



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
وزارت نیرو  
Ministry Of Energy



۱۰۱  
چاپ اول  
تیر ۱۳۸۲

I.P.I.S

101

1 St. edition  
JULY2003

سازمان مدیریت تولید و انتقال نیروی برق ایران (توانیر)  
Iran Power Generation & Transmission Management Organization -  
Head Office (Tavanir)

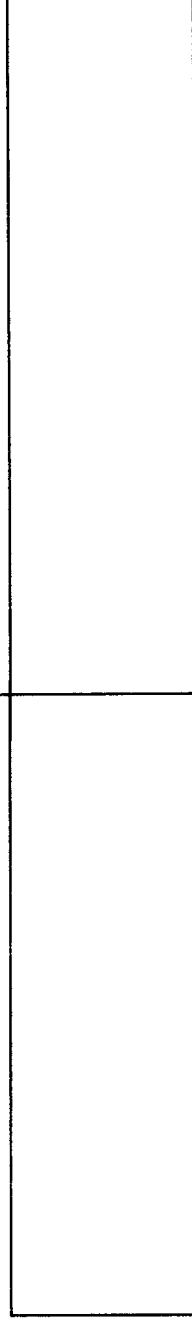
استاندارد صنعت برق ایران-سیستم زمین برای ساختمانهای  
مسکونی و تجاری  
قسمت دوم : مشخصات فنی تجهیزات سیستم زمین

Iran Power Industry Standards- Earthing for  
Residential and Commercial Buildings  
Part Two : Technical Specification for Earthing  
System Equipments

کارفرما: معاونت توسعه و امور اقتصادی شرکت توانیر  
تدوین کننده: شرکت پژوهنده نیرو

استاندارد سیستم زمین تاسیسات الکتریکی در ساختمانهای  
مسکونی، تجاری و عمومی

۱۰۱



اجرا و اندازه گیری	شماره شناسائی
روشهای اجرا و اندازه گیری مقاومت سیستم زمین	۱۰۱-۱۰۳

کلاس	شماره شناسائی
مشخصات فنی تجهیزات سیستم زمین	۱۰۱-۱۰۲

مهندسی	شماره شناسائی
معیارهای طراحی و محاسبه مقاومت سیستم زمین	۱۰۱-۱۰۱

نشریه شناخت : ۱۰۱/۱۰۱

۱- شناخت سیستم زمین و تجهیزات و تعاریف مربوط به آنها

۲- عبور جریان از بدن انسان و خطرات ناشی از آن

## کمیسیون استاندارد سیستم زمین ساختمانهای مسکونی، اداری و تجاری

### رئیس

ابراهیم نمازی صالح  
(فوق لیسانس مدیریت)

### سمت یا نمایندگی

شرکت توانیر - مدیر دفتر استانداردها

### اعضاء

شرکت توزیع برق استان آذربایجان غربی	رحمان آبادکن (لیسانس برق)
شرکت توزیع برق استان آذربایجان غربی	حبیب خیرخواهی (لیسانس برق)
شرکت توزیع برق استان آذربایجان شرقی	محمود اصغری فرد (فوق لیسانس صنایع)
شرکت توزیع برق استان اردبیل	هوشنگ داداش زاده (لیسانس برق)
شرکت برق منطقه ای اصفهان	رضا پورآقابابا (فوق لیسانس قدرت)
شرکت توزیع برق استان اصفهان	مهدی ثقفی (فوق لیسانس قدرت)
شرکت برق منطقه ای اصفهان	احمد جمال پور (لیسانس برق)
شرکت توزیع برق اصفهان	مسعود جمشیدیان (لیسانس قدرت)
دفتر تحقیقات شرکت برق منطقه ای اصفهان	کمال حسینی (فوق لیسانس قدرت)

شرکت برق منطقه ای اصفهان	محبوبه مدنی (لیسانس قدرت)
شرکت برق منطقه ای اصفهان	مجتبی مرتضوی (لیسانس الکترونیک - فوق لیسانس مدیریت)
شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان	عباس رفیعی (لیسانس قدرت)
شرکت مهندسیین دانشمند	مهرداد ملانوروزی (فوق لیسانس قدرت)
شرکت مهندسیین دانشمند	امیرمهدی کارشناس (لیسانس قدرت)
شرکت پژوهنده نیرو	بهزاد میرزائیان (دکترای قدرت)
شرکت پژوهنده نیرو	ندا بکتاش (لیسانس مخابرات)
شرکت توزیع برق استان ایلام	عبدالجبار چراغی (لیسانس برق)
شرکت توزیع برق استان ایلام	غضبان نظری (لیسانس برق)
شرکت توانیر- معاونت پژوهشی دفتر استانداردها	محمدحسن بهشتی (لیسانس برق)
دفتر امور فنی و تدوین معیارها- سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور	پرویز سیداحمدی (لیسانس قدرت)
دفتر استانداردها و کنترل کیفی- مسؤول گروه تدوین استانداردها	محمدعلی معتمدی (لیسانس برق)
دفتر امور فنی و تدوین معیارها- سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور	مصطفی مهدوی (فوق لیسانس الکترونیک)

دفتر برنامه ریزی فنی برق تهران	حجت اله ایزدی (فوق لیسانس قدرت)
شرکت توزیع برق غرب تهران (کرج)	حافظ علی افزار (لیسانس قدرت)
شرکت توزیع برق مرکز تهران	امیدقربانی (لیسانس قدرت)
شرکت توزیع برق جنوب شرق تهران	اعتضاد مقیمی (لیسانس قدرت - فوق لیسانس الکترونیک)
شرکت توزیع برق شمالشرق تهران	غلامرضا ریاضت (لیسانس قدرت)
شرکت توزیع برق شمالشرق تهران	تورج سروش (لیسانس برق)
شرکت متن	داریوش حکمت شعار (لیسانس برق)
شرکت متن	محسن عابدی (لیسانس کنترل و ابزار)
دفتر تحقیقات و آموزش توزیع چهارمحال بختیاری	جعفر محمدزاده (لیسانس قدرت)
شرکت برق منطقه ای خراسان	محسن اصیلی (فوق لیسانس قدرت)
شرکت برق منطقه ای خراسان	مهدی حسین زاده (لیسانس قدرت)
شرکت برق منطقه ای خراسان	محمد دانائی (لیسانس قدرت)
شرکت برق منطقه ای خراسان	مهدی مسعودی (فوق لیسانس کنترل)

شرکت برق منطقه ای خراسان	علی یکتا (فوق لیسانس برق)
شرکت برق منطقه ای خوزستان	اسداله امیدواری نیا (لیسانس قدرت)
سازمان آب و برق خوزستان	فرهاد کیانی نسب (لیسانس الکترونیک)
شرکت برق منطقه ای خوزستان	ولی اله رضوی (لیسانس قدرت)
سازمان آب و برق خوزستان - معاونت توزیع	سید مجید شیرازی بهشتی (لیسانس قدرت)
شرکت توزیع برق استان قزوین	حسین امیریان (لیسانس برق)
شرکت توزیع برق استان قزوین	علیرضا زین العابدینی (لیسانس قدرت)
شرکت توزیع برق استان قزوین	اکبر قره داغی (لیسانس الکترونیک)
شرکت توزیع برق استان قزوین	محمدرضانجفی (کارشناس طراحی پست)
شرکت توزیع برق استان قزوین	محمد ایرج مرادی (لیسانس قدرت)
شرکت توزیع برق استان قزوین	حبیب اله طاهری (لیسانس برق)
شرکت توزیع برق استان سمنان	علی پورحیدریان (لیسانس فیزیک)
شرکت توزیع برق استان سمنان	رحمت اله همتی (لیسانس ایمنی و بهداشت صنعتی)

شرکت توزیع برق استان کرمانشاه	پیمان اکبری (لیسانس قدرت)
شرکت توزیع برق استان کرمانشاه	ایرج بلندبخت (لیسانس قدرت)
شرکت توزیع برق استان کرمانشاه	منصور بنوشی (کارشناس استانداردها)
شرکت توزیع برق استان کرمانشاه	مسعود پروانه وار (لیسانس برق)
شرکت توزیع برق استان کرمانشاه	امین حسینی (لیسانس قدرت)
شرکت توزیع برق استان کرمانشاه	حسین خیام (لیسانس قدرت)
شرکت توزیع برق استان کرمانشاه	فریبرز گلبار (لیسانس برق)
شرکت توزیع برق استان کرمانشاه	احمد ویسی فر (لیسانس قدرت)
شرکت توزیع برق کرمانشاه - دفتر تحقیقات	فرزاد شاطرآبادی (لیسانس قدرت)
برق منطقه‌ای استان کرمانشاه	مجتبی داوود آبادی (لیسانس قدرت)
شرکت برق منطقه‌ای استان کرمانشاه	تورج ملکی (لیسانس فیزیک)
شرکت برق منطقه‌ای استان کرمانشاه	بیژن ملک پور (لیسانس برق)
شرکت برق منطقه‌ای استان کرمانشاه	محمد مهدی قربی (لیسانس قدرت)

شرکت برق منطقه‌ای استان کرمانشاه	فرزاد ناصح نیا (لیسانس برق)
شرکت توزیع برق استان کردستان	فرهاد خردمند (لیسانس قدرت)
شرکت توزیع برق استان فارس	مهدی فرشچی (لیسانس مکانیک)
شرکت توزیع برق استان فارس	خلیل فخارزادگان (لیسانس برق)
شرکت توزیع برق استان فارس	سیدمحمد حسن صحرائیان (لیسانس الکترونیک)
شرکت توزیع برق استان قم	داوود سلیمانیان (لیسانس برق)
شرکت توزیع برق استان کرمان	حمید اسماعیل پور (لیسانس قدرت)
شرکت توزیع برق جنوب استان کرمان	رضا سالاری خو (لیسانس قدرت)
شرکت توزیع برق استان کهگیلویه و بویراحمد	سعید حسینی (لیسانس کامپیوتر)
شرکت توزیع برق استان کهگیلویه و بویراحمد	حسن کریمی (لیسانس برق)
شرکت توزیع برق استان کهگیلویه و بویراحمد	محمدعلی زاده شش بلوکی (لیسانس قدرت)
شرکت توزیع برق استان گیلان	عادل سلیمانی (لیسانس برق)
شرکت توزیع برق استان مازندران	فردین عنایتی (لیسانس قدرت)



شرکت توزیع برق استان مازندران	سید سعید سیدخندان (لیسانس قدرت)
شرکت توزیع برق استان مازندران	عبدالرضا فتوی (فوق لیسانس برق)
شرکت توزیع برق بوشهر	حسن آشوری (لیسانس قدرت)
شرکت توزیع برق استان هرمزگان	اسداله رئیسی جاسکی (کارشناس برق)
شرکت توزیع برق استان هرمزگان	سعید قاسمی کپورچالی (کارشناس برق)
شرکت توزیع برق استان یزد	محمد صالح دشتی (لیسانس برق)
شرکت توزیع برق استان یزد	محمد حسین میرزاده (لیسانس برق)
شرکت توزیع برق استان یزد	رضا گلفام (لیسانس قدرت)

## دیبر

دانشگاه صنعتی اصفهان

مهدی معلم

صفحه	فهرست مندرجات
ب	پیش گفتار
ج	مقدمه
۱	۱ هدف
۱	۲ دامنه کاربرد
۱	۳ مراجع الزامی
۴	۴ کلیات
۷	۵ الکتروود زمین
۱۸	۶ استاندارد اتصالات و شینه‌های زمین در تابلوهای برق
۱۸	۷ استاندارد پریزهای با اتصال زمین
۲۱	۸ سیستمهای لوله کشی برق
۲۲	۹ کلید
۲۲	۱۰ پیش بینی برای اتصال زمین
۲۳	۱۱ تأسیسات جریان ضعیف
۲۳	۱۲ هادی های مورد نیاز برای سیم کشی حفاظتی در ساختمانها
۲۵	۱۳ استاندارد هادی زمین
۲۷	پیوست الف
۳۱	پیوست ب

## پیش گفتار

استاندارد " سیستم زمین برای ساختمانهای مسکونی و تجاری " قسمت دوم مشخصات فنی تجهیزات سیستم زمین که پیش نویس آن بوسیله وزارت نیرو شرکت توانیر معاونت توسعه و امور اقتصادی - دفتر استانداردها و کنترل کیفی و در کمیسیون مربوط تهیه و تدوین شده و مورد تصویب مقام محترم وزارت طی بخشنامه شماره ..... مورخ ..... قرار گرفته است. اینک به استناد بند ((ز)) ماده یک قانون تاسیس وزارت نیرو مصوب ۵۳/۱۱/۲۸ و ماده ۷ قانون سازمان برق ایران مصوبه ۱۳۴۶/۴/۱۹ و ماده ۳ آئین نامه اجرائی بند ((ج)) ماده ۱۲۲ قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی و اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران به عنوان استاندارد صنعت برق ایران منتشر می شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات ، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هرگونه پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در تجدید نظر بعدی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین برای مراجعه به استانداردهای ایران باید همواره از آخرین تجدید نظر آنها استفاده کرد.

در تهیه و تدوین این استاندارد سعی شده است که ضمن توجه به شرایط موجود و نیازهای جامعه ، درحد امکان بین این استاندارد و استاندارد ملی کشورهای صنعتی و پیشرفته هماهنگی ایجاد شود.

منابع و مأخذی که در تدوین این استاندارد به کار رفته به شرح زیر است:

- [1] IEC 60364-4-41(1996):Electrical Installations of Buildings part 4: Protection for Safety Chapter 41: Protection Against Electric Shock Third Edition & Amendment 1.
- [2] IEC 60364-4-46(1981):Electrical Installations of Buildings Part 4:Protection for Safety Chapter 46:Isolation and Switching First Edition.
- [3] IEC 60364-4-47(1993) :Electrical Installations of Buildings Part4: Protection for Safety Chapter47: Application of Protective Measures for Safety Section 470: General Section 471:Measures of Protection Against Electric Shock First Edition:Amendment 1.

- [4] IEC 60364-4-473(1977):Electrical Installations of Buildings part4: Protection for Safety Chapter 47: Application of Protection Measures for Safety Section 473-Measures of Protection Against OverCurrent First Edition.
- [5] IEC 60364-5-51(1997):Electrical Installations of Buildings – Part5:Selection and Erection of Electrical Equipment-Chapter 51:Common Rules Third Edition.
- [6] IEC60364-5-54(1982) :Electrical Installations of Buildings Part 5: Selection and Erection of Electrical Equipment Chapter54:Earthing Arrangements and Protective Conductors First Edition :Amendment 1.
- [7] IEC 60364-5-537(1981): Electrical Installations of Buildings Part 5:Electrical Installations of Electrical Equipment Chapter 53: Switchgear and Controlgear Section.
- [8] IEC 60364-5-548(1996): Electrical Installations Buildings –Part5: Selection and Erection of Electrical Equipment –Chapter 548:Earthing Arrangements and Equipotential Bonding for Information Technology Installations First Edition.
- [9] IEC 60364-7-706(1983): Electrical Installations of Buildings Part7: Requirements for Special Installations or Locations Section706-Restrictive Conduction Locations First Edition.
- [10] IEC 60073(1996) : Basic and Safety Principles for Manmachine Interface, Marking and Identification – Coding Principles for Indication Devices and Actuators.
- [11] IEC 60309(1997): Plugs Socket-Outlets and Couplers for Industrial Purposes.
- [12] IEC 60446(1989) : Identification of Conductor by Colours or Numerals Second Edition.
- [13] IEC 60529(1989) : Degrees of Protection Provided by Enclosures (IP Codes) Second Edition..
- [14] IEC 60617(1980-1996) : Graphical Symbols for Diagrams.
- [15] IEC60707(1992) : Methods of Test for the Determination of the Flammability of Solid Electrical Insulating Materials when Exposed to and Igniting Source First Edition; Amendment 1.
- [16] IEC 60747(1991-1993) : Semiconductor Devices.

- [17] IEC 60750(1996) : Item Designation in Electrotechnology First Edition IEC; 364-1.
- [18] IEC 61082(1996) : Preparation of Documents used in Electrotechnology.
- [19] IEEE green book (1982) Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power System.
- [20] IEEE gray book (1983) Recommended Practice for Electric Power Systems in Commercial Buildings.
- [21] Siemens (1987), Electrical Installations Hand book, Book1 , Power Supply and Distribution System.
- [22] Siemens(1987), Electrical Installations Handbook, book2, Power Cables, Protective devices, Meters, Power Factor Correction Standby Power-Supply Systems. Lighting, Space Heating Lift Installations.
- [23] Siemens (1987), Electrical Installations Hand book, Book3, Large Buildings and Outdoor Areas Special Installation Specifications and Safety Measures.
- [24] British Standard (B.S.) Code of Practice Cp 1013 ( 1965 ) :EARTHING.
- [25] Regulations for the Electrical Equipment of Buildings Fourteenth Editions 1966, REPRINTED In 1970, 1974, 1976.
- [26] F.Proges (1989), The Design of Electrical Services for Buildings , Third Edition.

[۲۷] مرکز تحقیقات نیرو(متن)، اسفندماه ۱۳۷۵ استاندارد و آیین نامه سیم‌کشی ساختمانهای مسکونی، تجاری، صنعتی.

[۲۸] مقررات ملی ساختمانی ایران، مبحث ۱۳: (سال ۱۳۷۹) طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمانها، دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان، معاونت نظام مهندسی و اجرای ساختمان وزارت مسکن و شهرسازی.

[۲۹] مرکز تحقیقات نیرو(متن)، بهمن ماه ۱۳۷۴ استاندارد سیستم زمین شبکه‌های توزیع.

[۳۰] استاندارد ملی ایران ۵: (سال ۱۳۷۸ تجدید نظر دوم) استاندارد ملی ایران - مقررات مربوط به ساختار و شیوه نگارش.

## مقدمه

با توجه به اهمیت ایمنی و سلامت شهروندان در مقابل برق گرفتگی و آمار بالای حوادث و تلفات ناشی از برق گرفتگی، تدوین استاندارد و اجرای معیارها و قوانین ایمنی برای ساختمانهای مسکونی، و تجاری و عمومی ضروری است بویژه مهمترین روش ایمنی که زمین کردن تجهیزات الکتریکی در ساختمانهای مسکونی، تجاری و عمومی می باشد تا بحال جز در موارد خاص، الزامی نبوده است. استاندارد حاضر در جهت تبیین روشهای طراحی، محاسبات، اجرا و اندازه گیری سیستم زمین در ساختمانها تدوین شده است.

استاندارد سیستم زمین در ساختمانهای مسکونی و تجاری از قسمت های مختلفی بشرح زیر تشکیل شده است که می بایستی به همراه مراجع الزامی آنها مورد استفاده قرار گیرند.

### نشریه شامل :

قسمت اول - معیارهای طراحی و محاسبه مقاومت سیستم زمین

قسمت دوم - مشخصات فنی تجهیزات سیستم زمین

قسمت سوم - روشهای اجرا و اندازه گیری مقاومت سیستم زمین

برای آشنایی بیشتر کاربران این استاندارد علاوه بر قسمتهای فوق، گزارش فنی شناخت سیستم زمین در ساختمانهای مسکونی و تجاری که جنبه اطلاعاتی و آموزش دارد نیز تهیه شده است که شامل شناخت سیستم زمین، اصول برق گرفتگی و ایمنی و انواع سیستمهای زمین در ساختمانهای مسکونی و تجاری می باشد.

استاندارد حاضر شامل مشخصات فنی تجهیزات و اطلاعات مربوط به آنها می باشد که شامل بخشهای سیستم سیم کشی، الکتروود زمین، تابلوها، پریزها، کلیدها برای ساختمانهای مسکونی و تجاری می باشد.

# استاندارد سیستم زمین برای ساختمانهای مسکونی و تجاری

## قسمت دوم - مشخصات فنی تجهیزات سیستم زمین

### ۱ هدف

هدف از این استاندارد تعیین حداقل مشخصات فنی تجهیزات سیستم زمین ساختمانهای مسکونی و تجاری شامل الکترودها، اتصالات، هادیها و دیگر تجهیزات مربوطه می باشد که جهت یکنواخت سازی درخواست های فنی برای خرید آنها مورد استفاده واقع می گردد.

### ۲ دامنه کاربرد

دامنه کاربرد این استاندارد در ساختمانهای مسکونی و تجاری بصورت مجتمع یا ویلانی با هرمیزان سطح زیرینا، برای ولتاژهای سه فاز ۴۰۰ ولت و تکفاز ۲۳۰ ولت می باشد.

### ۳ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آنها ارجاع داده شده است. به این ترتیب مقررات فوق جزئی از این استاندارد محسوب می شود. در مورد مراجع دارای تاریخ چاپ و/یا تجدیدنظر، اصلاحیه ها و تجدیدنظرهای بعدی این مدارک مورد نظر نیست. معهدا بهتر است

کاربران ذینفع این استاندارد، امکان کاربرد آخرین اصلاحیه ها و تجدیدنظرهای مدارک الزامی زیر را مورد بررسی قرار دهند. در مورد مراجع بدون تاریخ چاپ و/یا تجدیدنظر، آخرین چاپ و/یا تجدیدنظر آن مدارک الزامی ارجاع داده شده مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است :

[1] IEC 60364-4-41(1996):Electrical Installations of Buildings part 4: Protection for Safety Chapter 41: Protection Against Electric Shock Third Edition & Amendment 1.

[2] IEC 60364-4-46(1981):Electrical Installations of Buildings Part 4:Protection for Safety Chapter 46:Isolation and Switching First Edition.

- [3] IEC 60364-4-47(1993) :Electrical Installations of Buildings Part4: Protection for Safety Chapter47: Application of Protective Measures for Safety Section 470: General Section 471:Measures of Protection Against Electric Shock First Edition:Amendment 1.
- [4] IEC 60364-4-473(1977):Electrical Installations of Buildings part4: Protection for Safety Chapter 47: Application of Protection Measures for Safety Section 473-Measures of Protection Against OverCurrent First Edition.
- [5] IEC 60364-5-51(1997):Electrical Installations of Buildings –Part5:Selection and Erection of Electrical Equipment-Chapter 51:Common Rules Third Edition.
- [6] IEC60364-5-54(1982) :Electrical Installations of Buildings Part 5: Selection and Erection of Electrical Equipment Chapter54:Earthing Arrangements and Protective Conductors First Edition :Amendment 1.
- [7] IEC 60364-5-537(1981): Electrical Installations of Buildings Part 5:Electrical Installations of Electrical Equipment Chapter 53: Switchgear and Controlgear Section.
- [8] IEC 60364-5-548(1996): Electrical Installations Buildings –Part5: Selection and Erection of Electrical Equipment –Chapter 548:Earthing Arrangements and Equipotential Bonding for Information Technology Installations First Edition.
- [9] IEC 60364-7-706(1983): Electrical Installations of Buildings Part7: Requirements for Special Installations or Locations Section706- Restrictive Conductin Locations First Edition.
- [10] IEC 60073(1996) : Basic and Safety Principles for Manmachine Interface, Marking and Identification – Coding Principles for Indication Devices and Actuators.
- [11] IEC 60309(1997): Plugs Socket-Outlets and Couplers for Industrial Purposes.
- [12] IEC 60446(1989) : Identification of Conductor by Colours or Numerals Second Edition.
- [13] IEC 60529(1989) : Degrees of Protection Provided by Enclosures (IP Codes) Second Edition..
- [14] IEC 60617(1980-1996) : Graphical Symbols for Diagrams.
- [15] IEC60707(1992) : Methods of Test for the Determination of the Flammability of Solid Electrical Insulating Materials when Exposed to and Igniring Source First Edition; Amendmenrt 1.



- [16] IEC 60747(1991-1993) : Semiconductor Devices.
- [17] IEC 60750(1996) : Item Designation in Electrotechnology First Edition IEC 364-1.
- [18] IEC 61082(1996) : Preparation of Documents used in Electrotechnology.
- [19] IEEE green book (1982) Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power System.
- [20] IEEE gray book (1983) Recommended Practice for Electric Power Systems in Commercial Buildings.
- [21] Siemens (1987), Electrical Installations Hand book, Book1 , Power Supply and Distribution System.
- [22] Siemens(1987), Electrical Installations Handbook, book2, Power Cables, Protective devices, Meters, Power Factor Correction Standby Power-Supply Systems. Lighting, Space Heating Lift Installations.
- [23] Siemens (1987), Electrical Installations Hand book, Book3, Large Buildings and Outdoor Areas Special Installation Specifications and Safety Measures.
- [24] British Standard (B.S.) Code of Practice Cp 1013 ( 1965 ) .EARTHING.
- [25] Regulations for the Electrical Equipment of Buildings Fourteenth Editions 1966, REPRINTED In 1970, 1974, 1976.
- [26] F.Proges (1989), The Design of Electrical Services for Buildings , Third Edition.

[۲۷] مرکز تحقیقات نیرو(متن)، اسفندماه ۱۳۷۵ استاندارد و آیین نامه سیم‌کشی ساختمانهای مسکونی، تجاری، صنعتی.

[۲۸] مقررات ملی ساختمانی ایران، مبحث ۱۳: (سال ۱۳۷۹) طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمانها، دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان، معاونت نظام مهندسی و اجرای ساختمان وزارت مسکن و شهرسازی.

[۲۹] مرکز تحقیقات نیرو(متن)، بهمن ماه ۱۳۷۴ استاندارد سیستم زمین شبکه‌های توزیع.

## ۴ کلیات

در این قسمت تجهیزات سیستم زمین ساختمانهای مسکونی و تجاری شامل الکتروود، هادیهای ارتباطی، بستها و سایر تجهیزات اضافی دیگر براساس استانداردهای بین المللی آورده شده در بخش مراجع الزامی ارائه شده است. انتخاب تجهیزات سیستم زمین با توجه به شرایط خاک در محل موردنظر باید براساس دستورالعملهای ارائه شده در این قسمت باشد.

### ۴-۱ ولتاژ

تجهیزات مورد استفاده باید برای ولتاژ نامی تأسیسات الکتریکی مناسب باشند. در سیستم IT اگر هادی نولی وجود داشته باشد، دستگاه متصل بین فاز و نول باید برای ولتاژ بین فازها عایقبندی شود. یادآوری: برای دستگاههای اصلی، باید حداقل و حداکثر ولتاژی که دستگاه حفاظتی می تواند تحمل کند در نظر گرفته شود.

### ۴-۲ جریان

تجهیزات انتخابی باید برای جریان اسمی که در حالت کاری از آنها عبور می کند مناسب باشند. همچنین این تجهیزات باید توانایی عبور جریانهای حالات غیرعادی مانند جریانهای لحظه ای راه اندازی، اتصال کوتاه، اضافه بار و صاعقه را داشته باشند.

### ۴-۳ فرکانس

انتخاب طول هادی زمین باید براساس فرکانس کار تجهیزات الکتریکی موجود باشد. اگر طول موج امواج الکترومغناطیسی کار مدار  $\lambda$  در نظر گرفته شود، طول هادی زمین بکار رفته نباید بزرگتر از  $\frac{\lambda}{20}$  انتخاب گردد. در غیر این صورت هادی زمین فوق بی اثر خواهد بود. لذا انتخاب تجهیزات سیستم زمین باید براساس فرکانس نامی مدارهای الکتریکی موجود باشد.

### ۴-۴ توان

تجهیزات سیستم زمین باید با توجه به ظرفیت اتصال کوتاه در شبکه مورد نظر انتخاب شوند تا بتوانند در کلیه شرایط کار مدار از بی باری تا بار نامی عملکرد مناسب داشته باشند.

#### ۵-۴ سازگاری

با در نظر داشتن کلیه موارد فوق ، سازگاری سیستمها نیز باید در نظر گرفته شود. منظور از این سازگاری نحوه نصب و اجرا تجهیزات بگونه‌ای است که این سیستمها در عملکرد یکدیگر اختلال ایجاد نکنند.

#### ۶-۴ سهولت دسترسی

کلیه تجهیزات شامل اتصالات سیم کشیها باید طوری نصب شوند که عملکرد مناسب آنها فراهم شده، همچنین سهولت بازرسی ، امکان آزمون و تعمیرات و نگهداری آنها در نصب رعایت شود. دسترسی به اتصالات آنها نیز باید آسان باشد و این سهولت دسترسی نباید با قرار گرفتن تجهیزات در حصارها و پوششهای نصب تجهیزات کاهش یابد.

#### ۷-۴ شناسائی

برای شناسائی و تعیین کاربرد تجهیزات، باید از برچسبها و وسایل جانبی مناسبی استفاده کرد که تا حد ممکن احتمال خطا نداشته باشند و در صورت بروز خطر، در مواردی که عملکرد کلیدها و کنترلرها مستقیماً توسط اپراتور قابل مشاهده نمی‌باشد، باید شاخص یا نشانگری طبق استانداردهای [۱۶] و [۱۰] (پیش گفتار) درمحل مناسبی که قابل دیدن بوسیله اپراتور باشد، قرار داده شود.

#### ۸-۴ سیستم سیم کشی

سیم‌کشی باید طوری اجرا و نشانه‌گذاری گردد که براحتی قابل مشاهده، تعمیر یا تعویض باشد.

#### ۹-۴ شناسایی هادیهای خنثی و حفاظتی

۹-۴-۱ شناسایی و جداسازی هادیهای نول و حفاظتی باید با استاندارد [۱۲] مطابقت داشته باشد.

۹-۴-۲ هادیهای PEN باید توسط یکی از روشهای زیر نشانه گذاری شوند :

سبز/ زرد در امتداد طول آنها و آبی روشن در انتهای آنها

آبی روشن در امتداد طول آنها و نشانه گذاری زرد/ سبز در انتهای آنها

#### ۴-۹-۳ محل وسایل حفاظتی

وسایل حفاظتی باید در محلی باشند که در دسترس بوده و مدارهایی را که حفاظت می‌کنند براحتی قابل تشخیص باشند. برای این منظور مناسب است آنها را در تابلوهای توزیع بصورت گروه بندی شده قرار داد.

#### ۴-۹-۴ نمودارها

در موارد مقتضی، نمودارها، روندنماها و جداول بر اساس استاندارد [۱۷] و [۱۸] باید بطور دقیق فراهم شوند. همچنین موارد زیر نیز باید کاملاً مشخص شوند:

- نوع و ساختار مدارها (نقاط استفاده)
- تعداد و اندازه هادیها و نوع سیم کشی
- مشخصات لازم برای شناسایی و موقعیت دستگاههایی که عملیات حفاظتی و کلیدزنی را انجام می‌دهند.
- برای تأسیسات ساده می‌توان اطلاعات فوق‌الذکر را در فهرست یا جداولی آورد.
- علامت‌های مورد استفاده باید طبق استانداردهای [۱۴] باشند.

#### ۴-۱۰-۱۰ جلوگیری از تأثیرات زیان آور

۴-۱۰-۱-۱ تجهیزات باید طوری انتخاب و نصب شوند که از هر گونه تداخل خطرناک بین تأسیسات برقی و غیر برقی اجتناب شود. همچنین تجهیزاتی که صفحه حفاظ پستی ندارند نباید در سطح ساختمان و دیوارها نصب شوند، مگر اینکه موارد زیر رعایت شوند:

- امکان انتقال ولتاژ از دستگاه به سطح دیوار وجود نداشته باشد.

- برای جلوگیری از آتش سوزی باید بین دستگاه و سطح قابل اشتعال ایزولاسیون لازم انجام شود. اگر سطح ساختمان فلزی قابل اشتعال نباشد، حفاظتهای اضافی لازم نیست. در غیراینصورت یکی از حفاظتهای زیر می‌تواند انجام شود:

- اگر سطوح ساختمان فلزی باشند، باید به هادی حفاظتی (PE) یا به هادی هم پتانسیل تأسیسات ساختمان متصل شوند (طبق استانداردهای IEC ۴۱۳۰۱۰۶ [۱] و IEC ۵۴۲۰۱۲ [۶]).
- اگر سطوح ساختمان قابل اشتعال هستند باید تجهیزات بوسیله لایه‌های مناسبی از مواد جداکننده‌ای که دارای آستانه آتش سوزی FH1 طبق [۱۵] دارند، از یکدیگر مجزا شوند.
- در محلهایی که مدارهای حامل جریان در سطوح ولتاژ متفاوت هستند، باید برای جلوگیری از تأثیرات مضر بطور کامل از هم جدا سازی شوند.

## ۴-۱۰-۲ سازگاری الکترومغناطیسی

سطح مصنویت تجهیزات باید با توجه به تأثیرات الکترومغناطیسی در نظر گرفته شود. (برای توضیحات بیشتر به قسمت دوم استاندارد ۱۰۱ مراجعه شود).

## ۵ الکتروود زمین

یک یا چند قطعه هادی که به منظور برقراری ارتباط الکتریکی با جرم کلی زمین در خاک مدفون شده باشند را الکتروود زمین گویند. الکتروودهای زمین مستقل از نظر الکتریکی، الکتروودهایی هستند که فواصل آنها از یکدیگر بقدری است که در صورت عبور حداکثر جریان ممکن از یکی از آنها، ولتاژ الکتروودهای دیگر به مقدار قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر قرار نگیرند.

مقاومت الکتریکی بین سر آزاد الکتروود زمین و جرم کلی زمین را مقاومت الکتروود زمین گویند. در سیستم های الکتریکی برای ایمنی انسان در برابر ولتاژ تماسی باید سیستم زمین بکار برده شود. به همین منظور باید کلیه قسمت‌های فلزی وسایل و تجهیزاتی که در مدار نبوده، اما ممکن است در اثر ایجاد خطا یا میدان الکتریکی و... برقرار گردند و برای ایمنی انسان خطرناک باشند، از طریق هادیهای زمین به الکتروود زمین متصل گردند.

## ۱-۵ انواع الکتروود زمین

۱ الکتروود زمین سطحی<sup>۱</sup>: این الکتروود در عمقی کمتر از یک متر، در زمین قرار داده می‌شود و می‌تواند بصورت قطعات باریک، میله، هادیهای رشته‌رشته یا بصورت شعاعی، حلقوی یا الکتروودهای شبکه‌ای و یا ترکیبی از آنها باشد.

۲ الکتروود کوبیده شده در عمق<sup>۲</sup>: این الکتروود بصورت عمودی در یک عمقی بیشتر از یک متر در زمین قرار می‌گیرد. این الکتروود می‌تواند از انواع لوله، میله‌های گرد و یا انواع دیگر باشد.

۳ زمین طبیعی<sup>۳</sup>: قسمت‌های فلزی ساختمان که مستقیماً به زمین متصل می‌گردد، این قسمت به منظور ایجاد اتصال زمین بکار نرفته، ولی می‌تواند بعنوان الکتروود زمین مورد استفاده قرار گیرد. این نوع زمین شامل: لوله‌های فلزی، محافظ‌های آهنی، قسمت‌های آهنی در ساختمان، میله‌های آهنی در بتن و غیره است.

---

1-Surface Earth Electrode

2-Deep-Driven Electrode

3-Natural Earth

۴ کابلی که بعنوان الکتروود زمین عمل می‌کند: این کابل دارای غلافی فلزی است یا شامل هادی است که به زمین متصل شده ، این کابل می‌تواند بعنوان الکتروود زمین مورد استفاده قرار گیرد.

۵ زمین اصلی<sup>۱</sup>: هادی که در کل ساختمان بطور گسترده در یک سطح وسیع توزیع شده و دارای اتصال محکم با الکتروود اصلی زمین است را زمین اصلی می‌نامند.

۶ الکتروودهای زمین که از تسمه هستند فقط برای تسطیح ولتاژ و در عمقهای ۰/۳ تا ۰/۵ متر بکار می‌روند. این نوع الکتروودها در پی ساختمانها نیز بکار برده می‌شوند.

۷ الکتروودهای زمین که از تسمه تشکیل شده‌اند ، اگر به شکل شعاعی باشند ، باید بصورت منظم در زمین قرار گیرند. زاویه بین الکتروودها نباید از ۶۰ درجه کمتر باشد، چون چنین زاویه‌ای باعث کاهش مقاومت الکتروود نمی‌گردد و این به دلیل تأثیر متقابل بین شاخه‌هاست. نحوه اتصال الکتروودهای تسمه‌ای با طول بازوی L با زوایای مختلف در زمین در شکلهای زیر نشان داده شده است. در روابط داده شده R، مقاومت اتصال زمین الکتروود و ρ، مقاومت مخصوص خاک در محل نصب الکتروود است. [۱۹]

نوار راست گوشه بطول بازوی L و عمق s/2 (۹۰ درجه)، شعاع میله

$$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left( \ln \frac{2L}{a} + \ln \frac{2L}{s} - 0.2373 + 0.2146 \frac{s}{L} + 0.1035 \frac{s^2}{L^2} - 0.0424 \frac{s^4}{L^4} \dots \right)$$

ستاره با سه بازو و بطول بازوی L و عمق s/2 (۱۲۰ درجه)، شعاع میله

$$R = \frac{\rho}{6\pi L} \left( \ln \frac{2L}{a} + \ln \frac{2L}{s} + 1.071 - 0.209 \frac{s}{L} + 0.238 \frac{s^2}{L^2} - 0.054 \frac{s^4}{L^4} \dots \right)$$

ستاره با چهار بازو و بطول بازوی L و عمق s/2 (۹۰ درجه)، شعاع میله

$$R = \frac{\rho}{8\pi L} \left( \ln \frac{2L}{a} + \ln \frac{2L}{s} + 2.912 - 1.071 \frac{s}{L} + 0.645 \frac{s^2}{L^2} - 0.145 \frac{s^4}{L^4} \dots \right)$$

ستاره با شش بازو و بطول بازوی L و عمق s/2 (۶۰ درجه)، شعاع میله

$$R = \frac{\rho}{12\pi L} \left( \ln \frac{2L}{a} + \ln \frac{2L}{s} + 6.851 - 3.128 \frac{s}{L} + 1.758 \frac{s^2}{L^2} - 0.490 \frac{s^4}{L^4} \dots \right)$$

۴ کابلی که بعنوان الکتروود زمین عمل می‌کند: این کابل دارای غلافی فلزی است یا شامل هادی است که به زمین متصل شده، این کابل می‌تواند بعنوان الکتروود زمین مورد استفاده قرار گیرد.

۵ زمین اصلی<sup>۱</sup>: هادی که در کل ساختمان بطور گسترده در یک سطح وسیع توزیع شده و دارای اتصال محکم با الکتروود اصلی زمین است را زمین اصلی می‌نامند.

۶ الکتروودهای زمین که از تسمه هستند فقط برای تسطیح ولتاژ و در عمقهای ۰/۳ تا ۰/۵ متر بکار می‌روند. این نوع الکتروودها در پی ساختمانها نیز بکار برده می‌شوند.

۷ الکتروودهای زمین که از تسمه تشکیل شده‌اند، اگر به شکل شعاعی باشند، باید بصورت منظم در زمین قرار گیرند. زاویه بین الکتروودها نباید از ۶۰ درجه کمتر باشد، چون چنین زاویه‌ای باعث کاهش مقاومت الکتروود نمی‌گردد و این به دلیل تأثیر متقابل بین شاخه‌هاست. نحوه اتصال الکتروودهای تسمه‌ای با طول بازوی L با زوایای مختلف در زمین در شکلهای زیر نشان داده شده است. در روابط داده شده R، مقاومت اتصال زمین الکتروود و ρ، مقاومت مخصوص خاک در محل نصب الکتروود است. [۱۹]

نوار راست گوشه بطول بازوی L و عمق s/2 (۹۰ درجه)، شعاع میله

$$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left( \ln \frac{2L}{a} + \ln \frac{2L}{s} - 0.2373 + 0.2146 \frac{s}{L} + 0.1035 \frac{s^2}{L^2} - 0.0424 \frac{s^4}{L^4} \dots \right)$$

ستاره با سه بازو و بطول بازوی L و عمق s/2 (۱۲۰ درجه)، شعاع میله

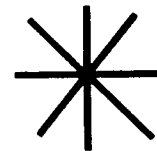
$$R = \frac{\rho}{6\pi L} \left( \ln \frac{2L}{a} + \ln \frac{2L}{s} + 1.071 - 0.209 \frac{s}{L} + 0.238 \frac{s^2}{L^2} - 0.054 \frac{s^4}{L^4} \dots \right)$$

ستاره با چهار بازو و بطول بازوی L و عمق s/2 (۹۰ درجه)، شعاع میله

$$R = \frac{\rho}{8\pi L} \left( \ln \frac{2L}{a} + \ln \frac{2L}{s} + 2.912 - 1.071 \frac{s}{L} + 0.645 \frac{s^2}{L^2} - 0.145 \frac{s^4}{L^4} \dots \right)$$

ستاره با شش بازو و بطول بازوی L و عمق s/2 (۶۰ درجه)، شعاع میله

$$R = \frac{\rho}{12\pi L} \left( \ln \frac{2L}{a} + \ln \frac{2L}{s} + 6.851 - 3.128 \frac{s}{L} + 1.758 \frac{s^2}{L^2} - 0.490 \frac{s^4}{L^4} \dots \right)$$



ستاره باهشت بازو و بطول بازوی  $L$  و عمق  $s/2$  ( $5^\circ$  درجه)، شعاع میله

$$R = \frac{\rho}{16\pi L} \left( \ln \frac{2L}{a} + \ln \frac{2L}{s} + 10.98 - 5.51 \frac{s}{L} + 3.26 \frac{s^2}{L^2} - 1.17 \frac{s^4}{L^4} \dots \right)$$

۸ الکترودهای زمین عمیق از لوله‌ها یا قسمت های فولاد زنگ نزن تشکیل شده‌اند. این الکترودها تا حد امکان باید بصورت عمودی در زمین دفن شوند. طول و تعداد این الکترودها به مقدار مقاومت سیستم زمین در محل مورد نظر بستگی دارد. اگر از چند الکتروود بصورت موازی استفاده شود باید فاصله بین الکترودها حداقل دو برابر طول آنها باشد. همه الکترودهای میله‌ای باید به یک میله اصلی<sup>۱</sup> زمین متصل گردند.

۹ الکترودها باید با تسمه‌هایی از جنس فولاد زنگ نزن با سطح مقطع حداقل  $39 \times 3/5$  میلیمتر مربع یا  $25 \times 4$  میلیمتر مربع ساخته شده و گالوانیزه گردند. میله‌ها باید از جنس فولاد زنگ نزن با قطر حداقل ۱۰ میلیمتر ساخته شده و گالوانیزه شوند.

۱۰ زمین طبیعی ممکن است بصورت، میله یا صفحه فلزی قرار گرفته در پی ساختمانها، کابلهایی با کلافهای فلزی، یا سایر ساختارهای مناسب زیرزمین مانند قسمت‌های فلزی ساختمان، میله‌های فلزی و غیره باشد.

۱۱ عمق الکترودها در زمین باید بگونه‌ای طراحی گردد که در اثر عواملی مانند خشک شدن خاک یا یخ زدگی، مقاومت الکتروود زمین از مقدار مورد نظر تجاوز نکند.

۱۲ مقاومت الکتروود زمین به طول، شکل و ساختار الکتروود زمین و همچنین مقاومت خاک بستگی دارد.

۱۳ براساس استاندارد ملی ...<sup>۲</sup> زمین حفاظتی و اصلی می‌توانند در موارد زیر یکی باشند:

- ولتاژ الکتروود زمین در یک سیستم زمین مشترک بیشتر از ۵۰ ولت نباشد.
- پستهای فشارقوی در یک محدوده بسته در داخل ساختمان قرار گرفته شده باشند.

## 1-Main Earthing Bar

<sup>۲</sup> تا تدوین استاندارد ملی به استاندارد VDE ۰۱۴۱ مراجعه شود.



در غیر این صورت زمین حفاظتی و اصلی باید از یکدیگر جدا شوند. در این شرایط فاصله بین دو الکتروود زمین نباید کمتر از ۲۰ متر باشد.

۱۴ در کلیه ساختمانها بر اساس استاندارد ملی ۱۰۰۰<sup>۱</sup> باید یک ارتباط الکتریکی با هادیهای زیر بعنوان سطح هم پتانسیل اصلی برقرار گردد:  
هادی حفاظتی اصلی  
هادی اصلی زمین  
لوله های فلزی کار شده در ساختمان  
و کلیه قسمت های فلزی دیگر ساختمان

#### ۱-۱-۵ لوله

در ایران عموماً از لوله های گالوانیزه با قطر ۳۸ میلیمتر در چاه زمین و لوله گالوانیزه گرم با قطر ۱۹ میلیمتر در حوضچه بازدید استفاده می شود، به این منظور باید از تبدیل ۱۹×۳۸ استفاده شود. حداقل طول میله باید ۲/۴۵ متر باشد. در پیوست شکل های مربوط به انواع الکتروود های لوله ای آورده شده است.

#### یادآوری :

- ۱- لوله باید سالم بوده و در زمان نصب هیچ گونه خراشیدگی، زنگ زدگی، خمیدگی و فرورفتگی نداشته باشد.
- ۲- بست اتصال هادی زمین به لوله نباید از جنس آلومینیوم یا آلیاژهای آن باشد. بست مورد استفاده باید با پیچ محکم به دور لوله بسته شود.

#### ۲-۱-۵ میله ها یا سیم های محصور در بتن

بتن زیر سطح زمین یک واسطه نیمه هادی با مقاومتی در حدود ۳۰۰۰ اهم متر، یا کمی کمتر از مقاومت متوسط زمین است. در نتیجه در زمینی با مقاومت متوسط یا بالا، محصور کردن الکتروود های میله ای یا سیمی در بتن مقاومتی کمتر از یک الکتروود مشابه که مستقیماً در زمین نصب شده ایجاد می کند. این مسأله شبیه به افزودن الکتروولیتها نزدیک الکتروود زمین می باشد که ناشی از کاهش مقاومت ماده اطراف الکتروود اولیه است. با وجود آنکه سوراخ ها برای نصب بتن به این منظور حفر می شوند، استفاده وسیع از میله های فولادی تقویت شده در پایه های بتنی یک منبع آماده

<sup>۱</sup> تا تدوین استاندارد ملی به استاندارد VDE ۰۱۰۰ مراجعه شود.

از الکترودهای زمین برای ساختمان تأمین می‌کنند، فقط لازم است از یک میله تقویت شده اصلی، از هر یک از پایه ها ، یک اتصال الکتریکی مناسب به فولاد ساختمانی یا شین زمین ساختمان ایجاد کرد. یک روش مناسب برای برقراری این اتصال، جوش دادن یک میله اتصال کوتاه بین یکی از میله‌های تقویت شده و یکی از پیچ لنگرهای مورد استفاده برای اتصال بالای سطح پایه ستون است. بنابراین اسکلت فولادی یک ساختمان که به این پیچ لنگر متصل است، یک هادی اتصال به زمین بسیار مؤثری خواهد بود و بعنوان یک شین اتصال به زمین در بسیاری از ساختمانهای صنعتی استفاده می‌شود.

- مقاومت هر یک از این الکترودها مساوی یا کمتر از یک میله کوبیده شده با همان عمق است. تعداد زیادی از چنین پایه‌های ستونی لاینفک از ساختمانها، یک مقاومت زمین بسیار کمتر از دیگر الکترودهای ساخته شده ایجاد می‌کنند که معمولاً کمتر از یک اهم و در بیشتر موارد حدود ۰/۲۵ اهم است.

- میله‌های بتن آرمه در سنگ یا خاک بسیار سخت، خیلی بهتر از دیگر انواع الکترودهای ساخته شده هستند. اصول حاکم بر این نوع الکترودها همان اصولی است که در اجرای سیستم زمین برای بیشتر دکل‌های فولادی خطوط انتقال با ولتاژ بالا بکار می‌روند.

- میله‌های فولادی بتن در پی‌هایی که نسبت به زمین عایق‌بندی نشده‌اند و حداقل عمق آنها از سطح زمین یک متر است، یک الکتروده زمین مناسب محسوب می‌شوند. در مواردی که از سازه‌های فولادی سوار بر بتن بعنوان هادی زمین استفاده می‌شود، باید به کمک میله‌های فولادی پی یا به کمک کابل ، اتصال بتن سازه بالایی با پی را برقرار کرد. در این مورد سیم‌های فولادی معمولی که بعنوان بست میله‌گرد بکار می‌روند کافی هستند.

- عمق بتن نسبت به سطح زمین نباید از ۰/۳ متر کمتر باشد و بهتر است این عمق ۰/۷۵ متر یا بیشتر باشد.

- میله بکار رفته در بتن اگر از جنس فولاد باشد قطر آن نباید از ۱۰ میلی‌متر کمتر باشد و طول میله در داخل حجم بتن، باید حداقل ۶ متر بوده و جز برای انجام اتصال، بقیه آن کاملاً در داخل بتن قرار گرفته باشد و تا جایی که ممکن است در خط مستقیم باشد.

- کمترین مقاومت برای میله هنگامی بدست می‌آید که میله در خط مستقیم قرار گرفته باشد.

یادآوری : در مواردی که میله‌های بتن به نحو مطلوب به سازه مستقر بر آن وصل نشده باشند، اگر سازه مورد اصابت صاعقه قرار گیرد، به دلیل عبور جریان زیاد امکان آسیب رسیدن به بتن وجود دارد.

### ۳-۱-۵ الکتروود شبکه‌ای

این نوع الکتروود معمولاً برای پستهای فشارقوی بکار می‌رود. سیستم شبکه معمولاً در تمام محوطه پست توسعه یافته، در برخی موارد نیز ممکن است تا مسافتی بیشتر از حصار مرزی توسعه یابد. این سیستم شامل هادی‌های دفن شده در زمین با عمق حداقل ۰/۱۵ متر به شکل شبکه‌ای از مربعها و مربع مستطیلها است. فاصله گذاری بین هادیهای شبکه براساس میزان ولتاژ ایستگاه تغییر می‌کند، اما معمولاً فاصله ۳-۳/۶ متر استفاده می‌شود. تمام محل‌های تقاطع کابل، باید اتصالات محکم داشته باشند و سیستم باید به سیستم زمین و تمام تجهیزات فلزی ساختارهای فولادی متصل شود. در زمین سنگی، جایی که حفر کردن زمین غیر عملی است، بعضی مواقع استفاده از سیستم شبکه بجای تسمه‌های دفنی به صرفه تر و مناسب‌تر است که در این حالت هادیها معمولاً در عمقی حدود ۰/۳-۰/۶ متر دفن شده‌اند.

وقتی که حصار، پیرامون شبکه قرار دارد، باید برای به حداقل رساندن خطر شوک الکتریکی در اثر پتانسیل تماس برای اشخاصی که حصار را لمس می‌کنند و کسانی که در زمینی با پتانسیل متفاوت ایستاده‌اند، حصار به شبکه زمین متصل شود. وقتی که حصار حداقل ۱/۲ متر، خارج از محدوده شبکه است، باید توسط سیستم مخصوص به زمین متصل شود. این سیستم شامل یک سیم دفن شده در زمین به عمق تقریباً ۰/۹ متر و خارج از خط حصار (به دلایلی که قبلاً بحث شد) می‌باشد. برای ایجاد یک سطح با مقاومت بالا برای کاهش خطر ولتاژ گام در کسانی که به هنگام رخ دادن یک خطای شدید در محیط هستند، بطور عادی تمام سطح خاک محیط یک پست فشارقوی شبکه را از خرده سنگ‌های سخت نوک‌تیز، معمولاً گرانیت، می‌پوشانند.

### ۴-۱-۵ سیم یا تسمه یا ورق دفن شده

در مناطقی که مقاومت ویژه خاک بالا است یا لایه‌های کم عمق سنگ در آنها وجود دارند و یا به دست آوردن مقاومتی پائین‌تر نسبت به الکتروودهای میله‌ای لازم باشد، استفاده از یک یا چند نوع الکتروود که در زیر گفته شده است، مناسب خواهد بود.

### ۵-۱-۵ الکتروود زمین سیمی

یک سیم لخت که قطر آن چهار میلیمتر یا بیشتر بوده و در عمق حداقل ۰/۴۵ متر از سطح زمین در راستایی به صورت مستقیم به طول ۳۰ متر دفن شده باشد، اتصال زمین قابل قبولی را تشکیل خواهد داد. این سیم ممکن است از یک قطعه یا از چند قطعه تشکیل شده باشد که سر به سر یا در فواصلی از سرها به هم اتصال داده می‌شوند. این سیم ممکن است به شکل شاخه درآمده یا

اینکه به شکل یک شبکه دو بعدی متشکل از چند سیم موازی درآید که به آن شبکه زمین گفته می‌شود. [۲۹]

یادآوری: استفاده از هادی مسی چند رشته‌ای با سطح مقطع ۱۶ میلی‌متر مربع مجاز است (۱۷×۷ میلی‌متر) ولی ترجیح دارد بجای آن هادی مسی با سطح مقطع ۲۵ میلی‌متر مربع (۲/۱×۷ میلی‌متر) مورد استفاده قرار گیرد که عمر طولانی‌تری دارد.

### موارد خاص:

- ۱- در مواردی که به لایه سنگی برخورد شود، عمق دفن ممکن است کمتر از ۰/۴۵ متر انتخاب شود.
- ۲- برای شاخه‌ها می‌توان از شکل‌های دیگری استفاده کرد به شرط اینکه مطالعات معتبر مهندسی، مناسب بودن آنها را تأیید کرده باشد.

### ۶-۱-۵ الکتروود زمین تسمه‌ای

در شرایطی که بستر سنگ نزدیک سطح زمین است یا در صورت برخورد با شن، خاک می‌تواند بسیار خشک و با مقاومت بالا باشد و لازم است که یک اتصال به زمین بسیار وسیع داشته باشیم. در چنین شرایطی تسمه‌های فلزی دفن شده، سیم‌ها یا کابل‌ها با صرفه‌ترین راه حل هستند. از آنجائی که اثر تخلیه‌های اتمسفری این نوع الکتروود به علت اندوکتانس آن است، استفاده از تعدادی از تسمه‌های کوتاه‌تر موازی با جایگزینی مناسب بهتر از استفاده از یک یا چند تسمه بلند است و عمقی که تسمه‌ها دفن می‌شوند، زیاد مهم نیست. براساس آزمایش‌های استانداردهای موجود، وقتی عمق دفنی از ۰/۵ تا یک متر افزایش می‌یابد مقاومت فقط حدود ۵٪ کاهش می‌یابد. به همین صورت اثر اندازه هادی هم بسیار کم است. [۱۹]

تسمه‌های فلزی با طول کل حداقل سه متر و با سطح کل (دو طرف) حداقل ۰/۵ متر مربع که دست کم در عمق ۰/۴۵ متری سطح زمین دفن شده باشند، تشکیل یک اتصال زمین قابل قبول می‌دهند. ضخامت تسمه‌ها اگر از نوع آهنی یا فولادی باشند نباید از شش میلی‌متر و اگر از نوع گالوانیزه گرم باشند از سه میلی‌متر کمتر باشند. ضخامت تسمه مسی نباید از دو میلی‌متر کمتر باشد. [۲۹]

شکل (۳) در پیوست، تغییرات مقاومت الکتروود زمین برای الکتروودهای فوق را نسبت به تغییر طول برای خاکی با مقاومت یکنواخت ۱۰۰۰۰ اهم سانتیمتر نشان می‌دهد. این الکتروودها باید در برابر حفاریها، خصوصاً در مقابل عملیات کشاورزی، حفاظت شوند.

- برای کاهش مقاومت می‌توان این الکترودها را به صورت موازی نصب کرد. در این حالت مقاومت دو الکترودهای که فاصله آنها ۲۴۰ سانتیمتر است کمتر از ۶۳ درصد مقاومت هر یک از آنها است.

**یادآوری ۱:** معمولی‌ترین جنس این نوع الکترودها، تسمه فولادی گالوانیزه گرم با سطح مقطع  $۳۰ \times ۳/۵$  میلیمتر مربع به طول ۱۰ متر در تماس با زمین، می‌باشد.

**یادآوری ۲:** از الکترودهای تسمه‌ای بخصوص در مناطق صخره‌ای که امکان حفر کانال فقط به شکل غیر منظم وجود دارد، استفاده می‌شود.

### ۵-۱-۷ الکترودهای ورق یا صفحه فلزی

یک ورق یا صفحه فلزی که مساحت آن در دو طرف  $۰/۵$  متر مربع کمتر نبوده و هر دو طرف آن با زمین در تماس باشند، تشکیل یک اتصال زمین قابل قبول خواهد داد. جهت سهولت در اجرا بهتر است صفحه در جهت قائم قرار گرفته و عمق لبه بالائی آن از سطح زمین بهتر است کمتر از  $۱/۵$  متر نباشد. ضخامت صفحه اگر آهنی یا فولادی باشد، نباید از شش میلیمتر و اگر گالوانیزه گرم باشد از سه میلیمتر و اگر از مس باشد از دو میلیمتر کمتر باشد. [۲۹]

**یادآوری:** اینگونه اتصال زمین در ایران بسیار متداول بوده و مخصوصاً اگر در عمق کافی و پائین تر از نم دایمی زمین دفن شود، معمولاً نتیجه خوبی خواهد داشت.

با قراردادن صفحه در داخل لایه‌هایی از خاک ذغال و نمک، به کارائی الکترودها اضافه خواهد شد. اگر در جایی مقاومت یک صفحه بزرگتر از حد نیاز باشد، باید دو یا چند صفحه بصورت موازی بکار برده شوند. در این حالت مقاومت کل بصورت معکوس متناسب با تعداد صفحات است. این صفحات باید در خارج از حوزه اثر یکدیگر قرار گیرند. در خصوص الکترودهای صفحه‌ای، نیز لازم است به موارد زیر که از استاندارد [۱۹] آورده شده‌اند توجه شود.

- سطح مقطع صفحه  $۰/۵$  تا  $۲$  متر مربع و عمق دفن بهینه  $۱/۵$  تا  $۲/۵$  متر است. [۱۹]
- صفحات مسی با ضخامت سه میلیمتر با سطح مقطع دو طرف  $۰/۵$  متر مربع در ایران استفاده زیادی دارد.

تغییرات مقاومت الکترودهای صفحه‌ای نسبت به تغییر سطح مقطع برای دو حالت که صفحه بصورت افقی در سطح زمین و در زیر سطح زمین دفن شده در پیوست، شکل (۱) آورده شده است

### ۸-۱-۵ کابل‌های دفن شده، با هادی خنثی هم مرکز

در سیستم‌هایی که دارای کابل‌های دفن شده با هادی خنثی هم مرکز بوده و طول آنها حداقل ۳۰ متر است، می‌توان از هادی هم مرکز آن به عنوان الکتروود زمین استفاده کرد. هادی خنثی هم مرکز می‌تواند دارای غلافی از جنس نیمه هادی باشد به شرطی که مقاومت ویژه شعاعی آن از ۱۰۰ اهم بیشتر نباشد و در طول بهره‌برداری جنس آن پایدار باقی مانده و دچار تغییرات شیمیایی نشود. مقاومت ویژه شعاعی جنس غلاف، مقداری است که از اندازه‌گیری بر روی واحد طول کابل برای مقاومت موجود بین هادی هم مرکز و روئی که غلاف را احاطه می‌کند به دست می‌آید، یعنی مقاومت ویژه شعاعی عبارت خواهد بود از:

(ضخامت میانگین غلاف روئی هادی هم مرکز) / (مقاومت واحد طول  $\times$  مساحت جانبی واحد طول غلاف) کلیه ابعاد در این رابطه برحسب متر می‌باشند.

در مکان‌هایی که سیستم کابل زیر زمینی موجود باشد. می‌توان از این نوع کابلها برای اتصال زمین استفاده نمود. در اکثر موارد مقاومت زمین این سیستم‌ها کمتر از یک اهم است به طور کلی استفاده کابل غلاف دار، یک مسیر فلزی برای انتقال جریان‌های خطا به نقطه خنثی را فراهم می‌سازد.

**یادآوری:** در ساختمان‌های مسکونی و تجاری عموماً به علت در دسترس نبودن این نوع کابلها، روش فوق استفاده نمی‌شود.

### ۹-۱-۵ الکتروود میله‌ای

استفاده از میله به عنوان الکتروود در سیستم زمین از مرسوم‌ترین روشها برای ایجاد سیستم اتصال زمین در مناطق مسکونی و تجاری است.

- تعدادی میله را می‌توان بصورت موازی با هم بکار برد. در این حالت مقاومت میله‌ها متناسب با عکس تعداد آنها، کاهش می‌یابد به شرط آنکه الکتروودها در خارج از حوزه پتانسیل هم قرار گرفته باشند. در عمل فاصله بین الکتروودها نباید از دو برابر طول الکتروود کمتر باشد.

میله‌هایی که در ایران بکار برده می‌شوند دارای مشخصات زیر هستند:

- این میله‌ها ممکن است متشکل از تعدادی قطعه باشند ولی طول کل آنها نباید از ۲/۴۵ متر کمتر باشد. قطر میله‌های آهنی یا فولادی نباید از ۱۶ میلیمتر کمتر باشد و قطر میله‌ها با روکش مس یا روکش فولاد ضد زنگ یا میله‌های ساخته شده از فولاد ضد زنگ نباید از ۱۲ میلیمتر کمتر باشد. [۲۹]

- نصب الکتروودهای میله‌ای گرانتر از هزینه نصب الکتروودهای صفحه‌ای در یک مساحت مساوی است.

در حالت کلی مطابق با استاندارد [ ۱۹ ] الکترودهای میله‌ای دارای مشخصات زیر هستند:

- میله‌های زمین با قطر ۹/۵، ۱۳، ۱۶، ۱۹ و ۲۵ میلیمتر با طول ۱/۵ تا ۱۲ متر انتخاب می‌شوند. در اکثر کاربردها قطر ۱۲، ۱۶، ۱۹ میلیمتر با طول ۲/۴۵، ۳، ۳/۵ و ۵ متر بکار می‌رود. [ ۱۹ ]
- این میله‌ها می‌توانند برای رسیدن به طولهای بیشتر به یکدیگر متصل گردند. و یا در محل‌هایی بصورت موازی قرار گیرند. و این حالت نسبت به حالتی که میله‌ها بصورت تکی قرار گیرند ارجح است. برای اتصال میله‌ها به یکدیگر بصورت سری می‌توان از پیچ استفاده نمود اما باید توجه داشت که قطر این اتصالات نباید از قطر میله الکتروود بیشتر باشد.
- نکته اصلی در بکار گیری الکترودهای میله‌ای افزایش هزینه نصب و کار بیشتر برای نصب آنها است. برای حل این مشکل می‌توان از میله‌های با قطر ۱/۵ سانتیمتر استفاده کرد. البته در این حالت برای جلوگیری از خم شدن الکترودها باید از چکش‌های میله کوب استفاده کرد.
- در مناطقی که به علل مختلف رسیدن به عمق زیاد برای الکتروود امکانپذیر نیست و به همین علت مقاومت الکتروود زیاد می‌شود، می‌توان الکترودها را در زاویه ۳۰ درجه نسبت به حالت عمودی در خاک کوبید در اینصورت، مقاومت الکتروود کاهش می‌یابد. لذا طول بیشتری وارد خاک می‌شود.
- یادآوری: زاویه کوبیدن الکترودها نباید از ۶۰ درجه نسبت به حالت عمودی تجاوز کند.
- تغییر قطر میله اثر کمی بر روی مقاومت الکتروود دارد (در پیوست - شکل (۲) این مسأله نشان داده شده است).

#### ۱-۱-۵ نکات لازم در خصوص جریان عبوری از الکترودهای زمین و تاثیر اطراف آنها

##### ۱-۱-۵-۱ بار جریانی الکترودهای زمین

- الکتروود زمین باید بگونه‌ای طراحی و انتخاب گردد که ظرفیت انتقال جریان سیستم را داشته باشد. این سیستم باید توانایی تلف کردن انرژی پدید آمده بدون ایجاد خرابی را داشته باشد.
- در حالت کلی، مقاومت الکتریکی خاکها دارای ضریب حرارتی است. اما اگر رطوبت خاک کم شود، مقاومت الکتروود افزایش می‌یابد و در این شرایط در صورت افزایش دما، مقاومت الکتروود نیز افزایش خواهد یافت، در این شرایط اگر در ناحیه‌ای دما به ۱۰۰ برسد، باعث از بین رفتن الکتروود خواهد شد. سه حالت در کار سیستم باید مورد نظر قرار گیرند که عبارتند از:
- بارگذاری طولانی مدت در سیستم در شرایط کار معمول آن
- جریان زیاد کوتاه مدت در شرایط ایجاد خطا در سیستم مانند اتصال مستقیم به سیستم زمین
- جریان زیاد طولانی مدت در هنگام خطاهای امپدانس بالا

۱- بارگذاری طولانی مدت در شرایط بارگذاری نامتعادل در سیستم باعث خرابی در الکترودهای زمین نمی شود به شرط اینکه چگالی جریان در سطح الکتروود از مقدار  $\frac{3}{8}$  میلی آمپر بر سانتیمتر مربع تجاوز نکند.

۲- زمان خطا در هنگام اضافه بار کوتاه مدت متناسب با عکس مقدار بار است این زمان توسط رابطه  $i^2 \rho$  داده شده است که در آن  $i$  چگالی جریان در سطح الکتروود و  $\rho$  مقاومت مخصوص خاک است. ماکزیمم چگالی جریان مجاز برای خاک با رابطه زیر داده شده است.

$$i = \sqrt{\frac{57.66}{\rho t}} \text{ A/cm}^2$$

$t$ : زمان خطای زمین بر حسب ثانیه

$i$ : چگالی جریان بر حسب آمپر بر سانتیمتر مربع

$\rho$ : مقاومت مخصوص خاک بر حسب اهم سانتیمتر

مطالب آورده شده در این بخش قابل استفاده برای الکترودهای صفحه ای نیز می باشند.

#### ۵-۱-۱-۲- شیب ولتاژ در اطراف الکترودهای زمین

در شرایط ایجاد خطا ولتاژ الکتروود زمین نسبت به جرم کلی زمین (زمین با فاصله به اندازه کافی دور از الکتروود) افزایش می یابد. این ولتاژ را می توان با استفاده از جریان خطا و مقاومت الکتروود زمین محاسبه کرد. این اضافه ولتاژ در اطراف الکتروود باعث ایجاد اختلال در خطوط تلفن و کابلهای فرمان و کنترل خواهد شد. گرادیان ولتاژ در سطح زمین ممکن است در شرایط ایجاد خطا باعث خطرات جانی شود.

این مسأله برای مناطق روستایی از شرایطی که خطا سریع برطرف نشود می تواند خطراتی را برای حیوانات اهلی بوجود آورد. همچنین در مزارع اگر الکتروود زمین در نزدیکی مزرعه واقع شده باشد. اگر سر الکتروود زمین در زیر خاک مدفون شده باشد، ماکزیمم گرادیان ولتاژ در فاصله ۱۸۰ سانتیمتر برای یک الکتروود لوله ای با قطر  $\frac{2}{8}$  سانتیمتر نسبت به پتانسیل کل الکتروود حدود ۸۵ درصد کاهش می یابد و اگر سر الکتروود در سطح زمین واقع شده باشد این کاهش برای الکتروودی که ۳۰ سانتیمتر در زمین فرورفته حدود ۲۰٪ و در شرایطی که ۱۰۶ سانتیمتر در زمین فرورفته باشد حدود ۵٪ است. اتصال الکتروود به زمین تا حد امکان مناسب باید باشد تا از خطرات جانبی برای افراد جلوگیری کند.

#### ۵-۱-۱۱- انتخاب جنس فلز برای الکترودهای زمین با توجه به اثرات خوردگی

انتخاب جنس فلز الکتروود زمین باید بر اساس شرایط خاک در محل مورد نظر باشد. در این خصوص نوع خاک، میزان رطوبت و درجه حرارت محیط باید مورد توجه قرار گیرد. نتایج آزمایشهای متعدد بررسی انواع فلزات پس از ۱۲ سال نصب در ادامه آورده شده است.



- الکترودهای مسی ۰/۲ درصد کاهش وزن در سال
- چدن، فولاد نرم، آهن نرم ۲/۲ درصد کاهش وزن در سال
- فولاد نرم با پوشش مس، ۰/۵ درصد کاهش وزن در سال

## ۶ استاندارد اتصالات و شینه‌های زمین در تابلوهای برق

۱-۶ تابلو، اعم از سه فاز یا تک فاز، علاوه بر شینها و ترمینالهای مربوط به قسمتهای برقدار (فازها ونول) باید برای وصل هادیهای حفاظتی (PE) یک شینه یا ترمینال داشته باشد. قابلیت هدایت الکتریکی شین یا ترمینال هادی حفاظتی باید به اندازه هادیهای برقدار باشد. شین یا ترمینال هادی حفاظتی باید نوعی قطعه اتصال دهنده قابل وصل کردن به شین یا ترمینال خنثی داشته باشد. وصل و پیاده کردن قطعه اتصال دهنده باید فقط به کمک ابزار امکانپذیر باشد. چنانچه مدار تغذیه‌کننده تابلو دارای هادی مشترک حفاظتی - خنثی باشد، این هادی به شین حفاظتی وصل و سپس به کمک قطعه اتصال دهنده یاد شده به شین یا ترمینال خنثی اتصال داده می‌شود. کلیه سیم کشیهای داخلی تابلو باید به هادیهای مسی عایق‌دار مناسب با جریان‌های مجاز وسایل حفاظتی و ولتاژ تابلو انجام شود. چنانچه شینها به طرز محکم وثابت نصب شده باشند می‌توانند بدون عایق بندی بوده ولی به هر حال باید رنگ آمیزی شده باشند.

## ۲-۶ علامت گذاری

شینها و ترمینالها باید دارای علامت گذاری مناسب، مشخص و دائمی ، بصورت زیر باشند:

L <sub>1</sub> ,L <sub>2</sub> ,L <sub>3</sub>	فازها
N	خنثی
PEN	حفاظتی - خنثی
PE	حفاظتی

۳-۶ بدنه تابلو باید مجهز به ترمینال علامت گذاری شده اتصال زمین باشد و این ترمینال به شین یا ترمینال حفاظتی (PEN) یا (PE) وصل شود.

یادآوری : در تابلوهای بزرگ که کلیه مدارهای ورودی و خروجی آن دارای هادی مشترک حفاظتی - خنثی (PEN) هستند می‌توان از نصب شین (هادی) حفاظتی (PE) صرف‌نظر کرد.

## ۷ استاندارد پریزهای با اتصال زمین

پریزهای برق تک فاز، دوفاز و سه فاز که ولتاژ اسمی آنها از ۵۰۰ ولت و جریان اسمی آنها از ۲۵ آمپر تجاوز نمی‌کند و جعبه‌های مربوط باید بر اساس استاندارد مرجع [ ۱۱ ]، تولید شده باشند.

پریزهای صنعتی که ولتاژ اسمی آنها از ۵۰۰ ولت و جریان اسمی آنها از ۱۰۰ آمپر تجاوز نمی کند ، باید منطبق با استاندارد شماره [۱۱] باشد.

پریزهای با اتصال زمین برای وسایلی مثل یخچال، کولر، لباسشویی و... به کار می روند. از نظر شرایط نصب، پریزها شامل پریزهای با نصب روکار و پریزهای با نصب توکار می باشند. از نظر میزان حفاظت در برابر رطوبت، به پریزهای معمولی، پریزهای حفاظت شده در برابر پاشش آب IP44 و پریزهای حفاظت شده در برابر پاشیده شدن آب با فشار IP45 دسته بندی می گردند. در مورد سایر پریزها، شامل پریزهای قفل شو، پریزهای ریش تراش، پریزهای بی خطر و پریزهای صنعتی، بطور کلی از نظر درجه حفاظت باید مقررات استاندارد [ ۱۳ ] رعایت شوند.

## ۱-۷ مشخصات اتصال زمین و پریزها

۱-۱-۷ پریزهای اتصال زمین باید طوری ساخته شده باشند که اتصال زمین قبل از سایر اتصالاتی حامل جریان وصل شوند و باید در موقع قطع اتصال برق اتصالاتی حامل جریان قبل از اتصال زمین از پریز قطع شوند.

۲-۱-۷ ترمینال اتصال زمین پریزهای متحرک که دارای اتصال زمین هستند باید در داخل قرار گرفته باشد.

ترمینال اتصال زمین در پریزهای ثابت باید به پایه یا قسمتی که بطور محکم به پایه متصل است، نصب باشد.

اتصال زمین در پریزهای ثابت باید روی پایه یا درپوش نصب شده باشد در صورتی که روی درپوش نصب شده باشد، باید در موقع گذاشتن درپوش اتصال زمین به ترمینال اتصال زمین خود به خود وصل شود. قطعه های اتصال زمین و ترمینال اتصال زمین باید روکش نقره داشته یا به همان اندازه در برابر زنگ زدگی و سایش محافظت شده باشند. این اتصال باید در تمام شرایط ممکن نصب عادی از جمله شل شدن پیچ های محکم کننده در پوش یا نصب کردن بدون دقت پریز و غیره ، برقرار باشد.

۳-۱-۷ کلیه پریزها، اعم از تک فاز یا سه فاز، باید برای حفاظت یک اتصال اضافی داشته باشند.

۴-۱-۷ جریان نامی پریزهای یک فاز باید حداقل ۱۶ آمپر و ساختمان آنها به نوعی باشد که وصل دو شاخه های دوبل معمولی ( بدون اتصال به هادی حفاظتی ) به آنها امکان پذیر نباشد، درحالی که باید بتوان دو شاخه های مخصوص لوازم دارای عایق بندی مضاعف را که به هادی حفاظتی احتیاج ندارند به آنها وصل کرد.

۵-۱-۷ در حمام منازل که فضا نمناک یا موقتا نمناک به حساب می‌آید باید کلید و پریز را خارج حمام نصب کرد یا لااقل ۶۰ سانتیمتر بطور افقی از دیواره خارجی وان و ۲/۲۵ متر بطور عمودی از کف حمام دور باشد.

۶-۱-۷ در محوطه دوش نباید کلید و پریز وجود داشته باشد.

۷-۱-۷ پریز حمام باید دارای اتصال زمین باشد و در خارج محوطه ممنوع نصب شود.

۸-۱-۷ کلید و پریز و چراغ بایستی در مقابل قطره آب محفوظ باشد. چراغهای نصب شده در محدوده دوش در حمام باید دارای درجه حفاظتی IP44 یا بیشتر باشند. در کلیه حمامها صرفنظر از اینکه وسایل نصب ثابت در آنها وجود داشته باشد یا نه برای هم ولتاژ کردن، باید همبندی اضافی انجام شود و شامل موارد زیر باشد:

- وان یا زیردوشی فلزی، لوله‌های آب سرد و گرم، بدنه‌های هادی و لوله‌های فلزی فاضلاب
- لوله‌های حرارت مرکزی یا هرنوع لوله دیگرهادیهای حفاظتی مدارهای پریز و روشنایی

## ۲-۲ مشخصات پریزهای ساختمان

۱-۲-۷ در تأسیسات برق ساختمان، چنانچه سیستم برق تکفاز ۲۳۰ ولت استفاده شود پریز حداقل ۲۵۰ ولت و دارای اتصال زمین باشد.

۲-۲-۷ در تأسیسات برق ساختمان چنانچه سیستم برق سه فاز ۴۰۰ ولت استفاده شود پریز حداقل ۵۰۰ ولت و ۱۶ آمپر و دارای اتصال زمین باشد.

۳-۲-۷ اگر از سیستم برق ۶۰ ولت و ولتاژهای پایین‌تر استفاده شود می‌توان از پریز مخصوص بدون اتصال زمین استفاده کرد.

۴-۲-۷ پریزهای سه فاز دارای یک یا دو اتصال اضافی برای وصل هادی حفاظتی یا هادیهای حفاظتی و خنثی باشد.

۵-۲-۷ اگر از پریزهای سه فاز دارای یک اتصال اضافی استفاده شود، این اتصال باید منحصرأً برای وصل به هادی حفاظتی اختصاص داده شود.

۶-۲-۷ پریزهایی که در کف نصب می‌شوند باید مجهز به درپوش مخصوص و نشکن باشند این گونه پریزها باید برای اماکن مرطوب و خارج ساختمانها از نوع حفاظت شده در برابر رطوبت و نفوذ آب و برای مناطق خشک از نوع معمولی و برای مناطق آسیب پذیر از نوع ضد انفجار انتخاب شوند.

## ۸ سیستمهای لوله کشی برق

کلیات : مجری تأسیسات برق با یادآوری به نقشه‌های ساختمانی و تأسیسات باید عملیات مربوط به لوله کشیهای برق و همچنین نصب تأسیسات برق را با سایر فعالیتها هماهنگ نمایند.

### ۱-۸ لوله گذاری توکار و روکار و مقررات مربوط

۱-۱-۸ در ادارات و فروشگاهها نباید از سیم کشی روکار استفاده شود.

۲-۱-۸ کشیدن سیمهای ولتاژ ضعیف مثل زنگ اخبار و تلفن با سیمهای برق در همان لوله جایز نیست.

۳-۱-۸ در مکانهای مرطوب ، لوله کشی روکار باید به نحوی انجام شود که بین لوله و سطح اتکاء حداقل شش میلیمتر فاصله وجود داشته باشد.

۴-۱-۸ در مکانهای آسیب پذیر که ایجاد جرقه خطرناک است مثل محللهایی که گازهای قابل احتراق و قابل انفجار، مواد نفتی، رشته‌های قابل اشتعال معلق در فضا و مانند آن وجود دارد باید کلیه لوله‌کشیهای برق براساس طبقه‌بندی و استانداردهای وزارت نفت و IEC انجام شود.

۵-۱-۸ حداقل فاصله بین لوله‌های برق و سایر لوله‌های تأسیساتی از قبیل آب، گاز ، بخار و امثال آن باید ۱۵ سانتیمتر باشد.

۶-۱-۸ در مکانهای مرطوب یا در جایی که لوله در بتن یا زیر خاک و امثال آن دفن می‌شود، اتصال باید چنان باشد که از ورود آب به داخل لوله‌ها جلوگیری کند.

۷-۱-۸ نصب لوله‌های برق بایستی طوری صورت گیرد که بخار آب نتواند در آنها نفوذ کند زیرا ممکن است در اثر تغییر درجه حرارت در آنها آب جمع شود که باعث فساد و تخریب ایزولاسیون می‌گردد.

۸-۱-۸ دهانه ورودی لوله‌هایی که از ساختمان خارج و یا به ساختمان وارد می‌شوند باید در برابر بخار آب و گاز مسدود شوند

۸-۱-۹ کابینتها، کابل‌های زره‌دار، جعبه‌های تقسیم و مجاری فلزی و لوازم لوله‌کشی مربوطه، باید به سیستم زمین متصل شوند.

۸-۱-۱۰ چنانچه لوله برق با جاده یا لوله‌های آب و گاز و مانند آن تقاطع داشته باشد باید از غلاف محافظ فلزی مناسب استفاده شود.

۸-۱-۱۱ کلیه لوازم الکتریکی باید بطور مستقل روی دیوارها نصب شوند و اتکایی به لوله‌های برق مجاور خود نداشته باشد.

## ۹ کلید

این استاندارد برای کلیدهای تأسیسات الکتریکی که ولتاژ اسمی آنها ۲۵۰ ولت تک فاز و ۵۰۰ ولت برای دو فاز و سه فاز و جریان اسمی آنها ۱۰ آمپری باشد محدود می‌گردد. همینطور جعبه‌های مربوط به آنها باید منطبق با مشخصات مندرج در آخرین اصلاحیه استاندارد شماره ۴۶۲ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ساخته شده باشند. در مواردیکه استاندارد ملی موجود نباشد باید با استانداردهای [۷] و [۲] مطابقت نماید.

## ۱۰ پیش بینی برای اتصال زمین

۱۰-۱ قسمتهای فلزی در دسترس که ممکن است در اثر خرابی عایق‌بندی برقدار شوند باید به ترمینال داخلی و اتصال زمین بطور دائم و مطمئن متصل باشند.

۱۰-۲ کلیدهای محافظت شده در برابر چکیدن قطرات آب یا پاشیده شدن آب و غیره قابل نفوذ در مقابل آب که درپوش عایق دارند و دارای بیش از یک ورودی هادی می باشند بمنظور برقراری اتصال زمین دائمی باید با یک ترمینال اتصال زمین داخلی مجهز باشند.

۱۰-۳ فلز ترمینال اتصال زمین باید از جنسی باشد که تماس موجب خوردگی آن نشود. پیچ و سایر قسمتهای ترمینال اتصال زمین باید از برنج یا فلز زنگ‌نزن دیگری ساخته شوند و سطح تماس آنها باید لخت باشد.

۱۰-۴ شستی تک فشاری و مشابه آنها باید از جنس عایق ساخته شده باشد. درپوش وسایر قسمتهای در دسترس کلیدهای معمولی نیز باید از جنس عایق باشد. درپوش کلیدهای توکار در صورتی که یک طبقه آستری عایق داشته باشد که هیچگونه احتمال اتصال اتفاقی بین قسمتهای برقدار و پیچهای محکم کننده درپوش وجود نداشته باشد می‌توانند از فلز باشند.

## ۱۱ تاسیسات الکترونیکی و مخابراتی

یادآوری: تاسیسات الکترونیکی و مخابراتی شامل سیستمهای زیر می‌باشند:

- تلفن، شامل تلکس، فاکس، رایانه و نظایر آن
- اعلام حریق
- زنگ اخبار، احضار و ارتباط با در ورودی
- پخش صوت، پیام رسانی
- آنتن مرکزی تلویزیونی و رادیو
- سیستمهای دیگر تلویزیون مدار بسته، دزدگیر، ساعت مرکزی و غیره
- ۱- کلیه مقررات عمومی مربوط به مدارها و لوازم قدرت (کابل کشی - سیم کشی - و پریز و کلید و...) در مورد مدارهای تاسیساتی جریان ضعیف نیز صادق است.
- ۲- جعبه تقسیمهای سیستم تلفن باید با توجه به توسعه‌های بعدی پیش‌بینی شوند و برای اتصالات اضافی، محل کافی داشته و به ترمینال زمین مجهز باشند.
- ۳- کابلهای مورد استفاده در سیستمهای تلفن باید نوعی شیلد فلزی (فویل زره‌دار یا نظایر آن) داشته باشند که شامل یک رشته‌هادی مخصوص اتصال زمین باشد.
- ۴- اتصالات بین جعبه تقسیمها و محل دستگاه تلفن باید سه رشته هادی (شامل زمین) داشته باشند.
- ۵- هادیهای اتصال زمین سیستمها و کابلهای تلفن باید از طریق یک هادی حفاظتی، ترمینال زمین جعبه اصلی تلفن یا مرکزی تلفن را به الکتروود زمین ساختمان متصل کنند.

## ۱۲ هادی های مورد نیاز برای سیم کشی حفاظتی در ساختمانها

انتخاب سطح مقطع سیم حفاظتی زمین در ساختمانهای مسکونی و تجاری باید بر اساس سطح مقطع سیم فاز انجام پذیرد، در این بخش جدولی برای انتخاب سطح مقطع سیم حفاظتی زمین ارائه شده است. (جدول (۱))

استاندارد ساخت: سیمهای مورد نیاز در تاسیسات ساختمان باید از جنس مسی با پوشش PVC یا پوشش لاستیکی (طبیعی - مصنوعی یا مخلوطی از آن دو) و حداقل ولتاژ ۴۵۰ ولت بوده و مطابق استانداردهای ملی ایران و یا سایر استانداردهای اشاره شده در بخش مراجع الزامی ساخته شده باشند.

**پارامترهای تعیین سطح مقطع هادیها :**

الف - حداکثر دمای مجاز

ب - افت ولتاژ مجاز

ج - تنشهای الکترومکانیکی که ممکن است در اثر اتصال کوتاه آنها بوجود آیند.

د- تنشهای مکانیکی خارجی که ممکن است در هادیها ایجاد شوند.

ه- حداکثر مقاومت ظاهری با یادآوری به عمل وسیله حفاظتی در برابر اتصال کوتاه

- سطح مقطع انواع سیمهای هادی جریان که در شبکه برق مورد استفاده قرار می گیرند مطابق جدول زیر وهمچنین رنگهای ترجیحی مورد استفاده در سیستم نصب ثابت و رنگ رشته کابلهای مورد استفاده در این سیستم نیز آمده است. سطح مقطع سیم هادی حفاظتی زمین با توجه به سطح مقطع سیم فاز در جدول (۲) آورده شده است.

جدول ۱ - حداقل سطح مقطع هادی [۶]

سطح مقطع هادی فاز در تاسیسات S (میلیمترمربع)	حداقل سطح مقطع هادی حفاظتی متناسب با هادی فاز S (میلیمترمربع)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	۱۶
$S > 35$	$S/2$

جریان مورد نیاز جریان نامی فاز است.

جدول ۲- سطح مقطع سیم فاز [۲۱]

IEC, VDE
سطح مقطع سیم فاز به میلی‌متر مربع
۰/۷۵
۱/۵
۲/۵
۴
۶
۱۰
۱۶
۲۵
۳۵
۵۰
۷۰
۹۵
۱۲۰
۱۵۰
۱۸۵
۲۴۰
۳۰۰
۴۰۰

یادآوری: حداقل سطح مقطع هادی مس برای سیستم روشنایی ساختمانهای مسکونی و تجاری باید ۱/۵ میلی‌متر مربع و برای پریزها ۲/۵ میلی‌متر مربع باشد.



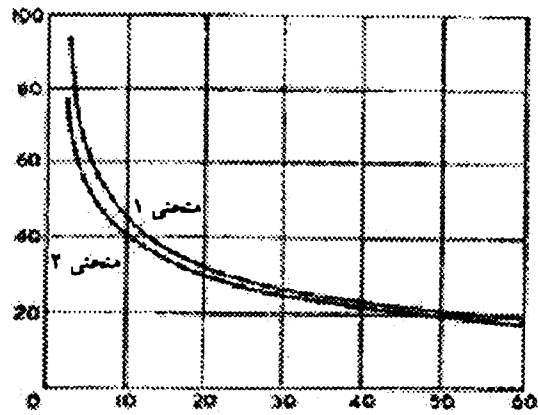
جدول ۳- رنگ هادیهای فاز، حفاظتی و خنثی

تعداد هادی / نوع هادی	فاز	حفاظتی	خنثی
۱	سیاه	سبز و زرد (راه راه)	آبی کمرنگ
۲	سیاه و زرد - سیاه و قرمز قرمز و زرد	سبز و زرد (راه راه)	آبی کمرنگ
۳	سیاه - زرد - قرمز	سبز و زرد (راه راه)	آبی کمرنگ

( رنگ هادیهای مدار )

تعداد رشته‌ها	با هادی حفاظتی	بدون هادی حفاظتی	با هادی هم مرکز
۲	سبز و زرد - سیاه	قهوه‌ای - آبی روشن	سیاه - آبی روشن
۳	سبز و زرد - سیاه - آبی روشن	سیاه - آبی روشن - قهوه‌ای	سیاه - آبی روشن - قهوه‌ای
۴	سبز و زرد - سیاه - آبی روشن - قهوه‌ای	سیاه - آبی روشن - قهوه‌ای - سیاه	سیاه - آبی روشن - قهوه‌ای - سیاه
۵	سبز و زرد - سیاه - آبی روشن - قهوه‌ای	سیاه - آبی روشن - قهوه‌ای - سیاه	سیاه با شماره‌های چاپ شده روی رشته

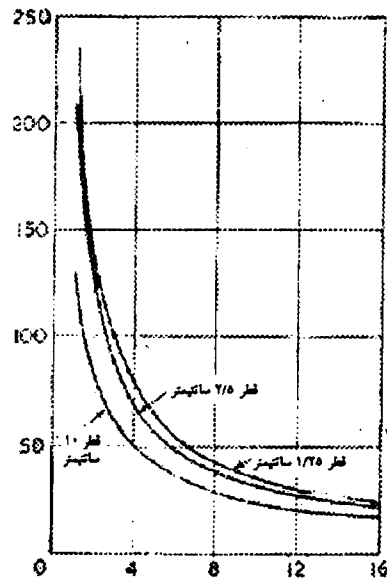
## پیوست الف:



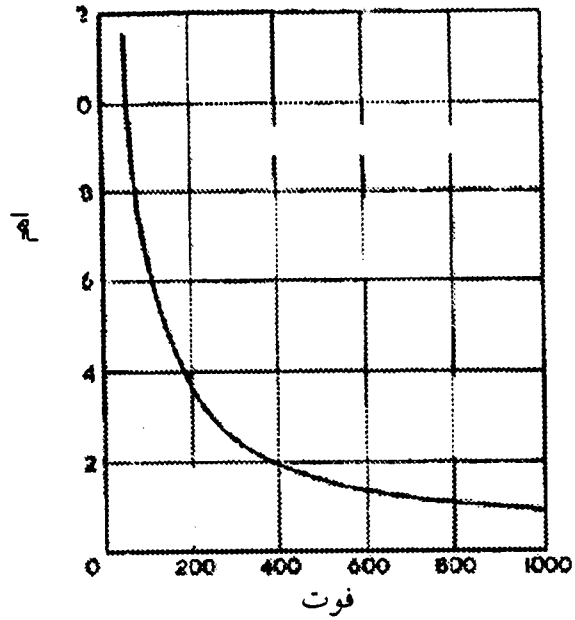
منحنی ۱: صفحه دایره‌ای شکل واقع در سطح زمین

منحنی ۲: صفحه دایره‌ای شکل واقع در عمق ۱/۲ متری زیر سطح زمین بصورت افقی

شکل ۱- تغییرات مقاومت الکترودهای صفحه‌ای نسبت به سطح، برای یک خاک یکنواخت با مقاومت مخصوص ۱۰۰۰۰ اهم سانتیمتر



شکل ۲- اثر تغییر طول و قطر بر مقاومت اتصال زمین الکترودهای در خاک با یکنواخت با مقاومت مخصوص ۱۰۰۰۰ اهم

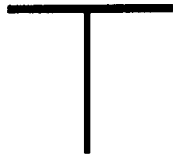


تسمه با پهناي ۲/۵ سانتيمتر

شکل ۳ - اثر تغيير طول بر مقاومت اتصال زمين يک الکتروود تسمه‌ای که در عمق ۴۶ سانتيمتری زمين دفن شده است . در يک خاک يکنواخت با مقاومت مخصوص ۱۰۰۰۰ اهم سانتيمتر



ساده



سپری



نیشی



ناودانی

شکل ۴ - انواع الکتروودهای لوله‌ای

جدول ۱- مشخصات انواع الکترودها در سیستم زمین ساختمانهای مسکونی و تجاری و نکات کاربردی آنها

مشخصات					نوع الکتروده
ملاحظات	قطر	طول	جنس	مرجع	
<p>۱- در ایران از الکتروده میله‌ای فولادی با روکش مس به قطر ۱۲ میلیمتر با طول ۲/۴۵ متر استفاده می شود.</p> <p>۲- اگر در هنگام کوبیدن با لایه سنگی برخورد شود ، عمق دفن الکتروده می تواند کمتر از ۲/۴۵ متر باشد و یا از الکتروده دیگری استفاده کرد.</p> <p>۳- اتصال به الکتروده حداقل ۳۰ تا ۵۰ سانتیمتر زیر سطح زمین باشد .</p> <p>۴- اگر الکتروده در محدوده تجهیزات نصب شده بر روی سکو یا محدوده اتاقک یا چاهک آدم رو باشد، عمق دفن می تواند به ۲/۳ متر کاهش یابد.</p>	<p>آهنی :حداقل ۱۶ میلیمتر</p> <p>روکش دار:حداقل ۱۲ میلیمتر</p>	حداقل ۲/۴۵ متر	<p>آهنی، فولادی</p> <p>با روکش مسی</p> <p>یا بدون روکش مسی</p>	استاندارد توزیع	الکتروده میله‌ای
	<p>۳- اتصال به الکتروده حداقل ۳۰ تا ۵۰ سانتیمتر زیر سطح زمین باشد .</p> <p>۴- اگر الکتروده در محدوده تجهیزات نصب شده بر روی سکو یا محدوده اتاقک یا چاهک آدم رو باشد، عمق دفن می تواند به ۲/۳ متر کاهش یابد.</p>	<p>۱۹ ، ۱۳ ، ۹/۵ و ۲۵ میلیمتر</p>	<p>۳/۵ ، ۳ ، ۲/۴۵ و ۵ متر</p>	<p>آهنی، فولادی</p> <p>با روکش مسی</p> <p>یا بدون روکش مسی</p>	
ملاحظات	مساحت	ضخامت	جنس	مرجع	الکتروده صفحه‌ای
<p>۱- در ایران از الکتروده صفحه‌ای از جنس مس با ابعاد ۵۰×۵۰ سانتیمتر مربع با ضخامت پنج میلیمتر استفاده می شود.</p> <p>۲- اگر صفحه در جهت قائم دفن شود ، فاصله لبه بالایی آن از سطح زمین نباید کمتر از ۱/۵ متر باشد .</p> <p>۳- عمق دفن بهینه ۱/۵ تا ۲/۵ متر است .</p> <p>۴- اگر صفحات بصورت موازی قرار گیرند فاصله آنها نباید کمتر از دو متر باشد، فاصله بهینه نه متر است .</p>	<p>حداقل ۰/۵ متر مربع (دو طرف)</p>	<p>آهنی حداقل شش میلیمتر</p> <p>گالوانیزه حداقل سه میلیمتر</p> <p>مسی حداقل دو میلیمتر</p>	<p>آهنی، فولادی</p> <p>گالوانیزه گرم و مسی</p>	استاندارد توزیع	
	<p>۱/۹ تا ۰/۵ متر مربع</p>	-	<p>آهنی، فولادی</p> <p>گالوانیزه گرم و مسی</p>	<p>استانداردهای دیگر (IEEE, IEC)</p>	

سطح کل (دو طرف)	طول	جنس	مرجع	الکتروود تسمه‌ای
حداقل ۰/۵ متر مربع	حداقل سه متر	آهنی، فولادی گالوانیزه گرم و مسی	استاندارد توزیع	
طول	قطر	جنس	مرجع	الکتروود سیمی
حداقل ۳۰ متر	حداقل چهار میلیمتر	مسی	استاندارد توزیع	
طول	سطح مقطع	جنس	مرجع	الکتروود داخل بتن
حداقل شش متر	مسی: حداقل ۲۵ میلیمتر مربع فولاد: حداقل ۸۰ میلیمتر مربع (قطر کمتر از ۱۰ میلیمتر نباشد)	میله فلزی سازه فلزی یا سیم فلزی	استاندارد توزیع	

## پیوست ب:

### جدول انواع بستها برای اتصال سیستم زمین

جدول ۱ - انواع بستها برای اتصال سیستم زمین در مناطق مسکونی و تجاری [۲۰]

<p>استفاده از پیچ برای الکترودهای میله‌ای باید بصورتی باشد که قطر اتصال از قطر میله الکتروود بیشتر نباشد. برای اتصال سری میله‌ای بهتر است از کویلینگ یا بوشن شبیه به بوشن لوله‌های فلزی آب استفاده کرد. در این شرایط باید سر میله را رزوه نمود.</p>	<p>الکترودهای میله‌ای</p>
<p>هادی زمین با یک کابلشوی مسی با حداقل دو عدد پیچ با مهره‌های قفل کننده که کابلشو می تواند از نوع پرسی باشد به صفحه متصل می شود . و یا می توان از اتصالات جوش اکسیژن (لحیم سخت) استفاده کرد.</p>	<p>الکتروود صفحه ای</p>
<p>بست اتصال هادی زمین نباید از جنس آلومینیم یا آلیاژهای آهن باشد. بست با پیچ محکم به دور لوله بسته می شود.</p>	<p>الکتروود لوله‌ای</p>
<p>برای سیمهای مسی از روش جوش حرارتی یا اتصال فشاری استفاده می شود.</p>	<p>سیم های مسی</p>
<p>سیستم الکتریکی برای وصل به زمین می تواند به کمک جوشکاری یا با استفاده از پیچ برنزی که مهره آن در یکی از عضوهای بدنه اسکلت قلاویز شده است به اسکلت سازه وصل شود.</p>	<p>از یک میله فولادی مشابه میلگردهای بتن به کمک جوشکاری یکی از میلگردهای قائم را به آنکربولت اسکلت وصل کند.</p>
<p>از یک میله مسی یا حداقل ۲۵ میلیمتر مربع سطح مقطع با میله فولادی اتصال داده شود. سیستمهای قسمت هادی مس توسط یک ماده الاستیک پوشانده شوند.</p>	<p>از یک الکتروود سیمی یا میله‌ای مستقر در داخل حجم بتن استفاده می شود.</p>