رشته ها باید پیش از آزمون ، در دمای محیط به مدت حداقل یک ساعت درآب غوطه ور شوند .

ولتاژ آزمون d.c. به میزان ۸۰ V تا ۵۰۰ V باید اعمال شود و به مدت کافی تا رسیدن به اندازه گیری نسبتا ثابت ادامه یابد . ولی در هر حال این زمان نباید کمتر از ۱ min و بیشتر از ۵ min باشد .

این اندازه گیری باید بین هر هادی و آب انجام شود .

در صورت تقاضا ، این اندازه گیری می تواند در دمای ºC (۱ ± ۲۰) تصویب شود .

۱۸-۲-۱-۲ محاسبات

مقاومت حجمی باید با استفاده از مقاومت عایقی اندازه گیری شده و از رابطه زیر بدست آید :

$$\rho = \frac{2 \times \pi \times l \times R}{\ln \frac{D}{d}}$$

که در آن :

ρ مقاومت حجمی بر حسب اهم سانتی متر

R مقاومت عایقی اندازه گیری شده بر حسب اهم

l طول کابل بر حسب سانتی متر

D قطر بیرونی عایق بر حسب میلی متر

d قطر میانی بر حسب میلی متر است .

ثابت مقاومت عایقی " K_i " که بر حسب مگا اهم کیلومتر بیان می شود نیز می تواند از رابطه زیر به دست آید :

$$K_i = \frac{l \times R \times 10^{-11}}{\log \frac{D}{d}} = 10^{-11} \times 0.367 \times \rho$$

یادآوری – در رشته های با هادی شکل داده شده نسبت D/d عبارت است از نسبت محیط عایق به محیط هادی می باشد .

۱۸-۲-۱-۳ الزامات

مقادیر محاسبه شده از اندازه گیری ها نباید کمتر از مقادیر تعیین شده برای آن در جدول ۱۵ باشد .

۱۸-۲-۲ اندازه گیری مقاومت عایقی در بیشترین دمای هادی

۱۸-۲-۲-۱ روش آزمون

رشته های آزمونه کابل باید در آبی که دمای آن درمحدوده رواداری ° C ± ۲ بیشترین دمای هادی در شرایط کار عادی باشد ،حداقل به مدت h ۱ غوطه ور شود .

ولتاژ آزمون d.c. باید بین ۸۰ v تا ۵۰۰ v باشد و باید به مدت زمان کافی تا رسیدن به اندازه گیری نسبتاً ثابت ادامه یابد . ولی در هر حال این زمان نباید کمتر از ۱ min و بیشتر از ۵ min باشد .
این اندازه گیری باید بین هر هادی و آب انجام شود .

۱۸-۲-۲-۲ محاسبات

مقاومت حجمی و / یا ثابت مقاومت عایقی باید با استفاده از مقاومت عایقی اندازه گیری شده و از رابطه داده شده در بند ۱۸-۲-۱-۲ محاسبه شود.

۱۸-۲-۲-۳ الزامات

مقادیر محاسبه شده از اندازه گیری ها نباید کمتر از مقادیر جدول ۱۵ باشد .

۱۸-۲-۳ آزمون ولتاژ ۴ h

۱۸-۲-۳-۱ روش آزمون

پیش از انجام آزمون ، رشته های آزمونه کابل باید در دمای محیط و حداقل برای یک ساعت در آب غوطه ور شوند .

ولتاژ متناوب برابر با $4U_0$ تدریج اعمال شده و به طور پیوسته به مدت ۴ h بین هر هادی و آب ثابت نگهداشته شود .

۱۸-۲-۳-۲ الزامات

پس ازانجام آزمون هیچگونه شکست الکتریکی در عایق نباید روی دهد .

۱۸-۲-۴ آزمون ضربه

۱۸-۲-۴-۱ روش آزمون

آزمون ضربه الکتریکی بر روی آزمونه ای که در دمای هادی آن به ۵ °C تا ۱۰ °C بالاتراز بیشترین دمای هادی در شرایط کار عادی قرار گرفته است، انجام گیرد.

ولتاژهای ضربه باید بر طبق روش های داده شد در استاندارد IEC 60230 اعمال شود و مقدار اوج ولتاژ باید ۶۰ kV باشد .

هر گروه از ضربه ها باید به نوبت بین هر هادی فاز و همه هادی های دیگر که به یکدیگر و به زمین متصل شده اند ، اعمال گردد .

۱۸-۲-۴-۲ الزامات

هر رشته کابل باید بتواند در برابر ۱۰ ضربه ی ولتاژ مثبت و ۱۰ ضربه ی ولتاژ منفی بدون این که هیچ گونه شکست الکتریکی روی دهد، ایستادگی نماید .

۱۹ آزمون های نوعی ، غیر الکتریکی

فهرست آزمون های نوعی غیر الکتریکی مورد نیاز این استاندارد در جدول ۱۶ داده شده است .

۱۹-۱ اندازه گیری ضخامت عایق

۱۹-۱-۱ نمونه برداری

برای اندازه گیری ضخامت عایق ، باید نمونه ای از هر یک از رشته های عایق شده کابل برداشته شود .

۱۹-۱-۲ روش آزمون

اندازه گیری ها باید مطابق بند ۸-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۵۵۲۵ انجام شود .

۱۹-۱-۲ الزامات

به بند ۱۷-۵-۲ مراجعه شود .

۱۹-۲ اندازه گیری ضخامت روکش های غیر فلزی (شامل روکش های جداکننده اکسترود شده، بدون در نظر گرفتن پوشش اکسترودشده میانی)

۱۹-۲-۱ نمونه برداری

یک آزمون از کابل برداشته می شود .

۱۹-۲-۲ روش آزمون

اندازه گیری ها باید مطابق بند ۸-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۵۵۲۵ باشد .

۱۹-۲-۳ الزامات

به بند ۱۷-۵-۳ مراجعه شود .

۱۹-۳ آزمون تعیین ویژگی های مکانیکی عایق قبل و پس از کهنگی

۱۹-۳-۱ نمونه برداری

نمونه برداری و تهیه آزمونه باید مطابق با بند ۹-۱ استاندارد ملی شماره ۱-۵۵۲۵ باشد .

۱۹-۳-۲ عملیات کهنگی[1]

عملیات کهنگی باید مطابق با بند ۷-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۵۵۲۵ و شرایط مشخص شده جدول ۱۷ انجام شود .

۱۹-۳-۳ آماده سازی کابل ها و آزمون های مکانیکی

مراحل آماده سازی کابل ها و اندازه گیری خواص مکانیکی باید مطابق با بند ۹-۱ استاندارد ملی شماره ۱-۵۵۲۵ باشد .

۱۹-۳-۴ الزامات

نتایج آزمون ها بر روی آزمونه های کهنه شده و کهنه نشده باید مطابق با الزامات داده شده در جدول ۱۷ باشد .

۱۹-۴ آزمون های تعیین ویژگی های مکانیکی روکش های غیر فلزی پیش از و پس از کهنگی

۱۹-۴-۱ نمونه برداری

نمونه برداری و تهیه آزمونه ها باید مطابق با بند ۹-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۵۵۲۵ باشد .

1- Aging treatment

۱۹-۴-۲ عملیات کهنگی

عملیات کهنگی باید مطابق با بند ۸-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۵۵۲۵ و شرایط مشخص شده جدول ۲۰ انجام شود .

۱۹-۴-۳ آماده سازی کابل ها و آزمون های مکانیکی

مراحل آماده سازی کابل ها واندازه گیری خواص مکانیکی باید مطابق با بند ۹-۲ استاندارد ملی شماره ۱-۵۵۲۵ انجام شود .

۱۹-۴-۴ الزامات

نتایج آزمون ها بر روی آزمونه های کهنه شده و کهنه نشده باید مطابق با الزامات داده شده در جدول ۲۰ باشد.

۱۹-۵ آزمون کهنگی اضافی بر روی قطعه هایی از کابل های تکمیل شده

۱۹-۵-۱ کلیات

این آزمون به منظور بررسی عایق و روکش های غیر فلزی انجام می گیرد که در شرایط کاربری ، اجزا دیگر کابل بر روی آنها اثر تخریبی ندارند.

این آزمون بر روی همه نوع کابل انجام می شود .

۱۹-۵-۲ نمونه برداری

آزمونه ها باید از یک کابل تکمیل شده مطابق با بند ۸-۱-۴ استاندارد ملی شماره ۲-۵۵۲۵ برداشته شوند .

۱۹-۵-۳ عملیات کهنگی

عملیات کهنگی آزمونه های کابل باید در کوره ی با جریان هوا بطریقی که در بند ۸-۱ –۴ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۵۵۲۵ شرح داده شده است و با توجه به شرایط زیرین انجام شود.

- دما $(۱۰ \pm ۲)\ ^{\circ}C$ بالاتر از بیشترین دمای هادی کابل در شرایط کار عادی (به جدول ۱۷ مراجعه شود)
- مدت آزمون ۷ شبانه روز $(۷ \times ۲۴)\ h$

۱۹-۵-۴ آزمون های مکانیکی

برای انجام آزمون های مکانیکی ، تکه هایی از عایق و روکش های قطعات کهنه شده ی یک کابل برداشته شده و تحت آزمون ها ی مکانیکی مطابق با بند ۸-۱-۴ استاندارد ملی ایران به شماره ۲-۵۵۲۵ قرار گیرد .

۱۹-۵-۵ الزامات

در این آزمون ها ، تغییرات بین مقادیر میانه استقامت کششی و ازدیاد طول در نقطه پارگی پس از کهنگی و مقادیر متناظر مربوط به آزمون های بدون عملیات کهنگی (به بند ۱۸-۳ و ۱۸-۴ مراجعه شود) نباید از مقادیر مندرج در جدول ۱۷ برای عایق ها و جدول ۲۰ برای روکش های غیر فلزی فراتر رود .

۱۹-۶ آزمون تلفات جرم بر روی روکش های پی ، وی ، سی نوع ST_2

۱۹-۶-۱ روش آزمون

نمونه برداری و روش آزمون باید مطابق با بند ۸-۲ استاندارد ملی ایران به شماره ۳-۵۵۲۵ باشد .

۱۹-۶-۲ الزامات

نتایج آزمون ها باید مطابق با الزامات جدول ۲۱ باشد .

۱۹-۷ آزمون فشار در دمای بالا بر روی عایق ها و روکش های غیر فلزی

۱۹-۷-۱ روش

آزمون فشار در دمای بالا باید مطابق با بند ۸ استاندارد ملی ایران به شماره ۳-۵۵۲۵ و در نظر گرفتن شرایط آزمون داده شده در روش آزمون و نیزجداول ۱۸ و ۲۲ انجام شود.

۱۹-۷-۲ الزامات

نتایج آزمون باید بر طبق الزامات بند ۸ استاندارد ملی ایران به شماره ۳-۵۵۲۵ باشد.

۱۹ - ۸ آزمون بر روی روکش ها و عایق های از نوع P.V.C و روکش های بدون هالوژن در دماهای پایین

۱۹-۸-۱ روش آزمون

نمونه برداری و روش آزمون باید بر طبق بند ۸ استاندارد ملی ایران شماره ۴-۵۵۲۵ و دمای آزمون مشخص شده در جدول های ۱۸ و ۲۱ انجام شود .

۱۹-۸- ۲ الزامات

نتایج آزمون باید بر طبق الزامات بند ۸ استاندارد ملی ایران به شماره ۴-۵۵۲۵ باشد .

۱۹-۹ آزمون مقاومت روکش ها و عایق های از نوع P.V.C در برابر ترک خوردگی (آزمون شوک حرارتی)

۱۹- ۹-۱ روش آزمون

نمونه برداری و روش آزمون باید بر طبق بند ۹ استاندارد بین المللی IEC 60811-3-1 و دمای آزمون و طول مدت آزمون باید بر طبق جدول های ۱۸ و ۲۱ انجام شود .

۱۹-۹-۲ الزامات

نتایج آزمون باید بر طبق الزامات بند ۹ استاندارد IEC 60811-3-1 باشد .

۱۹-۱۰ آزمون مقاومت در برابر ازن عایق های EPR و HEPR

۱۹-۱۰-۱ روش آزمون

نمونه برداری و روش آزمون باید بر طبق بند ۸ استاندارد IEC 60811-2-1 انجام شود . غلظت ازن و طول مدت آزمون باید بر طبق بر طبق جدول ۱۹ باشد .

۱۹-۱۰-۲ الزامات

نتایج آزمون باید از الزامات بند ۸ استاندارد IEC 60811-2-1 پیروی نماید.

۱۹-۱۱ آزمون گرماسختی بر روی عایق هایEPR , HEPR و XLPE و روکش های کشسان

نمونه برداری و روش آزمون باید بر طبق بند ۱۶-۹ استاندارد IEC 60811-2-1 انجام شود و با الزامات آن مطابقت داشته باشد .

۱۹-۱۲ آزمون غوطه وری در روغن برای روکش های کشسان

نمونه برداری و روش آزمون باید بر طبق بند ۱۰ استاندارد IEC 60811-2-1 و شرایط داده شده در جدول ۲۲ انجام شود .

۱۹-۱۲-۱ روش آزمون

نمونه برداری و روش آزمون باید بر طبق بند ۱۰ استاندارد IEC 60811-2-1 و شرایط داده شده در جدول ۲۳ انجام شود .

۱۹-۱۲-۲ الزامات

نتایج آزمون باید با الزامات داده شده در جدول ۲۲ مطابقت داشته باشد .

۱۹-۱۳ آزمون جذب آب بر روی عایق

۱۹-۱۳-۱ روش آزمون

نمونه برداری و روش آزمون باید بر طبق بند ۹-۱ یا ۹-۲ استاندارد ملی ایران به شماره ۳-۵۵۲۵ و به ترتیب شرایط مشخص شده در جدول های ۱۸یا ۱۹ انجام شود .

۱۹-۱۳-۲ الزامات

نتایج آمون باید با الزامات مشخص شده در جداول ۱۸ یا ۱۹ مطابقت داشته باشد .

۱۹-۱۴ آزمون گسترش شعله بر روی کابل های تک رشته

این آزمون تنها باید بر روی کابل های با روکش ST_1، ST_2 یا SE_1 وقتی که به صورت ویژه الزام شده باشد، انجام می شود .

روش آزمون و الزامات آن باید بر طبق استاندارد IEC 60332-1 باشد .

۱۹-۱۵ اندازه گیری میزان دوده در روکش های پلی اتیلن مشکی

۱۸-۱۵-۱ روش آزمون

نمونه برداری و روش آزمون باید بر طبق بند ۱۱ استاندارد ملی ایران به شماره ۴-۵۵۲۵ انجام شود .

۱۹-۱۵-۲ الزامات

الزامات آزمون باید بر طبق الزامات جدول ۲۲ استاندارد ملی ایران به شماره ۴-۵۵۲۵ باشد.

۱۹-۱۶ آزمون جمع شوندگی عایق XLPE

۱۹-۱۶-۱ روش آزمون

نمونه برداری و روش آزمون باید بر طبق بند ۱۱ استاندارد ملی ایران به شماره ۳-۵۵۲۵ تحت شرایط مشخص شده جدول ۱۹ انجام شود .

۱۹-۱۶-۲ الزامات

نتایج آزمون باید با الزامات جدول ۱۹ استاندارد ملی ایران به شماره ۳-۵۵۲۵ مطابقت داشته باشد .

۱۹-۱۷ آزمون پایداری حرارتی عایق PVC

۱۹-۱۷-۱ روش آزمون

نمونه برداری و روش آزمون باید بر طبق بند ۹ استاندارد ۲-۳-۶۰۸۱۱ و شرایط مشخص شده در جدول ۱۸ باشد .

۱۹-۱۷-۲ الزامات

نتایج آزمون باید برطبق الزامات جدول ۱۸ باشد .

۱۹-۱۸ تعیین سختی عایق HEPR

۱۹-۱۸-۱روش آزمون

نمونه برداری و روش آزمون باید بر طبق پیوست ج باشد .

۱۹-۱۸-۲ الزامات

نتایج آزمون باید با الزامات جدول ۱۹ مطابقت داشته باشد .

۱۹-۱۹ تعیین مدول کشسانی عایق HEPR

۱۹-۱۹-۱ روش آزمون

نمونه برداری ، آماده سازی آزمونه ها و روش آزمون باید بر طبق بند ۹ استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۵۵۲۵ باشد .

نیروهای مورد نیاز برای رسیدن به ازدیاد طول ٪۱۵۰ باید محاسبه شوند . تنش های متناظر این نیرور باید با تقسیم بارهای اندازه گیری شده به سطح مقطع آزمونه های کشیده نشده محاسبه گردند . با محاسبه نسبت مدول کشسانی در ازدیاد طول ٪۱۵۰ ، نسبت تنش ها به کشش ها بدست می آید.. مقدار میانه به عنوان مدول کشسانی باید در نظر گرفته شود .

۱۹-۱۹-۲ الزامات

نتایج آزمون بایدباالزامات جدول ۱۹مطابقت داشته باشد .

۱۹-۲۰ آزمون جمع شوندگی روکش نوع پلی اتیلن

۱۹-۲۰-۱ روش آزمون

نمونه برداری و روش آزمون باید بر طبق بند ۱۱ استاندارد ملی ایران به شماره ۳-۵۵۲۵ و شرایط مشخص شده جدول ۲۲ انجام شود .

۱۹-۲۰-۲ الزامات

نتایج آزمون بایدباالزامات جدول۲۲ مطابقت داشته باشد .

۱۹-۲۱ آزمون لخت کردن حفاظ های عایق

هرگاه سازنده ادعا نماید که حفاظ عایق نیمه هادی اکسترودشده به کار رفته حالت لخت پذیری دارد ، این آزمون باید انجام گیرد

۱۹-۲۱-۱ روش آزمون

این آزمون باید ۳ بار بر روی آزمونه های کهنه شده و سه بار بر روی آزمونه های کهنه نشده انجام گیرد .

این سه نمونه را می توان یا از ۳ قطعه کابل تکی یا یک قطعه از کابل در ۳ وضعیت محیطی با فاصله ۱۲۰° برداشت .

یک رشته از کابل به طول حداقل ۲۵۰ mm باید از کابل آزمون شده قبل و بعد از کهنگی بر طبق بند ۱۹-۵-۳ برداشته شود .

دو برش باید بر روی حفاظ عایق نیمه هادی اکسترود شده از هر نمونه به صورت طولی از انتها به انتها و به صورت شعاعی درجهت عایق ایجاد شود ، برشها باید به فاصله mm (۱ ± ۱۰) از هم بوده و موازی همدیگر باشند . بعد از برداشتن حفاظ به طول ۵۰ mm از نوار ۱۰ mm با کشیدن حفاظ در راستای موازی با رشته

(زاویه لخت کردن تقریبا ° ۱۸۰ است) رشته باید به طور عمودی در دستگاه کشش قرار گیرد به گونه ای که یک انتهای رشته در فک قرار گرفته و نوار لخت شده با عرض mm ۱۰ در فک دیگر قرار گیرد .
نیروی لازم برای جداسازی نوار mm ۱۰ از عایق و برداشتن آن به میزان حداقل mm ۱۰۰ باید در زاویه لخت سازی تقریبا ° ۱۸۰ با استفاده از دستگاه کشش با سرعت دور شدن فک ها به میزان mm/min (۵۰ ± ۲۵۰) انجام شود .
این آزمون باید در دمای °C (۵ ± ۲۰) انجام شود .
برای آزمونه های کهنه شده وکهنه نشده مقدار نیروی لازم برای لخت کردن باید به طور پیوسته ثبت شود .

۱۹-۲۱-۲ الزامات

نیروی لازم برای برداشتن حفاظ نیمه هادی اکسترود شده از عایق قبل و بعد از کهنگی نباید کمتر از N ۴ و بیشتر از N ۴۵ باشد .
سطح عایق بندی نباید آسیب پذیرد و هیچ اثری از حفاظ نیمه هادی نباید بر روی عایق باقی بماند .

۱۹-۲۲ آزمون نفوذ آب

آزمون نفوذ آب باید بر روی کابل هایی انجام گیرد که سازنده ادعا می کند که ساختار کابل در راستای طولی دارای آب بندی کامل است . این آزمون ها برای برآورده ساختن الزامات کابل هایی که زیر زمین خوابانده می شود انجام می شوند و برای کابل هایی که دارای ساختاری برای استفاده در کابل های زیر دریایی است ، کاربرد ندارد .
این آزمون در مورد کابل های زیر کاربرد دارد :
الف – لایه ای محافظ برای جلوگیری از نفوذ آب در راستای طولی در محدوده لایه های فلزی .
ب- لایه ای محافظ برای جلوگیری از نفوذ آب در راستای طولی در طول هادی.
دستگاه ، نمونه برداری و روش آزمون باید بر طبق پیوست ج باشد .

۲۰ آزمون های الکتریکی پس از نصب

آزمون های الکتریکی پس از نصب در صورت نیاز هنگامی انجام می گیرد که کابل نصب شده و به ملحقات جانبی اش متصل شده باشد .
آزمون ولتاژ d.c. روکش ها بر طبق بند ۲۰-۱ و در صورت لزوم ، آزمون عایق بر طبق بند ۲۰-۲ پیشنهاد می شود . برای نصب اگر فقط آزمون روکش بر طبق بند ۲۰-۱ انجام شده باشد ، روش های تضمین کیفیت درست نصب می تواند با توافق میان خریدار و فروشنده ،جایگزین آزمون عایق شود .

۲۰-۱ آزمون ولتاژ D.C. روکش نهایی

سطح ولتاژ مدت اعمال آن در بند ۵ استاندارد IEC 60229 مشخص شده است .ولتاژ باید بین هر لایه فلزی یا حفاظ فلزی و زمین اعمال شود .
برای اینکه آزمون اثر گذار باشد ، ضروری است که زمین اتصال مناسبی را با سطح بیرونی روکش داشته باشد . استفاده از یک لایه هادی بر روی روکش می تواند در اثر گذاری آزمون کمک نماید .

۲۰-۲ آزمون عایقی

۲۰-۲-۱ آزمون a.c.

بر طبق توافق بین سازنده و خریدار ، آزمون ولتاژمتناوب (a.c.)در فرکانس شبکه می تواند بر طبـق مـورد الف یا ب زیر انجام شود .

الف – آزمون به مدت min ۵ با ولتاژ فاز به فاز شبکه اعمال شده بین هادی و حفاظ فلزی یا روکش هادی و حفاظ / روکش فلزی

ب – آزمون به مدت h ۲۴ با اعمال ولتاژ بهره برداری عادی شبکه

۲۰-۲-۲ آزمون DC

به عنوان روش جایگزین یک ولتاژ .d.c برابر با U_o ۴ باید به مدت min ۱۵ اعمال شود .

یادآوری ۱ – آزمون ولتاژ .d.c ممکن است سیستم عایقی تحت آزمون را تخریب نماید . سایر روش های آزمون تحت بررسـی است .

یادآوری ۲ – برای نصب هایی که در حال استفاده هستند ، ولتاژهای پایین تر و / یا مدت زمان کوتاهتر ممکن اسـت اسـتفاده شوند . توصیه می شود مقادیر با توافق باشد . عمر ، محیط ، تاریخچه شکست ها و هدف انجام آزمون ها ، باید در نظـر گرفتـه شود.

جدول ۱۵ – الزامات آزمون نوعی الکتریکی برای آمیزه های عایق

نام آمیزه ها (به بند ۴-۲ مراجعه شود)	واحد	PVC/B	EPR/ HEPR	XLPE
بیشترین دمای هادی در شرایط کار عادی (به بند ۴-۲ مراجعه شود)	°C	۷۰	۹۰	۹۰
مقاومت ویژه حجمی ρ				
- در ۲۰ °c (به بند ۱۸-۲-۱ مراجعه شود)	Ω.cm	$۱۰^{۱۴}$	–	–
- در بیشترین دمای هادی در شرایط کار عادی	Ω.cm	$۱۰^{۱۱}$	$۱۰^{۱۲}$	–
ثابت مقاومت عایقی K_i				
- در ۲۰ °c (به بند ۱۸-۲-۱ مراجعه شود)	MΩ .km	۳۶/۷	–	–
- در بیشترین دمای هادی در شرایط کار عادی	MΩ.km	۰/۰۳۷	۳/۶۷	–
tgδ (به بند ۱۸-۱-۵ مراجعه شود)				
tgδ در بیشترین دمای هادی در شـرایط کـار عـادی بـه اضافه ۵ °c تا ۱۰ °c	$\times ۱۰^{-۴}$	–	۴۰۰	۴۰
برای کابل های بدون حفـاظ برطبـق مـوارد الـف و ب بنـد ۷ ولتـاژ اسـمی kV (۷/۲) ۶ / ۳/۶ بـرای عـایق PVC ، EPR و HEPR.				

جدول ۱۶ – آزمون های نوعی غیر الکتریکی (به جدول های ۱۷ تا ۲۳ مراجعه شود)

نام آمیزه ها : (به بند ۴-۲ و ۴-۳ مراجـــعه شود)	عایق ها				روکش ها				
	PVC/B	EPR	HEPR	XLPE	PVC		PE		
					ST_1	ST_2	ST_3	ST_7	SE_1
- ابعاد اندازه گیری ضخامت	×	×	×	×	×	×	×	×	×
- ویژگیهای مکانیکی (اســتحکام کششــی و ازدیــاد طــول در پارگی) بدون کهنگی	×	×	×	×	×	×	×	×	×
پس از کهنگی در کوره ی هوا	×	×	×	×	×	×	×	×	×
پس از کهنگی قطعـاتی از کابـل تکمیـل شده	×	×	×	×	×	×	×	×	×
پس از غوطه وری در روغن داغ	–	–	–	–	–	–	–	–	×
- ویژگی های مواد گرمانرم آزمون فشار داغ (فرورفتگی)	×	–	–	–	×	×	–	×	–
رفتار در دمای پایین	×	–	–	–	×	×	–	–	–
- متفرقه تلفات جرم در کوره ی هوا	–	–	–	–	–	×	–	–	–
آزمون شوک حرارتی	×	–	–	×	×	–	–	–	–
آزمون مقاومت در برابر ازن	–	×	×	–	–	–	–	–	–
آزمون گرماسختی	–	×	×	×	–	–	–	–	×
آزمون گسترش شعله برروی کابـل هـای تک رشته (اگرلازم باشد)	–	–	–	–	×	×	–	–	×
جذب آب	×	×	×	×	–	–	–	×	–
- آزمون پایداری حرارتی	–	–	–	–	×	×	–	–	×
آزمون جمع شوندگی	–	–	–	×	–	–	×	×	–
میزان دوده سیاه*	–	–	–	–	–	–	×	×	–
تعیین سختی	–	–	×	–	–	–	–	–	–
تعیین مدول کشسانی	–	–	×	–	–	–	–	–	–
- آزمون لخت شوندگی**	–	–			–	–	–	–	–
- آزمون نفوذ آب***	–	b	b	b	–	–	–	–	–

یادآوری – نشان x ، نشان می دهد که این آزمون نوعی باید انجام شود .

*** تنها برای روکش های سیاه رنگ است .**

**** به طراحی هایی از کابل اعمال می شود که سازنده ادعا می کند که حفاظ عایق به آسانی لخت می شود.**

***** به طراحی هایی از کابل اعمال می شود که سازنده ادعا می کند که کابل در راستای طولی آب بندی کامل است.**

جدول ۱۷ – الزامات آزمون برای ویژگی های مکانیکی آمیزه های عایق

(پیش و پس از کهنگی)

نام اختصاری آمیزه ها : (به بند ۴-۲ مراجعه شود)		PVC/ B	EPR	HEPR	XLPE
بیشترین دمای هادی در بهره برداری عادی (به بند ۴-۲) مراجعه شود .	°C	۷۰	۹۰	۹۰	۹۰
- بدون کهنه سازی					
بند ۹-۱۱ استاندارد ملی ایران ۱-۵۵۲۵					
استحکام کششی ، کمینه	N/mm^2	۱۲/۵	۴/۲	۸/۵	۱۲/۵
ازدیاد طول در پارگی ، کمینه	٪	۱۲۵	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰
پس از کهنه سازی در کوره هوا					
پس از کهنه سازی بدون هادی					
عملیات					
- دما	° C	۱۰۰	۱۳۵	۱۳۵	۱۳۵
- رواداری	° C	± ۲	± ۳	± ۳	± ۳
- مدت زمان	h	۱۶۸	۱۶۸	۱۶۸	۱۶۸
استحکام کششی					
الف- مقدار پس از کهنه سازی ، کمینه	٪	۱۲۵	-	-	-
ب- تغییرات ، بیشینه	٪	± ۲۵	±۳۰	±۳۰	± ۲۵

* تغییرات : تفاوت مقدار میانه که پس از کهنگی به دست می آید و مقدار میانه که بدون کهنگی به دست می آید و به صورت درصدی از مقدار اخیر بیان می شود.

جدول ۱۸ – الزامات آزمون برای ویژگی های خاص برای آمیزه های عایقی P.V.C

نام اختصاری آمیزه ها : **(به بند ۴-۲ و ۴-۳ مراجعه شود)**	**واحد**	**PVC/A**
استفاده از آمیزه عایق P.V.C		عایق
آزمون فشار در دمای بالا (به بند ۸ استاندارد IEC 60811-3-1 مراجعه شود) - دما (رواداری c ° ۲ ±)	°C	۸۰
رفتار در دمای پایین[a] به بند ۸ استاندارد ملی ایران به شماره ۴-۵۵۲۵ مراجعه شود) آزمون باید بدون کهنگی از قبل انجام شود : - آزمون خمش در سرما برای قطرهای کمتر از ۱۲/۵ mm - دما (رواداری c ° ۲ ±) آزمون ازدیاد طول در سرما روی قطعات دمبلی شکل - دما (رواداری c ° ۲ ±)	ºC	-۵ -۵
آزمون شوک حرارتی (به بند ۹ استاندارد IEC 60811-3-1 مراجعه شود) - دما (رواداری c ° ۳ ±) - مدت زمان	ºC h	۱۵۰ ۱
آزمون پایداری حرارتی (به بند ۹ استاندارد IEC 60811-3-2 مراجعه شود) دما (رواداری c°۰/۵ ±) حداقل زمان	ºC حداقل	۲۰۰ ۱۰۰
جذب آب به بند ۹-۱ استاندارد ملی ایران به شماره ۳-۵۵۲۵ مراجعه شود) روش الکتریکی : عملیات : - دما (رواداری c ° ۲ ±) - مدت زمان	 ºC h	 ۷۰ ۲۴۰
a به دلیل شرایط آب و هوایی ، ممکن است نیاز به استفاده از دماهای پایین تری در استـــاندارد ملی باشد .		

جدول ۱۹ – الزامات آزمون برای ویژگی های خاص آمیزه های گوناگون عایق های گرما سخت

نام اختصاری آمیزه ها : (به بند ۴-۲ مراجعه شود)		EPR	HEPR	XLPE
مقاومت در برابر ازن (بند ۸ استاندارد IEC 60811-2-1)				
غلظت ازن (حجمی)	٪	۰/۰۲۵ تا ۰/۰۳۰	۰/۰۲۵ تا ۰/۰۳۰	–
مدت آزمون بدون ترک خوردگی	h	۲۴	۲۴	–
آزمون گرماسختی (بند۹ استاندارد IEC 60811-2-1)				
عملیات :				
- دمای هوا (حدرواداری ۳ ± °c)	°C	۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰
- زمان زیر بار	min	۱۵	۱۵	۱۵
- تنش مکانیکی	N/cm^2	۲۰	۲۰	۲۰
بیشترین ازدیاد طول زیربار	٪	۱۷۵	۱۷۵	۱۷۵
بیشترین ازدیاد طول دائمی پس از خنک سازی	٪	۱۵	۱۵	۱۵
جذب آب (بند ۹-۲ استاندارد ملی ایران به شماره ۳-۵۵۲۵)				
روش گرانی سنجی :				
عملیات :				
- دما (رواداری ۲ ± °c)	°C	۸۵	۸۵	۸۵
- مدت زمان	h	۳۳۶	۳۳۶	۳۳۶
بیشینه افزایش جرم	mg/cm^2	۵	۵	*
آزمون جمع شوندگی (بند ۱۰ استاندارد ملی ایران شماره ۳-۵۵۲۵)				
L فاصله میان نشانه گذاری ها	mm	–	–	۲۰۰
عملیات :				
- دما (رواداری ۳ ± °c)	°C	–	–	۱۳۰
- مدت زمان	h	–	–	۱
بیشترین جمع شوندگی	٪	–	–	۴
تعیین سختی (به پیوست ج مراجعه شود)				
** IRHD ، کمترین		–	۸۰	–
تعیین مدول کشسانی (به بند ۱۹-۱۹ مراجعه شود)				
مدول کشسانی در ازدیاد طول ٪۱۵۰ درصد ، کمترین	N/mm^2	–	۴/۵	–

* افزایش بیشتر از mg/cm^2 ۱ برای چگالی های XPLE بزرگتر از g/cm^3 ۱ در نظر گرفته می شود .

** IRHD : درجه بین المللی سختی لاستیک است .

جدول ۲۰ – الزامات آزمون برای ویژگی های مکانیکی آمیزه های روکش کاری

(پیش از و پس از کهنگی)

نام اختصاری آمیزه ها : **(به بند ۴-۳ مراجعه شود)**		**ST_1**	**ST_2**	**ST_3**	**ST_7**	**SE_1**
بیشترین دمای هادی در شرایط کار عادی (به بند ۴-۳ مراجعه شود)	°C	۸۰	۹۰	۸۰	۹۰	۸۵
بدون کهنگی (به بند ۹-۲ استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۵۵۲۵ مراجعه شود)						
استحکام کششی ، کمترین	N/mm^2	۱۲/۵	۱۲/۵	۱۰/۰	۱۲/۵	۱۰/۰
ازدیاد طول در نقطه پارگی ، کمترین	٪	۱۵۰	۱۵۰	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰
پس از کهنگی در کوره ی هوا (به بند ۸-۱ استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۵۵۲۵ مراجعه شود) عملیات :						
- دما (رواداری $\pm 2\ ^{o}c$)	°C	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۰۰
- مدت زمان	h	۱۶۸	۱۶۸	۲۴۰	۲۴۰	۱۶۸
استحکام کششی :						
a) مقدار پس از کهنگی ، کمینه	N/mm^2	۱۲/۵	۱۲/۵	–	–	–
b) تغییرات*، بیشینه	٪	±۲۵	±۲۵	–	–	±۳۰
ازدیاد طول در نقطه پارگی						
a) مقدار پس از کهنگی ، کمینه	٪	۱۵۰	۱۵۰	۳۰۰	۳۰۰	۲۵۰
b) تغییرات ، بیشینه	٪	±۲۵	–	–	±۲۵	±۳۰

* تغییرات : تفاوت مقدار میانه که پس از کهنگی به دست می آید و مقدار میانه که بدون کهنگی به دست می آید و به صورت درصدی از مقدار اخیر بیان می شود.

جدول ۲۱ – الزامات آزمون برای ویژگی های خاص آمیزه های عایق و روکش P.V.C

نام اختصاری آمیزه ها : **(به بند ۴-۲ و ۴-۳ مراجعه شود)**		**ST_1**	**ST_2**
کاربری آمیزه P.V.C		**روکش**	
تلفات جرم در کوره هوا (بند ۸-۲ استاندارد IEC 60811-3-2) عملیات :			
- دما (رواداری ۲° c ±)	°C	-	۱۰۰
- مدت زمان	h	-	۱۶۸
بیشترین تلفات جرم	mg/cm2	-	۱/۵
آزمون فشار در دمای بالا (بند ۸ استاندارد IEC 60811-3-1)			
- دما (رواداری ۲ ° c ±)	°C	۸۰	۹۰
رفتار در دمای بالاپایین [a] (به بند ۸ استاندارد ملی ایران به شماره ۴-۵۵۲۵ مراجعه شود) آزمون باید بدون کهنگی از پیش انجام شود : آزمون خمش درسرما برای قطر کمتر از ۱۲/۵ mm			
- دما (رواداری ۲ ° c ±)	°C	-۱۵	-۱۵
آزمون ازدیاد طول در سرما روی قطعات دمبلی شکل - دما (رواداری ۲ ° c ±)	°C	-۱۵	-۱۵
آزمون ضربه در سرما : - دما (رواداری ۲ ° c ±)	°C	-۱۵	-۱۵
آزمون شوک حرارتی (بند ۹ استاندارد IEC 60811-3-1)			
- دما (رواداری ۳ ° c ±)	°C	۱۵۰	۱۵۰
- مدت زمان	h	۱	۱
a : به دلیل شرایط آب و هوایی ، ممکن است نیاز به استفاده از دماهای پایین تری در استاندارد ملی باشد .			

جدول ۲۲ – الزامات آزمون برای ویژگی های خاص آمیزه ی روکش پلی اتیلن (PE) گرمانرم

نام اختصاری آمیزه ها : (به بند ۴-۳ مراجعه شود)	واحد	ST_3	ST_7
چگالی* (به بند ۸ استاندارد ملی شماره۳-۵۵۲۵ مراجعه شود)			
میزان دوده سیاه (کربن) (تنها برای روکش های مشکی) (بند ۱۱ استاندارد IEC60811-4-1 مراجعه شود)			
مقدار نامی	٪	۲/۵	۲/۵
رواداری	٪	±۰/۵	±۰/۵
آزمون جمع شوندگی (بند ۱۱ استاندارد ملی ایران به شماره ۳-۵۵۲۵ مراجعه شود)			
- دما (رواداری ۲ ± °c)	°C	۸۰	۸۰
- مدت زمان گرمادهی	h	۵	۵
- تعداد دفعات گرمادهی		۵	۵
بیشترین جمع شوندگی	٪	۳	۳
آزمون فشار در دمای بالا (بند ۸-۱ استاندارد IEC 60811-3-1)			
- دما (رواداری ۲ ± °c)	°C	-	۱۱۰
* اندازه گیری چگالی تنها برای اهداف سایر آزمون ها مورد نیاز است .			

جدول ۲۳ – الزامات آزمون برای ویژگی های خاص آمیزه بدون هالوژن برای روکش

نام اختصاری آمیزه ها: (به بند ۴-۳ مراجعه شود)	**واحد**	SE1
آزمون غوطه وری در روغن که پس از تعیین ویژگی های مکانیکی انجام می شود (به بند ۱۰ استاندارد IEC 60811-2-1 و بند ۹ استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۵۵۲۵ مراجعه شود) عملیات :		
- دما (رواداری $\pm ۲^{o}c$)	°C	۱۰۰
- مدت زمان	h	۲۴
بیشینه تغییرات[a]	°C	-۱۵
الف – استحکام کششی	٪	±۴۰
ب – ازدیاد طول در نقطه پارگی		±۴۰
آزمون گرماسختی (بند ۹ استاندارد IEC 60811-2-1) عملیات :		
- دما (رواداری $\pm ۳^{o}c$)	°C	200
- زمان زیربار	min	15
- تنش مکانیکی	N/cm^2	۲۰
بیشترین ازدیاد طول زیربار	٪	۱۷۵
بیشترین ازدیاد طول دائمی پس از خنک شدن	٪	۱۵

a : تغییرات تفاوت میان مقدار میانه که پس از کهنگی به دست می آید و مقدار میانه که بدون کهنگی به دست می آید و به صورت درصدی از مقدار اخیر بیان می شود.

پیوست الف
(الزامی)
روش محاسباتی فرضی برای تعیین ابعاد روکش های محافظ

ضخامت پوشش های کابل مانند روکش ها وشیلد معمولا بر طبق" جدول های پله ای[1]" به قطرهای نـامی کابل بستگی دارد .

این امر گاهی باعث بروز مشکلاتی می شود . قطرهای نامی محاسبه شده الزاما" همان مقدار واقعی بدسـت آمده در فرآیند تولید نیستند . در شرایط حدی ، که به دلیل اختلاف انـدک قطـر محاسـبه شـده از مقـدار واقعی ، ضخامت پوشش با قطر واقعی کابل متناسب نیست، بحث از این هم فراتر می رود . تغییرات در ابعاد هادی شکل داده شده بین تولید کنندگان و روش های مختلف محاسبه باعث ایجاد تفـاوت هـایی در قطـر های نامی می شود و بنابراین ممکن است باعث تغییراتی در ضخامت روکش های اسـتـفاده شـده در طـرح های یکسان کابل شود .

برای اجتناب از این مشکلات ، از روش محاسبه فرضی باید استفاده نمود . هدف از این روش نادیده گـرفتن شکل و میزان فشردگی هادی ها بوده و قطرهای فرضی از رابطه ای که بر پایه سطح مقطع هادیها ، ضخامت نامی عایق و تعداد رشته ها است ، محاسبه مـی شود . سپس ضخامت روکش و سایر روکـش هـا براسـاس روش محاسبه قطرهای فرضی به دقت تعیین شده و ابهامی در مورد ضخامت روکش به کار رفته که مستقل از تفاوت های جزئی در روش های تولید است ، به وجـود نمـی آیـد . در ایـن روش هـای اسـتاندارد شـده طراحی کابل ، ابتدا ضخامت ها از قبل محاسبه شده و برای هر سطح مقطع هادی مشخص می شود .

روش فرضی تنها برای تعیین ابعاد غلاف ها و روکش های کابل اسـتفاده مـی شـوند . ایـن روش جـایگزین محاسبه قطرهای واقعی مورد نیاز برای اهداف عملی کـه توصـیه مـی شـود بـه طـورتکی محاسـبه شـوند ، نمی باشد .

الف – ۱ کلیات

روش فرضی محاسبه ضخامت پوشش های مختلف کابل ها به گونه ای پذیرفتـه شـده اسـت کـه اطمینـان حاصل شود ، هر اختلافی که ممکن است در محاسبات مستقل روی دهـد (بـرای مثـال ناشـی از در نظـر گرفتن ابعاد هادی و تفاوت های غیر قابل قبول بین قطرهای نامی و قطرهای واقعی بدسـت آمـده) از بـین می رود .

تمامی مقادیر ضخامت و قطرها باید بر طبق روش های پیوست ب با تقریب یک رقم اعشارگرد شوند. نوارهای نگهـدارنده (برای مثـال نـوار به صورت مارپیـچ باز روی شیـلد در صورتی که ضـخامت آن کمتر از ۰/۳ mm است) در این روش محاسباتی حذف می شوند .

---

[1] - Step-tables

الف – ۲ روش

الف ۲-۱ هادی ها

قطر فرضی (d_L) یک هادی ، بدون در نظر گرفتن شکل و تراکم هـادی ، بـرای هـر سـطح مقطـع نـامی در جدول الف – ۱ داده شده است .

جدول الف - ۱ - قطر فرضی هادی

d_L mm	سطح مقطع نامی هادی mm^2	d_L mm	سطح مقطع نامی هادی mm^2
۱۷/۵	۲۴۰	۳/۶	۱۰
۱۹/۵	۳۰۰	۴/۵	۱۶
۲۲/۶	۴۰۰	۵/۶	۲۵
۲۵/۲	۵۰۰	۶/۷	۳۵
۲۸/۳	۶۳۰	۸/۰	۵۰
۳۱/۹	۸۰۰	۹/۴	۷۰
۳۵/۷	۱۰۰۰	۱۱/۰	۹۵
۳۹/۱	۱۲۰۰	۱۲/۴	۱۲۰
۴۲/۲	۱۴۰۰	۱۳/۸	۱۵۰
۴۵/۱	۱۶۰۰	۱۵/۳	۱۸۵

الف ۲-۲ رشته ها

قطر فرضی D_c هر رشته از رابطه زیر بدست می آید :

الف-

$$D_c = d_L + 2\ t_i$$

الف ۲-۲ رشته ها

قطر فرضی D_c هر رشته از رابطه زیر بدست می آید :

الف - در مورد کابل هایی که رشته های آن ها دارای لایه های نیمه هادی نیستند :

$$D_c = d_L + 2\ t_i$$

ب - در مورد کابل هایی که رشته های آن ها دارای لایه های نیمه هادی می باشند :

$$D_c = d_L + 2\ t_i + 3{,}0$$

که در آن :

t_i ضخامت نامی عایق بر حسب میلی متر است (به جداول ۵ تا ۷ مراجعه شود)

اگر پوشش فلزی یا یک هادیی هم مرکز به کار برده شود ، موارد اضافی دیگری باید بر طبق بنـد الـف ۲-۵ انجام شود .

الف ۲-۳ قطر روی رشته های تابیده

قطر فرضی روی رشته های تابیده (D_f) به صورت زیر است :

$$D_f = kD_c$$

که در آن مقدار ضریب k برای یک کابل سه رشته ۲/۱۶ است .

الف ۲-۴ پوشش های داخلی

قطر فرضی روی روکش های داخلی (D_B) از رابطه زیر بدست می آید :

$$D_B = D_f + 2\ t_B$$

که در آن :

t_B برابر ۰/۴ mm برای قطرهای فرضی روی رشته های تابیده (D_f) تا وخود ۴۰ mm

t_B برابر ۰/۶ mm برای قطرهای بیش از ۴۰mm

این مقادیر فرضی برای t_B به کابل های زیر اعمال می شود :

الف – کابل های سه رشته ای

- پوشش داخلی به کار رفته است یا خیر

- پوشش داخلی اکسترود شده یا نوارپیچ باشد

اگر روکش جداکننده ای مطابق با بند ۱۳-۳-۳ بجای و یا به همراه روکش میانی بکار رود ، بند الـف ۲-۷ جایگزین آن می شود .

ب – کابل های تک رشته ای

هرگاه پوشش داخلی به کار رود می تواند به صورت اکسترود شده یانوارپیچ باشد .

الف ۲-۵ هادیهای هم مرکز و حفاظ های فلزی

میزان افزایش قطر به دلیل هادی هم مرکز یا حفاظ فلزی در جدول الف ۳ داده شده است .

جدول الف ۳ – افزایش قطر برای هادیهای هم مرکز و حفاظ های فلزی

سطح مقطع نامی هادی هم مرکز یا حفاظ فلزی mm^2	افزایش در قطر mm	سطح مقطع نامی هادی هم مرکز یا حفاظ فلزی mm^2	افزایش در قطر mm
۱/۵	۰/۵	۵۰	۱/۷
۲/۵	۰/۵	۷۰	۲/۰
۴	۰/۵	۹۵	۲/۴
۶	۰/۶	۱۲۰	۲/۷
۱۰	۰/۸	۱۵۰	۳/۰
۱۶	۱/۱	۱۸۵	۴/۰
۲۵	۱/۲	۲۴۰	۵/۰
۳۵	۱/۴	۳۰۰	۶/۰

اگر سطح مقطع هادی هم مرکز یا حفاظ فلزی ، بین دو مقدار داده شده در جدول بالا باشد ، افزایش قطر بر اساس سطح مقطع بزرگتر در نظر گرفته می شود .

اگر حفاظ فلزی به کار رود ، سطح مقطع حفاظ فلزی مندرج در جدول بالا ، به روش زیر محاسبه می شود :

الف – حفاظ نواری

سطح مقطع = $n_t \times t_t \times w_t$

که در آن :

n_t تعداد نوارها

t_t ضخامت نامی هر نوار بر حسب میلی متر

w_t پهنای نامی هر نوار بر حسب میلی متر است .

اگر ضخامت کلی حفاظ کمتر از ۰/۱۵ mm باشد ، افزایش قطر باید صفر در نظر گرفته شود .

- برای حفاظ فلزی پیچیده شده که از یک نوار یا دو نوار هم پوشان تشکیل شده است ، ضخامت کلی , دو برابر ضخامت یک نوار در نظر گرفته می شود .

- برای حفاظ فلزی به کار رفته به صورت طولی

- اگر همپوشانی کمتر از ٪۳۰ باشد ، ضخامت کلی برابر با ضخامت نوار است .
- اگر همپوشانی بزرگتر یا برابر با ٪۳۰ باشد ، ضخامت کلی ، دو برابر ضخامت نوار است .

ب – حفاظ سیمی (در صورت وجود به همراه نوار مارپیچ باز) :

$$\text{سطح مقطع} = \frac{n_W \times d_w^2 \times \pi}{4} + n_h \times t_h \times w_h$$

که در آن :

n_w تعداد سیم ها

d_w قطر هر رشته سیم بر حسب میلی متر

n_h تعداد نوار مارپیچ باز

t_h ضخامت نوار مارپیچ بر حسب میلی متر , اگر بزرگتر از۰/۳ mm باشد

w_h پهنای نوار مارپیچ باز ، بر حسب میلی متر

الف ۲-۶ روکش سربی

قطر فرضی روی روکش سربی (D_{pb}) از رابطه زیر بدست می آید .

$$D_{pb} = D_g + 2\ t_{pb}$$

که در آن :

D_g قطر فرضی زیر روکش سربی بر حسب میلی متر

t_{pb} ضخامت محاسبه شده مطابق بند ۱۲-۱ برحسب میلی متر است .

الف ۲-۷ روکش جداکننده

قطر فرضی روی روکش جداکننده(D_s) از رابطه زیر بدست می آید .

$$D_s = D_u + 2\ t_s$$

که در آن :

D_u قطر فرضی زیر روکش جداکننده بر حسب میلی متر

t_s ضخامت محاسبه شده مطابق با بند ۱۳-۳-۳ بر حسب میلی متر است .

الف ۲-۸ بسترنواری هم پوشان

قطر فرضی روی بستر نواری هم پوشان از رابطه زیر به دست می آید :

$$D_{lb} = D_{ulb} + 2\ t_{lb}$$

که در آن :

D_{ulb} قطر فرضی زیر بستر نواری هم پوشان بر حسب میلی متر

t_{lb} ضخامت بسترنواری هم پوشان یعنی ۱/۵ mm مطابق با بند ۱۳-۳-۴ است .

الف ۲-۹ بسترتکمیلی برای کابل های با شیلد نواری (که بر روی پوشش میانی قرار می گیرد)

جدول الف ۴ – افزایش قطر برای بستر تکمیلی

قطر فرضی زیر نوار بندی تکمیلی		افزایش قطر برای نوار بندی تکمیلی mm
بالاتر mm	تا و خود mm	
–	۲۹	۱/۰
۲۹	–	۱/۶

الف ۲-۱۰ شیلد

قطر فرضی روی شیلد (D_x) از رابطه زیر بدست می آید .

الف – شیلد سیمی گرد یا تخت از رابطه زیر

$$D_x = D_A + 2t_A + 2t_w$$

که در آن :

D_A قطر زیر شیلد بر حسب میلی متر

t_A ضخامت با قطر سیم شیلد بر حسب میلی متر

t_w ضخامت نوار مارپیچ باز در صورت وجود بر حسب میلی متر اگر بزرگتر از ۰/۳ mm باشد

ب شیلد نواری دو تایی از رابطه زیر

$$D_x = D_A + 4\ t_A$$

که در آن :

D_A قطر زیر شیلد بر حسب میلی متر

t_A ضخامت با قطر سیم شیلد بر حسب میلی متر است

پیوست ب

(اطلاعاتی)

مقادیر مجاز جریان پیوسته برای کابلهای با عایق اکسترود شده و ولتاژ اسمی از ۳/۶ / ۶ kV تا و خود ۱۸/۳۰ kV

ب-۱ کلیات

این پیوست به تنهایی با مقادیر مجاز جریان پیوسته حالت پایدار کابلهای تک رشته و سه رشته با عایق اکسترود شده سروکار دارد. مقادیر مجاز جریان مندرج در جدول در این پیوست برای کابل های با ولتاژ اسمی ۶/۱۰ kV و ساختارهایی که در بند ب-۲ شرح داده شده است ،فراهم شده است.

این مقادیر مجاز به کابل هایی با ساختار مشابه در گسترهٔ ولتاژ ۳/۶ / ۶ kV تا ۱۸/۳۰ kV کاربرد دارد.

برخی از پارامترها از قبیل سطح مقطع حفاظ و ضخامت روکش نهایی در مقادیر مجاز کابل های بزرگ تاثیرگذار هستند. علاوه بر این، چگونگی اتصال حفاظ باید در گستره مجاز کابل های تک رشته درنظر گرفته شود.

مقادیر مجاز جریان های مندرج در جدول باید با استفاده از روش های داده شده در IEC 60287 محاسبه شود.

یادآوری ۱- برای مقادیر مجاز جریان دوره ای به استاندارد IEC 60853 مراجعه شود.

یادآوری ۲- برای محدودهٔ دمایی اتصال کوتاه، به استاندارد IEC 60986 مراجعه شود.

ب-۲ ساختارهای کابل

ساختارهای کابل و ابعادآن ها برای مقادیر مجاز جریان براساس مقادیر داده شده در این استاندارد به صورت جدول در آمده است . ساختارها و ابعاد استفاده شده به طراحی ملی خاصی بستگی ندارد ولی به انواع مختلفی از کابل ها بر می گردد. فرض بر این است که کابل های سه رشته دارای شیلد سیمی تخت بوده و کابل های تک رشته بدون شیلد فلزی هستند. تمامی کابلها دارای حفاظ فلزی نواری مسی بر روی رشته بوده به غیر از کابل های تک رشته با عایق XLPE که با حفاظ فلزی سیمی مسی هستند. سطوح مقطع نامی این حفاظ های فلزی برای کابل های مختلف در جدول ب-۱ داده شده است.

جدول ب-۱- سطوح مقطع نامی حفاظ

سطح مقطع هادی mm^2	۱۶	۲۵	۳۵	۵۰	۷۰	۹۵	۱۲۰	۱۵۰	۱۸۵	۲۴۰	۳۰۰	۴۰۰
سطح مقطع نامی حفاظ بر هر رشته ، mm^2												
کابل با عایق EPR	۳	۳	۴	۴	۴	۵	۵	۵	۶	۶	۷	۸
کابل با عایق XLPE	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۳۵

روکش کابل های تک رشته پلی اتیلن و کابل های سه رشته P.V.C درنظر گرفته می شود.

ب-۳ دماها

بیشینه دمای هادی برای مقادیر مجاز کابل در دمای ۹۰ ºC محاسبه می شود.

دمای مرجع محیط به صورت زیر فرض می شود :

- کابل های هوایی ۳۰ ºC
- کابل هایی که در زیرزمین قرار می گیرند چه به صورت مستقیم در خاک قرار گیرند یا چه در داخل کانال در زمین قرار گیرند ۲۰ ºC

ضریب تصحیح دمایی برای سایر دماهای محیط در جدول ب-۱۰ و ب-۱۱ داده شده است.

در هر حال مقادیر مجاز جریان برای کابل های هوایی در اثر تابش خورشید یا اشعه مادون قرمز به صورت افزایشی درنظر گرفته می شود. توصیه می شود در شرایطی که کابلها تحت تأثیر چنین تشعشعاتی باشند، مقادیر مجاز جریان با روش های مشخص شده در استاندارد IEC 60287 بدست آید.

ب-۴ مقاومت حرارتی خاک

مقادیر مجاز جریان برای کابل هایی که در کانال قرار می گیرند یا مستقیماً در زمین قرار می گیرند به مقاومت حرارتی خاک که معادل ۱/۵ K.m/W است ، بستگی دارد. اطلاعاتی در بارهٔ مقاومت حرارتی خاک در کشورهای مختلف در جدول IEC 60287-3-1 داده شده است. ضرایب تصحیح برای سایر مقادیر مقاومت حرارتی در جداول ب-۱۴ تا ب-۱۷ داده شده است.

فرض بر این است که خواص خاک ثابت و یکنواخت است و احتمال نفوذ رطوبت که می تواند منجر به مقاومت حرارتی بالا در یک ناحیه اطراف کابل شود ، مجاز نیست . توصیه می شود اگر خشک شدن جرئی خاک پیش بینی شده باشد ، مقدار مجاز حریان از روش های مشحص شده در استاندارد IEC 60287-3 بدست آید .

ب-۵ روش های نصب

مقادیر مجاز جریان برای کابل هایی که در شرایط زیر نصب می شوند، در جداول داده شده اند.

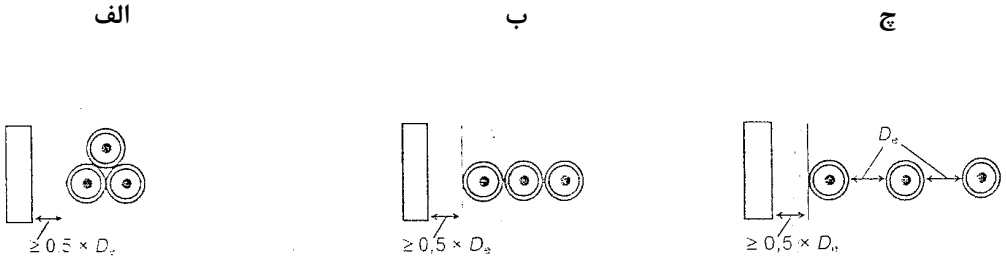
ب-۵-۱ کابل های تک رشته در هوا

فرض بر این است که کابل ها به فاصله حداقل ۰/۵ برابر قطر کابل از هر سطح عمودی قرار دارند وبرروی نگهدارنده ها یا سینی های کابل به صورت زیر نصب می شوند :

الف – سه کابل به شکل مثلثی قرار گرفته بطوریکه درسرتاسر طول ،کابل ها با یکدیگر در تماس هستند.

ب – سه کابل به صورت تخت وافقی قرار گرفته بطوریکه درسرتاسر طول ،کابل ها با یکدیگر در تماس هستند .

پ – سه کابل به صورت تخت و افقی قرار گرفته وبه اندازه قطر یک کابل (D_e) از یکدیگر فاصله دارند .



که در آن D_e قطر بیرونی کابل است.

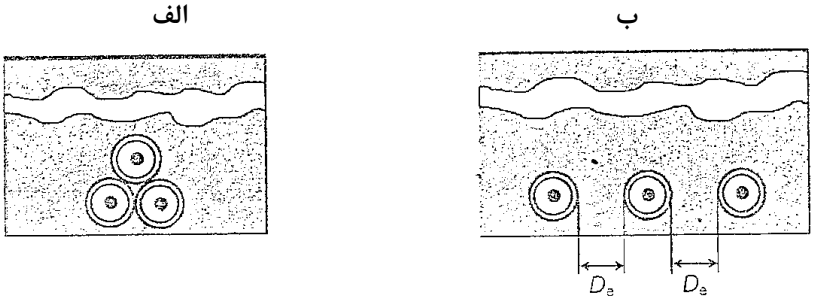
شکل ب-۱- کابل های تک رشته در هوا

ب-۵-۲ کابل های تک رشته دفن مستقم در زمین

مقادیر مجاز جریان برای کابل هایی که مستقیماً در زمین در عمق ۰/۸ m تحت شرایط زیر نصب می شوند، داده شده است.

الف – – سه کابل به شکل مثلثی قرار گرفته بطوریکه درسرتاسر طول ،کابل ها با یکدیگر در تماس هستند.

ب – سه کابل به صورت تخت و افقی قرار گرفته وبه اندازه قطر یک کابل (D_e) از یکدیگر فاصله دارند.



شکل ب-۲- کابل های تک رشته دفن مستقیم در زمین

عمق کابل نسبت به محور کابل یا مرکزمثلث اندازه گیری می شود.

ب-۵-۳ کابل های تک رشته که درکانال های سرامیکی در زمین قرارمی گیرند

مقادیر مجاز جریان برای کابل هایی که در کانال های سرامیکی در زمین در عمق ۰/۸ m قرار گرفته و هر کابل در یک کانال به صورت زیر قرار می گیرد، داده شده است.

الف – سه کابل در کانال های به شکل مثلثی قرار گرفته بطوریکه درسرتاسر طول ،کانال ها با یکدیگر در تماس هستند

ب – سه کابل به صورت تخت و افقی درکانال هایی که در سرتاسر طول با یکدیگر در تماس هستند ، قرار می گیرند

ب **الف**

شکل ب-۳- کابل های تک رشته در کانال های سرامیک

فرض بر این است که قطر داخلی کانال های سرامیکی ۱/۵ برابر قطر خارجی کابل بوده و ضخامت دیواره کانال ها برابر با ٪۶ قطر داخلی کانال آن است. مقادیر مجاز بر پایه این فرض هستند که کانال ها با هوا پر شده اند. اگر کانال ها با ماده ای از قبیل بنتونت [1] پر شده باشند، مقادیر مجاز برابر مقادیری هستند که برای کابل های دفن مستقیم پذیرفته شده است.

مقادیر مجاز جدول بندی شده ممکن است در مورد کابل هایی که در کانال هایی که قطر داخلی آنها بین ۱/۲ تا ۲ برابر قطر خارجی کابل است، به کار رود. برای این گسترهٔ قطر، تغییرات مقادیر مجاز کمتر از ٪۲ مقادیر داده شده در جدول است.

ب-۵-۴ کابل های سه رشته

مقادیر مجاز برای کابل های سه رشته که تحت شرایط زیر نصب می شوند ، داده شده است

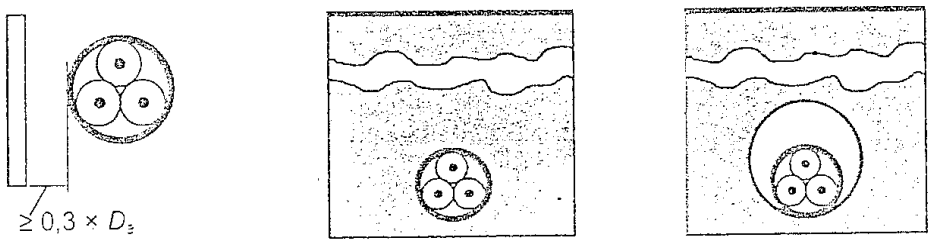
الف – یک کابل سه رشته که در هوا در فاصله ۰/۳ برابر قطر کابل از هر سطح عمودی نصب می شود.

ب – یک کابل سه رشته که مستقیماً در عمق ۰/۸ m زمین قرار می گیرد.

1- Bentonyte

پ – یک کابل سه رشته که در کانال های سرامیکی قرار می گیرد. کانال های سرامیکی دارای ابعاد محاسبه شده به روش مشابه کابل های تک رشته ی قرار گرفته در کانال ها است. عمق قرارگیری کانال ۰/۸ m است.

الف **ب** **ج**



شکل ب-۴- کابل های سه رشته

ب-۶ اتصال حفاظ

تمامی مقادیر مجاز داده شده در جدول با فرض اتصال یکپارچه حفاظ های فلزی (یعنی متصل به هر دو سر کابل) داده شده است.

ب-۷ بارگذاری کابل

مقادیر مجاز که در جدول داده شده است مربوط به مدارهایی هستند که بار سه فاز متعادلی را در فرکانس ۵۰ هرتز منتقل می کنند.

ب-۸ ضرایب مقادیر مجاز برای مدارهای گروهی

مقادیر مجاز جریان که در جدول داده شده است در مورد گروه سه تایی کابل های تک رشته یا یک کابل سه رشته ای که مدار بسته فاز را تشکیل می دهد، به کار می رود. توصیه می شود در صورتی که تعدادی از مدارها نزدیک به مقادیر مجاز نصب شوند، مقادیر مجاز با ضرایب مناسبی که از جداول ب-۱۸ تا ب-۲۳ بدست می آید، کاهش یابد.

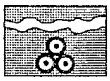
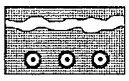
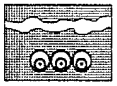
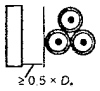
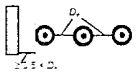
توصیه می شود این ضرایب مقادیر مجاز همچنین به گروهی از کابل های موازی که همان مدار را تشکیل می دهند، اعمال شده و در چنین حالاتی، به نحوه ترتیب کابل ها دقت بعمل آید تا اطمینان حاصل شود که جریان بار به طور مساوی بین کابل های موازی تقسیم می شود.

ب-۹ ضرایب تصحیح

ضرایب تصحیح داده شده در جداول ب-۱۰ تا ب-۲۳ که مربوط به دما، شرایط نصب و دسته بندی کابل ها می باشد ، مقادیر میانگینی در یک گستره اندازه های هادی و انواع کابل می باشند. در حالات خاص، ضرایب تصحیح را می توان با استفاده از روش های داده شده در IEC 60287-2-1 بدست آورد.

جدول ب-۲- مقادیر مجاز جریان برای کابل های تک رشته با عایق XLPE – مقادیر ولتاژ اسمی

۶/ ۳/۶ kV تا *۱۸/۳۰ kV – هادی مسی

سطح مقطع نامی هادی	دفن مستقیم در زمین		در کانال های تک راهه		در هوا		
	مثلثی	به صورت افقی، با فاصله	مثلثی	کانال ها در سرتاسر طول با هم در تماس هستند	مثلثی	به صورت افقی در کنار هم	به صورت افقی، با فاصله
							
mm^2	A	A	A	A	A	A	A
۱۵۰	۱۲۸	۱۲۵	۱۰۴	۱۰۳	۱۱۳	۱۰۹	۱۶
۱۹۶	۱۶۷	۱۶۳	۱۳۳	۱۳۲	۱۴۴	۱۴۰	۲۵
۲۳۸	۲۰۳	۱۹۸	۱۵۹	۱۵۷	۱۷۲	۱۶۶	۳۵
۲۸۶	۲۴۳	۲۳۸	۱۸۸	۱۸۶	۲۰۳	۱۹۶	۵۰
۴۵۶	۳۰۳	۲۹۶	۲۲۹	۲۲۷	۲۴۶	۲۳۹	۷۰
۴۳۴	۳۶۹	۳۶۱	۲۷۴	۲۷۱	۲۹۳	۲۸۵	۹۵
۵۰۰	۴۲۶	۴۱۷	۳۱۱	۳۰۸	۳۳۲	۳۲۳	۱۲۰
۵۵۹	۴۸۱	۴۷۳	۳۴۷	۳۴۳	۳۶۶	۳۶۱	۱۵۰
۶۳۷	۵۵۰	۵۴۳	۳۹۱	۳۸۷	۴۱۰	۴۰۶	۱۸۵
۷۴۵	۶۴۷	۶۴۱	۴۵۳	۴۴۷	۴۷۰	۴۶۹	۲۴۰
۸۴۶	۷۳۹	۷۳۵	۵۱۰	۵۰۴	۵۲۴	۵۲۶	۳۰۰
۹۳۸	۸۳۷	۸۴۵	۵۷۱	۵۶۴	۵۷۲	۵۹۰	۴۰۰

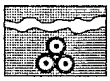
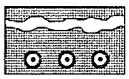
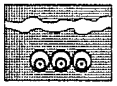
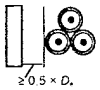
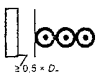
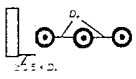
بیشینه دمای هادی	۹۰ °C
دمای هوای محیط	۳۰ °C
دمای زمین	۲۰ °C
عمق قرارگیری در زمین	۰/۸ m
مقامت حرارتی خاک	۱/۵ K.m/W
مقاومت حرارتی کانال های سرامیکی	۱/۲ K.m/W

هر دو انتهای حفاظ فلزی بسته است.

* مقادیر مجاز جریان برای کابل های با ولتاژ اسمی ۶/۱۰ kV محاسبه شده است.

جدول ب-۳- مقادیر مجاز جریان برای کابل های تک رشته با عایق XLPE – ولتاژ اسمی

۶ kV /۶ /۳ تا *۱۸/۳۰ kV – هادی آلومینیومی

سطح مقطع نامی هادی	دفن مستقیم در زمین		در کانال های تک راهه		در هوا		
	مثلثی	به صورت افقی، با فاصله	مثلثی	کانال ها در سرتاسر طول با هم در تماس هستند	مثلثی	به صورت افقی در کنار هم	به صورت افقی، با فاصله
							
mm^2	A	A	A	A	A	A	A
۱۱۶	۹۹	۹۷	۸۱	۸۰	۸۸	۸۴	۱۶
۱۵۳	۱۳۰	۱۲۷	۱۰۳	۱۰۲	۱۱۲	۱۰۸	۲۵
۱۸۵	۱۵۷	۱۵۴	۱۲۳	۱۲۲	۱۳۴	۱۲۹	۳۵
۲۲۲	۱۸۹	۱۸۴	۱۴۶	۱۴۴	۱۵۷	۱۵۲	۵۰
۲۷۸	۲۳۶	۲۳۰	۱۷۸	۱۷۶	۱۹۲	۱۸۶	۷۰
۳۳۸	۲۸۷	۲۸۰	۲۱۳	۲۱۰	۲۲۹	۲۲۱	۹۵
۳۹۱							
۴۴۰	۳۳۲	۳۲۴	۲۴۲	۲۴۰	۲۶۰	۲۵۲	۱۲۰
۵۰۴	۳۷۶	۳۶۸	۲۷۱	۲۶۷	۲۸۸	۲۸۱	۱۵۰
	۴۳۲	۴۲۴	۳۰۷	۳۰۳	۳۲۴	۳۱۷	۱۸۵
۵۹۳							
۶۷۷	۵۱۱	۵۰۲	۳۵۶	۳۵۱	۳۷۳	۳۶۷	۲۴۰
۷۶۹	۵۸۶	۵۷۷	۴۰۲	۳۹۷	۴۱۹	۴۱۴	۳۰۰
	۶۷۶	۶۷۳	۴۵۷	۴۵۱	۴۶۶	۴۷۰	۴۰۰

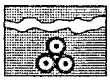
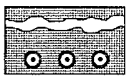
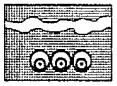
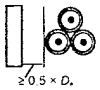
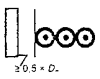
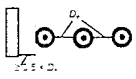
بیشینه دمای هادی	۹۰ °C
دمای محیط اطراف	۳۰ °C
دمای زمین	۲۰ °C
عمق قرارگیری در زمین	۰/۸ m
مقامت حرارتی خاک	۱/۵ K.m/W
مقاومت حرارتی کانال های نصب در زمین	۱/۲ K.m/W

هر دو انتهای حفاظ فلزی بسته است.

* مقادیر مجاز جریان برای کابل های با ولتاژ اسمی ۶/۱۰ kV محاسبه شده است.

جدول ب-۴- مقادیر مجاز جریان برای کابل های تک رشته با عایق EPR – ولتاژ اسمی

۶ kV /۳/۶ تا *۱۸/۳۰ kV – هادی مسی

سطح مقطع نامی هادی	دفن مستقیم در زمین		در کانال های تک راهه		در هوا		
	مثلثی	به صورت افقی، با فاصله	مثلثی	کانال ها در سرتاسر طول با هم در تماس هستند	مثلثی	به صورت افقی در کنار هم	به صورت افقی، با فاصله
							
mm^2	A	A	A	A	A	A	A
۱۳۸	۱۱۹	۱۱۶	۱۰۰	۹۹	۱۰۹	۱۰۶	۱۶
۱۸۱	۱۵۶	۱۵۳	۱۲۹	۱۲۸	۱۴۰	۱۳۶	۲۵
۲۲۱	۱۹۰	۱۸۶	۱۵۴	۱۵۳	۱۶۷	۱۶۲	۳۵
۲۶۶	۲۲۹	۲۲۴	۱۸۳	۱۸۱	۱۹۸	۱۹۲	۵۰
۳۳۴	۲۸۷	۲۸۰	۲۲۴	۲۲۲	۲۴۲	۲۳۴	۷۰
۴۰۹	۳۵۲	۳۴۳	۲۶۹	۲۶۶	۲۸۹	۲۸۰	۹۵
۴۷۴	۴۰۷	۳۹۸	۳۰۶	۳۰۳	۳۲۹	۳۱۹	۱۲۰
۵۴۰	۴۶۵	۴۵۴	۳۴۴	۳۴۱	۳۶۹	۳۵۷	۱۵۰
۶۲۱	۵۳۴	۵۲۲	۳۹۰	۳۸۶	۴۱۷	۴۰۳	۱۸۵
۷۳۶	۶۳۴	۶۱۹	۴۵۴	۴۴۹	۴۸۴	۴۶۷	۲۴۰
۸۴۳	۷۲۸	۷۱۲	۵۱۵	۵۰۹	۵۴۵	۵۲۶	۳۰۰
۹۷۷	۸۴۳	۸۲۵	۵۸۸	۵۸۰	۶۱۸	۵۹۷	۴۰۰

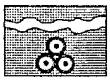
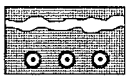
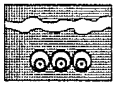
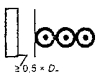
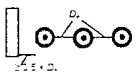
بیشینه دمای هادی	۹۰ °C
دمای محیط اطراف	۳۰ °C
دمای زمین	۲۰ °C
عمق قرارگیری در زمین	۰/۸ m
مقامت حرارتی خاک	۱/۵ K.m/W
مقاومت حرارتی کانال های نصب در زمین	۱/۲ K.m/W

هر دو انتهای حفاظ فلزی بسته است.

* مقادیر مجاز جریان برای کابل های با ولتاژ اسمی ۶/۱۰ kV محاسبه شده است.

جدول ب-۵- مقادیر مجاز جریان برای کابل های تک رشته با عایق EPR – ولتاژ اسمی

۶ kV /۶/۳ تا *۱۸/۳۰ kV – هادی آلومینیومی

سطح مقطع نامی هادی	دفن مستقیم در زمین		در کانال های تک راهه		در هوا		
	مثلثی	به صورت افقی، با فاصله	مثلثی	کانال ها در سرتاسر طول با هم در تماس هستند	مثلثی	به صورت افقی در کنار هم	به صورت افقی، با فاصله
							
mm^2	A	A	A	A	A	A	A
۱۶	۸۲	۸۴	۷۷	۷۸	۹۰	۹۲	۱۰۷
۲۵	۱۰۵	۱۰۹	۹۹	۱۰۰	۱۱۹	۱۲۱	۱۴۱
۳۵	۱۲۶	۱۳۰	۱۱۸	۱۲۰	۱۴۴	۱۴۷	۱۷۱
۵۰	۱۴۹	۱۵۳	۱۴۰	۱۴۲	۱۷۴	۱۷۸	۲۰۷
۷۰	۱۸۲	۱۸۸	۱۷۲	۱۷۴	۲۱۸	۲۲۳	۲۵۹
۹۵	۲۱۷	۲۲۴	۲۰۶	۲۰۸	۲۶۶	۲۷۳	۳۱۷
۱۲۰	۲۴۷	۲۵۶	۲۳۵	۲۳۸	۳۰۹	۳۱۷	۳۶۸
۱۵۰	۲۷۷	۲۸۷	۲۶۴	۲۶۷	۳۵۲	۳۶۱	۴۱۹
۱۸۵	۳۱۴	۳۲۵	۳۰۰	۳۰۳	۴۰۶	۴۱۷	۴۸۴
۲۴۰	۳۶۴	۳۷۷	۳۵۰	۳۵۴	۴۸۳	۴۹۵	۵۷۵
۳۰۰	۴۱۱	۴۲۶	۳۹۷	۴۰۱	۵۵۶	۵۷۰	۶۵۹
۴۰۰	۴۷۱	۴۸۷	۴۵۶	۴۶۲	۶۵۱	۶۶۷	۷۷۰

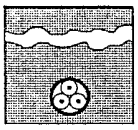
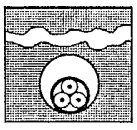
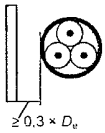
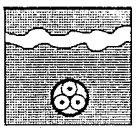
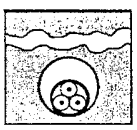
بیشینه دمای هادی	۹۰ °C
دمای محیط اطراف	۳۰ °C
دمای زمین	۲۰ °C
عمق قرارگیری در زمین	۰/۸ m
مقامت حرارتی خاک	۱/۵ K.m/W
مقاومت حرارتی کانال های نصب در زمین	۱/۲ K.m/W

هر دو انتهای حفاظ فلزی بسته است.

* مقادیر مجاز جریان برای کابل های با ولتاژ اسمی ۶/۱۰ kV محاسبه شده است.

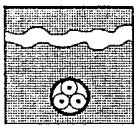
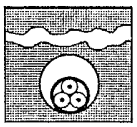
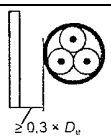
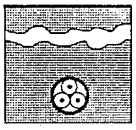
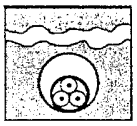
جدول ب-۶- مقادیر مجاز جریان برای کابل های سه رشته با عایق XLPE – ولتاژ اسمی

۶ kV /۶ /۳ تا *۱۸/۳۰ kV – هادی مسی ، با شیلد و بدون شیلد

سطح مقطع نامی هادی	بدون شیلد			با شیلد		
	دفن مستقیم در زمین	توسط کانال در زمین قرار می گیرد	در هوا	دفن مستقیم در زمین	توسط کانال در زمین قرار می گیرد	در هوا
						
mm^2	A	A	A	A	A	A
۱۶	۱۰۱	۸۷	۱۰۹	۱۰۱	۸۸	۱۱۰
۲۵	۱۲۹	۱۱۲	۱۴۲	۱۲۹	۱۱۲	۱۴۳
۳۵	۱۵۳	۱۳۳	۱۷۰	۱۵۳	۱۳۴	۱۷۲
۵۰	۱۸۱	۱۵۸	۲۰۴	۱۸۱	۱۵۸	۲۰۵
۷۰	۲۲۱	۱۹۳	۲۵۳	۲۲۰	۱۹۴	۲۵۳
۹۵	۲۶۲	۲۳۱	۳۰۴	۲۶۳	۲۳۲	۳۰۷
۱۲۰	۲۹۸	۲۶۴	۳۵۱	۲۹۸	۲۶۴	۳۵۲
۱۵۰	۳۳۴	۲۹۷	۳۹۸	۳۳۲	۲۹۶	۳۹۷
۱۸۵	۳۷۷	۳۳۶	۴۵۵	۳۷۴	۳۳۵	۴۵۳
۲۴۰	۴۳۴	۳۹۰	۵۳۱	۴۳۱	۳۸۷	۵۲۹
۳۰۰	۴۸۹	۴۴۱	۶۰۶	۴۸۲	۴۳۵	۵۹۹
۴۰۰	۵۵۳	۵۰۱	۶۹۶	۵۴۱	۴۹۲	۶۸۳
بیشینه دمای هادی			۹۰ °C			
دمای محیط اطراف			۳۰ °C			
دمای زمین			۲۰ °C			
عمق قرارگیری در زمین			۰/۸ m			
مقامت حرارتی خاک			۱/۵ K.m/W			
مقاومت حرارتی کانال های نصب در زمین			۱/۲ K.m/W			
هر دو انتهای حفاظ فلزی بسته است.						
* مقادیر مجاز جریان برای کابل های با ولتاژ اسمی ۶/۱۰ kV محاسبه شده است.						

جدول ب-۷- مقادیر مجاز جریان برای کابل های سه رشته با عایق XLPE – ولتاژ اسمی

kV ۶/ ۳/۶ تا *۱۸/۳۰ kV – هادی آلومینیومی ، با شیلد و بدون شیلد

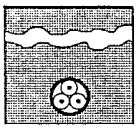
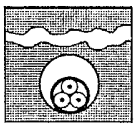
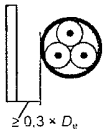
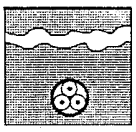
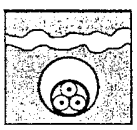
سطح مقطع نامی هادی	بدون شیلد			با شیلد		
	دفن مستقیم در زمین	توسط کانال در زمین قرار می گیرد	نصب در هوا	دفن مستقیم در زمین	توسط کانال در زمین قرار می گیرد	نصب در هوا
						
mm^2	A	A	A	A	A	A
۱۶	۷۸	۶۷	۸۴	۷۸	۶۸	۸۵
۲۵	۱۰۰	۸۷	۱۱۰	۱۰۰	۸۷	۱۱۱
۳۵	۱۱۹	۱۰۳	۱۳۲	۱۱۹	۱۰۴	۱۳۳
۵۰	۱۴۰	۱۲۲	۱۵۸	۱۴۰	۱۲۳	۱۵۹
۷۰	۱۷۱	۱۵۰	۱۹۶	۱۷۱	۱۵۰	۱۹۶
۹۵	۲۰۳	۱۷۹	۲۳۶	۲۰۴	۱۸۰	۲۳۸
۱۲۰	۲۳۲	۲۰۵	۲۷۳	۲۳۲	۲۰۶	۲۷۴
۱۵۰	۲۶۰	۲۳۱	۳۰۹	۲۵۹	۲۳۱	۳۰۹
۱۸۵	۲۹۴	۲۶۲	۳۵۵	۲۹۳	۲۶۲	۳۵۴
۲۴۰	۳۴۰	۳۰۵	۴۱۵	۳۳۸	۳۰۴	۴۱۵
۳۰۰	۳۸۴	۳۴۶	۴۷۵	۳۸۰	۳۴۳	۴۷۲
۴۰۰	۴۳۸	۳۹۸	۵۵۲	۴۳۲	۳۹۳	۵۴۵

بیشینه دمای هادی	۹۰ °C
دمای محیط اطراف	۳۰ °C
دمای زمین	۲۰ °C
عمق قرارگیری در زمین	۰/۸ m
مقامت حرارتی خاک	۱/۵ K.m/W
مقاومت حرارتی کانال های نصب در زمین	۱/۲ K.m/W

* مقادیر مجاز جریان برای کابل های با ولتاژ اسمی ۶/۱۰ kV محاسبه شده است.

جدول ب-۸- مقادیر مجاز جریان برای کابل های سه رشته با عایق EPR – ولتاژ اسمی

۶ kV /۶ /۳ تا *۱۸/۳۰ kV – هادی مسی ، با شیلد و بدون شیلد

سطح مقطع نامی هادی	بدون شیلد			با شیلد		
	دفن مستقیم در زمین	توسط کانال در زمین قرار می گیرد	نصب در هوا	دفن مستقیم در زمین	توسط کانال در زمین قرار می گیرد	نصب در هوا
						
mm^2	A	A	A	A	A	A
۱۶	۹۸	۸۴	۱۰۴	۹۸	۸۵	۱۰۴
۲۵	۱۲۵	۱۰۹	۱۳۵	۱۲۵	۱۰۹	۱۳۶
۳۵	۱۵۰	۱۳۰	۱۶۴	۱۵۰	۱۳۱	۱۶۴
۵۰	۱۷۶	۱۵۴	۱۹۵	۱۷۷	۱۵۵	۱۹۷
۷۰	۲۱۶	۱۸۹	۲۴۳	۲۱۶	۱۹۰	۲۴۴
۹۵	۲۵۸	۲۲۷	۲۹۶	۲۵۷	۲۲۷	۲۹۶
۱۲۰	۲۹۲	۲۵۸	۳۳۹	۲۹۲	۲۵۹	۳۳۹
۱۵۰	۳۲۸	۲۹۱	۳۸۵	۳۲۷	۲۹۱	۳۸۵
۱۸۵	۳۷۱	۳۳۰	۴۴۱	۳۶۸	۳۲۸	۴۳۹
۲۴۰	۴۲۹	۳۸۴	۵۱۹	۴۲۴	۳۸۱	۵۱۳
۳۰۰	۴۸۲	۴۳۴	۵۹۰	۴۷۵	۴۲۹	۵۸۳
۴۰۰	۵۴۵	۴۹۴	۶۷۸	۵۳۴	۴۸۵	۶۶۶

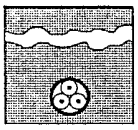
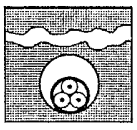
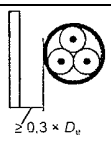
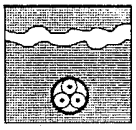
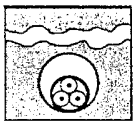
بیشینه دمای هادی	۹۰ °C
دمای محیط اطراف	۳۰ °C
دمای زمین	۲۰ °C
عمق قرارگیری در زمین	۰/۸ m
مقامت حرارتی خاک	۱/۵ K.m/W
مقاومت حرارتی کانال های نصب در زمین	۱/۲ K.m/W

هر دو انتهای حفاظ فلزی بسته است.

* مقادیر مجاز جریان برای کابل های با ولتاژ اسمی ۶/۱۰ kV محاسبه شده است.

جدول ب-۹- مقادیر مجاز جریان برای کابل های سه رشته با عایق EPR – ولتاژ اسمی

۶ kV /۶ /۳ تا *۱۸/۳۰ kV – هادی آلومینیومی ، با شیلد فلزی و بدون شیلد فلزی

سطح مقطع نامی هادی	بدون شیلد			با شیلد		
	دفن مستقیم در زمین	توسط کانال در زمین قرار می گیرد	نصب در هوا	دفن مستقیم در زمین	توسط کانال در زمین قرار می گیرد	نصب در هوا
						
mm^2	A	A	A	A	A	A
۱۶	۷۶	۶۵	۸۰	۷۶	۶۶	۸۱
۲۵	۹۷	۸۴	۱۰۵	۹۷	۸۵	۱۰۵
۳۵	۱۱۶	۱۰۱	۱۲۷	۱۱۶	۱۰۱	۱۲۷
۵۰	۱۳۷	۱۱۹	۱۵۱	۱۳۷	۱۲۰	۱۵۳
۷۰	۱۶۷	۱۴۷	۱۸۹	۱۶۸	۱۴۷	۱۹۰
۹۵	۲۰۰	۱۷۶	۲۲۹	۲۰۰	۱۷۶	۲۳۰
۱۲۰	۲۲۷	۲۰۱	۲۶۳	۲۲۷	۲۰۱	۲۶۴
۱۵۰	۲۵۵	۲۲۶	۲۹۹	۲۵۴	۲۲۶	۳۰۰
۱۸۵	۲۸۹	۲۵۷	۳۴۳	۲۸۸	۲۵۷	۳۴۳
۲۴۰	۳۳۵	۳۰۰	۴۰۶	۳۳۲	۲۹۹	۴۰۲
۳۰۰	۳۷۸	۳۴۰	۴۶۲	۳۷۴	۳۳۸	۴۵۹
۴۰۰	۴۳۲	۳۹۲	۵۳۸	۴۲۶	۳۸۷	۵۳۰

بیشینه دمای هادی	۹۰ °C
دمای محیط اطراف	۳۰ °C
دمای زمین	۲۰ °C
عمق قرارگیری در زمین	۰/۸ m
مقامت حرارتی خاک	۱/۵ K.m/W
مقاومت حرارتی کانال های نصب در زمین	۱/۲ K.m/W

هر دو انتهای حفاظ فلزی بسته است.

* مقادیر مجاز جریان برای کابل های با ولتاژ اسمی ۶/۱۰ kV محاسبه شده است.

جدول ب-۱۰- ضرایب تصحیح برای دمای هوای محیط بغیر از ^{o}C ۳۰

بیشینه دمای هادی ^{o}C	دمای هوای محیط ^{o}C							
	۲۰	۲۵	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵	۶۰
۹۰	۱/۰۸	۱/۰۴	۰/۹۶	۰/۹۱	۰/۸۷	۰/۸۲	۰/۷۶	۰/۷۱

جدول ب-۱۱- ضرایب تصحیح برای دماهای زمین محیط بغیر از ^{o}C ۲۰

بیشینه دمای هادی ^{o}C	دمای هوای محیط ^{o}C							
	۱۰	۱۵	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰
۹۰	۱/۰۷	۱/۰۴	۰/۹۶	۰/۹۳	۰/۸۹	۰/۸۵	۰/۸۰	۰/۷۶

جدول ب-۱۲- ضرایب تصحیح برای عمق قرارگیری در زمین به غیر از ۰/۸ m برای کابل های دفن مستقیم

عمق قرارگیری در زمین	کابل های تک رشته		کابل های سه رشته
	اندازه نامی هادی mm^2		
	≤ ۱۸۵ mm^2	> ۱۸۵ mm^2	
۰/۵	۱/۰۴	۱/۰۶	۱/۰۴
۰/۶	۱/۰۲	۱/۰۴	۱/۰۳
۱	۰/۹۸	۰/۹۷	۰/۹۸
۱/۲۵	۰/۹۶	۰/۹۵	۰/۹۶
۱/۵	۰/۹۵	۰/۹۳	۰/۹۵
۱/۷۵	۰/۹۴	۰/۹۱	۰/۹۴
۲	۰/۹۳	۰/۹۰	۰/۹۳
۲/۵	۰/۹۱	۰/۸۸	۰/۹۱
۳	۰/۹۰	۰/۸۶	۰/۹۰

جدول ب-۱۳- ضرایب تصحیح برای عمق قرارگیری در زمین به غیر از ۰/۸ m برای کابل هایی که در کانال قرار می گیرند

عمق قرارگیری در زمین	کابل های تک رشته		کابل های سه رشته
	اندازه نامی هادی mm^2		
	$\leq ۱۸۵\ mm^2$	$> ۱۸۵\ mm^2$	
۰/۵	۱/۰۴	۱/۰۵	۱/۰۳
۰/۶	۱/۰۲	۱/۰۳	۱/۰۲
۱	۰/۹۸	۰/۹۷	۰/۹۹
۱/۲۵	۰/۹۶	۰/۹۵	۰/۹۷
۱/۵	۰/۹۵	۰/۹۳	۰/۹۶
۱/۷۵	۰/۹۴	۰/۹۲	۰/۹۵
۲	۰/۹۳	۰/۹۱	۰/۹۴
۲/۵	۰/۹۱	۰/۸۹	۰/۹۳
۳	۰/۹۰	۰/۸۸	۰/۹۲

جدول ب-۱۴- ضرایب تصحیح برای مقاومت های حرارتی زمین بغیر از ۱/۵ K.m/W

برای کابل های تک رشته دفن مستقیم در زمین

سطح مقطع نامی هادی mm^2	مقادیر مقاومت حرارتی خاک K .m/W						
	۰/۷	۰/۸	۰/۹	۱	۲	۲/۵	۳
۱۶	۱/۲۹	۱/۲۴	۱/۱۹	۱/۱۵	۰/۸۹	۰/۸۲	۰/۷۵
۲۵	۱/۳۰	۱/۲۵	۱/۲۰	۱/۱۶	۰/۸۹	۰/۸۱	۰/۷۵
۳۵	۱/۳۰	۱/۲۵	۱/۲۱	۱/۱۶	۰/۸۹	۰/۸۱	۰/۷۵
۵۰	۱/۳۲	۱/۲۶	۱/۲۱	۱/۱۶	۰/۸۹	۰/۸۱	۰/۷۴
۷۰	۱/۳۳	۱/۲۷	۱/۲۲	۱/۱۷	۰/۸۹	۰/۸۱	۰/۷۴
۹۵	۱/۳۴	۱/۲۸	۱/۲۲	۱/۱۸	۰/۸۹	۰/۸۰	۰/۷۴
۱۲۰	۱/۳۴	۱/۲۸	۱/۲۲	۱/۱۸	۰/۸۸	۰/۸۰	۰/۷۴
۱۵۰	۱/۳۵	۱/۲۸	۱/۲۳	۱/۱۸	۰/۸۸	۰/۸۰	۰/۷۴
۱۸۵	۱/۳۵	۱/۲۹	۱/۲۳	۱/۱۸	۰/۸۸	۰/۸۰	۰/۷۴
۲۴۰	۱/۳۶	۱/۲۹	۱/۲۳	۱/۱۸	۰/۸۸	۰/۸۰	۰/۷۳
۳۰۰	۱/۳۶	۱/۳۰	۱/۲۴	۱/۱۹	۰/۸۸	۰/۸۰	۰/۷۳
۴۰۰	۱/۳۷	۱/۳۰	۱/۲۴	۱/۱۹	۰/۸۸	۰/۷۹	۰/۷۳

جدول ب-۱۵- ضرایب تصحیح برای مقاومت های حرارتی خاک بغیر از K.m/W ۱/۵

برای کابل های تک رشته که در کانال قرار می گیرند

سطح مقطع نامی هادی mm^2	مقادیر مقاومت حرارتی خاک K . m/W						
	۰/۷	۰/۸	۰/۹	۱	۲	۲/۵	۳
۱۶	۱/۲۰	۱/۱۷	۱/۱۴	۱/۱۱	۰/۹۲	۰/۸۵	۰/۷۹
۲۵	۱/۲۱	۱/۱۷	۱/۱۴	۱/۱۲	۰/۹۱	۰/۸۵	۰/۷۹
۳۵	۱/۲۱	۱/۱۸	۱/۱۵	۱/۱۲	۰/۹۱	۰/۸۴	۰/۷۹
۵۰	۱/۲۱	۱/۱۸	۱/۱۵	۱/۱۲	۰/۹۱	۰/۸۴	۰/۷۸
۷۰	۱/۲۲	۱/۱۹	۱/۱۵	۱/۱۲	۰/۹۱	۰/۸۴	۰/۷۸
۹۵	۱/۲۳	۱/۱۹	۱/۱۶	۱/۱۳	۰/۹۱	۰/۸۴	۰/۷۸
۱۲۰	۱/۲۳	۱/۲۰	۱/۱۶	۱/۱۳	۰/۹۱	۰/۸۴	۰/۷۸
۱۵۰	۱/۲۴	۱/۲۰	۱/۱۶	۱/۱۳	۰/۹۱	۰/۸۳	۰/۷۸
۱۸۵	۱/۲۴	۱/۲۰	۱/۱۷	۱/۱۳	۰/۹۱	۰/۸۳	۰/۷۸
۲۴۰	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۱۷	۱/۱۴	۰/۹۰	۰/۸۳	۰/۷۷
۳۰۰	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۱۷	۱/۱۴	۰/۹۰	۰/۸۳	۰/۷۷
۴۰۰	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۱۷	۱/۱۴	۰/۹۰	۰/۸۳	۰/۷۷

جدول ب-۱۶- ضرایب تصحیح برای مقاومت های حرارتی خاک بغیر از K.m/W ۱/۵

برای کابل های سه رشته دفن مستقیم در زمین

سطح مقطع نامی هادی mm^2	مقادیر مقاومت حرارتی خاک K.m/W						
	۰/۷	۰/۸	۰/۹	۱	۲	۲/۵	۳
۱۶	۱/۲۳	۱/۱۹	۱/۱۶	۱/۱۳	۰/۹۱	۰/۸۴	۰/۷۸
۲۵	۱/۲۴	۱/۲۰	۱/۱۶	۱/۱۳	۰/۹۱	۰/۸۴	۰/۷۸
۳۵	۱/۲۵	۱/۲۱	۱/۱۷	۱/۱۳	۰/۹۱	۰/۸۳	۰/۷۸
۵۰	۱/۲۵	۱/۲۱	۱/۱۷	۱/۱۴	۰/۹۱	۰/۸۳	۰/۷۷
۷۰	۱/۲۶	۱/۲۱	۱/۱۸	۱/۱۴	۰/۹۰	۰/۸۳	۰/۷۷
۹۵	۱/۲۶	۱/۲۲	۱/۱۸	۱/۱۴	۰/۹۰	۰/۸۳	۰/۷۷
۱۲۰	۱/۲۶	۱/۲۲	۱/۱۸	۱/۱۴	۰/۹۰	۰/۸۳	۰/۷۷
۱۵۰	۱/۲۷	۱/۲۲	۱/۱۸	۱/۱۵	۰/۹۰	۰/۸۳	۰/۷۷
۱۸۵	۱/۲۷	۱/۲۳	۱/۱۸	۱/۱۵	۰/۹۰	۰/۸۳	۰/۷۷
۲۴۰	۱/۲۸	۱/۲۳	۱/۱۹	۱/۱۵	۰/۹۰	۰/۸۳	۰/۷۷
۳۰۰	۱/۲۸	۱/۲۳	۱/۱۹	۱/۱۵	۰/۹۰	۰/۸۲	۰/۷۷
۴۰۰	۱/۲۸	۱/۲۳	۱/۱۹	۱/۱۵	۰/۹۰	۰/۸۲	۰/۷۶

جدول ب-۱۷- ضرایب تصحیح برای مقاومت های حرارتی خاک بغیر از ۱/۵ K.m/W

برای کابل های سه رشته که در کانال قرار می گیرند.

سطح مقطع نامی هادی mm^2	مقادیر مقاومت حرارتی خاک Km/W						
	۰/۷	۰/۸	۰/۹	۱	۲	۲/۵	۳
۱۶	۱/۱۲	۱/۱۱	۱/۰۹	۱/۰۸	۰/۹۴	۰/۸۹	۰/۸۴
۲۵	۱/۱۴	۱/۱۲	۱/۱۰	۱/۰۸	۰/۹۴	۰/۸۹	۰/۸۴
۳۵	۱/۱۴	۱/۱۲	۱/۱۰	۱/۰۸	۰/۹۴	۰/۸۸	۰/۸۴
۵۰	۱/۱۴	۱/۱۲	۱/۱۰	۱/۰۸	۰/۹۴	۰/۸۸	۰/۸۴
۷۰	۱/۱۵	۱/۱۳	۱/۱۱	۱/۰۹	۰/۹۴	۰/۸۸	۰/۸۳
۹۵	۱/۱۵	۱/۱۳	۱/۱۱	۱/۰۹	۰/۹۴	۰/۸۸	۰/۸۳
۱۲۰	۱/۱۵	۱/۱۳	۱/۱۱	۱/۰۹	۰/۹۳	۰/۸۸	۰/۸۳
۱۵۰	۱/۱۶	۱/۱۳	۱/۱۱	۱/۰۹	۰/۹۳	۰/۸۸	۰/۸۳
۱۸۵	۱/۱۶	۱/۱۴	۱/۱۲	۱/۰۹	۰/۹۳	۰/۸۷	۰/۸۳
۲۴۰	۱/۱۶	۱/۱۴	۱/۱۲	۱/۱۰	۰/۹۳	۰/۸۷	۰/۸۲
۳۰۰	۱/۱۷	۱/۱۴	۱/۱۲	۱/۱۰	۰/۹۳	۰/۸۷	۰/۸۲
۴۰۰	۱/۱۷	۱/۱۴	۱/۱۲	۱/۱۰	۰/۹۳	۰/۸۶	۰/۸۱

جدول ب-۱۸- ضرایب تصحیح برای گروه کابل های سه رشته که به صورت افقی کنار به کنار هم مستقیماً در زمین قرار می گیرند.

تعداد کابل ها در هر گروه	فضای بین مراکز گروه ها mm				
	لمس کردن	۲۰۰	۴۰۰	۶۰۰	۸۰۰
۲	۰/۸۰	۰/۸۶	۰/۹۰	۰/۹۲	۰/۹۴
۳	۰/۶۹	۰/۷۷	۰/۸۲	۰/۸۶	۰/۸۹
۴	۰/۶۲	۰/۷۲	۰/۷۹	۰/۸۳	۰/۸۷
۵	۰/۵۷	۰/۶۸	۰/۷۶	۰/۸۱	۰/۸۵
۶	۰/۵۴	۰/۶۵	۰/۷۴	۰/۸۰	۰/۸۴
۷	۰/۵۱	۰/۶۳	۰/۷۲	۰/۷۸	۰/۸۳
۸	۰/۴۹	۰/۶۱	۰/۷۱	۰/۷۸	–
۹	۰/۴۷	۰/۶۰	۰/۷۰	۰/۷۷	–
۱۰	۰/۴۶	۰/۵۹	۰/۶۹	–	–
۱۱	۰/۴۵	۰/۵۷	۰/۶۹	–	–
۱۲	۰/۴۳	۰/۵۶	۰/۶۸	–	–

جدول ب-۱۹- ضرایب تصحیح برای گروه مدارهای سه فاز کابل های تک رشته دفن مستقیم در زمین

تعداد کابل ها در هر گروه	فضای بین مراکز گروه ها mm				
	لمس کردن	۲۰۰	۴۰۰	۶۰۰	۸۰۰
۲	۰/۷۳	۰/۸۳	۰/۸۸	۰/۹۰	۰/۹۲
۳	۰/۶۰	۰/۷۳	۰/۷۹	۰/۸۳	۰/۸۶
۴	۰/۵۴	۰/۶۸	۰/۷۵	۰/۸۰	۰/۸۴
۵	۰/۴۹	۰/۶۳	۰/۷۲	۰/۷۸	۰/۸۲
۶	۰/۴۶	۰/۶۱	۰/۷۰	۰/۷۶	۰/۸۱
۷	۰/۴۳	۰/۵۸	۰/۶۸	۰/۷۵	۰/۸۰
۸	۰/۴۱	۰/۵۷	۰/۶۷	۰/۷۴	–
۹	۰/۳۹	۰/۵۵	۰/۶۶	۰/۷۳	–
۱۰	۰/۳۷	۰/۵۴	۰/۶۵	–	–
۱۱	۰/۳۶	۰/۵۳	۰/۶۴	–	–
۱۲	۰/۳۵	۰/۵۲	۰/۶۴	–	–

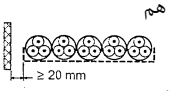
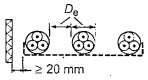
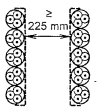
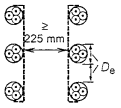
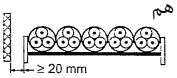
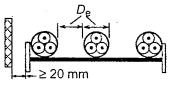
جدول ب-۲۰- ضرایب تصحیح برای گروه های کابل های سه رشته در کانال های تک راهه به صورت افقی

تعداد کابل ها در هر گروه	فضای بین مراکز گروه ها mm				
	لمس کردن	۲۰۰	۴۰۰	۶۰۰	۸۰۰
۲	۰/۸۵	۰/۸۸	۰/۹۲	۰/۹۴	۰/۹۵
۳	۰/۷۵	۰/۸۰	۰/۸۵	۰/۸۸	۰/۹۱
۴	۰/۶۹	۰/۷۵	۰/۸۲	۰/۸۶	۰/۸۹
۵	۰/۶۵	۰/۷۲	۰/۷۹	۰/۸۴	۰/۸۷
۶	۰/۶۲	۰/۶۹	۰/۷۷	۰/۸۳	۰/۸۷
۷	۰/۵۹	۰/۶۷	۰/۷۶	۰/۸۲	۰/۸۶
۸	۰/۵۷	۰/۶۵	۰/۷۵	۰/۸۱	–
۹	۰/۵۵	۰/۶۴	۰/۷۴	۰/۸۰	–
۱۰	۰/۵۴	۰/۶۳	۰/۷۳	–	–
۱۱	۰/۵۲	۰/۶۲	۰/۷۳	–	–
۱۲	۰/۵۱	۰/۶۱	۰/۷۲	–	–

جدول ب-۲۱- ضرایب تصحیح برای گروه های مدارهای سه فاز کابل های تک رشته در کانال های تک راهه

تعداد کابل ها در هر گروه	فضای بین مراکز گروه ها mm				
	لمس کردن	۲۰۰	۴۰۰	۶۰۰	۸۰۰
۲	۰/۷۸	۰/۸۵	۰/۸۹	۰/۹۱	۰/۹۳
۳	۰/۶۶	۰/۷۵	۰/۸۱	۰/۸۵	۰/۸۸
۴	۰/۵۹	۰/۷۰	۰/۷۷	۰/۸۲	۰/۸۶
۵	۰/۵۵	۰/۶۶	۰/۷۴	۰/۸۰	۰/۸۴
۶	۰/۵۱	۰/۶۴	۰/۷۲	۰/۷۸	۰/۸۳
۷	۰/۴۸	۰/۶۱	۰/۷۱	۰/۷۷	۰/۸۲
۸	۰/۴۶	۰/۶۰	۰/۷۰	۰/۷۶	–
۹	۰/۴۴	۰/۵۸	۰/۶۹	۰/۷۶	–
۱۰	۰/۴۳	۰/۵۷	۰/۶۸	–	–
۱۱	۰/۴۲	۰/۵۶	۰/۶۷	–	–
۱۲	۰/۴۰	۰/۵۵	۰/۶۷	–	–

جدول ب-۲۲- ضرایب کاهش جریان برای گرو ههای بابیشترازیک کابل چند رشته در هوا – ضرایب به کار رفته در مورد ظرفیت انتقال جریان یک کابل چند رشته در هوای آزاد

روش نصب		تعداد سینی ها	تعداد کابل ها					
			۱	۲	۳	۴	۶	۹
کابل ها در سینی های سوراخ شده	در تماس با هم 	۱	۱/۰۰	۰/۸۸	۰/۸۲	۰/۷۹	۰/۷۶	۰/۷۳
		۲	۱/۰۰	۰/۸۷	۰/۸۰	۰/۷۷	۰/۷۳	۰/۸۶
		۳	۱/۰۰	۰/۸۶	۰/۷۹	۰/۷۶	۰/۷۱	۰/۶۶
	با فاصله 	۱	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۹۸	۰/۹۵	۰/۹۱	–
		۲	۱/۰۰	۰/۹۹	۰/۹۶	۰/۹۲	۰/۸۷	–
		۳	۱/۰۰	۰/۹۸	۰/۹۵	۰/۹۱	۰/۸۵	–
کابل ها در سینی های سوراخ شده عمودی	در تماس با هم 	۱	۱/۰۰	۰/۸۸	۰/۸۲	۰/۷۸	۰/۷۳	۰/۷۲
		۲	۱/۰۰	۰/۸۸	۰/۸۱	۰/۷۶	۰/۷۱	۰/۷۰
	بافاصله 	۱	۱/۰۰	۰/۹۱	۰/۸۹	۰/۸۸	۰/۸۷	–
		۲	۱/۰۰	۰/۹۱	۰/۸۸	۰/۸۷	۰/۸۵	–
کابل ها در نگهدارنده های پلکانی ، تسمه ها و غیره	در تماس با هم 	۱	۱/۰۰	۰/۸۷	۰/۸۲	۰/۸۰	۰/۷۹	۰/۷۸
		۲	۱/۰۰	۰/۸۶	۰/۸۰	۰/۷۸	۰/۷۶	۰/۷۳
		۳	۱/۰۰	۰/۸۵	۰/۷۹	۰/۷۶	۰/۷۳	۰/۷۰
	بافاصله 	۱	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	–
		۲	۱/۰۰	۰/۹۹	۰/۹۸	۰/۹۷	۰/۹۶	–
		۳	۱/۰۰	۰/۹۸	۰/۹۷	۰/۹۶	۰/۹۳	–

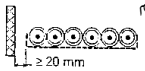
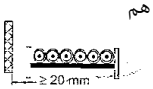
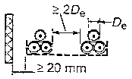
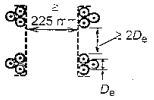
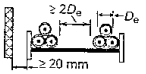
یادآوری ۱- مقادیر داده شده برای میانگین انواع کابل و گستره اندازه های هادی درنظر گرفته شده است. گسترش مقادیر معمولاً کمتر از٪ ۵ است.

یادآوری ۲- ضرایب به کار رفته به گروه های تک لایه کابل ها که در بالا نشان داده شده است به هنگام نصب کابل ها در بیشتر از یک لایه که کنار به کنار هم در تماس هستند، کاربرد ندارد. مقادیر چنین نصب هایی می تواند به طور قابل توجه ای کمتر باشد و باید با روش های مشابه تعیین شود.

یادآوری ۳- مقادیر برای فواصل عمودی بین سینی های کابل ۳۰۰ mm و حداقل ۲۰ mm بین دیوار و سینی ها داده شده اند . توصیه می شود برای فواصل کمتر، ضرایب کاهش یابند.

یادآوری ۴- مقادیر برای فواصل افقی بین سینی های کابل ۲۲۵ mm است که این سینی ها پشت به پشت هم نصب شده اند. توصیه می شود برای فواصل کمتر، ضرایب کاهش یابند.

جدول ب-۲۳- ضرایب کاهش برای گروه های با بیشتر از یک مدار کابل های تک رشته (یادآوری ۲) – ضرایب به کار رفته در مورد ظرفیت انتقال جریان یک مدار کابل های تک رشته در هوای آزاد

روش نصب		تعداد سینی ها	تعداد مدارهای سه فاز (یادآوری ۵)			استفاده به عنوان ظرف کننده مقادیر مجاز
			۱	۲	۳	
سینی های سوراخ شده (یادآوری ۳)	در تماس با هم 	۱	۰/۹۸	۰/۹۱	۰/۸۷	سه کابل به صورت افقی
		۲	۰/۹۶	۰/۸۷	۰/۸۱	
		۳	۰/۹۵	۰/۸۵	۰/۷۸	
نگهدارنده نردبانی تسمه ها و غیره (یادآوری ۳)	در تماس با هم 	۱	۱/۰۰	۰/۹۷	۰/۹۶	سه کابل به صورت عمودی
		۲	۰/۹۸	۰/۹۳	۰/۸۹	
		۳	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۸۶	
سینی های سوراخ شده (یادآوری ۳)		۱	۱/۰۰	۰/۹۸	۰/۹۶	
		۲	۰/۹۷	۰/۹۳	۰/۸۹	
		۳	۰/۹۶	۰/۹۲	۰/۸۶	
سینی های سوراخ شده عمودی (یادآوری ۴)	با فاصله 	۱	۱/۰۰	۰/۹۱	۰/۸۹	سه کابل به صورت دسته مثلثی
		۲	۱/۰۰	۰/۹۰	۰/۸۶	
نگهدارنده های پلکانی تسمه ها و غیره (یادآوری ۳)		۱	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	
		۲	۰/۹۷	۰/۹۵	۰/۹۳	
		۳	۰/۹۶	۰/۹۴	۰/۹۰	

یادآوری ۱- مقادیر داده شده برای میانگین انواع کابل و گستره اندازه های هادی درنظر گرفته شده است. گسترش مقادیر معمولاً کمتر از ۵ درصد است.

یادآوری ۲- ضرایب داده شده برای سینی های تکی کابل (یا گروه های سه تایی) به صورتی که در جدول نشان داده شده است به هنگام نصب کابل ها در بیشتر از یک لایه که کنار به کنار هم در تماس هستند، کاربرد ندارد. مقادیر چنین نصب هایی می تواند به طور قابل توجه ای کمتر باشد و باید با روش های مشابه تعیین شود.

یادآوری ۳- مقادیر برای فواصل عمودی بین سینی های کابل ۳۰۰ mm داده شده است . توصیه می شود برای فواصل کمتر، ضرایب کاهش یابند.

یادآوری ۴- مقادیر برای فواصل افقی بین سینی های کابل ۲۲۵ mm است که این سینی ها پشت به پشت هم نصب شده اند. توصیه می شود برای فواصل کمتر، ضرایب کاهش یابند.

یادآوری ۵- توصیه می شود برای مدارهایی که بیش تر از یک کابل در هر خانه عمودی دارند، هر گروه سه فاز هادی ها به عنوان یک مدار برای برآورده ساختن هدف این جدول درنظر گرفته شود.

پیوست پ
(الزامی)
گرد کردن اعداد

پ – ۱ گرد کردن اعداد برای روش محاسبه فرضی

قواعد زیر برای گرد کردن اعداد جهت محاسبه قطر فرضی و تعیین ابعاد لایه های تشکیل دهنده بر طبق پیوست الف به کار رود :

چنانچه مقدار محاسبه شده در هر مرحله بیش از یک رقم اعشار داشته باشد ، مقدار باید با تقریب یک رقم اعشار گرد شود . قطر فرضی در هر مرحله باید به مقدار ۰/۱ mm گرد شود و چنانچه قطر فرضی برای تعیین ضخامت یا ابعاد لایه بعدی استفاده می شود ،این عدد باید قبل از کار بردن آن در رابطه یا جدول گرد شود .بر طبق نیاز پیوست الف ، ضخامت محاسبه شده از مقدار گرد شده قطر فرضی نیز بایدمجددا به ۰/۱ mm گرد شود .

مثال های زیر برای روشن شدن قواعد بالا داده شده است :

الف – چنانچه رقم دوم اعشار قبل از گرد کردن ۰ ، ۱ ، ۲ ، ۳ یا ۴ باشد . رقم اول اعشار بدون تغییر باقی می ماند :

مثال :

$$۲/۱۲ \approx ۲/۱$$

$$۲/۴۴۹ \approx ۲/۴$$

$$۲۵/۰۴۷۸ \approx ۲۵/۰$$

ب – چنانچه رقم دوم اعشار قبل از گرد کردن ۹ ، ۸ ، ۷ ، ۶ یا ۵ باشد ، رقم اول اعشار یک واحد افزایش می یابد .

$$۲/۱۷ \approx ۲/۲$$

$$۲/۴۵۳ \approx ۲/۵$$

$$۳۰/۰۵۰ \approx ۳۰ /۱$$

پ -۲ گرد کردن برای سایر موارد

در مواردی به جزء موارد ذکر شده در بند ب -۱ ، ممکن است نیاز به گرد کردن اعداد به بیش از یک رقم اعشار باشد . این امر ممکن است به عنوان مثال در محاسبه مقدار متوسط چندین نتیجه اندازه گیری شده یا تعیین مقدار حداقل با اعمال درصدی به یک مقدار نامی داده شده روی دهد . در چنین حالاتی ، گرد کردن باید به تعداد ارقام اعشار مشخص شده در بندهای مربوط انجام شود .

روش گرد کردن باید به ترتیب زیر باشد :

الف – چنانچه آخرین رقم قبل از گرد کردن ۰ ، ۱ ، ۲ ، ۳ یا ۴ باشد ، آخرین رقم بدون تغییر باقی می ماند (گرد کردن کاهشی)

ب – چنانچه آخرین رقم قبل از گرد کردن ۹ ، ۸ ، ۷ ، ۶ یا ۵ باشد ، آخرین رقم یک واحد افزایش می ماند (گرد کردن افزایشی)

مثال : گرد شده با تقریب دو رقم اعشار ۲/۴۵ ≈ ۲/۴۴۹

گرد شده با تقریب یک رقم اعشار ۲/۴ ≈ ۲/۴۴۹

گرد شده با تقریب ۳ رقم اعشار ۲۵/۰۴۸ ≈ ۲۵/۰۴۷۸

گرد شده با تقریب دو رقم اعشار ۲۵/۰۵ ≈ ۲۵/۰۴۷۸

گرد شده با تقریب یک رقم اعشار ۲۵/۰ ≈ ۲۵/۰۴۷۸

پیوست ت
(الزامی)
تعیین سختی عایق های HEPR

ت – ۱ آزمونه

آزمونه باید نمونه ای از کابل کامل شده باشدکه همه ی پوشش های بیرونی عایق HEPR مورد اندازه گیری به دقت از آن جدا شده است . نمونه ای از رشته عایق شده را نیز می توان به کاربرد .

ت – ۲ روش آزمون

ت – ۲ – ۱ سطوح دارای شعاع انحنای زیاد

تجهیزات آزمون ها باید طبق استاندارد ISO 48 باید به گونه ای ساخته شود که به طور محکم بر روی عایق HEPR قرار گیرد و فشار پایه و دندانه بر روی عایق امکان ایجاد اتصال عمودی با سطح را فراهم سازد. این عمل به یکی از روش های زیر انجام می گیرد :

الف – وسیله توسط پایه متحرک به اتصالات قابل تنظیم متصل می شود به طوری که آنها خودشان را با سطح منحنی وفق می دهند .

ب – پایه وسیله به دو میله موازی A وَ A متصل می شود ، فاصله بین میله ها به انحنای سطح بستگی دارد(به شکل ت – ۱ مراجعه شود) .

این روش ها ممکن است در سطوحی که شعاع انحنای آن کمتر یا مساوی ۲۰ mm باشد ، بکار رود چنانچه ضخامت عایق HEPR مورد آزمون کمتر از ۴ mm باشد ، وسیله ای همانند روش به کار رفته در استاندارد ISO 48 برای قطعه های آزمون کوچک و نازک باید استفاده شود .

ت ۲-۲ سطوح دارای شعاع انحنای کم

در مورد سطوح دارای شعاع انحنای خیلی کوچک برای روش شرح داده شده در بند پ ۲-۱ ، آزمونه باید بر روی همان پایه صلب وسیله آزمون محکم شود به گونه ای که حرکت بدنه عایق HEPR به هنگام افزایش نیروی فرورفتگی اعمال شده به جسم فروشو.نده را به حداقل برساند و فرورفتگی به طور عمودی بالای محور آزمونه قرار گیرد . روش های مناسب به صورت زیر است .

الف – قراردادن آزمونه در یک شیار یا پایه نگهدارنه فلزی (به شکل ت ۲-الف مراجعه شود)

ب – قراردادن دو سر هادی آزمونه در قالب های V شکل (به شکل ت ۲- ب مراجعه شود)

کمترین شعاع انحنای سطح مورد اندازه گیری با این روش ها باید حداقل ۴ mm باشد .

برای شعاع های کوچکتر ، از یک وسیله که در استاندارد ISO 48 برای قطعه های آزمون نازک و کوچک شرح داده شده است باید استفاده شود .

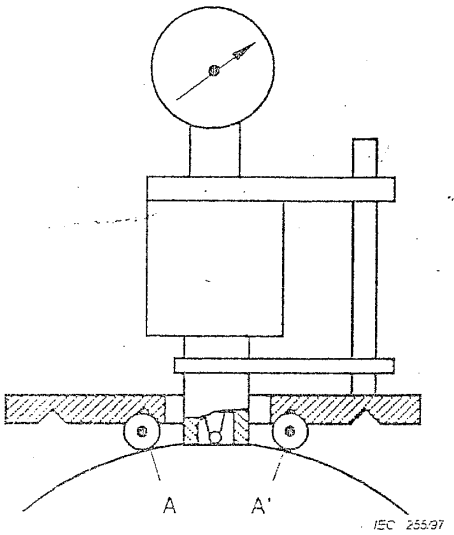
ت ۲-۳ دما و شرایط آزمون

حداقل زمان بین ساخت یعنی ولکانیزاسیون و آزمون باید ۱۶ h باشد .

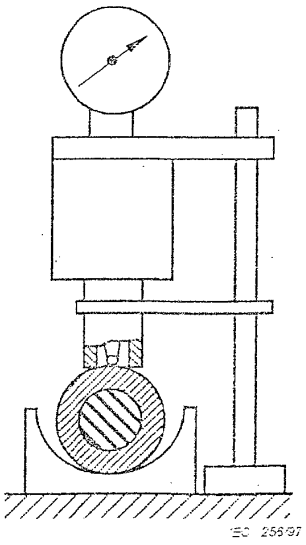
آزمون باید در دمای ºC (۲ ± ۲۰) انجام شود و آزمونه باید حداقل به مدت h ۳ بلافاصله قبل از آزمون در این دما قرار گیرد .

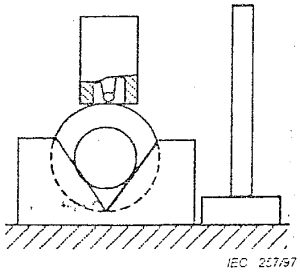
ت ۲-۴ تعداد اندازه گیری ها

یک اندازه گیری باید در سه یا پنج نقطه مختلف دور آزمونه انجام شود . مقدار میانه نتایج باید به عنوان سختی آزمونه در نظر گرفته شود و بر حسب نزدیکترین عدد درجه بین المللی سختی لاستیک (IRHD) بیان شود .



شکل ت – ۱– آزمون سطوح با شعاع انحنای زیاد





شکل ت – ۲-ب- آزمونه در بلوک V شکل **شکل ت-۲ –الف– شیار (ناودانک) آزمونه**

شکل ت-۲ –آزمون بر روی سطوح با شعاع انحنای کم

پیوست ث
(الزامی)
روش اندازه گیری مقاومت حفاظ های نیمه هادی

هر قطعه آزمون باید از یک نمونه ۱۵۰ mm کابل تکمیل شده برداشته شود.
قطعه آزمون حفاظ هادی باید با برش دادن نمونه ای از رشته در نیمه راستای طولی تهیه شود و هادی و جدا کننده در صورت وجود از آن برداشته شود (به شکل د-۱ الف مراجعه شود).
قطعه آزمون حفاظ عایق باید با برداشتن تمام پوشش ها از نمونه رشته تهیه شود (به شکل د-۱ ب مراجعه شود).
مراحل تعیین مقاومت حجمی حفاظ ها باید به صورت زیر باشد :
چهار الکترود A و B و C و D نقره اندود (به شکل های د-۱ الف و د-۱ ب مراجعه شود) باید به سطوح نیمه هادی اعمال شود. دوالکترود ولتاژ B و C باید به فاصله ۵۰ mm از هم باشند و دو الکترود جریان A و D باید در فاصله ۲۵ mm پشت الکترودهای ولتاژ قرار گیرند.
اتصالات باید با گیره های مناسب به الکترودها زده شود. در برقراری اتصال به الکترودهای حفاظ هادی باید اطمینان حاصل شود که گیره ها از سطح بیرونی حفاظ عایقی نمونه آزمون مجزا هستند. ملحقات باید در کوره ای که از قبل تا دمای مشخص شده گرم شده است قرار گیرند و بعد از یک وقفه حداقل ۳۰ min مقاومت بین الکترودها باید به وسیله مدار اندازه گیری شود. توان نباید از ۱۰۰ mW بیشتر شود.
بعد از اندازه گیری های الکتریکی، قطرهای حفاظ هادی و حفاظ عایقی و ضخامت حفاظ هادی و عایقی باید در دمای محیط اندازه گیری شود، هر کدام میانگین شش اندازه گیری است که بر روی آزمونه شکل د-۱ ب انجام می شود.
مقاومت حجمی ρ برحسب اهم – متر باید به صورت زیر محاسبه شود :
الف – حفاظ هادی

$$\rho_C = \frac{R_C \times \pi \times (D_C - T_C) \times T_C}{2L_C}$$

که در آن :
ρ_C : مقاومت حجمی برحسب اهم متر
R_C : مقاومت اندازه گیری شده برحسب اهم
L_C : فاصله بین الکترودهای ولتاژ ، برحسب متر
D_C : قطر بیرونی روی حفاظ هادی برحسب متر
T_C : ضخامت متوسط حفاظ هادی برحسب متر است.

ب – حفاظ عایقی

$$\rho_i = \frac{R_i \times \pi \times (D_i - T_i) \times T_i}{L_i}$$

که در آن :

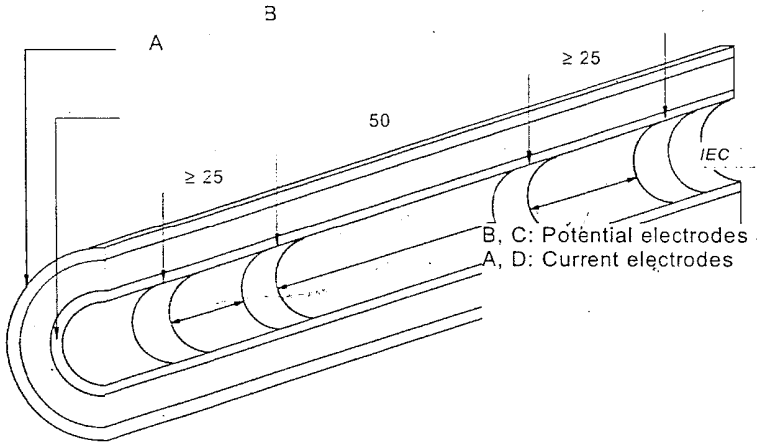
ρ_i : مقاومت حجمی برحسب اهم متر

R_i : مقاومت اندازه گیری شده برحسب اهم

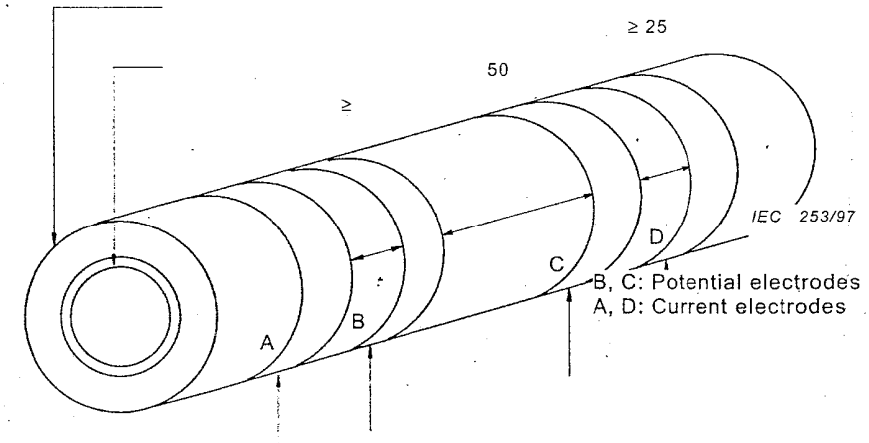
L_i : فاصله بین الکترودهای ولتاژ ، برحسب متر

D_i : قطر بیرونی حفاظ عایقی برحسب متر

T_i : ضخامت متوسط حفاظ عایقی برحسب متر است.



شکل د-۱- الف حفاظ عایقی مقاومت حفاظ هادی



شکل د-۱- ب- اندازه گیری مقاومت حجمی حفاظ عایق

شکل د-۱- تهیه آزمونه های مورد نیاز برای اندازه گیری مقاومت حفاظ های هادی و عایق

پیوست ج
(الزامی)
آزمون نفوذ آب

ج-۱ آزمونه

آزمونه ای از کابل تکمیل شده به طول حداقل m ۶ که تحت هیچیک از آزمون های شرح داده شده در بند ۱۶ قرار نگرفته اند، باید تحت آزمون خمش شرح داده شده در بند ۱۸-۱-۴ بدون آزمون تخلیه جزئی تکمیلی قرار گیرد.

کابلی به طول m ۳ باید از طولی که قبلاً تحت آزمون خمش قرار گرفته است، بریده شده و به صورت افقی قرار داده شود. حلقه ای به عرض تقریبی mm ۵۰ باید از وسط طول برداشته شود. این حلقه باید شامل تمام لایه های بیرونی تا حفاظ عایق باشد. اگر ادعا شود که هادی دارای حفاظ آب بندی است، حلقه باید شامل تمامی لایه های بیرونی تا هادی باشد.

اگر کابل دارای حفاظ های آب بندی متعددی در برابر نفوذ آب به صورت طولی باشد، آزمونه باید شامل حداقل دو تا از این حفاظ ها باشد، حلقه از بین دو حفاظ برداشته شود. در این حالت توصیه می شود متوسط فاصله بین حفاظ ها در چنین کابل هایی بیان شود و طول نمونه کابل باید به همان صورت محاسبه گردد.

سطوح باید به طریقی بریده شوند که فصل مشترک های درنظر گرفته شده برای آب بندی طولی باید به آسانی در معرض آب قرار گیرد. فصل مشترک هایی که برای آب بندی طولی نمی باشند، باید با ماده ای مناسبی کاملاً مسدود شود یا پوشش های بیرونی برداشته شود.

مثال هایی از این فصل مشترک های اخیر شامل موارد زیر است :

- اگر فقط هادی کابل دارای حفاظ است.
- حفاظ بین حفاظ بیرونی و غلاف فلزی

وسیلهٔ مناسبی (به شکل ج-۱ مراجعه شود) ترتیب دهید تا اجازه دهد لوله ای با قطر حداقل mm ۱۰ به طور عمودی بالای حلقه برداشته شده قرار گرفته و نسبت به سطح روکش نهایی آب بندی شود. آب بندهایی که در محل خروج کابل از دستگاه به کار می رود نباید بر روی کابل تنش مکانیکی وارد کند.

یادآوری – واکنش موانع خاص در برابر نفوذ طولی آب می تواند به ترکیب آب (مثل غلظت یونی، PH) بستگی داشته باشد. توصیه می شود از درپوش های عادی آب برای آزمون استفاده شود مگر اینکه به صورت دیگری مشخص شده باشد.

ج-۲ آزمون

لوله باید در مدت min ۵ در دمای محیط ºC (۱۰±۲۰) با آب پر شود به طوری که ارتفاع آب داخل لوله یک متر بالاتر از مرکز کابل قرار گیرد (به شکل ج-۱ مراجعه شود). آزمونه باید به مدت h ۲۴ در این شرایط باقی بماند.

سپس آزمونه باید با عبور جریان از هادی در معرض ۱۰ چرخه حرارتی قرار گیرد، تا زمانی که هادی به دمای پایدار ۵+ °C تا ۱۰ °C بالاتر از حداکثر دمای محیط در شرایط عملکرد عادی برسد ولی دمای آزمونه نباید به ۱۰۰ °C برسد.

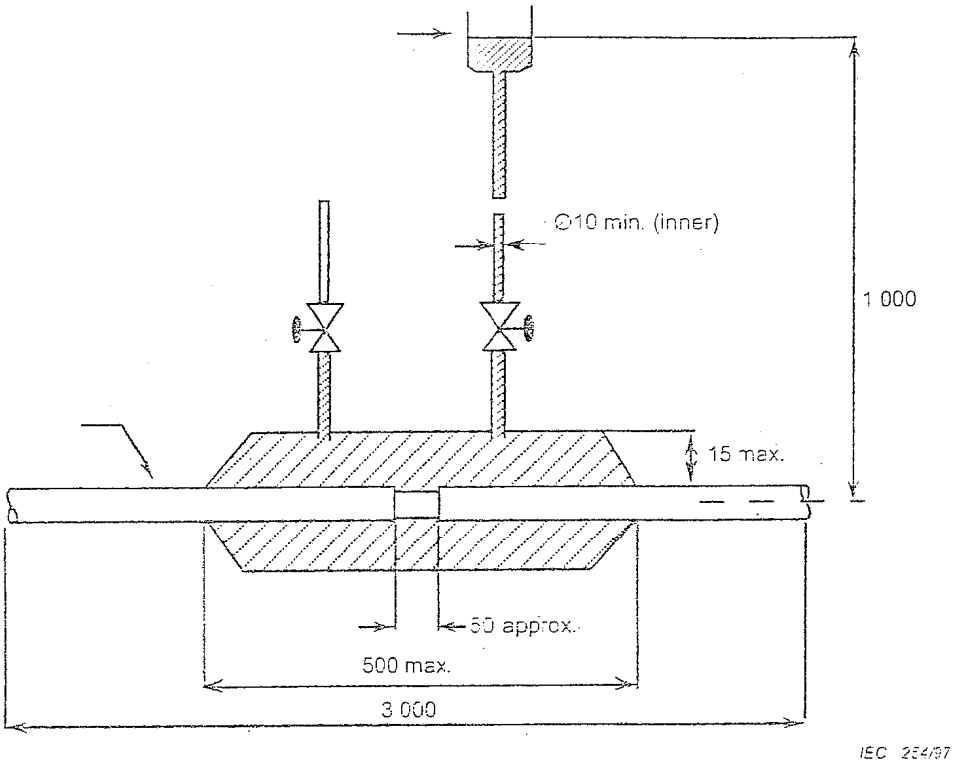
مدت چرخهٔ حرارتی باید ۸ h باشد. دمای هادی باید حداقل به مدت ۲ h و برای هر چرخه حرارتی در محدوده دمایی بیان شده نگهداشته شود. این کار باید پس از حداقل ۳ h خنک کاری عادی انجام شود.

ارتفاع آب باید در یک متری نگهداشته شود.

یادآوری – در طول آزمون نباید هیچ ولتاژی اعمال شود. توصیه می شود که یک کابل اضافی به صورت سری به کابل آزمون شده وصل شود، دما مستقیماً بر روی هادی کابل اندازه گیری می شود.

ج-۳ الزامات

در طی دوره آزمون، نباید آب از دو سر قطعه آزمون بیرون بیاید.



شکل ج-۱- نمودار شماتیکی دستگاه آزمون نفوذ آب

ICS: 29.060.20

صفحه : ۸۰