

## ایمنی برق ۲

# Electrical Safety 2

رضا غلام نیا

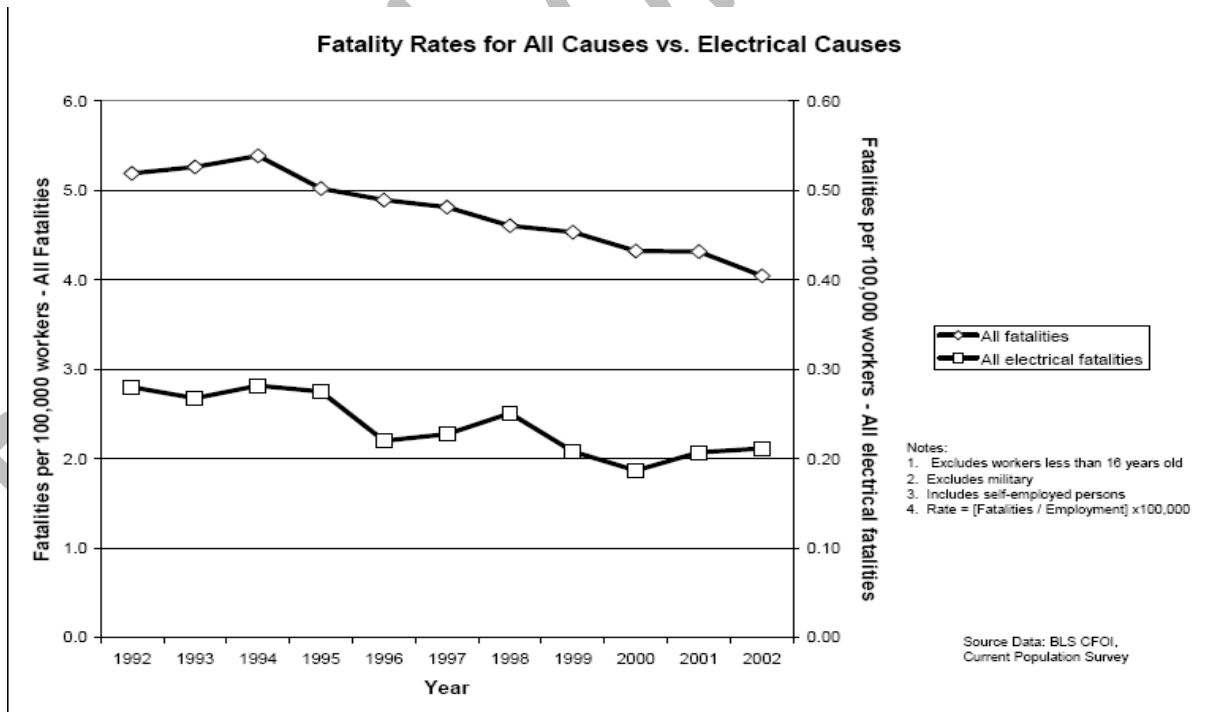
عضو هیئت علمی دانشکده سلامت، ایمنی و محیط زیست

دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

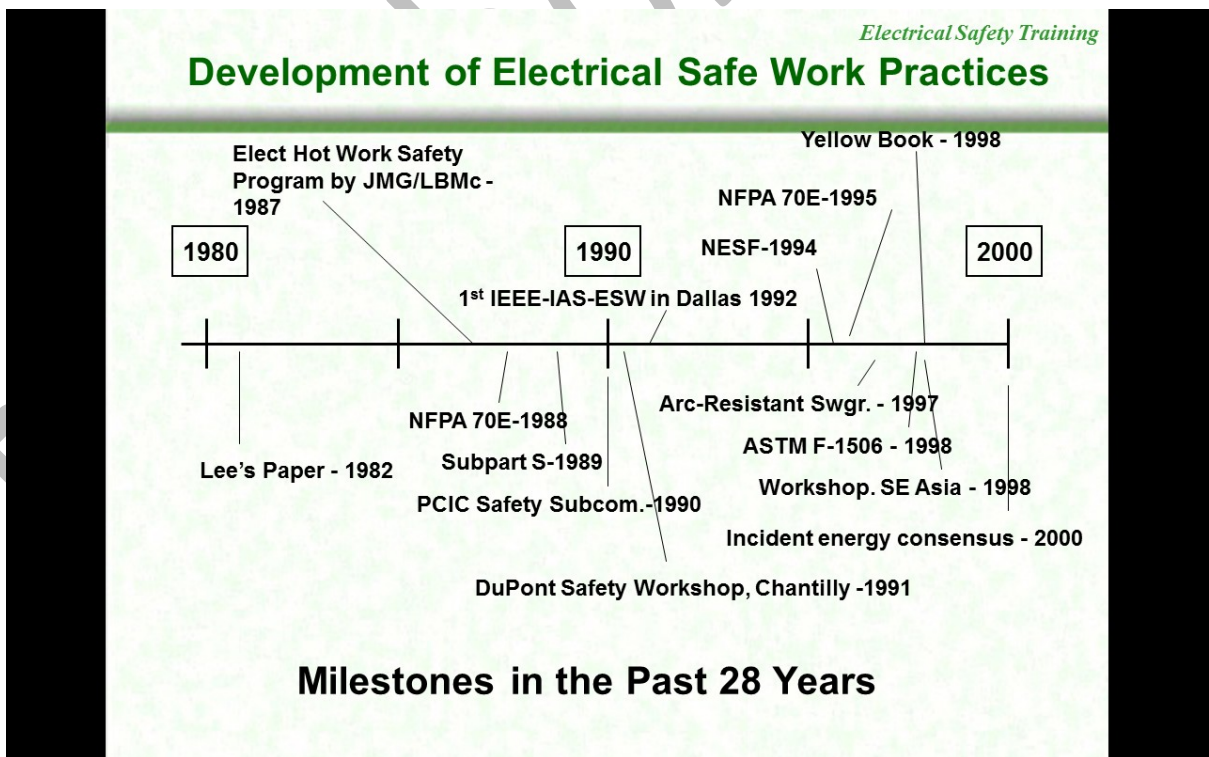
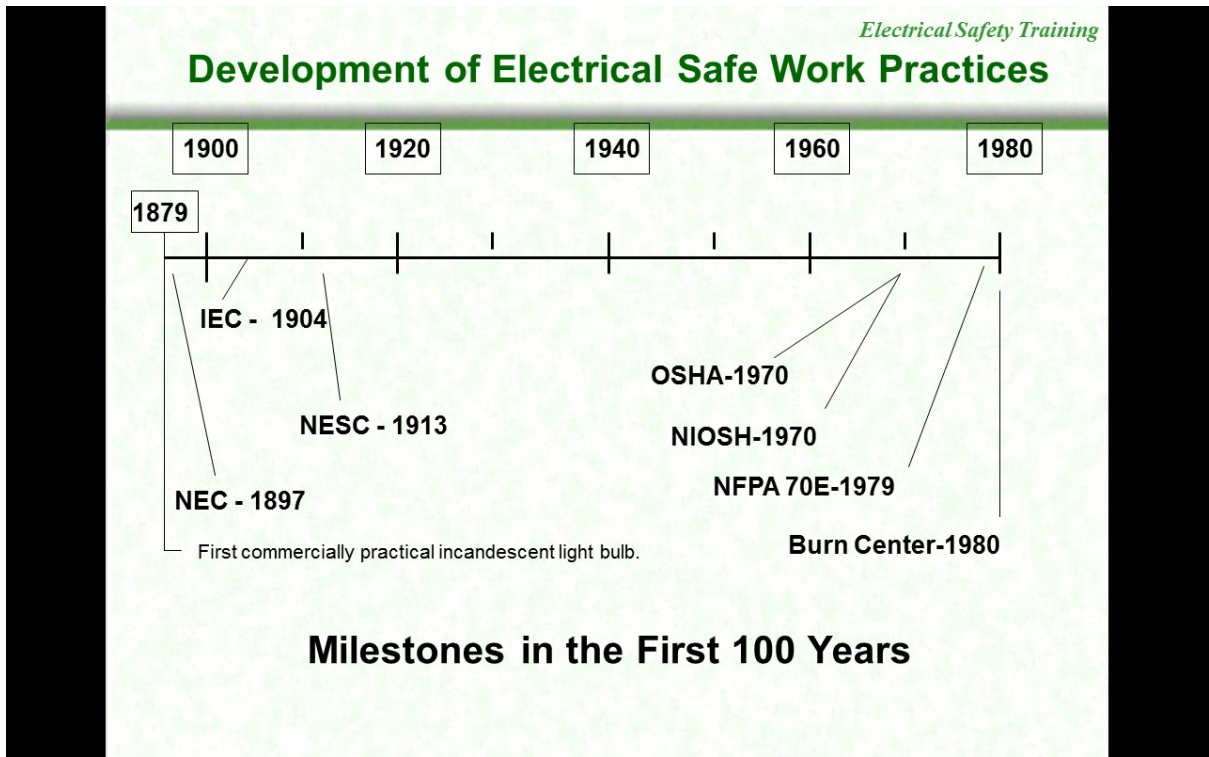
۰۹۱۲۴۷۷۱۹۷۸

Reza\_gholamnia@yahoo.com

Electrical Safety Program – NIOSH



Development of Electrical Safe Work Practices



## Development in Electrical Safety OSHA & NFPA-70E

### Occupational Safety & Health Administration

OSHA 29 CFR 1910.119 Process Safety Management

OSHA 29 CFR 1910.137 Electrical Protective Equipment

OSHA 29 CFR 1910.145 Specification for Accident Prevention & Tags

OSHA 29 CFR 1910.147 The Control of Hazardous Energy (LO/TO)

OSHA 29 CFR 1910.254 Subpart Q – Welding, Cutting and Brazing

OSHA 29 CFR 1910.269 Subpart R- Generation, & Distribution

OSHA 29 CFR 1910.301 Subpart S thru 1910.399 - Utilization

OSHA 29 CFR 1926.400 Subpart K thru 1926.499 -

OSHA 29 CFR 1926.950 Subpart V- Construction

### تجزیه و تحلیل مرگ و میر های اتفاق افتاده

✓ نقص تجهیزات تابلو (تماس عضو برقدار با بدنه- قرارگیری نامناسب تجهیزات، وایرینگ نامناسب و موارد مشابه)

✓ انجام عملیات مانور روی کلیدهای پر بار توزیع (کلید اتوماتیک- فیوز کات اوت)

✓ اضافه بار شدن فیدرها

✓ نامگذاری غلط فیدرهای فشار متوسط و ایجاد اشتباه بین اپراتور پست و گروه عملیات و در نتیجه ایجاد اشتباه در تشخیص فیدر بی برق

✓ استفاده از ابزار نامناسب جهت آزمایش فازهای شبکه فشار ضعیف

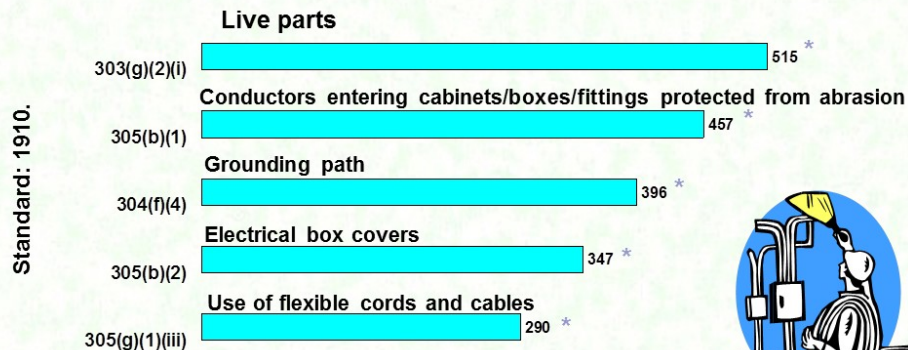
✓ نقص عملکرد فیوزها (عمل نکردن فیوزهای فشار ضعیف در محدوده نامی خود)

✓ برگشت ولتاژ از سمت مشترکین از طریق ترانس و ایجاد حادثه به علت ارت نشدن محدوده کار

- ✓ کار در شرایط بارانی و اصابت صاعقه به محدوده کار
- ✓ تشخیص غلط محدوده ایمن و غیرایمن
- ✓ جابجایی کابل فیدر داخل تابلو بدون قطع برق تابلو (قطع فیوز کات اوت)
- ✓ ایجاد تماس غیر مستقیم با شبکه از طریق بدن فرد متصل به شبکه
- ✓ انجام عملیات شاخه زنی در شرایط برقدار
- ✓ عبور شبکه فشار متوسط در نقاط مختلف از روی فیدرهای مشابه دیگر و برقدار شدن خط بی برق
- ✓ دو فاز شدن شبکه مشترکین بعلمت تماس پیچ راک مقرر نول با هادی فاز
- ✓ شکسته شدن تیر حامل کارگر بعلمت برداشت ناگهانی بار هنگام جمع آوری شبکه متصل به آنها
- ✓ برگشت موج صاعقه از طریق زمین الکتریکی (ارتینگ الکتریکی) بعلمت پایین بودن فاصله بین چاه ارت الکتریکی و حفاظتی
- ✓ برقدار شدن هادی معابر در اثر عملکرد فتوسل و حادثه برای کارگر
- ✓ ایجاد کار در یک محدوده شبکه توسط گروههای ناهماهنگ
- ✓ اشتباه در تشخیص فیدر بی برق شده روی پایه حامل دو فیدر مجزا
- ✓ برقدار شدن شبکه فشار ضعیف تحت عملیات در اثر تماس هادی با شبکه فشار متوسط برقدار بالای آن
- ✓ ایجاد حریق گسترده در مزارع کشاورزی بعلمت کلید زنی فشار متوسط (سکسیونر)
- ✓ تماس بوم جراثقال با شبکه فشار متوسط برقدار هنگام کار گروه زیر خط برقدار
- ✓ تماس هادی شبکه مخابرات بیابانی با شبکه فشار متوسط بعلمت عدم رعایت حریم
- ✓ کابلکشی غیراستاندارد و ایجاد حادثه بعلمت لختی کابل پس از برداشته شدن پوشش کابل توسط عوامل غیرمجاز
- ✓ کابلهای برقدار سرگردان (رها شده)
- ✓ تماس کامیون حامل مصالح ساختمانی با شبکه برقدار

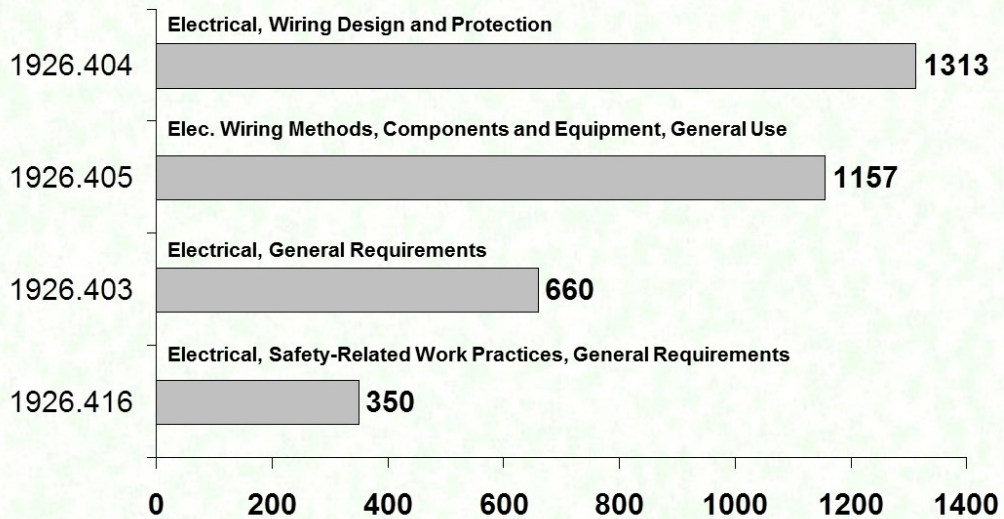
- ✓ تماس نردبان فلزی آتش نشانان با شبکه فشار متوسط برقدار
- ✓ تماس برخی مصالح ساختمانی فلزی حمل شده توسط کارگران با شبکه برقدار
- ✓ سقوط تیر بر روی همکاران و همچنین شکستگی تیر فشار متوسط به علت نقص در تجهیزات بالابر
- ✓ استفاده از هادی برقدار بجای طناب برای خشک کردن لباس، بعلت رعایت نشدن حریم شبکه فشار ضعیف روستایی و ضعف اطلاعات مشترکین نسبت به خطرات برق
- ✓ تماس آنتنی بیسیم نظامی هنگام مانور با شبکه فشار متوسط عبوری از خیابان با ارتفاع کم از سطح زمین
- ✓ بازبودن درب تابلوهای توزیع و پست زمینی
- ✓ تداخل هادی های دو ترانس در شبکه های خروجی (استفاده از نول یک ترانس برای شبکه ترانس مجاور)
- ✓ نصب دو هادی فاز از دو ترانس مجزا بر روی شیارهای یک مقره فشار ضعیف (هر کدام روی یک شیار) در پایه انتهایی
- ✓ سقوط کارگران تعمیراتی معابر از ارتفاع بعلت نقص فنی بالابر
- ✓ سقوط شبکه ۲۰ کیلوولت تحت کشش بر روی شبکه فشار ضعیف بعلت پارگی سیم مهار

## Subpart S – Electrical (1910.301 - 399)



\*Average number of Federal OSHA citations issued between 2000 and 2003

## Top Electrical Citations in Construction (FY 2005)



Citation statistics from Federal OSHA data for OSHA fiscal year 2005

## ترمیمولوژی ایمنی در صنعت برق Terminology of Safety in Electrical Industry

### ■ انرژی

انجام هر کار یا فعالیتی مستلزم صرف مقداری انرژی است. از انواع انرژی می توان انرژی شیمیایی، مکانیکی (جنبشی، پتانسیل)، الکتریکی، خورشیدی، باد، حرارتی و هسته ای و ... را نام برد.

### انرژی الکتریکی:

در مقایسه انرژیهای مختلف با هم انرژی الکتریکی حائز اهمیت خاصی بوده و از مزایای زیر برخوردار است:

الف- انتقال به فواصل زیاد به سهولت انجام می گیرد.

ب- راندمان نسبتاً بالایی دارد.

ج - انرژی انتقالی از نظر کمیت و مقدار محدودیتی ندارد.

د - کنترل و تبدیل و تغییر آن به انرژی های دیگر به سهولت انجام می گیرد.

ه - از تبدیل تقریباً تمامی انرژی های دیگر بدست می آید.

جریان **Current**: مقدار بار الکتریکی

مقاومت **Resistance**: مقاومت در برابر جریان

ولتاژ **Voltage**: مقدار نیروی الکتریکی

هادی **Conductor**: موادی نظیر فلزات که مقاومت کمی نسبت به الکتریسته دارند.

عایق ها **Insulators**: موادی نظیر چوب، لاستیک، شیشه و ... مقاومت بالایی به الکتریسته دارند.

ولتاژ تماس **Touch Voltage**:

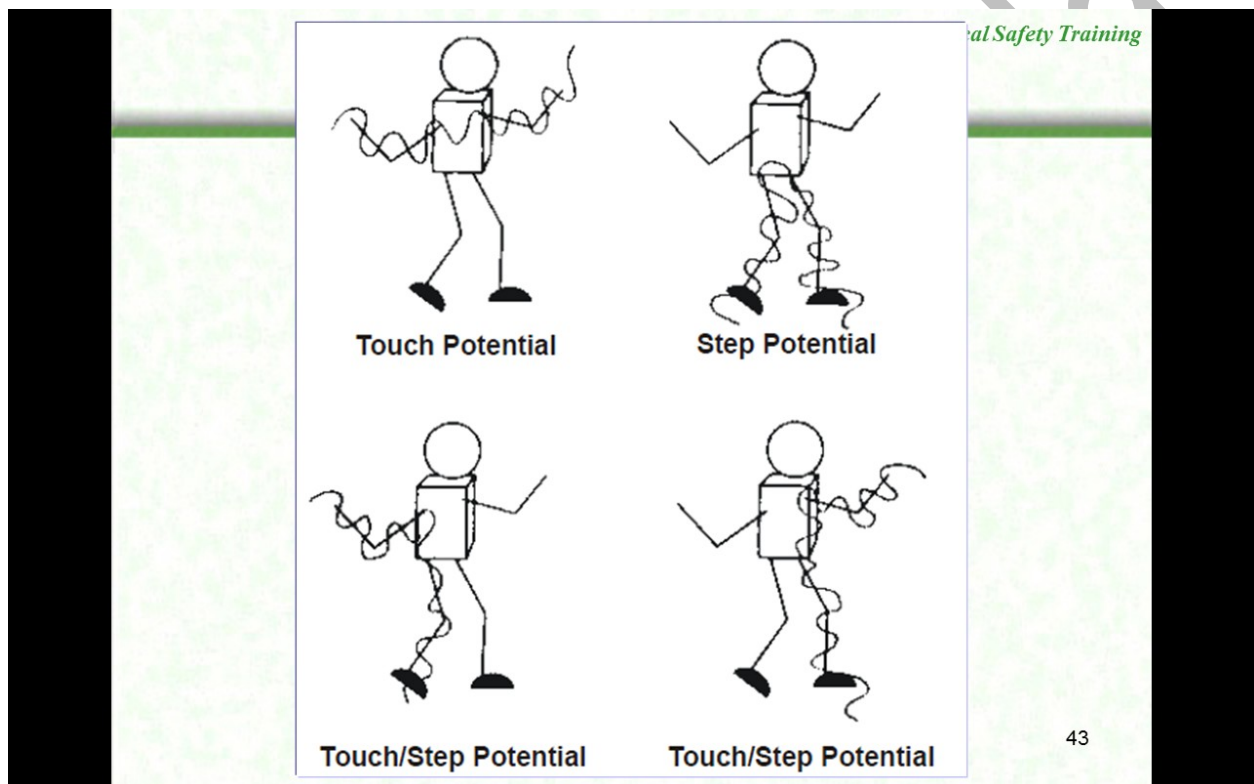
ولتاژی است که به هنگام بروز خرابی در عایق بندی بین قسمتهایی از هادیها ، بدنه های هادی ، قسمتهای هادی بیگانه و غیره که به طور همزمان در دسترس هستند ، ظاهر می شود.

ولتاژ تماس احتمالی **Prospective Touch Voltage**:

حداکثر ولتاژ تماس است که احتمال دارد در صورت بروز اتصال کوتاهی با امپدانس ناچیز ، در تأسیسات الکتریکی ظاهر شود.

### ولتاژ گام Step Voltage

ولتاژی است که بر اثر برخورد هادی فاز با زمین ایجاد می شود. این برخورد ممکن است در اثر پارگی هادیهای فاز برق فشار ضعیف یا فشار قوی بوجود آمده و یا اینکه در اثر از بین رفتن عایق بندی سیم ها یا کابل های برقدار و نشت جریان برق به زمین حادث می شود



### فعالیت های صنعت برق شامل:

- ✓ عملیات و نگهداری در تولید برق Generation, Power Station
- ✓ عملیات و نگهداری انتقال برق Transmission
- ✓ عملیات و نگهداری توزیع و خطوط فشارهای ضعیف Distribution
- ✓ سیستم های ارتباطی و سنجش برای پایش، اندازه گیری و یا کنترل سیستم های تولید، انتقال و توزیع



✓ سیستم های پشتیبانی نظیر سوخت، حمل و نقل...

✓ فعالیت های مربوط به مسیر

### سیستم های انتقال نیرو

■ شامل ایستگاهها و خطوط انتقال نیرو می باشد که رابط بین سیستم تولید و توزیع است و انرژی تولیدی در نیروگاهها را برحسب نیاز به مسافت زیادی منتقل می نمایند.

■ خطوط انتقال نیرو چون دارای ولتاژهای بالایی می باشند بیشتر بصورت شبکه های هوایی با استفاده از دکل یا برج های فلزی قوی کشیده می شوند که این دکلها ممکن است یک خط یا دو خط انتقال را حمل نمایند و معمولاً برای جلوگیری از اصابت رعد و برق بر هادیها یا سیمهای حامل جریان برق، در بالای دکلها دو عدد سیم گارد یا زمین کشیده می شود. یک شبکه انتقال ممکن است دارای چند مرحله یا سطح ولتاژی مختلف باشد.

### مخاطرات بخش توزیع

✓ کار در نزدیکی یا مجاورت خطوط برقدار

✓ انجام مانورهای عملیاتی بر روی خطوط بدون اطلاع از ماهیت خطرات مربوطه

✓ ایجاد حریق از طریق کلیدزنی در محیط های قابل اشتعال، داغ شدن و شعله وری تجهیزات به علت انتخاب نامناسب تجهیزات از جمله هادیها و فیوزها

✓ اضافه بار شدن فیدرها و نقص عملکرد تجهیزات حفاظتی نظیر فیوزها، ایجاد اتصالی بعلت نقص عایقی تجهیزات الکتریکی

✓ تجهیزات الکتریکی برقدار در دسترس

✓ کار انفرادی و بدون سرپرستی بر روی اجزاء شبکه

✓ نزدیک شدن خطوط برقدار به سطح زمینی و یا بناهای مجاور بعلت عدم رعایت حریم ها

✓ وجود تجهیزات غیر استاندارد در سیستم توزیع نظیر تابلوهای غیرایمن

✓ عدم آشنایی کارکنان درگیر با شبکه با خطرات کار برقکاری

- ✓ عدم رعایت ضوابط مرتبط با ارتینگ تجهیزات
- ✓ استفاده از وسایل حفاظت فردی نامناسب و نامنطبق
- ✓ استفاده از وسایل و تجهیزات کاری نامناسب و نامنطبق
- ✓ کار در شرایط نامناسب مانند شرایط بارانی و یا کار در شب
- ✓ وجود تجهیزات معیوب
- ✓ ولتاژ بین دو سرکلیدهای تحت تانسیون
- ✓ ولتاژ خازنهای تحت میدان الکتریکی
- ✓ ولتاژ القایی از طریق خطوط برقدار به خطوط بی برق مجاور و یا عبوری از زیر آنها
- ✓ وجود ولتاژ در ثانویه ترانسفورماتورهای اندازه گیری
- ✓ وجود ولتاژ بین تجهیزات با دو سیستم ارت مجزا
- ✓ کار بر روی شبکه مختلط (با دو سطح ولتاژ)
- ✓ ولتاژ گام و یا تماس ناشی از نشتی جریان و یا ناشی از عبور جریان عیب به زمین
- ✓ حادث شدن تاثیرات هارمونیک های مختلف از جمله هارمونیک سوم در ترانس های شبکه
- ✓ عبور کابل معیوب از روی برخی تاسیسات فلزی زیرزمینی مانند لوله آب و گاز
- ✓ ایجاد آسیب در کابل های برقدار مدفون توسط عملیات حفاری و ایجاد خطر برای کارگران و مردم
- ✓ سیستم ارتینگ الکتریکی نامناسب
- ✓ سیستم ارتینگ حفاظتی (ثابت - سیار) نامناسب
- ✓ وجود جریان قابل توجه در هادی خنثی بدلیل عدم تعادل شدید بار در فیدرهای فشار ضعیف
- ✓ بکارگیری حاصل برخی اختراعات خطرآفرین در تجهیزات کاری و ایمنی توسط کارگران

## خطوط انتقال و پست های توزیع

✓ وجود خطوط انتقال و توزیع مطمئن، یکپارچه و بهم پیوسته از جمله ملزومات توسعه صنعت برق در هر کشور است. سامانه های انتقال و توزیع نیروی برق، اغلب در نزدیکی بزرگراه ها، جاده ها و سایر تاسیسات و کارخانجات قرار دارند تا از میزان هزینه های مرتبط با این خدمات و فعالیت ها کاسته شود.

✓ از عوامل موثر در مکانیابی این تاسیسات می توان به ویژگی های زمین شناسی (توپوگرافی، زلزله خیزی و لغزش)، منابع آب (سطحی و زیر زمینی)، هوا و اقلیم، زیستگاه های آبی و خشکی، پوشش گیاهی و جانوری، مناطق چهارگانه محیط زیست، کاربری اراضی، میراث فرهنگی و چشم اندازهای طبیعی منطقه اشاره نمود.

**مراحل ساخت، بهره برداری و توسعه خطوط انتقال نیرو و پست های توزیع شامل مراحل زیر است:**

■ تجهیز کارگاه، استقرار تجهیزات و فراهم کردن خدمات رفاهی

■ پاکتراشی و پاکسازی زمین برای ایجاد حریم خطوط انتقال

■ خاکبرداری و خاکریزی برای پی ریزی ساختمان

■ تسطیح زمین

■ زهکشی

■ ایجاد راه های دسترسی

■ نصب اجزای خطوط انتقال ( دکل ها و پست های فرعی)

■ ایجاد فضای سبز و نگهداری از گیاهان موجود در منطقه

## ایستگاه های انتقال / پست های برق

✓ به محل نصب ترانسفورماتورها، باس بارها ( شین یا شینه )، کلیدهای قدرت ( شامل دیژنکتورها، سکسیونرها) و سایر تجهیزات و وسایل حفاظتی مورد نیاز گفته می شود که به منظور تبدیل ولتاژ یا انتقال انرژی (کلید زنی یا سوئیچینگ) استفاده می شود.

✓ ایستگاه های انتقال یا پست های برق در سراسر سیستم های انتقال و توزیع قرار دارند. فعالیت های این بخش عبارتند از:

✓ نقاط سوئیچینگ سیستم انتقال

✓ تنظیم و تبدیل ولتاژهای مورد نیاز

✓ منابع مدارهای توزیع

✓ این پست های می توانند در فضای باز یا بسته باشند. معمولاً خالی از افراد هستند و به عنوان محل های کار میدانی در نظر گرفته می شوند.

High voltage (HV) ac 69 kV, 115 kV, 138 kV, 161 kV, 230 kV

Extra-high voltage (EHV) ac 345 kV, 500 kV, 765 kV

Ultra-high voltage (UHV) ac 1100 kV, 1500 kV

Direct-current high voltage (dc HV)  $\pm 250$  kV,  $\pm 400$  kV,  $\pm 500$  kV

### الزامات کلی ایمینی در پست های برق

✓ دسترسی مناسب و فضای کاری خوب باید دور تجهیزات برای تضمین عملیات های ایمن و کارهای تعمیر و نگهداری فراهم شود.

✓ فنس های هادی باید زمین شوند اگر بخشی از فنس برداشته می شود یا باز می شود اشکالی در زمین کردن فنس ایجاد نشود.

✓ دسترسی به اتاق ها و فضاهای با تجهیزات برقرار باید برای ورود افراد بدون صلاحیت و بدون مجوز محدود شود.

✓ علائم ایمینی مبنی بر ورود افراد غیرمجاز و بدون صلاحیت باید در ورودی های اتاق و فضاها نصب شود.

- ✓ ورودی های نواحی برقدار باید قفل شود.
- ✓ در صورت برق دار بودن پست هیچ انسانی حق ورود به محوطه تجهیزات را ندارد. ورود به محوطه پست تنها با صدور مجوز از سوی دیسپاچینگ امکان پذیر است.
- ✓ هرگونه تماس با تجهیزات با دستکش مجاز است و آن هم در صورتی که قبل از آن بدنه و هادی زمین شده باشد ( جهت جلوگیری از کاپاسیته خط )
- ✓ استعمال دخانیات در باطری خانه اکیداً ممنوع است.
- ✓ در پست برق باید گامها را آهسته و کوتاه برداشت.
- ✓ استفاده از تلفن همراه در فیدر روم و محوطه پست ممنوع است.

### اقدامات ایمنی در کار با تاسیسات برقی Safety Measures in Electrical Safety

#### حقایق!!!!!!

- ۹۷٪ تمامی تکنیسین های برق در دوره کاری شان شوک یا آسیب را تجربه می کنند.
- سالیانه تقریباً ۳۰۰۰۰ کارگر دچار شوک می شود.
- سالیانه بیش از ۳۶۰۰ آسیب ناتوان کننده در تماس با برق رخ می دهد.
- برق گرفتگی چهارمین علت مرگ و میر شغلی است.
- هر ساله بیش از ۲۰۰۰ کارگر به خاطر سوختگی های ناشی از Arc-Flash به مراکز سوختگی مراجعه می کنند.
- در آمریکا هر روز ۱۰ حادثه Arc-Flash رخ می دهد.
- بیش از ۱۰۰۰ برقکار هر ساله در اثر حوادث ناشی از کار می میرند.
- هزینه های درمان پزشکی برای هر نفر بیش از ۴ میلیون دلار برای آسیب های سوختگی الکتریکی است.

## اصول کلی برنامه ایمنی برق Electrical Safety Program – Principles

- ✓ شناسایی مخاطرات Identify the Hazard
- ✓ حذف مخاطرات (هرزمان که امکان پذیر است) Eliminate the Hazard (whenever possible)
- ✓ کنترل مخاطرات Control the Hazard
- ✓ به حداکثر رساندن توانایی برای درمان آسیب Maximize the ability to recover from an injury
- ✓ به حداقل رساندن شدت آسیب Minimize the Severity of Potential Injuries

## اقدامات کلی کنترلی برقی Electrical Control Measures

- تدوین قوانین و مقررات کار Regulation, Rule, Law
- بکارگیری سیستم مجوز کار Work Permit
- قرار گرفتن سیستم در حالت ZMS
- بکارگیری سیستم LOTO Tagout/Lockout
- بکارگیری روش های اجرایی انجام کار Work Procedure
- بکارگیری انواع دستورالعمل های کار Work Instruction
- تعمیر و نگهداری شایسته تجهیزات Good Maintenance
- آموزش Training
- عایقکاری و محصور کاری بخش های برقدار Insulation/Enclosure of live parts
- بکارگیری تفکر استفاده از ولتاژ های کم Low Voltages
- زمین کردن یا ارتینگ Earthing
- استفاده از فیوزها Fuse
- استفاده از قطع کننده های مدار Circuit Breaker

Equipotential bonding ■ همبند کردن تجهیزات

Isolation ■ جداسازی

Insulating gloves ■ استفاده از دستکش های عایق

Insulating mats ■ استفاده از زیرپایی های عایق

clothing ■ استفاده از لباس های مناسب

Insulated tools ■ استفاده از ابزارهای عایق

Face shields ■ استفاده از حفاظ های صورت

Distance ■ بکارگیری تفکر فاصله

### دلایل کار روی خطوط برقدار

■ بی برقدار کردن گاهی اوقات می تواند مخاطرات بیشتر یا اضافی را ایجاد کند: شامل:

غیرفعال کردن سیستم های آلام اضطراری

خاموش شدن تجهیزات تهویه برای محیط های خطرناک

■ بی برقدار کردن شدنی و امکان پذیر نیست به دلیل:

آزمایش مدارهای برقدار

کار روی مداراتی که بخشی از فرایند مستمر کار هستند

### تعریف lockout

■ قفل کردن تکنیکی است که برای جلوگیری از رهایی انرژی خطرناک بکار می رود.

■ قفل روی وسیله عایق کننده انرژی قرار می گیرد که در وضعیت off, open or closed است.

■ هر فردی که سیستم lockout را اجرا می کند خودش قفل می کند و تنها خودش کلید را دارد و می تواند باز کند.

## انجام سیستم Tagout/Lockout

### ■ Step 1—Prepare for Shutdown

■ قبل از اینکه ماشین یا تجهیزات خاموش شوند شخصی که اینکار را انجام می دهد باید دانش انواع انرژی ها و مخاطرات آن و روش کنترل انرژی را داشته باشد.

### ■ Step 2—Perform the Shutdown

■ ماشین یا تجهیزات باید با استفاده از روش اجرایی تعریف شده مختص به خود خاموش شود. خاموش کردن دستگاه باید از مخاطرات اضافی یا فزاینده ناشی از توقف ماشین جلوگیری کند.

### ■ Step 3—Isolate the Machine or Equipment.

■ تمامی وسایل عایق کننده انرژی که برای کنترل انرژی ماشین یا تجهیزات مورد نیاز است باید بطور فیزیکی به نحوی قرار گیرند و عمل کنند طوری که ماشین یا تجهیزات از منبع انرژی جدا شوند.

### ■ Step 4—Apply the Lockout or Tagout Device

■ وسایل LOTO باید توسط شخص با مجوز بکار گرفته شوند. قفل ها و برچسب ها باید ضمیمه شوند طوری که وسایل عایق کننده انرژی در وضعیت "safe" or "off" قرار گیرند. وسایل برچسب زدن باید بطور شفاف نشان دهند که عملیات یا جابجایی وسایل عایق کننده انرژی غدغن است.

### ■ Step 5—Release Stored Energy

■ همه مخاطرات ذخیره شده یا باقیمانده باید رها، جدا و محدود شوند. شخص مجاز باید تایید کند که انرژی ذخیره شده ای وجود ندارد. اگر امکان تجمع دوباره انرژی به سطح خطرناک وجود دارد تایید جداسازی باید ادامه یابد تا اینکه سرویس یا تعمیر و نگهداری مورد نظر تکمیل شود یا تا اینکه دیگر امکان تجمع انرژی نباشد.

### ■ Step 6—Verify Energy Isolation

■ قبل از شروع کار روی ماشین یا تجهیزات، شخص مجاز باید تایید کند جداسازی و بی انرژی کردن یا خنثی کردن ماشین یا تجهیزات به پایان رسیده است.





### موانع استفاده از سیستم Tagout/Lockout

- فشار زمانبندی های کار
- عدم پذیرش صاحب کار برای امکان خاموشی و بی برقرار کردن
- فشار همزمان کارگران ساده و روزمزد
- کمبود فرهنگ ایمنی در خصوص کار روی خطوط برقرار
- کمبود آگاهی از خطر به خصوص ولتاژ کم!!
- نبود آموزش در زمینه lockout/tagout



### دستورالعمل کار روی وسایل برق دار

- Complete and communicate a detailed job plan.
- Identify all potential sources of energy from a one-line drawing or other reliable source.
- Calculate the incident energy potential for the job.
- Select the proper PPE.
- Wear the PPE before performing any task.
- Interrupt the load circuit.
- Open the disconnecting device for each source.
- Perform lockout/tagout.
- Verify that the circuit is de-energized.
- Apply ground connecting devices

## مجوز کار خطوط برقدار Live Work Permit

- با تاریخ و زمان مشخص باشد.
- دلیل انجام کار روی خطوط برقدار بیان شود
- چه کسی می خواهد کار را انجام دهد.
- وظایف کار بیان شود.
- مخاطرات کار مرور شود و ثبت گردد
- تجهیزات وسایل حفاظت فردی فراهم شود.
- احتیاط و نکات ایمنی مکتوب شود و فراهم گردد.
- در سه سطح سازمانی امضاء شود.

## احتیاطات ایمنی فردی در کار با تجهیزات الکتریکی

- مطمئن شوید که برق قطع است
- استفاده درست از دستورالعمل LOTO
- بکارگیری اشخاص ذی صلاح
- بکارگیری تجهیزات حفاظت فردی مناسب
- تست همیشگی سیستم برای باردار بودن
- عدم استفاده از وسایل رسانا در حین کار
- عدم همراه داشتن وسایل شخصی رسانا مثل حلقه، جواهرات...
- زمین کردن و همبند کردن درست
- بازرسی سیستم های عایق

- عدم ایستادن در جاهای مرطوب
- در صورت نیاز استفاده از وسایل اطفای کننده مناسب
- استفاده از وسایل ضد انفجار
- حفاظت در برابر برق گرفتگی
- فراهم نمودن کمک های اولیه و احیای قلبی - عروقی
- محصور کاری مناسب برای هادی های لخت
- وجود وسایل غیر هادی برای جداسازی افراد مصدوم از هادی برقدار
- استفاده از چک لیست های بازرسی برای اطمینان از مطابقت کردن با استانداردها
- عدم کار روی تجهیزات برقدار که روشنایی مناسبی برای فراهم نشده است یا با موانع برای دید روبرو است.

## روش های حفاظت در برابر برق گرفتگی

### ۱. روش های حفاظت در مقابل برق گرفتگی مستقیم

۱. عایق بندی قسمت های برقدار - مقاومت عایقی بیش از یک مگا اهم - (سیم برق)
۲. محصور کردن تجهیزات یا حفاظت توسط بازدارنده ها و موانع نظیر حصار، نرده
۳. حفاظت توسط ایجاد فاصله - دور از دسترس قرار دادن - (خطوط انتقال برق) یا استقرار در خارج از دسترس فرد (از بالا ۵/۲ متر و از پایین و طرفین ۲۵/۱ متر می باشد)
۴. حفاظت اضافی بوسیله کلیدهای خودکار ایمنی یا نصب کلید جریان نشستی به زمین
۵. حفاظت به وسیله پوشش فلزی یا عایق - (باس داکت - تابلوهای برق)

۲. روش های حفاظت در مقابل برق گرفتگی غیر مستقیم

۱. قطع خودکار مدار تغذیه با استفاده از اتصال زمین

۲. حفاظت توسط سیم زمین

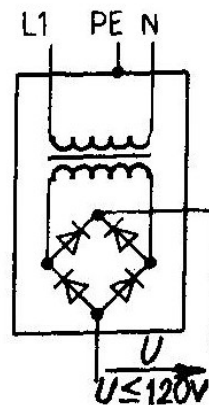
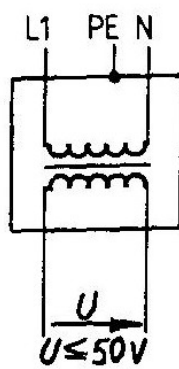
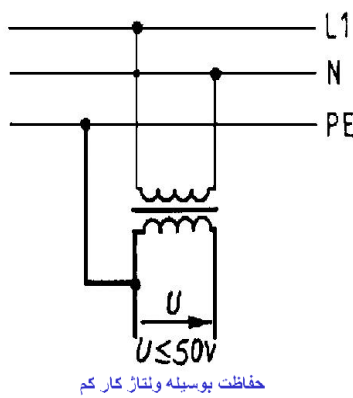
۳. عایق بندی دوبل یا مضاعف

۴. عایق کردن محیط

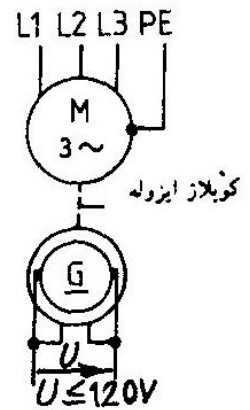
۵. هم ولتاژ کردن بدون اتصال زمین

- روشهای حفاظت در برابر تماس مستقیم و تماس غیر مستقیم ۱- حفاظت بوسیله ولتاژ کار کم (منازل- اسباب بازی-شهربازی-نواحی مرطوب)

۲- حفاظت بوسیله ولتاژ کم حفاظتی-ایزوله-(شرایط کاری کاملا مرطوب مانند کار در دیگهای بخار-چراغ های سیار در محل های مرطوب)



حفاظت بوسیله ولتاژ کم حفاظتی

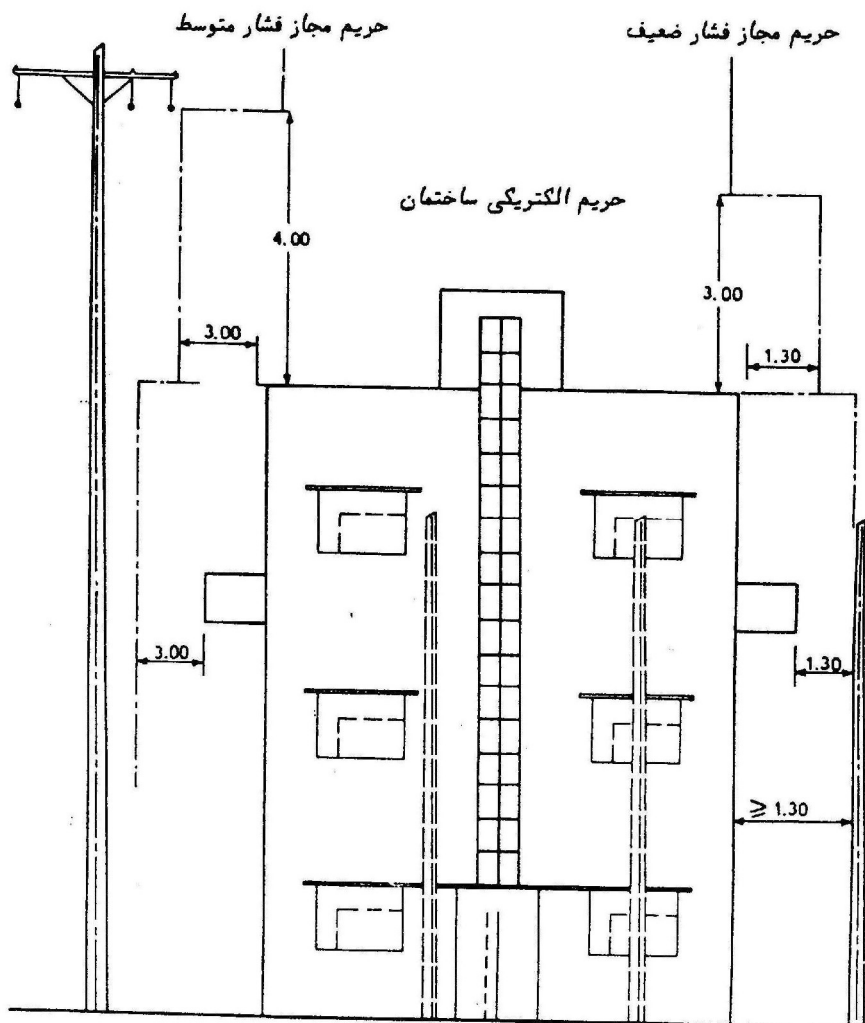


### حریم مجاز شبکه های هوایی

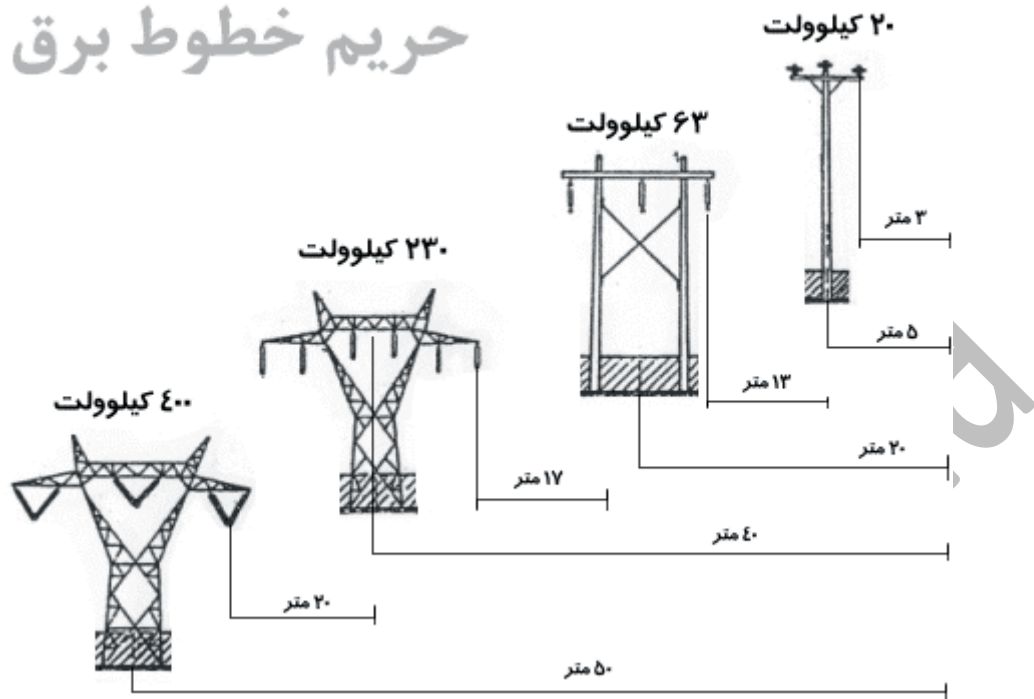
فاصله افقی هر شبکه هوایی از شبکه هوایی مجاور یا از ساختمان مجاور یا دیوار پیاده‌روها و یا درختان اطراف نباید از حداقل استاندارد شده کمتر باشد. در شبکه‌های هوایی جهت حفاظت خطوط و اشخاص دو حریم داریم که اندازه‌های مجاز هر یک مطابق استاندارد شماره ۵ و ۶ وزارت نیرو عبارتند از :

حریم مجاز درجه یک : فاصله افقی یک شبکه از شبکه مجاورش بعنوان مثال برای شبکه تا سطح ۲۰ کیلو ولت حداقل ۵ متر می‌باشد.

حریم مجاز درجه دو : فاصله افقی یک شبکه از ساختمانها یا دیوار پیاده روها یا درختان اطراف می‌باشد که حداقل باید ۱.۳ متر برای فشار ضعیف، ۳ متر برای شبکه ۲۰ کیلو ولت می‌باشد.



## حریم خطوط برق



### Power Line Clearance

| <u>Voltages</u> | <u>Distance from Power Lines</u> |
|-----------------|----------------------------------|
| ≤ 50 kV         | 10 feet                          |
| 200 kV          | 15 feet                          |
| 350 kV          | 20 feet                          |
| 500 kV          | 25 feet                          |
| 650 kV          | 30 feet                          |
| 800 kV          | 35 feet                          |

فاصله مجاز نزدیک شدن به دستگاه‌های برقدار برای ایمنی کامل همه باید در حداقل مقادیر زیر مراعات شوند. و در مواردی که تجاوز از این حدود الزامی داشته باشد باید افراد ورزیده را بکار گماشت. این حدود کمترین فاصله است که باید بین هر یک از اعضاء بدن یا وسایل فلزی که با بدن تماس دارند و سیمهای برقدار وجود داشته باشد.

| ولتاژ نامی بین دو فاز | کمترین فاصله مجاز برای نزدیک شدن (متر) |
|-----------------------|--|
| 600 تا ۱۴۰۰۰ ولت      | 0.6 متر                                |
| 14000 تا ۲۷۰۰۰ ولت    | 0.9 متر                                |
| 27000 تا ۴۷۰۰۰ ولت    | 1.2 متر                                |
| 47000 تا ۱۵۰۰۰ ولت    | 1.5 متر                                |
| 115000 تا ۲۳۰۰۰۰ ولت  | 2.1 متر                                |
| 230000 تا ۳۴۵۰۰۰ ولت  | 3 متر                                  |
| 345000 تا ۴۶۰۰۰۰ ولت  | 4.5 متر                                |

### کلید محافظ جان

#### لزوم حفاظت در مقابل جریان نشتی (Leakage current)

خسارت های زیادی به دلیل برق گرفتگی و یا آتش سوزی ناشی از جریان نشتی، به پار می آید، بدین جهت استفاده از رله های نشتی یاب و یا محافظ جان اهمیت زیادی پیدا می کند.

#### دلیل استفاده از ادوات حفاظت جریان نشتی

عبور جریان الکتریکی از وسایل برقی همواره با خطر همراه بوده است. لوازم دارای عایق بندی ضعیف و یا سیم کشی غیر اصولی آنها و یا استفاده غیر صحیح از آنها می توانند خطرات عمده ای مانند برق گرفتگی و آتش سوزی بوجود آورند.



اتصال کوتاه و اضافه بار توسط قسمت حرارتی و مغناطیسی کلیدهای مینیاتوری محافظت می‌شوند ولی این قطعات نمی‌توانند مدارات را در مقابل جریان‌های ناشی که خسارت‌های شدیدی را ایجاد می‌کنند، حفاظت نمایند.

### جریان ناشی

جریان ناشی اغلب بر اثر از بین رفتن و فرسودگی عایق بین رساناهای برق‌دار و یا بین رسانای برق‌دار و زمین، ناشی می‌شود. این مساله باعث می‌شود که جریان الکتریکی از مسیر اصلی خود خارج شده با عبور از مسیر دارای مقاومت قابل ملاحظه، تولید حرارت و به دنبال آن موجب آتش‌سوزی گردد. همچنین سطوح مرطوب و آلوده، این خطر را تشدید می‌نمایند. پیامد بوجود آمدن جریان ناشی، ۱- خطر آتش‌سوزی و صدمه دیدن تجهیزات برقی و ۲- خطر برق‌گرفتگی تشدید می‌شود.

### - خطر آتش‌سوزی ناشی از جریان ناشی

پیامد جریان ناشی، افزایش حرارت ناشی از ازدیاد جریان (جریان ناشی + جریان بار) عایق رسانا را می‌سوزاند و یک رسانای لخت و یا با لایه‌ی نازکی از عایق به جا می‌گذارد. جریان ناشی که از این رسانا عبور می‌کند تولید جرقه نموده و حرارت ناشی از این جرقه، رسانا را سوزانده و منجر به آتش‌سوزی می‌شود. در صورتی که سطوح نزدیک به این رسانا آلوده و یا در مجاورت مواد آتش‌زا مانند چوب و غیره باشند آتش‌سوزی به سرعت گسترش می‌یابد. ۳۰٪ از آتش‌سوزی‌های انبار و اماکن مسکونی ناشی از آتش‌سوزی‌های الکتریکی می‌باشند. قابل ذکر است که تنها ۲۷۰ میلی آمپر کافی است تا آتش‌سوزی بوجود آید.

خطر خسارت و آسیب به تجهیزات برقی:

در بعضی از سیستم‌های اتصال به زمین (Earthing) ممکن است جریان فاز به بدنه، چندین برابر جریان مجاز برسد و حرارت ناشی از این جریان زیاد، به سیم پیچ موتور و یا مدارهای مغناطیسی آن صدمه بزند.

## استفاده از قطعات حفاظت در مقابل جریان نشتی (RCD)

پس از توضیحات ارائه شده در مورد خطرات ناشی از جریان‌های نشتی، لزوم استفاده از قطعاتی احساس می‌شود که مدارات، تجهیزات و از همه مهم‌تر جان انسان را در مقابل این جریان حفاظت کنند. وظیفه‌ی کلید محافظ جان، قطع خودکار مدار در مواقع وجود جریان‌های نشتی است. در واقع کلیدهای RCD (Residual Current Detector) بر اساس حداکثر جریانی تعریف می‌شوند که در بیشترین زمان می‌تواند از بدن انسان بگذرد و خطر برق‌گرفتگی نداشته باشد و همین‌طور حداکثر جریانی که به تجهیزات و وسایل برقی صدمه نزند که به این مقدار اصطلاحاً "حساسیت کلید محافظ جان گفته می‌شود (این مقادیر از جدول‌های مربوط به تاثیرات جریان متناوب بردن انسان گرفته شده‌اند).

حساسیت کلیدهای RCD با توجه به نوع حفاظت انتخاب می‌شوند:

- حفاظت انسان در مقابل تماس مستقیم: معمولاً ۵، ۱۰ و ۳۰ میلی آمپر در نظر گرفته می‌شود. ولی به دلیل قطع مکرر مدار به هنگام وقوع جریان‌های نشتی ۵ و ۱۰ میلی آمپر، بیشترین حساسیت مورد استفاده ۳۰ میلی آمپر است.

- حفاظت انسان در مقابل تماس غیر مستقیم: معمولاً ۳۰۰ و ۵۰۰ میلی آمپر در نظر گرفته می‌شود. این نوع قطعات به صورت اجباری در سیستم‌های TT و جهت ایمنی جانبی در سیستم‌های TN و IT توصیه می‌شوند.

- حفاظت تجهیزات در مقابل خطر آتش سوزی: معمولاً ۳۰۰ میلی آمپر در نظر گرفته شده می‌شود.

### عملکرد کلیدهای محافظ جان:

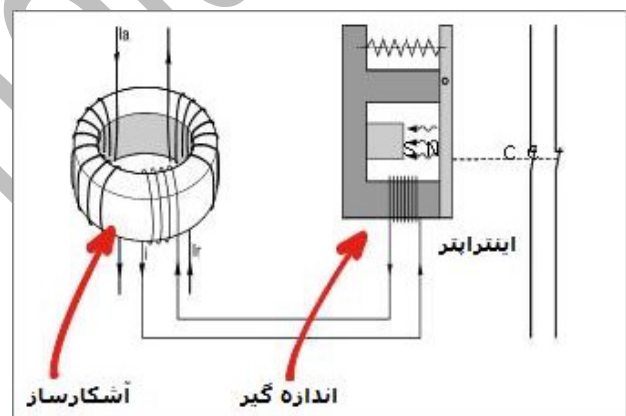
کلید محافظ جان انسان، رله دیفرانسیل اتوماتیک است که حداکثر ظرف ۰/۲ ثانیه بر اثر بروز عیب مدار را به صورت تک فاز یا سه فاز قطع می‌کند.

کلیدهای حفاظت از جان از اصول حفاظت دیفرانسیل (تفاضلی) استفاده می‌کنند. بدین صورت که کلیه سیم‌های فاز و نول شبکه وارد این کلید می‌شوند در داخل این کلید یک CT ترانسفورماتور جریان قرار دارد که کلیه سیم‌ها

از وسط هسته این CT عبور نموده و اولیه ترانس را تشکیل میدهند. با این عمل و با توجه به خصوصیات CT جمع جبری جریانهای عبوری از داخل کلید بدست می آید حال در صورتیکه این مقدار بیشتر از ۳۰ میلی آمپر باشد کلید فیدر خروجی را قطع میکند. به بیان ساده در صورت وجود جریان نشتی، جریانهای وارد شده به سیستم توسط سیمهای فاز از طریق سیمهای فاز و نول برنمی گردد.

مسلماً هنگام برق گرفتگی مسیر جریان از فاز به بدن شخص و از بدن شخص به زمین خواهد بود جریان نشتی که باعث ایجاد جریان در خروجی CT کلید حفاظت از جان خواهد شد. 30 میلی آمپر حداکثر جریان مجاز عبوری از بدن انسان است که نمی تواند باعث بروز فیبریلاسیون قلبی شود.

**عملکرد کلیدهای محافظ جان در ۳ بخش مختلف انجام می شود:**



### ساختار کلید محافظ جان

۱. آشکارسازی جریان نشتی یا قسمت (Detection) که وظیفه‌ی ردیابی جریان نشتی را برعهده دارد. این وظیفه توسط یک ترانس جریان (CT) انجام می شود.
۲. اندازه‌گیری جریان نشتی بوجود آمده توسط یک رله که جریان نشتی در مدار را با جریان حد که همان حساسیت کلید و یا آستانه قطع است، مقایسه می کند.

۳. واحد قطع مدار یا (Tripping)، در این قسمت اگر جریان نشتی اندازه گیری شده، بیشتر از حساسیت

کلید محافظ جان باشد، مدار قطع می‌شود.

#### نحوه نصب کلید :

کلید محافظ جان به صورت سه فاز و تک فاز موجود است. برای نصب، این کلید ها در مسیر ورودی فاز و نول مصرفی قرار می گیرد . به عبارت دیگر فاز و نول داخل کلید شده و به صورت سری در مسیر ورودی برق قرار می گیرد . به عنوان نمونه در منازل مسکونی این کلیدها بعد از کنتور برق قرار گرفته و فاز و نول داخل کلید شده و سپس به کلید مینیاتوری ها وارد می شود.

این کلید در نشریات و یا توسط سازندگان به اسامی مختلفی نامگذاری گردیده است که بعضی از آنها به شرح زیر است:

---

|   |  |
|---|--|
| ✓ | کلید محافظ جان                         |
| ✓ | کلید FI                                |
| ✓ | رله تفاضلی                             |
|   | <b>Difrential Relay:</b>               |
| ✓ | RCD                                    |
|   | <b>Residual Current Device :</b>       |
| ✓ | RCB                                    |
|   | <b>Residual Circuit Breaker :</b>      |
| ✓ | GFI                                    |
|   | <b>Ground Fault Interrupts :</b>       |
| ✓ | ELCB                                   |
|   | <b>Earth Leakage Circuit Breaker :</b> |

---

قبل از اینکه بتوان کار روی یا نزدیک بخش های برقدار شروع کرد باید به نکات زیر توجه داشت:

- تجزیه و تحلیل مخاطرات شوک Shock Hazard Analysis
- تجزیه و تحلیل مرزهای حفاظت شوک Shock Protection Boundary
- تجزیه و تحلیل قوس فلاش Arc Flash Analysis

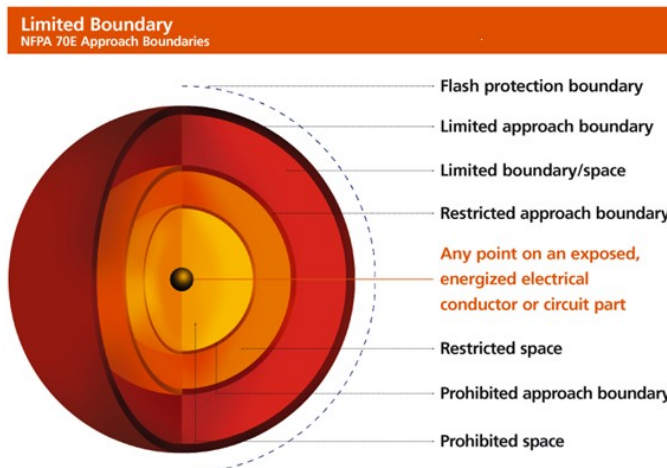
## Arc Flash Boundary

■ تجزیه و تحلیل مرز قوس فلاش

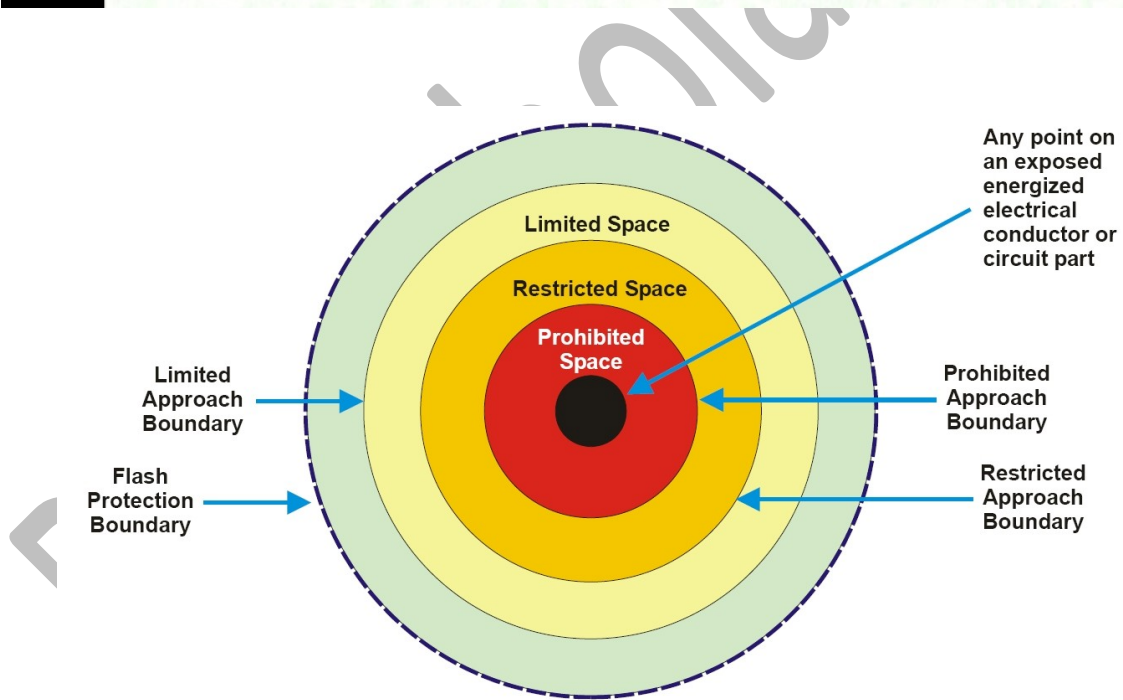
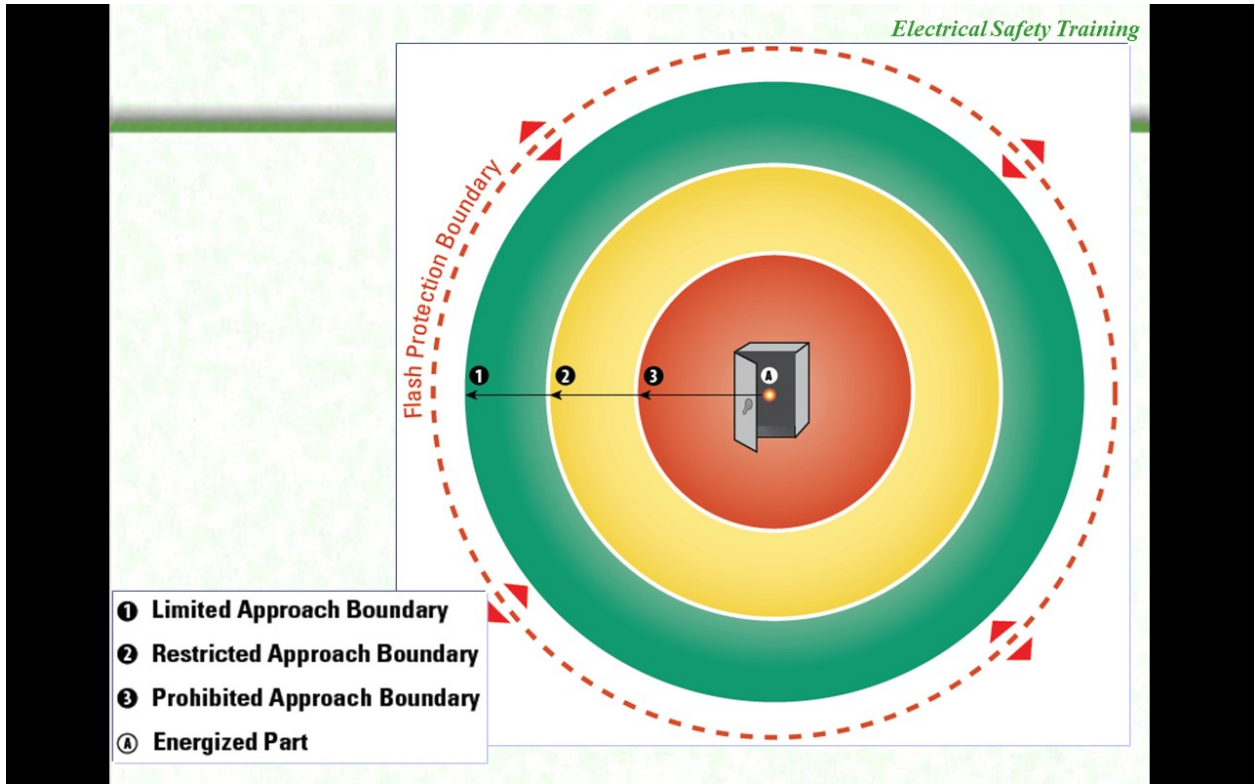
### تجزیه و تحلیل مخاطرات فلش

- تجزیه و تحلیل مخاطرات قوس فلش باید برای حفاظت افراد در برای آسیب های ناشی از مواجهه با قوس صورت گیرد.
- این انالیز مرزهای حفاظت قوس و مواجهه حرارتی افراد را برای کار روی یا نزدیک بخش های برقدار در بین مرزها را نشان می دهد.
- وسایل حفاظت فردی و تجهیزات حفاظتی کارگران را در محدوده داخل مرز حفاظت قوس برای کاهش مواجهه بار حرارتی نشان می دهد.
- تجهیزات بواسطه نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل قوس و حفاظت شوک برچسب گذاری می شوند

## Shock and Arc Boundaries



*The limited boundary is for unqualified personnel. No unqualified person may approach any exposed energized conductor any closer than the limited approach boundary. The limited approach boundary is determined by referring to Table 2-1.3.4 in NFPA 70E - Page 51. (2000 Edition. Note that in the 2000 Edition NFPA has added the concept of movable or fixed conductors. In 2000 edition unqualified workers may approach non-moving conductors (fixed buswork for example) more closely than those which may move (overhead lines for example).*



## زمین کردن و اتصال به زمین Grounding and Earthing

### تعریف گراند یا ارت و نول

■ گراند یا ارت:

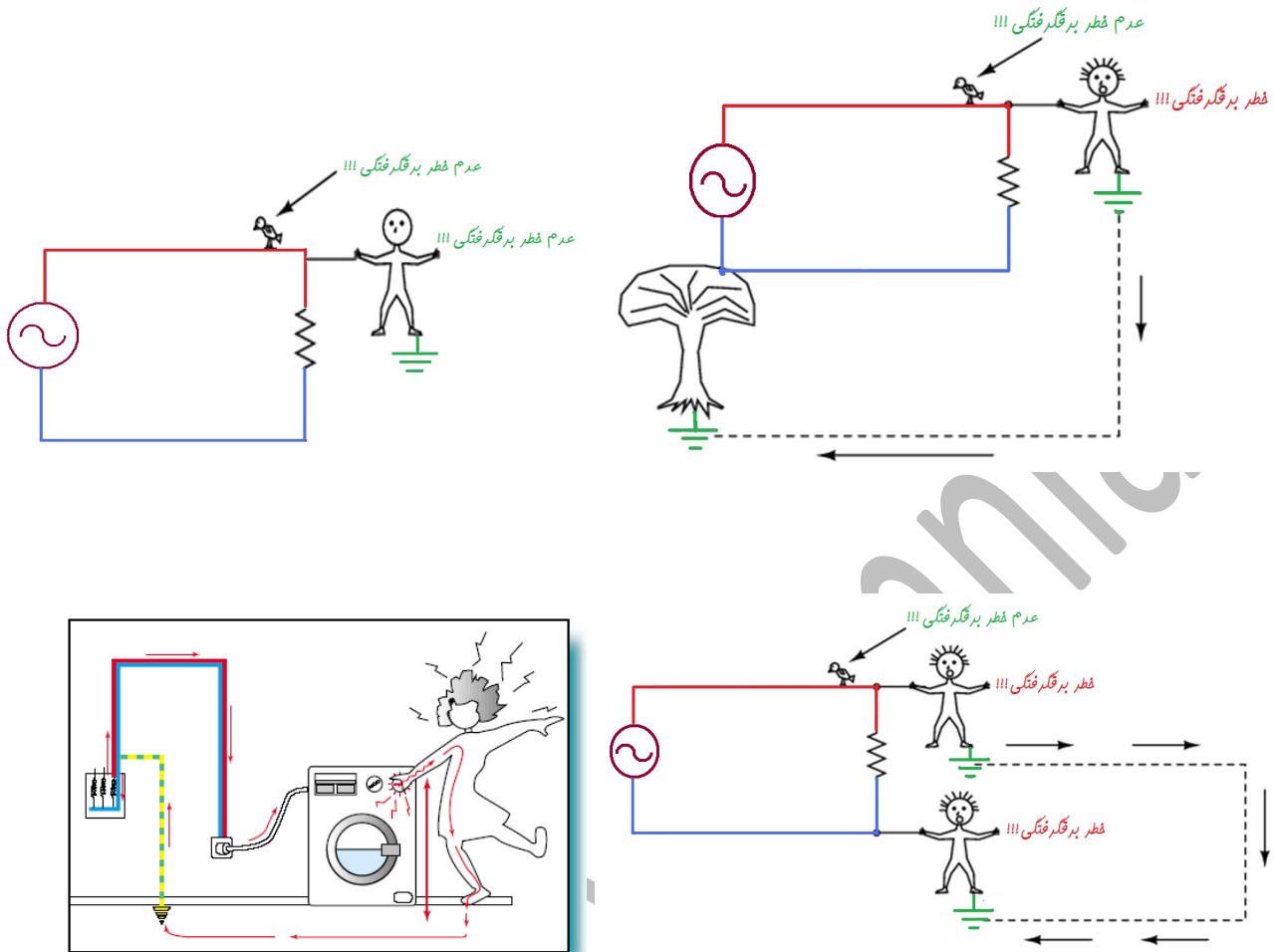
گراند یا ارت در سیستم سیم‌کشی برق AC، هادی است که یک مسیر با امپدانس کمی را به زمین ایجاد تا از بروز ولتاژهای خطرناک گذرا در تجهیزات جلوگیری نماید. هادی زمین (grounding conductor) دارای جریان نمی‌باشد. عموماً در آمریکای شمالی از کلمه ground و در کشورهای انگلیسی زبان از earth استفاده می‌نمایند.

■ نول (neutral):

این هادی جزئی از مدار است که ممکن است در کار عادی دارای جریان باشد و همیشه به ارت متصل است. در سیستم سه فاز ۳ سیمه AC بایستی هر کدام از فازها دارای ولتاژ برابری نسبت به سیم نول داشته باشند.

### اهداف زمین کردن

- کنترل اضافه ولتاژهای دائم و گذرا به هنگام وقوع خطای زمین و مهار آن
- ایجاد مسیری مناسب با امپدانس کم جهت عبور جریان خطای زمین برای این که وسایل حفاظتی بتوانند بادقت کافی بخش معیوب را قطع نمایند.
- حفاظت جان اشخاص و پرسنل با کاهش ولتاژهای گام و تماس تحت شرایط خطا
- جلوگیری از زبانه‌های جانبی ناشی از پدیده قوس الکتریکی در محیط‌های آتش‌زا
- جنبه ایمنی: ممانعت از برق‌گرفتگی و آتش‌سوزی
- جنبه اتصال زمین سیستم: ممانعت از آسیب به تجهیزات
- جنبه صاعقه: حفاظت اولیه و ثانویه
- جنبه الکترواستاتیک: تخلیه بارهای الکترواستاتیک
- جنبه کاهش نویز در مدارات الکترونیکی: اثرات EMC



سیستم زمین می بایستی دارای سه ویژگی عمده زیر باشد:

الف) سیستم زمین با حداقل مقاومت:

جهت کاهش امپدانس مؤلفه صفر در نقطه اتصالی تا هم عملکرد مطمئن و سریع رله های تشخیص خطای فاز به زمین تضمین گردد و هم اضافه ولتاژهای ایجاد شده در فازهای سالم، کمتر از مقادیر پیش بینی شده و مجاز باشند.

ب) مقاومت موجی کم سیستم زمین در محل اتصال برقگیر به زمین:

برقگیر به منظور تخلیه ولتاژهای موجی به زمین بوده و جریان های موجی با دامنه و شیب قابل ملاحظه از طریق آن به زمین وارد می شود. مقاومت موجی زیاد سیستم زمین برق گیر، تخلیه کامل و سریع جریان های موجی صورت نمی پذیرد و ولتاژ موجی قابل ملاحظه ای در طرف زمین برق گیر ظاهر می شود و بنابراین سطح حفاظت برقگیر افزایش و احتمال آسیب دیدگی تجهیزات پیش آید.



ج) سیستم زمین باید بتواند ایمنی افراد و تجهیزات را تأمین نماید.

با ایجاد مسیر مناسب برای عبور جریان به زمین، چه در حالت عادی و چه در شرایط خطا تضمین نماید که اشخاص حتی اگر با تجهیزات زمین شده تماس داشته باشند در معرض شوک الکتریکی خطرناک واقع نشوند.

### انواع اتصال زمین یا ارت:

الف: اتصال زمین موقت یا سیار

بمنظور جلوگیری از برقگرفتگی بهنگام انجام کارهای اجرائی و تعمیراتی و فقط در مدت زمان مربوطه استفاده میشود.

ب: اتصال زمین دائم یا ثابت

✓ اتصال زمین حفاظتی

✓ اتصال زمین الکتریکی

اتصال زمین حفاظتی: زمین کردن کلیه قطعات فلزی یا بدنه های هادی تأسیسات الکتریکی که در ارتباط مستقیم با مدار الکتریکی نیستند. این روش برای حفاظت اشخاص در مقابل ولتاژ تماسی می باشد.

اتصال زمین الکتریکی: زمین کردن نقطه ای از دستگاه الکتریکی که جزئی از مدار الکتریکی است و برای حفاظت دستگاهها بکار می رود.

این زمین کردن بخاطر کار صحیح دستگاهها و جلوگیری از افزایش ولتاژ فازهای سالم نسبت به زمین در موقع تماس یکی از فازها با زمین صورت می گیرد مانند زمین کردن سیم نول شبکه و مرکز ستاره ترانس و ترمینال k ثانویه p.t و C.t

### (۱) چاه ارت :

➤ حداقل فاصله چاه اتصال زمین از تیر برق باید ۰/۵ متر باشد.

➤ عمق چاه حفر شده بسته به شرایط محل متفاوت است ولی در هر صورت باید به قسمت مرطوب زمین برسد.

➤ فاصله بین دو چاه (فشار ضعیف و متوسط) باید حداقل ۲۰ متر باشد. ولی برای ایجاد دو اتصال زمین موازی، فاصله چاه ها به اندازه دو برابر طول الکتروود میله ای کافی است.

➤ در صورت استفاده از الکتروود صفحه ای، فاصله دو چاه ارت بایستی حداقل ۳ متر باشد.

➤ حتی الامکان چاه ارت در امتداد مسیر شبکه (محور شبکه) حفر شود.

### مقاومت مخصوص زمین:

عبارت است از مقاومت یک متر مکعب از زمین به ابعاد متر ۱×متر ۱×متر ۱ که بین دو الکتروود صفحه ای سنجیده شده باشد. البته این مقاومت به نوع مواد تشکیل دهنده زمین بستگی دارد.

مقاومت مخصوص خاک بین ۵ اهم - متر تا ۵۰۰۰ اهم - متر بستگی به ترکیبات آن

(خاک رس، شن، گرانیت و غیره) و درجه رطوبت دارد. مثلاً در بهار، مقاومت مخصوص خاک مرطوب ممکن است ۵۰ اهم - متر و در طول تابستان که خاک خشک می شود به ۳۰۰ اهم - متر برسد. مقاومت مخصوص خاک به درجه حرارت نیز بستگی دارد هر چه درجه حرارت به نقطه انجماد نزدیک می شود مقاومت مخصوص خاک به آهستگی افزایش یافته و سپس همین که درجه حرارت بیشتر کاهش می یابد مقاومت مخصوص به سرعت افزایش پیدا می کند.

### مقاومت مخصوص زمین

■ عبارت است از مقاومت یک متر مکعب از زمین به ابعاد متر ۱×متر ۱×متر ۱ که بین دو الکتروود صفحه ای سنجیده شده باشد. البته این مقاومت به نوع مواد تشکیل دهنده زمین بستگی دارد.

■ مقاومت مخصوص خاک بین ۵ اهم - متر تا ۵۰۰۰ اهم - متر بستگی به ترکیبات آن (خاک رس، شن، گرانیت و غیره) و درجه رطوبت دارد. مثلاً در بهار، مقاومت مخصوص خاک مرطوب ممکن است ۵۰ اهم - متر و در طول تابستان که خاک خشک می شود به ۳۰۰ اهم - متر برسد. مقاومت مخصوص خاک به درجه حرارت نیز بستگی دارد هر چه درجه حرارت به نقطه انجماد نزدیک می شود مقاومت مخصوص خاک به آهستگی افزایش یافته و سپس همین که درجه حرارت بیشتر کاهش می یابد مقاومت مخصوص به سرعت افزایش پیدا می کند.

### مقاومت مخصوص بعضی از انواع زمین

|                 |  |
|-----------------|--|
| ۲۰ اهم - متر    | مقاومت مخصوص مرداب و زمین باتلاقی      |
| ۱۰۰ اهم - متر   | مقاومت مخصوص خاک رس و زمین زراعی       |
| ۲۰۰ اهم - متر   | مقاومت مخصوص ماسه نرم مرطوب            |
| ۵۰۰ اهم - متر   | مقاومت مخصوص شن یا سنگریزه مرطوب       |
| ۱۰۰۰ اهم - متر  | مقاومت مخصوص سنگریزه یا شن یا ماسه خشک |
| ۳۰۰۰ اهم - متر  | مقاومت مخصوص زمین سنگلاخ               |
| ۱۰۰۰۰ اهم - متر | مقاومت مخصوص صخره                      |

### الکتروود اتصال زمین

الکتروود میله ای

#### الف. جنس و مشخصات:

✓ به قطر حداقل ۱۶ میلیمتر و طول ۱/۵، ۲/۵ و ۳ متر

✓ از جنس فولاد (قلع اندود)

✓ یا از جنس کاپرولد (Copper Weld) یا فولاد مس پوش

در این میله ها لایه ای از مس با ضخامت حداقل ۰/۲۵ میلیمتر (۲۰ میکرون) روی فولاد به شکل آبکاری قرار گرفته، استفاده از روکش های مسی بصورت غلاف ممنوع است.

✓ میله ارت گالوانیزه گرم: در این میله ها لایه ای از گالوانیزه گرم به قطر حداقل ۸۰ میکرون روی میله فولادی قرار می گیرد.

✓ استفاده از این الکتروود در زمین های رسی و کشاورزی توصیه می شود و در سایر زمین ها در صورتی که مقاومت مطلوب را تامین نماید قابل استفاده است.

### الکتروود اتصال زمین را به سه روش می توان نصب کرد :

- نصب میله ارت با حفر چاه: در این روش چاله ارت به عمق حداقل ۵/۱ متر حفر شده و میله ارت در ته چاله کوبیده می شود. طول الکتروود در این روش نباید از ۵/۱ متر کمتر باشد.
  - نصب میله ارت با حفر سوراخ در زمین: در این روش سوراخی به عمق حداقل ۳ متر و قطر ۱۵ تا ۲۰ سانتیمتر توسط مته حفاری و یا ماشین آلات مخصوص حفر شده و میله ارت داخل آن قرار می گیرد و اطراف آن توسط دوغاب بنتونیت پر می گردد.
  - نصب میله ارت به روش کوبیدن در زمین بدون حفر چاله: در این روش دو یا چند میله ارت به دنبال هم بطور سری در زمین کوبیده می شوند به این ترتیب که میله اول در زمین کوبیده شده و ابتدای میله دوم توسط بوش مخصوص به انتهای میله اول وصل شده کوبیده می شود. طول کلی میله های نصب شده در این روش از ۳ متر نباید کمتر باشد.
- سر میله ارت بایستی حداقل ۲۰ سانتیمتر از سطح زمین پائین تر باشد تا از ایجاد ولتاژ های گامی خطرناک در سطح زمین جلوگیری شود.
- بایستی میله ارت حتی الامکان بصورت عمودی در زمین قرار گیرد و یا در غیر اینصورت بصورت مایل بطوریکه زاویه آن نسبت به حالت عمودی از ۶۰ درجه تجاوز ننماید.
- بایستی اتصال سیم زمین به میله بوسیله یک بست برنزی سخت انجام گیرد.

### روش نصب الکتروود صفحه ای

- ✓ صفحه باید مربع با سطح هر طرف حداقل ۵/۰ مترمربع
- ✓ صفحه از جنس مس و حداقل ضخامت ۲ میلیمتر
- ✓ در صورت استفاده از صفحه از جنس فولاد قلع اندود، حداقل ضخامت ۳ میلیمتر باشد.
- ✓ صفحه باید بطور عمودی در زمین قرار گیرد و یا حداکثر زاویه ۶۰ درجه نسبت به محور عمودی داشته باشد.
- ✓ فاصله لبه بالایی صفحه از سطح زمین حداقل ۱ متر باشد

✓ استفاده از این الکتروود در زمین های شنی و سنگلاخی توصیه می شود.

### الکتروودهای افقی و عمق دفن (در کانال)

- الکتروودهای تسمه ای از مس
- الکتروودهای تسمه ای از آهن گالوانیزه گرم
- الکتروودهای سیم مسی
- تسمه مسی با ید دارای حداقل ضخامت ۲ میلیمتر و سطح مقطع ۵۰ میلیمتر مربع، بنابراین سطح تسمه بایستی حداقل برابر  $2 \times 25$  میلیمتر باشد.
- تسمه فولادی قلع اندود با حداقل ضخامت ۳ میلیمتر و سطح مقطع ۱۰۰ میلیمتر مربع، بنابراین تسمه بایستی بابعاد حداقل  $3/5 \times 30$  میلیمتر یعنی سطحی برابر ۱۰۵ میلیمتر مربع باشد.

### الکتروودهای افقی و عمق دفن (در کانال)

- سیم مورد استفاده سیم مسی چند مفتولی است. حداقل سطح مقطع مجاز ۱۶ میلیمتر مربع ولی توصیه شده حداقل از ۲۵ استفاده شود. قطر هر یک از مفتولها نباید از  $1/7$  میلیمتر کمتر باشد.
- استفاده از هادیهای افشان بکلی ممنوع می باشد.
- معمولاً عمق دفن الکتروود افقی از ۲ متر بیشتر نیست. اغلب بین  $0/5$  تا  $0/8$  متر است.
- هنگامیکه لازم باشد سطحی هم پتانسیل در اطراف الکتروود ایجاد شود باید عمق الکتروود کم باشد و معمولاً  $0/5$  متر انتخاب میشود.

### الکتروود سیمی (با توجه به دستورالعمل توزیع):

- سیم مسی تابیده با حداقل سطح مقطع ۳۵ میلیمتر مربع و در عمق حداقل  $0/45$  متر از سطح زمین در راستایی بطور مستقیم و به طول ۳۰ متر دفن می شود.
- استفاده از تعدادی سیم کوتاهتر بطور موازی مناسب تر است به شرط اینکه تعداد شاخه ها از ۶ عدد تجاوز نکند.
- از این الکتروود در زمین های سنگی که حفاری در عمق مشکل است استفاده می شود.

➤ اگر از سیم تاییده فولادی استفاده شود بایستی حداقل قطر هر رشته ۲/۵ میلیمتر و سطح مقطع کل ۹۵ میلیمتر مربع باشد.

### هادی اتصال زمین :

- هادی اتصال زمین آن قسمت از سیستم زمین است که الکتروود زمین را به ترمینال زمین وصل می کند.
- بایستی با الکتروودی که بآن وصل میشود کاملاً سازگار باشد.
- نبایستی از آلومینیم لخت یا دارای پوشش مس در تماس با زمین چه بعنوان الکتروود و چه بعنوان هادی زمین استفاده نمود. در محیط های مرطوب نیز نباید از این مواد بعنوان هادی زمین استفاده شود.
- در انتخاب نوع و سطح مقطع هادی زمین توجه به توانائی عبور حداکثر شدت جریانهای اتصال کوتاه به زمین در درجه اول اهمیت است.
- بطور خلاصه سیستم هادی زمین باید از هر دو نظر مکانیکی و خوردگی دارای استقامت لازم باشد.
- قسمتهایی از هادی اتصال زمین که در عمق بیش از ۳۰ سانتیمتری زیر زمین واقع می شود باید بدون روکش شود .
- هادی اتصال زمین باید از کابل روکش دار به رنگ سبز-زرد باشد و سطح مقطع آن به شرح زیر است:
  - کابل با سطح مقطع ۲۵ میلیمتر مربع
  - کابل با سطح مقطع ۳۵ میلیمتر مربع

کابل هادی اتصال زمین باید به صورت یک تکه و سرتاسری بوده و در هیچ نقطه ای از آن اتصال ایجاد نشود جز یک نقطه که جهت اندازه گیری مقاومت اتصال زمین ایجاد می شود.

### اصلاح خاک:

روشهای استفاده از نمک و خاکه ذغال روشهای قدیمی بوده و در دراز مدت باعث خوردگی سیم و اتصالات سیستم اتصال زمین می گردد.

— استفاده از خاک بنتونیت:

بهترین گزینه برای اصلاح خاک است. مقاومت ویژه بنتونیت بسته به رطوبت موجود در آن از حدود  $3\Omega\text{-m}$  به بالا است. اگر نتواند رطوبت زمین را جذب کند مقاومت آن خیلی زیاد شده، حجم آن کم و از الکتروود جدا خواهد شد. مقاومت ویژه بتن از حدود  $30\Omega\text{-m}$  تا  $90\Omega\text{-m}$  در تغییر است.

#### ■ برای الکتروود صفحه ای:

— صفحه بصورت عمودی

— مقدار خاک بنتونیت مورد نیاز برای استفاده روی الکتروود

#### ■ برای الکتروود میله ای

نقاطی که معمولاً می بایستی اتصال زمین گردند:

- مرکز ستاره سیم پیچی ترانسفورماتور های توزیع
- سیم نول شبکه های توزیع
- سیم محافظ (PE) شبکه های توزیع در صورت وجود
- یکی از سیمهای ثانویه ترانسفورماتورهای تکفاز توزیع
- ترمینال زمین برقیها
- یکی از ترمینالهای ثانویه ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ
- سیم نول شبکه روشنائی معابر
- سیم نول کلیه مشترکین در محل ورود برق به مکان آنها(نصب کنتور)
- بدنه هادی (فلزی) تجهیزات الکتریکی از جمله بدنه ترانس، تابلو، پایه های فلزی روشنائی و شبکه برق، کلیدهای قدرت، فنسها و نرده های پستهای برق و ...

#### مقاومت استاندارد:

مقدار مقاومت استاندارد و قابل قبول برای ارت های تکی حداکثر ۵ اهم و برای ارت های چند زمینی حداکثر ۲ اهم می باشد.

#### اندازه گیری مقاومت الکتروود زمین و مقاومت مخصوص خاک

❖ اندازه گیری مقاومت مخصوص یا ویژه خاک قبل از شروع احداث الکتروود با هدف تصمیم گیری درباره مشخصات آن انجام میشود.

❖ اندازه گیری مقاومت الکتروود که پس از پایان احداث الکتروود انجام میشود بسیار مهم است و اگر بدون ایراد انجام گردد ایمنی افراد و تجهیزات و صحت کار آنها به مقدار آن بستگی خواهد داشت.

### انواع سیستم اتصال زمین براساس استاندارد IEC ۶۰۳۶۴ :

■ انواع سیستم اتصال زمین که با استفاده از دو حرف یا کد لاتین نامگذاری می شوند عبارتند از : TN , TT , IT

■ اولین حرف یا کد ، نشاندهنده اتصال بین زمین و وسایل منبع تغذیه ( ژنراتور یا ترانسفورماتور ) می باشد.

■ T : یعنی اتصال مستقیم یک نقطه با زمین ( از کلمه فرانسوی terre )

■ I : هیچ نقطه ای به زمین اتصال ندارد یا از طریق امپدانس بسیار بالایی ( بینهایت ) اتصال دارد ( از کلمه Isolated )

■ حرف دوم نشاندهنده اتصال بین زمین و وسایل الکتریکی مصرف کننده ها می باشد.

■ T : اتصال مستقیم به زمین، مستقل از هر اتصال زمینی در سیستم تغذیه

■ N : اتصال از طریق شبکه تغذیه به زمین

شبکه TN : TN network

■ در سیستم اتصال زمین TN ، یکی از نقاط ژنراتور یا ترانسفورماتور معمولاً "نقطه ستاره در سیستم سه فاز به زمین اتصال دارد و بدنه وسایل الکتریکی از طریق این اتصال زمین در ترانسفورماتور به زمین متصل می گردند .

■ هادیی که بدنه فلزی ( هادی ) وسایل مصرف کننده را به زمین متصل می نماید ، هادی حفاظتی ( protective earth = PE ) می نامند .

■ هادیی که به نقطه ستاره در سه فاز متصل می نماید یا جریان برگشتی را در سیستم تک فاز حمل می کند را سیم نول ( Neutral = N ) می نامند .



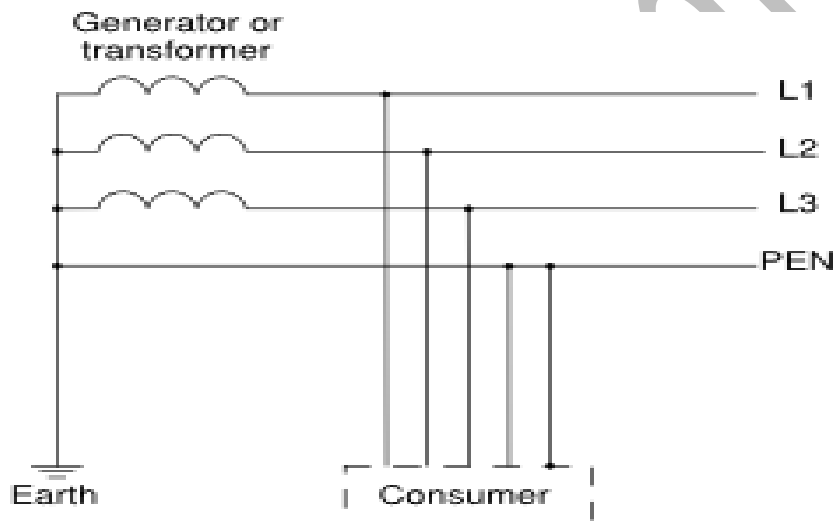
انواع مختلف سیستم TN :

■ **TN-S**: PE و N هادیهای جداگانه ای هستند که فقط در محل منبع تغذیه به یکدیگر متصل شده اند.

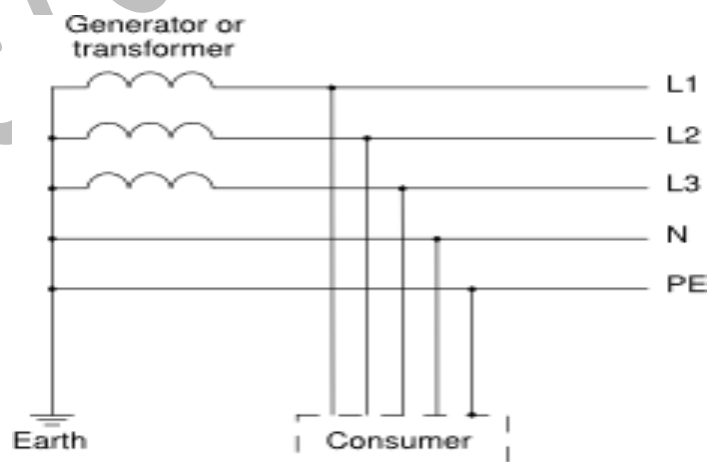
■ **TN-C**: یک هادی مشترک PEN (یعنی PE + N) که کار هادی های PE و N را انجام می دهد.

■ **TN-CS**: قسمتی از سیستم از هادی مشترک PEN و در بعضی نقاط به دو هادی مجزای PE و N تقسیم می شود. هادی مشترک PEN عموماً "بین ایستگاه برق و نقطه ورودی به ساختمان وجود دارد و در داخل ساختمان از هادیهای مجزای PE و N استفاده می شود.

سیستم اتصال زمین TN-C



سیستم اتصال زمین TN-S



This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.