



جمهوری اسلامی ایران

Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۸۴۹۹-۲

چاپ اول

۱۳۹۳

INSO

18499-2

1st. Edition

2014

قطعات سیستم حفاظت در برابر آذرخش
(LPSC) (برق‌گیر) –

قسمت ۲: الزامات برای هادی‌ها و
الکترودهای زمین

**Lightning protection system components
(LPSC) –**

**Part 2: Requirements for conductors and
earth electrodes**

ICS: 29.020; 91.120.40

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۰۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۰۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذیصلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته 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 بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱ کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران 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.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان 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 زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاهها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان استاندارد این گونه سازمانها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آنها اعطا و بر عملکرد آنها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International organization for Standardization

2 - International Electro technical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrology Legal)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« قطعات سیستم حفاظت در برابر آذرخش (LPSC) –

قسمت ۲: الزامات برای هادی‌ها و الکترودهای زمین »

رئیس:

سلیمانی، باقر
(لیسانس مهندس برق)

سمت و/ یا نمایندگی
شرکت سهامی پارت الکترونیک

دبیر:

شیخ حسینی، فرزانه
(فوق لیسانس فیزیک)

شرکت البرز کیفیت پرداز

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

آل علی، هدی
(دکتری فیزیک)

پژوهشگاه استاندارد

القاصی، عبدالصاحب
(لیسانس مهندس برق قدرت)

انجمن صنفی تولیدکنندگان تابلوی برق

اورنگ، مجید
(لیسانس مهندسی برق)

شرکت الکترو کاوه

حاجی کریمی، محمد رضا
(فوق لیسانس الکترونیک قدرت-کنترل)

کارشناس استاندارد

شیخ حسینی، شکوفه
(فوق لیسانس مهندسی صنایع)

پژوهشگاه استاندارد

قاسمی فیروزآبادی، فواد
(فوق لیسانس مهندسی برق-قدرت)

شرکت سهامی لنا یزد

میرزایی کجانی، مریم
(دکتری فیزیک)

پژوهشگاه استاندارد

نظافتی، حیدر
(فوق لیسانس مهندسی برق قدرت)

وزارت نیرو

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
د	پیش گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ تعاریف و اصطلاحات
۴	۴ الزامات
۵	۵ آزمون‌ها
۲۱	۶ سازگاری الکترومغناطیسی (EMC)
۲۱	۷ ساختار و محتوی گزارش آزمون
۲۵	پیوست الف، (الزامی) - آزمون محیطی برای هادی‌ها، میله‌های پایانه‌بندی هوایی، میله‌های آنتن زمینی
۲۵	پیوست ب، (الزامی) - الزامات برای سطح مقطع، مشخصه‌های الکتریکی و مکانیکی، و آزمون‌هایی که می‌بایستی انجام گیرد
۲۶	پیوست پ، (الزامی) - الزامات برای ابعاد، مشخصه‌های الکتریکی و مکانیکی، و آزمون‌هایی که می‌بایستی انجام گیرد
۲۷	پیوست ت، (اطلاعاتی) - مثالی از محاسبه مقاومت ویژه هادی
۲۸	پیوست ث، (اطلاعاتی) - مثالی از محاسبه استقامت کششی مواد روکش شده
۲۹	پیوست ج، (الزامی) - فلوجارت آزمون‌ها برای هادی‌های پایانه‌بندی هوایی، میله‌های پایانه‌بندی هوایی، میله‌های آنتن زمینی و هادی‌های فرودی
۳۰	پیوست چ، (الزامی) - فلوجارت آزمون‌ها برای برق‌گیرها
۳۱	پیوست ح، (الزامی) - فلوجارت آزمون‌ها برای مفصل‌های برق‌گیرها
۳۲	کتاب‌نامه

پیش گفتار

استاندارد " قطعات سیستم حفاظت در برابر آذرخش (LPSC) - قسمت ۲: الزامات برای هادی‌ها و الکترودهای زمین " که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی ایران تهیه و تدوین شده و در هفتصد و چهل و دومین اجلاس کمیته ملی استاندارد برق و الکترونیک مورخ ۱۳۹۳/۴/۱۵ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود

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

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

IEC 62561-2: 2012, Lightning protection system components (LPSC)- Part 2:
Requirements for conductors and earth electrodes

قطعات سیستم حفاظت در برابر آذرخش (LPSC) - قسمت ۲: الزامات برای هادی‌ها و الکترودهای زمین

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین الزامات و آزمون‌های مربوط در موارد به شرح زیر می‌باشد:

- هادی‌های فلزی (غیر از هادی‌های "خنثی") که قسمتی از سیستم پایانه‌بندی در هوا و هادی‌های زمینی را تشکیل می‌دهند؛
- الکترودهای اتصال زمین فلزی که قسمتی از سیستم پایانه‌بندی زمین را تشکیل می‌دهند.

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 می‌شود.

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

۱-۲ استانداردهای ملی

- ۱-۱-۲ استاندارد ملی ایران ۳۰۸۴: سیم و کابل - روشهای آزمون
- ۲-۱-۲ استاندارد ملی ایران ۱۵۴۵: پوششهای فلزی - پوشش گالوانیزه گرم بر روی مواد آهنی - اندازه‌گیری گراوی متری جرم بر واحد سطح
- ۳-۱-۲ استاندارد ملی ایران ۱۶۳۵۳: پوششهای گالوانیزه غوطه وری گرم بر روی قطعات آهنی و فولادی - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون
- ۴-۱-۲ استاندارد ملی ایران ۴۶۶۹: پوششهای فلزی - اندازه‌گیری ضخامت پوششهای فلزی غیر مغناطیسی بر روی اجسام پایه مغناطیسی به روش مغناطیسی-
- ۵-۱-۲ استاندارد ملی ایران ۶۸۲۷: پوشش‌های غیر مغناطیسی بر روی بسترهای مغناطیسی تعیین ضخامت به روش آزمون مغناطیسی
- ۶-۱-۲ استاندارد ملی ایران ۷۹۲۳: مس و آلیاژهای مس-آزمون مقاومت خوردگی تنشی در محیط آمونیاکی

- ۷-۱-۲ استاندارد ملی ایران ۴۶۷۱: پوششهای فلزی و دیگر پوششهای غیر آلی - آزمون خوردگی در محیط مرطوب اشباع محتوی دی اکسید گوگرد
- ۸-۱-۲ استاندارد ملی ایران ۱-۱۸۴۹۹: قطعات سیستم حفاظت در برابر آذرخش (LPSC) - قسمت ۱: الزامات برای قطعات اتصال
- ۹-۱-۲ استاندارد ملی ایران آی ای سی ۳-۶۲۳۰۵: حفاظت در برابر آذرخش - قسمت ۳: آسیب فیزیکی به سازه‌ها و خطر آتش
- ۱۰-۱-۲ استاندارد ملی ایران آی ای سی ۴-۶۲۳۰۵: حفاظت در برابر آذرخش - قسمت ۴: سیستمهای الکتریکی و الکترونیکی در سازه‌ها

۲-۲ استاندارد بین المللی

- 2-2-1** IEC 60068-2-52:1996, Environmental testing – Part 2-52: Tests – Test Kb: Salt mist, cyclic (sodium chloride solution) (sodium chloride solution)
- 2-2-2** ISO 1460, Metallic coatings – Hot dip galvanized coatings on ferrous materials – Gravimetric determination of the mass per unit area
- 2-2-3** ISO 1461, Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles – Specifications and test methods
- 2-2-4** ISO 2178, Non-magnetic coatings on magnetic substrates – Measurement of coating thickness – Magnetic method
- 2-2-5** ISO 6892-1:2009, Metallic materials – Tensile testing – Part 1: Method of test at room temperature

۳ تعاریف و اصطلاحات

در این استاندارد تعاریف و اصطلاحات زیر بکار می‌رود.

۱-۳

air termination system

سیستم پایانه بندی در هوا

قسمتی از یک LPS خارجی که در آن از المانهای فلزی مانند میله‌ها (برقگیرها)، هادی‌های توری یا سیم‌های زنجیروار برای جلوگیری برق‌های ناگهانی آذرخش استفاده می‌شود.

۲-۳

air termination rod

میله پایانه بندی هوایی

قسمتی از یک سیستم پایانه بندی هوایی برای جلوگیری و عبور دادن برق‌های ناگهانی آذرخش به سازه

۳-۳

down conductor

هادی فرودی

قسمتی از یک سیستم حفاظت خارجی در برابر آذرخش که برای عبور دادن جریان آذرخش از یک سیستم پایانه‌بندی هوایی به سیستم پایانه‌بندی زمین در نظر گرفته شده است.

۴-۳

earth termination system

سیستم پایانه‌بندی زمین

قسمتی از یک سیستم حفاظت خارجی در برابر آذرخش که برای عبور دادن و پراکنده کردن جریان آذرخش به زمین در نظر گرفته شده است.

۵-۳

earth electrode

الکتروود زمین

قسمت یا قسمتهایی از سیستم پایانه‌بندی زمین که تماس الکتریکی مستقیم با جریان آذرخش را به زمین ایجاد می‌کند و آن را پراکنده می‌سازد.

یادآوری ۱ مثال‌هایی در این مورد عبارتند از میله برق‌گیر زمین، هادی زمین و صفحه زمین شده.

۶-۳

earth rod

میله برق‌گیر زمین

یک الکتروود زمین شامل یک میله فلزی که به زمین برده شده است.

[IEC 60050-604:1987, 604-04-09]

۷-۳

earth conductor

هادی زمین

الکتروود زمین شامل یک هادی مدفون شده در زمین

۸-۳

earth plate

صفحه زمین

یک الکتروود زمین شامل یک صفحه مدفون شده در زمین

[IEC 60050-604:1987, 604-04-10]

۹-۳

joint for earth rod

مفصل برای میله برق‌گیر زمین

قسمتی از سیستم پایانه‌بندی زمین که جفت شدن یک بخش از میله برق‌گیر زمین را به بخش دیگر بمنظور اتصال موثر تسهیل می‌کند.

۱۰-۳

driving head

سر پیش برنده

ابزار بکار رفته در کاربردهایی که برای گرداندن میله برق‌گیر زمین ضروری می‌باشد.

۱۱-۳

earth lead-in rod

میله رابط زمین

میله نصب شده بین هادی فرودی /مفصل آزمون و الکتروود زمین
یادآوری ۱ میله‌های رابط زمین برای ایجاد و بهبود پایداری مکانیکی بکار می‌روند.

۴ الزامات

۱-۴ کلیات

هادی‌ها و الکتروودهای زمین باید طوری طراحی و ساخته شوند که در استفاده عادی عملکرد آنها برای اشخاص و محیط اطراف قطعات مطمئن و بی‌خطر باشد.

انتخاب مواد به قابلیت مواد در مطابقت با الزامات کاربرد مورد نظر مواد بستگی دارد.

خلاصه الزامات و آزمون‌های مربوط به آنها در پیوست ج، پیوست چ و پیوست ح داده شده است.

۲-۴ مستندات

سازنده یا تامین‌کننده هادی‌ها و الکتروودهای زمین باید اطلاعات کافی در بروشور و مدارک مربوط ارائه کند تا اطمینان حاصل شود که نصب‌کننده هادی‌ها و الکتروودهای زمین می‌تواند مواد مناسب را (برطبق استانداردهای ملی ایران آی‌ای‌سی ۳-۶۲۳۰۵ و ۴-۶۲۳۰۵) انتخاب و به نحو ایمن نصب نماید.
مطابقت با بازرسی بررسی می‌شود.

۳-۴ هادی‌های پایانه‌بندی هوایی، میله‌های پایانه‌بندی هوایی، میله‌های رابط زمین و هادی‌های فرودی

مواد، پیکربندی و سطح مقطع هادی‌ها و میله‌ها باید برطبق جدول ۱ باشد. مشخصه‌های مکانیکی و الکتریکی آنها باید برطبق جدول ۲ باشد.

در صورتی مواد دیگری می‌تواند استفاده شود که مشخصه‌های الکتریکی و مکانیکی و نیز ویژگی‌های مقاومت در برابر خوردگی معادلی را برای کاربردهای مورد نظر داشته باشند.

در صورتی پیکربندی‌های دیگری می‌تواند استفاده شود که ابعاد مربوط تامین شوند.

هادی‌ها و میله‌های روکش شده باید در برابر خوردگی مقاوم باشند و روکش باید چسبندگی خوبی به مواد پایه داشته باشد.

مطابقت با آزمون‌های بند ۵-۲-۲، ۵-۲-۳ و ۵-۲-۴ بررسی می‌شود.

یادآوری خلاصه الزامات در مورد سطح مقطع، مشخصه‌های الکتریکی و مکانیکی و همچنین آزمونها در پیوست ب داده شده است.

جدول ۱ - مواد، پیکربندی و سطح مقطع هادی‌های پایانه‌بندی هوایی، میله‌های پایانه‌بندی هوایی،
میله‌های رابط زمین و هادی‌های فرودی

ابعاد توصیه شده	سطح مقطع ^a mm ²	پیکربندی	مواد
ضخامت 2 mm	≥ 50	نوار غیرقابل انعطاف	مس، مس با روکش قلع ^b
قطر 8 mm	≥ 50	گرد غیرقابل انعطاف ^d	
قطر 1.7 mm برای هر رشته ^f	≥ 50	بهم تابیده ^{d, g}	
قطر 15 mm	≥ 176	گرد غیرقابل انعطاف	آلومینیوم
ضخامت 3 mm	≥ 70	نوار غیرقابل انعطاف	
قطر 8 mm	≥ 50	گرد غیرقابل انعطاف	
قطر 1.63 mm برای هر رشته	≥ 50	بهم تابیده ^g	مس با روکشی از آلیاژ آلومینیوم ^e
قطر 8 mm	≥ 50	گرد غیرقابل انعطاف	
ضخامت 2.5 mm	≥ 50	نوار غیرقابل انعطاف	آلیاژ آلومینیوم
قطر 8 mm	≥ 50	گرد غیرقابل انعطاف	
قطر 1.7 mm برای هر رشته	≥ 50	بهم تابیده ^g	
قطر 15 mm	≥ 176	گرد غیرقابل انعطاف	
ضخامت 2.5 mm	≥ 50	نوار غیرقابل انعطاف	فولاد گالوانیزه غوطه‌ور گرم
قطر 8 mm	≥ 50	گرد غیرقابل انعطاف	
قطر 1.7 mm برای هر رشته	≥ 50	بهم تابیده ^g	
قطر 15 mm	≥ 176	گرد غیرقابل انعطاف	
قطر 8 mm	≥ 50	گرد غیرقابل انعطاف	فولاد با روکش مس ^e
ضخامت 2.5 mm	≥ 50	نوار غیرقابل انعطاف	
ضخامت 2 mm	≥ 50	نوار غیرقابل انعطاف	فولاد زنگ‌نزن ^c
قطر 8 mm	≥ 50	گرد غیرقابل انعطاف	
قطر 1.7 mm برای هر رشته	≥ 70	بهم تابیده ^g	
قطر 15 mm	≥ 176	گرد غیرقابل انعطاف	

یادآوری در مورد کاربردهای هادی‌ها به استاندارد ملی ایران آی‌ای‌سی ۳-۶۲۳۰۵ مراجعه شود.

- a رواداری ساخت: 3% -
b آبراری شده به صورت الکتریکی یا غوطه‌وری گرم؛ حداقل ضخامت روکش 1 μm . روکش قلع فقط بمنظور زیبایی است.
c کروم ≤ 16% ؛ نیکل ≤ 8% ؛ کربن ≥ 0.08% .
d در بعضی کاربردها که استقامت مکانیکی یک الزام اساسی نیست، مقدار 50 mm² (قطر 8 mm) می‌تواند به 25 mm² (قطر 6 mm) کاهش یابد.
e حداقل 70 μm شعاع روکش مسی از مس 99.9% .
f در برخی موارد قطر 1.14 mm برای هر رشته ممکن است استفاده شود.
g سطح مقطع هادی‌های بهم تابیده توسط مقاومت هادی برطبق استاندارد IEC 60228 تعیین می‌شود.

جدول ۲ - مشخصه‌های الکتریکی و مکانیکی هادی‌های پایانه‌بندی هوایی، میله‌های پایانه‌بندی هوایی،
میله‌های رابط زمین و هادی‌های فرودی

استقامت کششی N/mm^2	حداقل مقاومت ویژه الکتریکی $\mu\Omega m$	مواد
200 تا 450	0.019	مس
≥ 150	0.03	آلومینیم
120 تا 280	0.036	آلیاژ آلومینیم
290 تا 510	0.15	فولاد
400 تا 770	0.80	فولاد زنگ‌زن

۴-۴ الکترودهای زمین

۱-۴-۴ کلیات

سطح مقطع الکترودهای زمین، مواد آن و پیکربندی آن باید برطبق جدول ۳ باشد. مشخصه‌های الکتریکی و مکانیکی آن باید برطبق جدول ۴ باشد.

در صورتی مواد دیگری می‌تواند استفاده شود که برای کاربردهای مورد نظر مشخصه‌های الکتریکی و مکانیکی و در برابر خوردگی و ویژگی‌های مقاومتی معادلی را داشته باشند.

در صورتی پیکربندی‌های دیگری می‌تواند استفاده شود که ابعاد مربوط تامین شوند.

یادآوری خلاصه الزامات در مورد سطح مقطع، مشخصه‌های الکتریکی و مکانیکی و همچنین آزمونها در پیوست پ داده شده است.

۲-۴-۴ میله‌های برق‌گیر زمین

میله‌های زمین باید از نظر مکانیکی قوی و محکم باشند تا نصب صحیح تضمین شود. مواد انتخابی باید به اندازه کافی چکش‌خوار باشد تا اطمینان حاصل شود که هیچ ترکی در میله در حین نصب رخ نمی‌دهد.

رزوه‌های روی میله، در صورت وجود، باید صاف بوده و بطور کامل شکل داده شده باشند. در مورد میله‌های روکش شده، پوشش بر روی رزوه‌ها ادامه داشته باشد. یک نقطه یا پخ شدگی راهنما برای تسهیل حرکت توصیه می‌شود.

در مورد میله‌های آبکاری شده به روش الکتریکی مانند میله‌های با روکش مس، مطلوب این است که لوله پروفیل به روش غلتشی رزوه شده باشد تا هیچ مسی از فولاد برداشته نشود.

مطابقت با بازرسی و با آزمون بند ۵-۳، بررسی می‌شود.

۳-۴-۴ مفصل‌های مربوط به میله‌های برق‌گیر زمین

میله‌های برق‌گیر زمین می‌توانند بمنظور فرو رفتن عمیق‌تر در زمین توسعه یابند. این امر می‌تواند با وسایل جفت‌کننده/مفصل حاصل شود.

مواد انتخابی باید با مواد میله برق‌گیر زمین که متصل می‌شود، سازگار باشد.

این مواد باید از نظر مکانیکی به اندازه کافی قوی و محکم باشند تا نیروهای فشاری محرک که در حین نصب بوجود می‌آیند را تحمل کند.

این مواد همچنین باید مقاومت در برابر خوردگی خوبی داشته باشند.

جفت‌کننده‌ها/مفصل‌های خارجی رزوه شده باید دارای طول کافی باشند تا اطمینان حاصل شود که هیچ‌گونه رزوه‌ای بر روی میله برق‌گیر زمین پس از نصب در معرض و روباز نیست.

جفت‌کننده‌ها/مفصل‌های داخلی رزوه شده باید این اطمینان را ایجاد کنند که نیروهای جفت‌کننده میله‌های برق‌گیر زمین پس از سوار کردن در محل تماس وجود دارد.

مطابقت با آزمون برطبق بند ۲-۴-۵ و ۳-۴-۵، بررسی می‌شود.

۴-۴-۴ صفحات و هادی‌های زمین

صفحات و هادی‌های الکتروود زمین باید در برابر خوردگی مقاوم باشند و هرگونه روکش باید چسبندگی خوبی به مواد اصلی داشته باشد.

مطابقت با آزمون برطبق بند ۲-۲-۵، ۳-۲-۵ و ۴-۲-۵، بررسی می‌شود.

۵-۴ نشانه‌گذاری

تمام محصولات مطابق با این استاندارد باید حداقل دارای نشانه‌گذاری‌های زیر باشند:

الف) نام یا نشانه تجارتي سازنده یا فروشنده مسئول؛

ب) نماد شناسایی.

در مواردی که این نشانه‌گذاری‌ها در عمل امکان‌پذیر نباشد، نشانه‌گذاری مربوط به نماد شناسایی می‌تواند بر روی کوچکترین واحد بسته بندی داده شود.

نشانه‌گذاری باید با دوام و خوانا باشد.

یادآوری نشانه‌گذاری می‌تواند بطور مثال توسط قالب‌گیری، پرس‌کاری، حکاکی، برچسب‌های چسب‌دار یا اسلایدهای شفاف باشد.

مطابقت برطبق آزمون بند ۵-۵، بررسی می‌گردد.

جدول ۳ - مواد، پیکربندی و سطح مقطع هادی‌های الکترودهای زمین

ابعاد توصیه شده	سطح مقطع ^a			پیکربندی	مواد
	صفحه زمین cm ²	هادی زمین mm ²	میله برق‌گیر زمین mm ²		
قطر 1.7 mm برای هر رشته		$\geq 50^i$		بهم تابیده	مس، مس با روکش قلع ^f
قطر 8 mm		≥ 50		گرد غیرقابل انعطاف	
ضخامت 2 mm		≥ 50		نوار غیرقابل انعطاف	
قطر 15 mm			≥ 176	گرد غیرقابل انعطاف	
قطر 20 mm با ضخامت دیواره 2 mm			≥ 110	لوله	
500 mm × 500 mm با ضخامت 1.5 mm ^g	$\geq 2\ 500$			صفحه غیرقابل انعطاف	
600 mm × 600 mm شامل یک سطح مقطع 25 mm × 2 mm برای نوار یا قطر 8 mm برای هادی گرد	$\geq 3\ 600$			صفحه مشبک ^g	
قطر 10 mm		≥ 78		گرد غیرقابل انعطاف	فولاد گالوانیزه غوطه‌وری گرم
قطر 14 mm			$\geq 150^b$	گرد غیرقابل انعطاف	
قطر 2 mm با ضخامت دیواره 2 mm			$\geq 140^b$	لوله	
ضخامت 3 mm		≥ 90		نوار غیرقابل انعطاف	
500 mm × 500 mm با ضخامت 3 mm	$\geq 2\ 500$			صفحه غیرقابل انعطاف	
600 mm × 600 mm شامل یک سطح مقطع 30 mm × 3 mm برای نوار یا قطر 10 mm برای هادی گرد	$\geq 3\ 600$			صفحه مشبک ^d	
ضخامت 3 mm			e	پروفیل	
قطر 1.7 mm برای هر رشته		≥ 70		بهم تابیده	فولاد بدون روکش
قطر 10 mm		≥ 78		گرد غیرقابل انعطاف	
ضخامت 3 mm		≥ 75		نوار غیرقابل انعطاف	
قطر 14 mm ، اگر حداقل 250 μm شعاع روکش مسی از مس % 99.9 باشد			$\geq 150^h$	گرد غیرقابل انعطاف	فولاد با روکش مس ^e
قطر 8 mm ، اگر حداقل 250 μm شعاع روکش مسی از مس % 99.9 باشد		≥ 50		گرد غیرقابل انعطاف	
قطر 10 mm ، اگر حداقل 70 μm شعاع روکش مسی از مس % 99.9 باشد		≥ 78		گرد غیرقابل انعطاف	
ضخامت 3 mm ، اگر حداقل 70 μm شعاع روکش مسی از مس % 99.9 باشد		≥ 90		نوار غیرقابل انعطاف	
قطر 10 mm		≥ 78		گرد غیرقابل انعطاف	فولاد زنگ‌نزن
قطر 15 mm	$\geq 176^h$			گرد غیرقابل انعطاف	
ضخامت 2 mm		≥ 100		نوار غیرقابل انعطاف	

جدول ۳ - ادامه

یادآوری در مورد کاربردهای هادی‌ها به استاندارد ملی ایران آی‌ای‌سی ۳-۶۲۳۰۵ مراجعه شود.	
a	رواداری ساخت: 3%- .
b	در صورت وجود رزوه باید قبل از گالونیزه کردن ، ایجاد شده باشند.
c	مس باید ذاتا به فولاد پیوند داده شده باشد. روکش می‌تواند با استفاده از یک ابزار اندازه‌گیر ضخامت روکش الکترونیکی، اندازه‌گیری شود.
d	صفحه مشبک با حداقل کل طول هادی 4.8 m .
e	پروفیل‌های مختلف با سطح مقطع 290 mm^2 و حداقل ضخامت 3 mm برای مثال پروفیل صلیبی مجاز است.
f	آبکاری شده به صورت الکتریکی یا غوطه‌وری گرم؛ حداقل ضخامت روکش $1 \text{ }\mu\text{m}$. روکش قلع فقط بمنظور زیبایی است.
g	در بعضی کاربردها سطح مقطع می‌تواند به $1800 \text{ cm}^2 \leq$ و ضخامت به 0.8 mm^2 کاهش یابد
h	در بعضی کاربردها سطح مقطع می‌تواند به 125 cm^2 کاهش یابد.
i	سطح مقطع هادی‌های بهم تابیده توسط مقاومت هادی برطبق استاندارد IEC 60228 تعیین می‌شود.

جدول ۴ - مشخصه‌های الکتریکی و مکانیکی الکترودهای زمین

حداقل مقاومت ویژه الکتریکی $\mu\Omega m$	استقامت کششی N/mm^2			پیکربندی	مواد
	صفحه زمین	هادی زمین	میله برق‌گیر زمین		
0.019	N/A	450 تا 200	N/A	بهم تابیده	مس
	N/A	450 تا 200	450 تا 200	گرد غیرقابل انعطاف	
	N/A	450 تا 200	N/A	نوار غیرقابل انعطاف	
	N/A	N/A	450 تا 200	لوله	
	450 تا 200	N/A	N/A	صفحه غیرقابل انعطاف	
	450 تا 200	N/A	N/A	صفحه مشبک	
0.25	N/A	510 تا 290	770 تا 350	گرد غیرقابل انعطاف گالوانیزه	فولاد
	N/A	N/A	770 تا 350	لوله گالوانیزه	
	N/A	510 تا 290	N/A	نوار غیرقابل انعطاف گالوانیزه	
	510 تا 290	N/A	N/A	صفحه غیرقابل انعطاف گالوانیزه	
	510 تا 290	N/A	N/A	صفحه مشبک گالوانیزه	
	N/A	510 تا 290	N/A	گرد غیرقابل انعطاف بدون روکش	
	N/A	510 تا 290	N/A	نوار غیرقابل انعطاف گالوانیزه یا بدون روکش	
	N/A	510 تا 290	N/A	بهم تابیده گالوانیزه	
	N/A	N/A	770 تا 300	پروفیل صلیبی گالوانیزه	
	N/A	^c 510 تا 290	^{a, c} 770 تا 600	گرد غیرقابل انعطاف با روکش مس	
0.80	N/A	730 تا 400	770 تا 500	گرد غیرقابل انعطاف ^b	فولاد زنگ‌نزن
	N/A	730 تا 400	N/A	نوار غیرقابل انعطاف ^b	
<p>a نسبت تسلیم‌پذیری به کشش 0.80 تا 0.95</p> <p>b کروم $\leq 16\%$ ، نیکل $\leq 5\%$ ، مولیبدوم $\leq 2\%$ ، کربن $\geq 0.08\%$.</p> <p>c در قطر کامل محاسبه می‌شود (شامل روکش مس). به پیوست ت مراجعه شود.</p> <p>N/A کاربرد ندارد.</p>					

۵ آزمون‌ها

۱-۵ شرایط عمومی آزمون‌ها

آزمون‌های این استاندارد، آزمون‌های نوعی می‌باشند.

- بجز در مواردی که به گونه دیگری مشخص شده باشد، تمام آزمون‌ها بر روی آزمون‌های نو و جدید انجام می‌گیرد.
 - بجز در مواردی که به گونه دیگری مشخص شده باشد، سه آزمون تحت آزمون‌ها قرار می‌گیرد و الزامات در صورتی رضایت بخش محسوب می‌شود که تمام آزمون‌ها برآورده شوند.
 - چنانچه فقط یکی از آزمون‌ها در یکی از آزمون‌ها بعلت مونتاژ یا ساخت نادرست بطور رضایت‌بخش مطابقت نداشته باشد، این آزمون و هر آزمون قبلی دیگری که ممکن است بر نتایج این آزمون تاثیر بگذارد، باید تکرار شود. این آزمون‌های تکراری باید بر روی یک سری کامل دیگر از آزمون‌ها انجام گیرد که تمام آنها باید با الزامات مطابقت کنند.
- متقاضی می‌تواند هنگام تحویل سری آزمون‌ها، یک سری اضافه از آزمون‌ها که ممکن است در صورت مردودی یک آزمون ضروری شود، تحویل دهد. در این صورت مرکز آزمایشگاهی بدون درخواست، سری اضافه آزمون‌ها را آزمون می‌کند و فقط در صورتی نمونه مردود محسوب می‌شود که یک ردی دیگر رخ دهد. اگر سری اضافه همزمان تحویل نشده باشد، رد شدن یک آزمون موجب رد شدن می‌شود.

۲-۵ هادی‌ها، میله‌های پایانه‌بندی هوایی و میله‌های رابط زمین

۱-۲-۵ کلیات

هادی‌های پایانه‌بندی هوا، میله‌های برق‌گیر زمین، میله‌های آنتن زمینی، هادی‌های فرودی و هادی‌های زمین باید برای تأیید مناسب بودن آنها برای کاربردهای مورد نظر تحت آزمون‌های زیر قرار گیرند.

۲-۲-۵ آزمون ضخامت روکش هادی‌ها

۱-۲-۲-۵ شرایط عمومی برای آزمون‌ها

آزمون‌هایی هر یک به طول تقریباً 200 mm باید در معرض آزمون مربوط به ضخامت روکش آبکاری مس و گالوانیزه قرار گیرند.

روکش روی و مس بر روی هادی باید برطبق استاندارد ملی ۱۵۴۵ اندازه‌گیری شود. این روکش باید بتواند برطبق استاندارد ملی ۱۶۳۵۳ و استاندارد ملی ۴۶۶۹ نیز اندازه‌گیری شود.

هیچ الزامی در مورد اندازه‌گیری مس قلع اندود بعلت ضخامت بسیار نازک روکش وجود ندارد. فقط یک بازدید چشمی الزام شده است.

۲-۲-۲-۵ معیار پذیرش

آزمون‌ها در صورتی آزمون‌ها را بطور رضایت‌بخش می‌گذرانند که با الزامات جدول ۱ برای هادی‌های پایانه‌بندی هوایی، میله‌های پایانه‌بندی هوایی، میله‌های رابط زمین و هادی‌های فرودی با الزامات جدول ۳ برای الکترودهای زمین مطابقت کنند. علاوه بر این، روکش گالوانیزه روی باید صاف، پیوسته و عاری از رنگ شارش یافته با حداقل وزن 350 g/m^2 برای مواد گرد و 500 g/m^2 برای مواد نواری غیر قابل انعطاف باشد.

۳-۲-۵ آزمون خمش و چسبندگی برای هادی‌ها روکش شده

۱-۳-۲-۵ شرایط عمومی برای آزمون‌ها

هادی‌های روکش شده هر یک به طول تقریباً 500 mm باید به شرح زیر تحت زاویه $(\pm 5)^\circ$ 90° خم شوند:

- در مورد هادی‌های گرد، شعاع خمش باید برابر با 5 برابر $(\pm 1 \text{ mm})$ قطر آن باشد؛
- در مورد هادی‌های تخت، شعاع خمش باید برابر با 5 برابر $(\pm 1 \text{ mm})$ ضخامت آن باشد.

۲-۳-۲-۵ معیار پذیرش

پس از آزمون در بازرسی آزمون‌ها با دید عادی یا اصلاح شده بدون بزرگنمایی، نباید لبه‌های تیز، ترک، یا پلیسه خوردگی دیده شود.

۴-۲-۵ آزمون محیطی

۱-۴-۲-۵ شرایط عمومی برای آزمون‌ها

آزمون‌های استفاده شده و مطابق با بند ۳-۲-۵، میله‌های پایانه‌بندی هوایی، میله‌های رابط زمین و هادی‌های فرودی و هادی‌های زمین، باید تحت آزمون محیطی همانطور که در بند الف-۱ تعیین شده است، و متعاقب آن آزمون محیط مرطوب گوگردی همانطور که در بند الف-۲ تعیین شده است، قرار گیرند.

۲-۴-۲-۵ معیار پذیرش

پس از آزمون‌ها، در بازرسی فلز اصلی آزمون‌ها با دید عادی یا اصلاح شده بدون بزرگنمایی، نباید هیچ‌گونه خرابی ناشی از خوردگی مشاهده شود.

۵-۲-۵ آزمون‌های کشش

۱-۵-۲-۵ شرایط عمومی برای آزمون‌ها

در مورد روش انجام استقامت کششی (R_m)، به استاندارد ISO 6892-1 مراجعه شود. برای آزمون میله‌های پایانه‌بندی هوایی و میله‌های رابط زمین، آزمون‌های آزمون می‌بایستی ماشین‌کاری نشده (همانطور که در بند ت-۱ استاندارد ISO 6892-1 تعیین شده است) آزمون می‌شوند.

۲-۵-۲-۵ معیار پذیرش

آزمون‌ها در صورتی آزمون‌ها را بطور رضایت‌بخش می‌گذرانند که با الزامات جدول ۲ و جدول ۴ برای هادی‌های زمین مطابقت کنند.

۶-۲-۵ آزمون مقاومت ویژه الکتریکی

۱-۶-۲-۵ شرایط عمومی برای آزمون‌ها

نمونه‌ای از هادی به طول تقریباً 1.2 m می‌بایستی برای آزمون استفاده شود. اندازه‌گیری مقاومت می‌بایستی در فاصله $(\pm 1 \text{ mm})$ 1 m توسط یک میکرواهم‌متر و قرائت تصحیح شده 20°C با استفاده از ضرایب تصحیح، انجام گیرد.

نمونه باید وزن شود.

مقاومت ویژه طول نمونه می‌تواند از رابطه زیر تعیین شود:

$$\rho = \frac{R \times a}{\ell} (\Omega m) \quad \text{مقاومت ویژه}$$

که

R مقاومت بر حسب Ω در طول 1 m است؛

a سطح مقطع بر حسب m^2 است؛

ℓ طول واحد بر حسب m است؛

مثالی از محاسبه در پیوست ت داده شده است.

ابعاد هادی می‌بایستی در سه نقطه که بطور مساوی در طول 1 m توزیع شده باشد اندازه‌گیری می‌شود و سطح مقطع می‌بایستی با رواداری ($\pm 5\%$) تعیین شود.

۲-۵-۲-۵ معیار پذیرش

آزمونه‌ها در صورتی آزمونها را بطور رضایت‌بخش می‌گذرانند که با الزامات جدول ۲ و جدول ۴ مطابقت کنند.

۳-۵ میله‌های برق‌گیر زمین

۱-۳-۵ کلیات

میله‌های برق‌گیر زمین فولادی با روکش مس باید در معرض آزمون‌های برطبق بند ۳-۵ قرار گیرند. سایر میله‌های برق‌گیر زمین باید در معرض آزمون‌های برطبق بند ۳-۵ بجز آزمون بند ۳-۳-۵ و بند ۴-۳-۵ قرار گیرند.

۲-۳-۵ آزمونهای مربوط به ضخامت روکش میله‌های برق‌گیر زمین

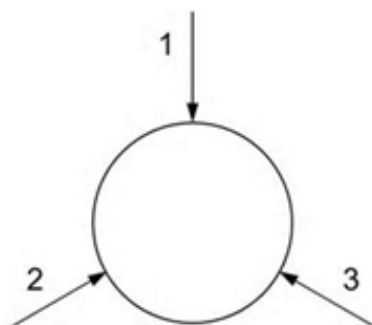
۱-۲-۳-۵ شرایط عمومی برای آزمون‌ها

آزمون‌هایی هر یک به طول تقریباً 500 m باید در معرض آزمون ضخامت روکش گالوانیزه یا مس قرار گیرند. روکش روی یا مس بر روی میله برق‌گیر زمین به هسته فولادی می‌باید با استفاده از یک ابزار با روش مغناطیسی برطبق استاندارد ISO 2176 اندازه‌گیری شود.

یادآوری روکش روی می‌تواند بر طبق استاندارد ISO 1460 یا ISO 1461 نیز اندازه‌گیری شود.

اندازه‌گیری‌ها می‌بایستی در نقاطی در طول میله انجام گیرد: یک اندازه‌گیری در 50 mm از سر لوله، یکی در 50 mm از ته میله و یکی در نقطه میانی میله.

در هر یک از وضعیت‌های فوق‌الذکر، می‌بایستی دو اندازه‌گیری اضافه در دایره دور آن نقطه از میله انجام گیرد نقاط اندازه‌گیری تقریباً با فاصله 120° از یکدیگر جدا می‌شوند (به راهنمای شکل ۱ مراجعه شود).



راهنما

1, 2, 3 نقاط اندازه‌گیری

شکل ۱- نقاط اندازه‌گیری روکش در اطراف مسیر دایره‌ای میله

۲-۲-۳-۵ معیار پذیرش

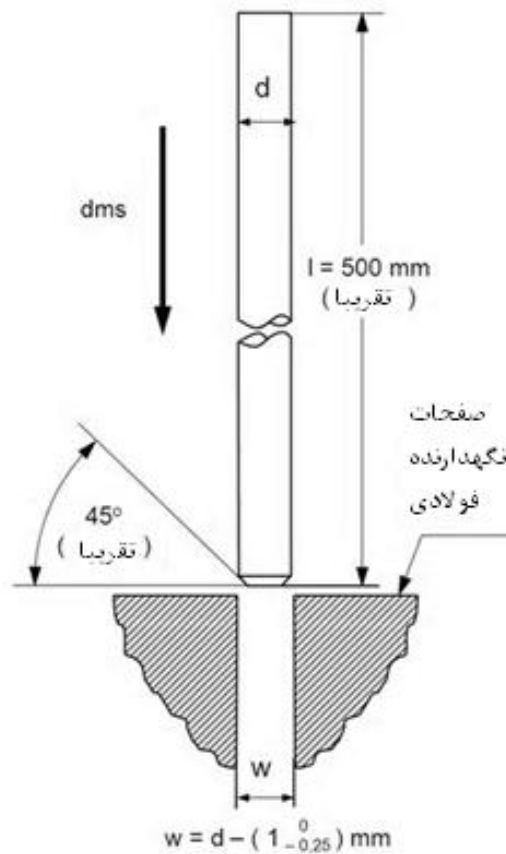
آزمونه‌ها در صورتی آزمونها را بطور رضایت‌بخش می‌گذرانند که با الزامات جدول ۳ مطابقت کنند. علاوه بر این، در مورد میله‌های برق‌گیر زمین با روکش روی، روکش باید صاف، پیوسته و عاری از رنگ شارش یافته با حداقل وزن 350 g/m^2 باشد.

۳-۳-۵ آزمون چسبندگی

۱-۳-۳-۵ شرایط عمومی برای آزمونها

آزمونه‌هایی از میله‌های برق‌گیر زمین فولادی با روکش مس بکار رفته و مطابق با بند ۲-۳-۵، در حالی که یک سر آنها با شیب تقریباً 45° پخ شده است، باید در معرض آزمون زیر قرار گیرند.

آزمونه‌ها از دو صفحه نگهدارنده فولادی یا فک‌های گیره‌ای $(-0.25)^{0.00}$ کمتر از قطر آزمونها عبور داده می‌شوند بطوری که به اندازه کافی فلز برش خورده باشد تا بست بین روکش و فلز اصلی نمایان شود. ترتیب آزمون برای آزمون چسبندگی در شکل ۲ نشان داده شده است.



راهنما

dms¹ جهت فشار مکانیکی

شکل ۲ - نمونه‌ای از ترتیب آزمون برای آزمون چسبندگی

۲-۳-۳-۵ معیار پذیرش

پس از آزمون، روکش آزمون‌ها باید به فلز اصلی چسبیده باشد. جدایی مس از فولاد قابل قبول نیست.

یادآوری آزمون چسبندگی برای فولاد گالوانیزه در دست بررسی می‌باشد.

۴-۳-۵ آزمون خمش

۱-۴-۳-۵ شرایط عمومی برای آزمون‌ها

آزمون‌هایی از برق‌گیرهای فولادی با روکش مس بکار رفته و مطابق با بند ۳-۳-۵، باید در شعاعی 5 برابر (با رواداری ± 1 mm) قطر آن تحت زاویه $90^\circ (\pm 5^\circ)$ خم شوند.

1 - direction of mechanical stress

۲-۴-۳-۵ معیار پذیرش

پس از آزمون در بازرسی آزمون‌ها با دید عادی یا اصلاح شده بدون بزرگنمایی، نباید لبه‌های تیز، ترک، یا پلیسه خوردگی در اطراف ناحیه خم شده مشاهده شود.

۵-۳-۵ آزمون محیطی

۱-۵-۳-۵ شرایط عمومی برای آزمون‌ها

آزمون‌هایی از میله‌های برق‌گیر زمین فولادی با روکش مس بکار رفته و مطابق با بند ۴-۳-۵ و آزمون‌هایی از میله‌های برق‌گیر زمین با روکش روی استفاد شده و مطابق با بند ۳-۲-۵، باید در معرض آزمون محیطی همانطور که در بند الف-۱ تعیین شده است، و متعاقب آن آزمون محیط مرطوب گوگردی همانطور که در بند الف-۲ تعیین شده است، قرار گیرند.

۲-۵-۳-۵ معیار پذیرش

پس از آزمون‌ها، آزمون‌ها باید در معیارهای زیر بطور رضایت بخش مطابقت کنند:

الف) آزمون‌ها باید ظاهری خوب داشته باشند و لبه‌های ناصاف یا دندانه‌دندانه در طول آنها وجود نداشته باشد؛

ب) نباید در بازرسی فلز اصلی با دید عادی یا اصلاح شده بدون بزرگنمایی، هیچ‌گونه خرابی ناشی از خوردگی مشاهده شود. 100 mm از طول هر دو سر آزمون‌ها از این بازرسی معاف هستند.

یادآوری زنگار سفید بعنوان خرابی ناشی از خوردگی محسوب نمی‌شود.

۶-۳-۵ آزمون‌های استقامت کششی

۱-۶-۳-۵ شرایط عمومی برای آزمون‌ها

در مورد روش انجام استقامت کششی (R_m)، به استاندارد ISO 6892-1 مراجعه شود. برای آزمون میله‌های برق‌گیر زمین، آزمون‌های آزمون می‌بایستی ماشین‌کاری نشده (همانطور که در بند ت-۱ استاندارد ISO 6892-1 تعیین شده است) آزمون می‌شوند.

۲-۶-۳-۵ معیار پذیرش

آزمون‌ها در صورتی آزمون‌ها را بطور رضایت‌بخش می‌گذرانند که با الزامات جدول ۴ مطابقت کنند.

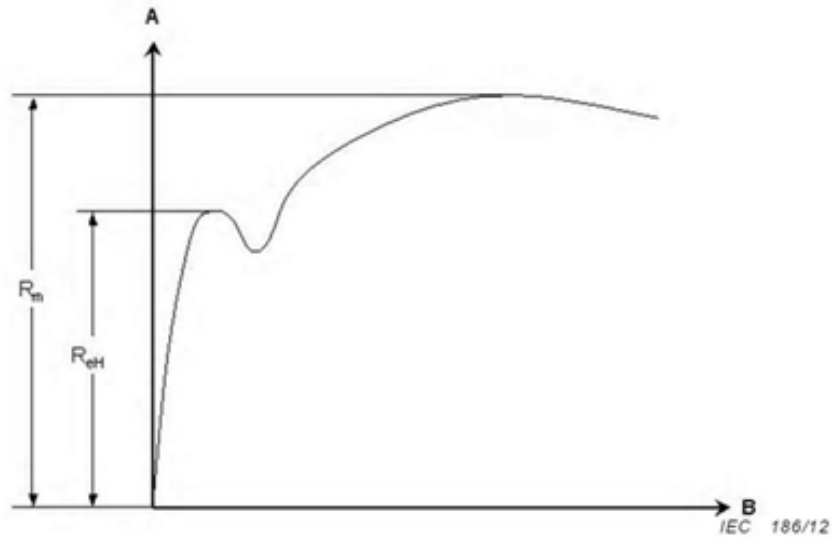
۷-۳-۵ آزمون نسبت تسلیم‌پذیری به کشش

۱-۷-۳-۵ شرایط عمومی برای آزمون‌ها

نسبت تسلیم‌پذیری به کشش با تعیین استقامت تسلیم‌پذیری مس $[R_{eH}]$ و تقسیم آن بر نتیجه استقامت کششی $[R_m]$ بدست می‌آید (به شکل ۳ مراجعه شود).

۲-۷-۳-۵ معیار پذیرش

آزمون‌ها در صورتی آزمون‌ها را بطور رضایت‌بخش می‌گذرانند که با الزامات جدول ۴ مطابقت کنند.



راهنما

A استقامت کششی

B ازدیاد طول

شکل ۳- مشخصه‌های استقامت تسلیم‌پذیری بالا R_{eH} (Mpa) و استقامت کششی R_m (Mpa)

۸-۳-۵ آزمون مقاومت ویژه الکتریکی

۱-۸-۳-۵ شرایط عمومی برای آزمون‌ها

نمونه‌ای از برق‌گیر به طول تقریباً 1.2 m می‌بایستی برای آزمون استفاده شود. اندازه‌گیری مقاومت می‌بایستی در فاصله $1\text{ m} (\pm 1\text{ mm})$ توسط یک میکرواهم‌متر و قرائت تصحیح شده $20\text{ }^\circ\text{C}$ با استفاده از ضرایب تصحیح، انجام گیرد.

نمونه باید وزن شود.

مقاومت ویژه طول نمونه می‌تواند از رابطه زیر تعیین شود:

$$\rho = \frac{R \times a}{\ell} (\Omega\text{m})$$

مقاومت ویژه

که

R مقاومت برحسب Ω در طول 1 m است؛

a سطح مقطع برحسب m^2 است؛

ℓ طول واحد برحسب m است؛

مثالی از محاسبه در پیوست ت داده شده است.

ابعاد برق گیر می بایستی در سه نقطه که بطور مساوی در طول 1 m توزیع شده باشد اندازه گیری می شود و سطح مقطع می بایستی با رواداری ($\pm 5\%$) باشد.

۲-۵-۲-۵ معیار پذیرش

آزمونه‌ها در صورتی آزمونها را بطور رضایت بخش می گذرانند که با الزامات جدول ۴ مطابقت کنند.

۴-۵ مفصل‌ها برای میله‌های برق گیر زمین

۱-۴-۵ کلیات

مفصل‌های مربوط به میله‌های برق گیر زمین باید در معرض آزمون‌های زیر قرار گیرند تا مناسب بودن آنها برای کاربردهای مورد نظر تأیید شود.

۲-۴-۵ آزمون‌های تراکم پذیری توسط وسایل مکانیکی

۱-۲-۴-۵ شرایط عمومی برای آزمون‌ها

هر آزمونه باید از دو قسمت میله هر یک بطول 500 mm سوار شود. آزمون‌ها باید با سرهای پیش برنده و ابزارهای محرک مناسب طبق دستورالعمل سازنده یا تامین کننده انجام گیرد.

باید به نوک آزمونه‌ها توسط یک چکش لرزان با مشخصات زیر بمدت 2 min ضربه وارد شود:

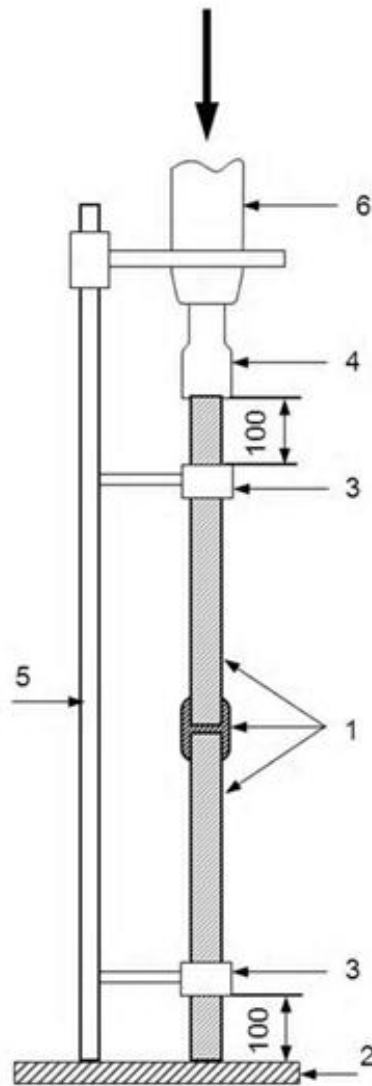
- نرخ ضربه‌ای $1 \text{ min}^{-1} (2000 \pm 1000)$ ؛

- انرژی هر تک ضربه $2 (50 \pm 10) \text{ Nm}$.

نمونه‌ای از ترتیب آزمون در شکل ۴ نشان داده شده است.

1 – percussion rate

2 – single storke impact enerjy



راه‌نما

- | | |
|---|-----------------|
| 1 | آزمونه |
| 2 | صفحه فلزی |
| 3 | یاطاقان |
| 4 | سر گرداننده |
| 5 | نگهدارنده آزمون |
| 6 | چکش لرزان |

شکل ۴ - نمونه‌ای از ترتیب آزمون تراکم‌پذیری توسط وسایل مکانیکی

۲-۲-۴-۵ معیار پذیرش

آزمونه‌ها در صورتی آزمونها را بطور رضایت‌بخش می‌گذرانند که مفصل‌ها شکسته نشده باشند یا با دید عادی یا اصلاح شده بدون بزرگنمایی، هیچ‌گونه ترکی مشاهده نشود.

۳-۴-۵ آزمون‌های محیطی - الکتریکی

۱-۳-۴-۵ شرایط عمومی برای آزمون‌ها

آزمون‌های سوار شده بکار رفته و مطابق با بند ۲-۴-۵ باید در معرض آزمون محیطی شامل آزمون مه نمک همانطور که در بند الف-۱ تعیین شده است، و متعاقب آن آزمون بخار مرطوب گوگردی همانطور که در بند الف-۲ تعیین شده است، و علاوه بر آن عملیات بخار آمونیاک درمورد آزمون‌های ساخته شده از آلیاژ مس با درصد حجمی مس کمتر از 80% همانطور که در بند الف-۳-۳ مشخص شده است، قرار گیرد.

پس از آماده‌سازی آزمون و بدون خشک کردن، باید مجموعه سوار شده در معرض آزمون الکتریکی بند ۳-۶ از استاندارد IEC 62561-1 قرار گیرد. سپس باید مجموعه آزمون سوار شده در معرض نیروی کشش مکانیکی $1\ 000\ N (\pm 10\ N)$ قرار گیرد.

۲-۵-۴-۵ معیار پذیرش

پس از آزمون‌ها، آزمون‌ها باید در معیارهای زیر بطور رضایت بخش مطابقت کنند:

الف) آزمون‌ها نباید شکسته شده باشند یا با دید عادی یا اصلاح شده بدون بزرگنمایی، هیچ‌گونه ترکی مشاهده نشود؛

ب) مقاومت اتصال اندازه‌گیری شده با یک منبع حداقل 10 A تا حد امکان نزدیک به مفصل، برابر یا کمتر از $1\ m\Omega$ باشد، اما در مورد فولاد زنگ‌نزن برابر یا کمتر از $2.5\ m\Omega$ باشد.

پ) آزمون سوار شده همچنان سالم باشد.

۵-۵ آزمون نشانه‌گذاری

۱-۵-۵ شرایط عمومی برای آزمون‌ها

نشانه‌گذاری بازرسی و با مالیدن نشانه‌گذاری بمدت 15 s با یک پارچه خیس شده در آب توسط دست و مجدداً بمدت 15 s با یک پارچه خیس شده در الکل سفید بررسی می‌شود.

نشانه‌گذاری ایجاد شده توسط قالب‌گیری، پرس کاری یا حکاکی تحت این آزمون قرار نمی‌گیرند.

۲-۵-۵ معیار پذیرش

پس از آزمون، نشانه‌گذاری باید همچنان خوانا باشد.

۶ سازگاری الکترومغناطیسی (EMC)

محصولاتی که در دامنه کاربرد این استاندارد قرار می‌گیرند، در استفاده عادی، از لحاظ اثرات الکترومغناطیسی (انتشار و مصونیت) غیرفعال هستند.

۷ ساختار و محتوی گزارش آزمون

۱-۷ کلیات

هدف از این بند ارائه الزامات عمومی در مورد گزارشات مرکز آزمایشگاهی است. قصد این است که روش‌های گزارش‌دهی کامل و واضح در آزمایشگاه‌های ارائه دهنده گزارش آزمون ارتقاء یابد.

نتایج هر آزمون انجام شده توسط آزمایشگاه باید با دقت، به وضوح، بدون ابهام و بی‌طرفانه، مطابق با دستورالعمل‌های روشهای آزمون، گزارش شود. نتایج باید در برگ گزارش آزمون گزارش شود و باید شامل تمام اطلاعات لازم برای تفسیر نتایج آزمون و تمام اطلاعات لازم در مورد روش بکار رفته باشد.

باید در مورد ترتیب گزارش دقت و توجه ویژه‌ای صورت گیرد بخصوص از لحاظ ارائه داده‌های آزمون و سهولت درک کامل آن توسط خواننده. فرمت باید به دقت و برای هر نوع از آزمون‌های انجام شده فرمت خاص آن طراحی شود، اما عنوان‌ها باید همانطور که در زیر توضیح داده می‌شود، استاندارد باشد.

ساختار هر گزارش آزمون باید دست‌کم شامل اطلاعات ذکر شده در بند ۲-۷ تا ۱۰-۷ باشد.

۲-۷ شناسایی گزارش

(الف) عنوان یا موضوع گزارش،

(ب) نام، آدرس و آدرس الکترونیکی یا شماره تلفن آزمایشگاه آزمون؛

(پ) نام، آدرس و آدرس الکترونیکی یا شماره تلفن آزمایشگاه فرعی در مواردی که آزمون توسط آزمایشگاهی غیر از شرکتی که برای انجام آزمون تعیین شده است انجام گیرد؛

(ت) شماره شناسایی (یا شماره سریال) منحصر به فرد برای هر گزارش آزمون؛

(ث) نام و آدرس متقاضی؛

(ج) گزارش باید صفحه‌گذاری شده و تعداد کل صفحات مشخص باشد؛

(چ) تاریخ صدور گزارش؛

(ح) تاریخ(های) انجام آزمون(ها)؛

(خ) امضاء و عنوان، یا تعیین هویت معادل در مورد شخص(اشخاص) مجاز به امضاء برای آزمایشگاه آزمون در مورد متن گزارش؛

(د) امضاء و عنوان شخص(اشخاص) انجام دهنده آزمون.

۳-۷ شرح آزمون

(الف) شرح نمونه؛

(ب) شرح جزئیات و شناسایی بدون ابهام نمونه آزمون و/یا مجموعه سوار شده برای آزمون؛

(پ) توصیف ویژگی‌های اختصاصی و شرایط نمونه آزمون و/یا مجموعه سوار شده برای آزمون؛

(ت) روش نمونه‌گیری، در صورت کاربرد داشتن؛

ث) تاریخ دریافت اقلام آزمون؛
ج) تصاویر، نقشه‌ها یا هرگونه مدارک و مستندات قابل رویت دیگر، در صورت کاربرد داشتن؛

۴-۷ هادی

الف) مواد هادی؛

ب) سطح مقطع نامی، ابعاد و شکل. توصیه می‌شود که سطح مقطع نامی واقعی نیز می‌بایستی داده شود؛

۵-۷ استانداردها و مراجع

الف) معرفی استاندارد آزمون بکار گرفته شده و تاریخ انتشار این استاندارد؛

ب) سایر مدارک و مستندات مرتبط همراه با تاریخ مدارک و مستندات؛

۶-۷ روش انجام آزمون

الف) شرح روش آزمون،

ب) توجیه و ارائه دلیل برای هرگونه انحراف از، افزون‌بر، یا مستثنی از استاندارد مرجع،

پ) هرگونه اطلاعات مربوط به یک آزمون خاص مانند شرایط محیطی؛

ت) پیکربندی مجموعه سوار شده برای آزمون؛

ث) محل ترتیب دادن در محوطه آزمون و فنون اندازه‌گیری؛

۷-۷ شرح تجهیزات آزمون

شرح تجهیزات بکار گرفته شده برای هر آزمون، مانند ژنراتور، وسیله آماده‌سازی/کهنگی.

۸-۷ شرح ادوات اندازه‌گیری

مشخصات و تاریخ کالیبراسیون تمام ادوات بکار گرفته شده برای اندازه‌گیری مقادیر تعیین شده در این استاندارد مانند، شابلون شعاع، شانت‌ها، دستگاه آزمون کشش، دستگاه اندازه‌گیری ازدیاد طول، اهم‌تر، گشتاورسنج، شاخص اندازه‌گیر ضخامت، غیره.

۹-۷ نتایج و پارامترهایی که می‌بایستی گزارش شوند

الف) معیار قابل قبول بودن هر آزمون، که در این استاندارد تعیین شده است؛

ب) ؛ نتایج مشاهده شده یا استخراج شده از آزمون‌ها.

تمام نتایج باید در جداول، نمودارها، نقشه‌ها، تصاویر یا سایر مدارک قابل رویت برحسب اقتضاء، ارائه شوند.

۱۰-۷ اعلام رد/قبول شدن

جمله‌ای که اعلام کند آزمون در آزمونها قبول یا رد شده است باید گزارش شود. اگر آزمون رد شده باشد، علت رد شدن باید شرح داده شود.

پیوست الف (الزامی)

آزمون محیطی برای هادی‌ها، میله‌های پایانه‌بندی هوایی، میله‌های آنتن زمینی

الف-۱ آزمون مه نمک

عملیات مه نمک باید برطبق استاندارد IEC 60068-2-52 انجام شود، بجز در مورد بندهای ۷، ۱۰ و ۱۱ که قابل انجام نیست. آزمون با استفاده از شدت دشواری ۲ انجام می‌گیرد. چنانچه اتاقک مه نمک بتواند در شرایط دمایی تعیین شده در بند ۹-۳ از استاندارد IEC 60068-2-52، برقرار بماند و رطوبت نسبی از ۹۰٪ کمتر نباشد، در این صورت آزمون می‌تواند برای دوره قرارگیری در رطوبت در آن بماند.

الف-۲ عملیات بخار گوگرد مرطوب

عملیات بخار گوگرد مرطوب باید برطبق استاندارد ملی ۴۶۷۱ با هفت دوره در حالی که غلظت دی‌اکسید گوگرد $667 \times 10^{-6} \pm 25 \times 10^{-6}$ (حجمی) است انجام می‌گیرد، بجز در مورد بندهای ۹ و ۱۰ که قابل انجام نیست.

هر دوره که بمدت ۲۴ h است از یک دوره گرمایش ۸ h در دمای $3^{\circ}\text{C} \pm 40^{\circ}\text{C}$ در بخار اشباع شده از رطوبت و متعاقب آن یک دوره استراحت ۱۶ h تشکیل می‌شود. پس از آن، بخار گوگرد مرطوب تعویض می‌شود.

چنانچه اتاقک آزمون بتواند در شرایط دمایی تعیین شده در بند ۶-۵-۲ از استاندارد ملی ۴۶۷۱، برقرار بماند در این صورت آزمون می‌تواند برای دوره قرارگیری در رطوبت در آن بماند.

الف-۳ عملیات بخار آمونیاک

عملیات بخار آمونیاک باید برطبق استاندارد ملی ۷۹۲۳ برای یک اتمسفر معتدل با PH به مقدار ۱۰ باشد، بجز در مورد بندهای ۸-۴ و ۹ که قابل انجام نیست.

پیوست ب

(الزامی)

الزامات برای سطح مقطع، مشخصه‌های الکتریکی و مکانیکی،
و آزمون‌هایی که می‌بایستی انجام گیرد

جدول زیر خلاصه‌ای از الزامات مربوط به سطح مقطع، مشخصه‌های الکتریکی و مکانیکی، و همچنین آزمون‌هایی است که می‌بایستی در مورد هادی‌های پایانه‌بندی، میله‌های پایانه‌بندی هوایی، میله‌های آنتن زمینی و هادی‌های فرودی، برطبق جدول ۱ و جدول ۲، انجام گیرد

جدول ب ۱- خلاصه الزامات برای قطعات مختلف که برطبق جدول ۱ و جدول ۲ آزمون می‌شوند

مواد	پیکربندی	سطح مقطع، مشخصه‌های الکتریکی و مکانیکی، و آزمون‌هایی که می‌بایستی انجام گیرد
مس، مس با روکش قلع	نوار غیرقابل انعطاف	جدول ۱ / جدول ۲ آزمون‌ها: یادآوری‌های جدول ۱، بند ۴-۲-۵ / ۵-۲-۵ / ۶-۲-۵
	گرد غیرقابل انعطاف	
	بهم تابیده	
آلومینیم	نوار غیرقابل انعطاف	جدول ۱ / جدول ۲ آزمون‌ها: یادآوری‌های جدول ۱، بند ۴-۲-۵ / ۵-۲-۵ / ۶-۲-۵
	گرد غیرقابل انعطاف	
	بهم تابیده	
مس با روکشی از آلیاژ آلومینیم	گرد غیرقابل انعطاف	جدول ۱ / جدول ۲ آزمون‌ها: یادآوری‌های جدول ۱، بند ۴-۲-۵ / ۵-۲-۵ / ۶-۲-۵
	نوار غیرقابل انعطاف	
آلیاژ آلومینیم	نوار غیرقابل انعطاف	جدول ۱ / جدول ۲ آزمون‌ها: یادآوری‌های جدول ۱، بند ۴-۲-۵ / ۵-۲-۵ / ۶-۲-۵
	گرد غیرقابل انعطاف	
	بهم تابیده	
فولاد گالوانیزه غوطه‌ور گرم	نوار غیرقابل انعطاف	جدول ۱ / جدول ۲ آزمون‌ها: یادآوری‌های جدول ۱، بند ۴-۲-۵ / ۵-۲-۵ / ۶-۲-۵
	گرد غیرقابل انعطاف	
	بهم تابیده	
مس با روکش فولاد	گرد غیرقابل انعطاف	جدول ۱ / جدول ۲ آزمون‌ها: یادآوری‌های جدول ۱، بند ۴-۲-۵ / ۵-۲-۵ / ۶-۲-۵
	نوار غیرقابل انعطاف	
فولاد زنگ‌نزن	نوار غیرقابل انعطاف	جدول ۱ / جدول ۲ آزمون‌ها: یادآوری‌های جدول ۱، بند ۴-۲-۵ / ۵-۲-۵ / ۶-۲-۵
	گرد غیرقابل انعطاف	
	بهم تابیده	

پیوست پ
(الزامی)

الزامات برای ابعاد، مشخصه‌های الکتریکی و مکانیکی،
و آزمون‌هایی که می‌بایستی انجام گیرد

جدول زیر خلاصه‌ای از الزامات مربوط به ابعاد، مشخصه‌های الکتریکی و مکانیکی، و همچنین آزمون‌هایی است که می‌بایستی در مورد الکترودهای زمین برطبق جدول ۳ و جدول ۴، انجام گیرد
جدول پ ۱- خلاصه الزامات برای قطعات مختلف که برطبق جدول ۳ و جدول ۴ آزمون می‌شوند

مواد	پیکربندی	کاربرد	ابعاد، مشخصه‌های الکتریکی و مکانیکی، و آزمون‌هایی که می‌بایستی انجام گیرد
مس	گرد غیرقابل انعطاف	هادی زمین	جدول ۳ / جدول ۴ آزمون‌ها: یادآوری‌های جدول ۳، بند ۵-۲-۵/۴-۲-۵/۵-۲-۵-۶
	گرد غیرقابل انعطاف	میله زمین	
	نوار غیرقابل انعطاف	هادی زمین	
	لوله	میله زمین	
	صفحه غیرقابل انعطاف	صفحه زمین	
	صفحه مشبک	صفحه زمین	
	به هم تابیده	هادی زمین	
فولاد گالوانیزه	گرد غیرقابل انعطاف	هادی زمین	جدول ۳ / جدول ۴ آزمون‌ها: یادآوری‌های جدول ۳، بند ۵-۲-۵/۲-۲-۵/۵-۲-۵/۴-۲-۵ / ۶-۲-۵
	نوار غیرقابل انعطاف	هادی زمین	
	صفحه غیرقابل انعطاف	صفحه زمین	
	صفحه مشبک	صفحه زمین	
	به هم تابیده	هادی زمین	
فولاد گالوانیزه	گرد غیرقابل انعطاف	میله زمین	جدول ۳ / جدول ۴ آزمون‌ها: یادآوری‌های جدول ۳، بند ۵-۲-۵/۲-۲-۵/۵-۲-۵/۴-۲-۵ / ۷-۲-۵
	لوله	میله زمین	
	پروفیل	میله زمین	
فولاد بدون روکش	گرد غیرقابل انعطاف	هادی زمین	جدول ۳ / جدول ۴ آزمون‌ها: یادآوری‌های جدول ۳، بند ۵-۲-۵/۵-۲-۵-۶
	نوار غیرقابل انعطاف	هادی زمین	
فولاد با روکش مس	گرد غیرقابل انعطاف	میله زمین	جدول ۳ / جدول ۴ آزمون‌ها: یادآوری‌های جدول ۳، بند ۵-۲-۵/۲-۳-۵/۳-۳-۵/۴-۲-۵؛ ۴-۲-۵/۵-۲-۵-۶
فولاد با روکش مس	گرد غیرقابل انعطاف	هادی زمین	جدول ۳ / جدول ۴ آزمون‌ها: یادآوری‌های جدول ۳، بند ۵-۲-۵/۲-۲-۵/۳-۲-۵/۴-۲-۵ / ۸-۳-۵/۷-۳-۵/۶-۳-۵/۵-۳-۵
	نوار غیرقابل انعطاف	هادی زمین	
فولاد زنگ‌نزن	گرد غیرقابل انعطاف	هادی زمین	جدول ۳ / جدول ۴ آزمون‌ها: یادآوری‌های جدول ۳، بند ۵-۲-۵/۴-۲-۵/۵-۲-۵-۶
	گرد غیرقابل انعطاف	میله زمین	
	نوار غیرقابل انعطاف	هادی زمین	
مفصل‌ها برای میله‌های زمین	—	—	آزمون‌ها: یادآوری‌های جدول ۳، بند ۵-۲-۴/۲-۴-۵/۳-۴-۵. علاوه بر این، آزمون‌های بند ۶-۳ از استاندارد IEC 62561-1

پیوست ت

(اطلاعاتی)

مثالی از محاسبه مقاومت ویژه هادی

بعنوان یک مثال، فرض می‌شود که مقاومت اندازه‌گیری شده از طول 1 m هادی مسی که در 20°C تصحیح شده باشد، به شرح زیر است:

$$R = 234 \mu\Omega$$

جرم اندازه‌گیری شده طول 1.2 m از نمونه از مون به شرح زیر باشد:

$$m = 772 \text{ g}$$

در نتیجه جرم 1 m از این هادی عبارت است از:

$$m^* = \frac{772 \text{ g}}{1,2 \text{ m}} = 643 \text{ g/m}$$

چگالی ویژه مس عبارت است از:

$$\gamma = 0,0089 \text{ g/mm}^3$$

از این رو سطح مقطع محاسبه شده عبارت است از:

$$\frac{643 \text{ g/m}}{0,0089 \text{ g/mm}^3} = 72,2 \text{ mm}^2$$

در نتیجه مقاومت ویژه برابر است با:

$$\rho = \frac{(234 \times 10^6 \times 72,2 \times 10^6)}{1} = 0,0169 \mu\Omega\text{m}$$

پیوست ث

(اطلاعاتی)

مثالی از محاسبه استقامت کششی مواد روکش شده

میله گرد غیرقابل انعطاف با روکش مس با:

- قطر بیرونی کل: 14.2 mm
- ضخامت شعاعی روکش مس: $250 \mu\text{m} = 0.25 \text{ mm}$
- قطر هسته فولادی: $14.2 \text{ mm} - 0.5 \text{ mm} = 13.7 \text{ mm}$

از این رو سطح مقطع (a) عبارت است از:

$$a = \pi \times r^2 = \pi \times 6,85^2 = 147,43 \text{ mm}^2$$

استقامت کششی نهایی (UTS) میله زمین با روکش مس (بطور کامل همراه با روکش مس) عبارت است از:

$$\text{UTS} = 88,458 \text{ kN}$$

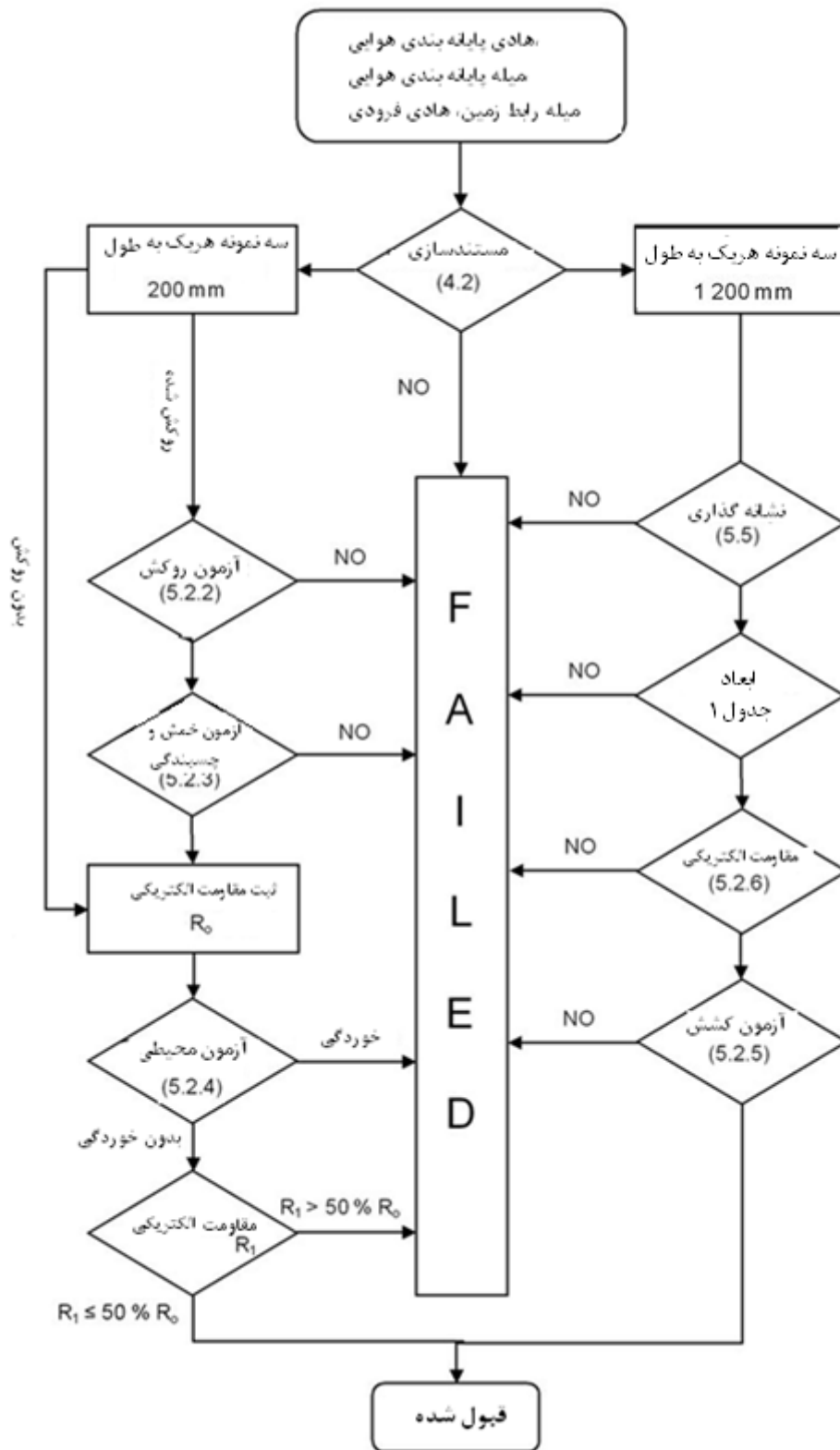
سه‌م روکش مس در UTS قابل توجه نیست و بنابراین از آن صرف نظر می‌شود.

در نتیجه استقامت کششی بر حسب N/mm^2 برابر است با:

$$\frac{\text{UTS}}{a} = \frac{88,458 \times 10^3 \text{ N}}{147,43 \text{ mm}^2} = 600 \text{ N/mm}^2$$

پیوست ج
(الزامی)

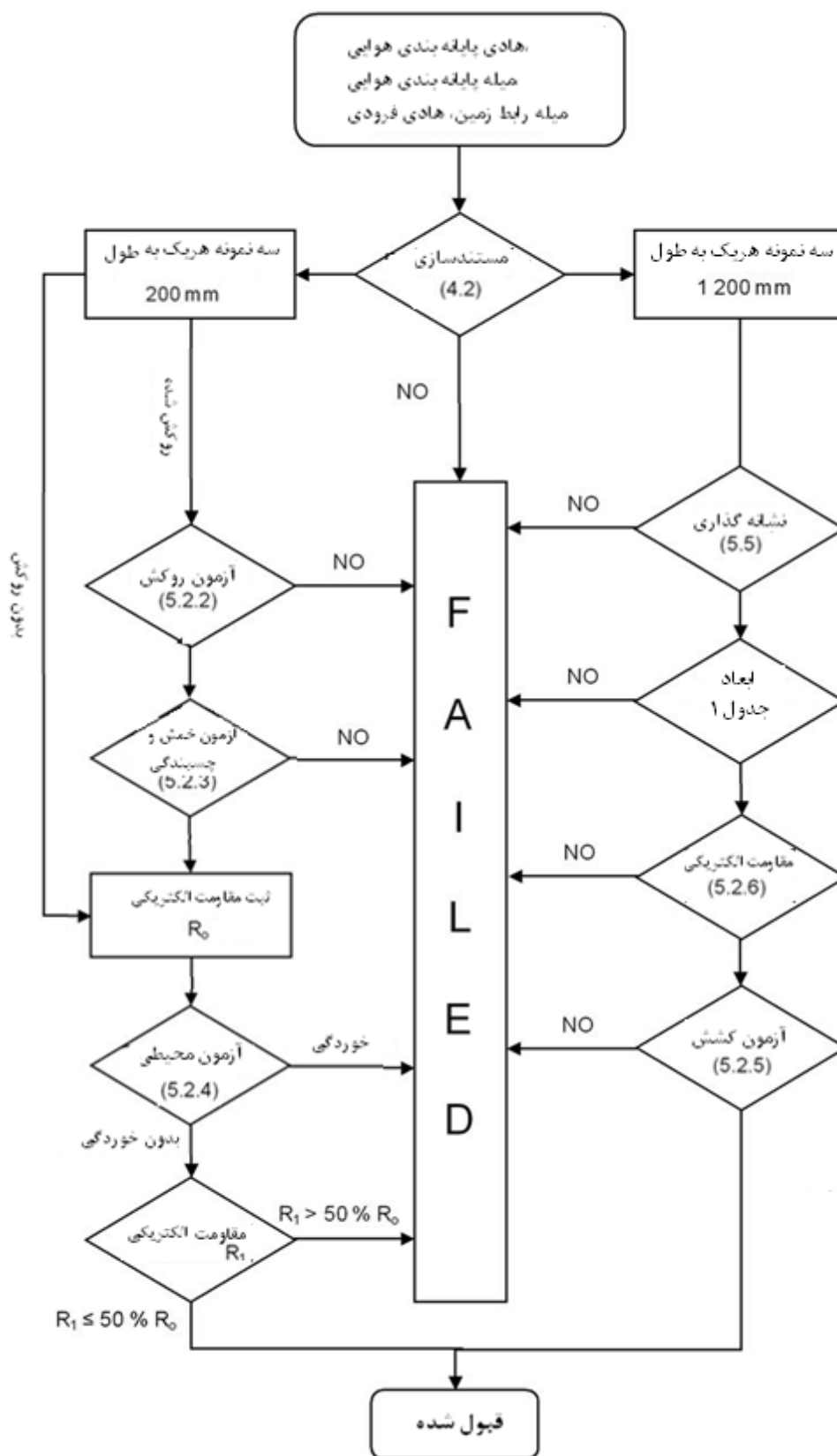
فلوچارت آزمون‌ها برای هادی‌های پایانه‌بندی هوایی، میله‌های پایانه‌بندی هوایی، میله‌های آنتن زمینی و هادی‌های فرودی



پیوست چ

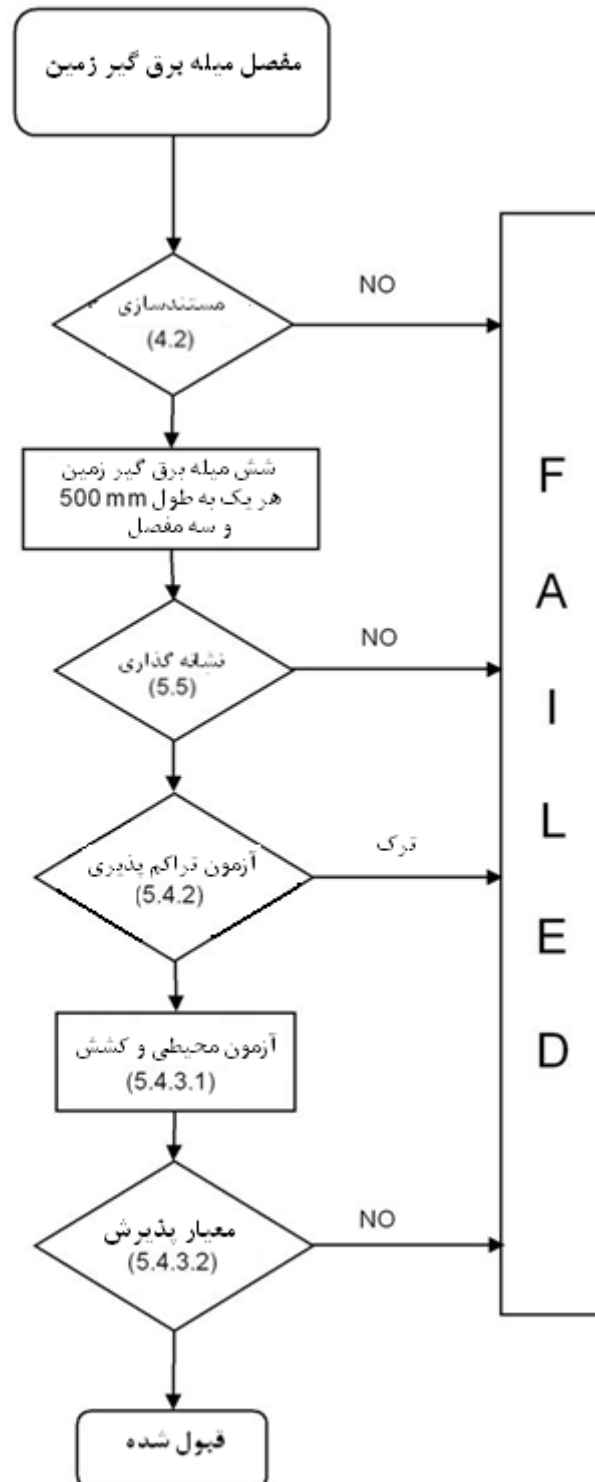
(الزامی)

فلوچارت آزمون‌ها برای میله‌های برق‌گیر زمین



پیوست ح
(الزامی)

فلوچارت آزمون‌ها برای مفصل‌های میله‌های برق‌گیر زمین



کتابنامه

IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary* (available at <<http://www.electropedia.org>>)

IEC 60228, *Conductors of insulated cables*

IEC 60468:1974, *Method of measurement of resistivity of metallic materials*

IEC 62305-1, *Protection against lightning – Part 1: General principles*