

## زمین کردن و اثرات آن در کاهش حوادث جانی و تاسیسات

بدوناً بینیم نیاز اعمال استانداردهای برق رسانی به ساختمان ها و مراکز صنعتی به چه منظور می باشد. اساساً این روش ها و دستورالعمل ها برای حفاظت و ایمنی دستگاههای الکتریکی و همچنین حفظ جان افرادی که با این گونه وسایل سروکار دارند می باشد.

در اینجا تعدادی از روش ها و دستورالعمل های متداول را مختصراً شرح داده و با مقایسه با یکدیگر بین آنها روش عملی تری را که با تغییراتی قابل اعمال در شرایط فعلی سیستم های برق رسانی به واحدها می باشد انتخاب و پیشنهاد می نمایم روش های موجود طبق استاندارد VDE شماره ۰۱۰۰ به شرح زیر می باشد.

### ۱- حفاظت به وسیله سیم زمین

تمام قسمت هایی از یک دستگاه که باید حفظ شوند هر یک تک تک به سیم اصلی وصل می شوند. در صورت اتصال کوتاه از داخل این سیم اصلی زمین یک شدت جریان عبور می کند و نزدیک ترین فیوز به وسیله این شدت جریان می پرد (یا می سوزد) و قسمت های دیگر دستگاه را بدون ولتاژ می کند.

### راهنمایی برای نصب:

۱- مقاومت سیم زمین نباید از این مقدار تجاوز کند.

$$R_S = \frac{65}{K \cdot I_N}$$
$$[R_S] = \frac{V}{A}$$
$$\frac{I_N}{K}$$

شدت جریان فیوز

فاکتوری که بر حسب آن فیوز معین می شود

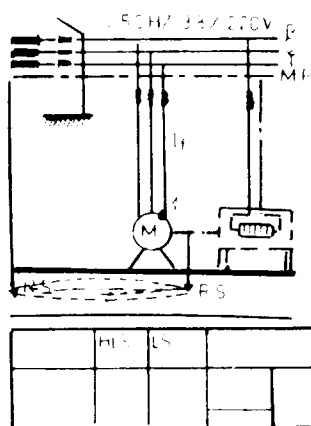
۲- سیم زمین را باید به دقت در داخل زمین نصب کرد و به دستگاه متصل نمود.

۳- برای سیم زمین باید فقط از رنگ سبز- زرد استفاده نمود.

۴- در دستگاههایی که سیم زمین برای حفاظت مورد استفاده قرار گرفته دیگر احتیاج به نول نداریم.

۵- قبل از بکار انداختن دستگاه باید یک بار سیم زمین را امتحان نمود. (شکل ۱-۸)

فاکتور k از دستگاههای مصرف کننده برق بر حسب آخرین تقسیم بندی است.



## ۲- نول

این کار بدین منظور است که در صورت عیب کردن مدار در یک نقطه نزدیک ترین فیوز به آن نقطه عمل کرده و دستگاه را فاقد ولتاژ نماید... نول کردن فقط طبق شرایط زیر مجاز است.

۱- قطر سیم ها طوری باید انتخاب شده باشند که وقتی مابین سیم خارجی و سیم نول یک اتصالی بوجود آید

شدت جریانی که لااقل از نزدیک ترین فیوز می گذرد جریانی باشد که بتواند فیوز را بپراند (یا بسوزاند)

۲- سطح مقطع میانی برای سیم های تا ۱۶ میلیمتر مربع و برای سیم های آزاد تا ۵۰ میلیمتر مربع باید مساوی

سطح مقطع سیم خارجی باشد.

۳- سیم نول باید طوری به زمین وصل شود که مقاومت تمام سیم های زمین دستگاه بیش از ۲ اهم نباشد.

۴- سیم نول باید مثل سیم های خارج از (کارخانه) روپوش مطمئن و عایق داشته باشد.

۵- در مسیر سیم محافظ هیچ فیوز نباید وجود داشته باشد.

۶- سیم نول نباید به تنهایی دارای کلید باشد.

## راهنمایی هایی برای نصب:

۱- سیم منفی و حافظ را باید به دقت نصب نمود.

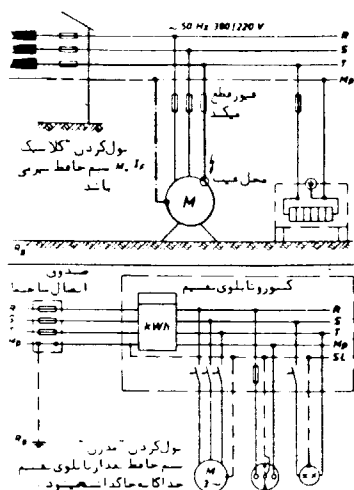
۲- دستگاههایی که بعدها اضافه می شوند و از آن محل برق می گیرند باید جداگانه به زمین متصل شوند.

۳- در تمام مسیر باید سیم منفی و سیم زمین مشخص باشند.

۴- در نقطه ای که از سیم بیرون برای مصرف منزل برق گرفته می شود سیم منفی را باید به لوله آب شهر و قبل از

کنتور آب وصل کرد.

۵- کارنول کردن را باید قبل از بکار انداختن دستگاه امتحان کرد.



## رنگ های مشخص کننده:

سیم محافظ سبز- زرد

سیم میانی M p - آبی

سیم خارجی سیاه و قهوه ای

شکل (۸-۲)

## ۳- کلید محافظ برای ولتاژ عیب

وقتی به وسیله بدن انسان، بدنه دستگاه و زمین از نظر الکتریکی به هم متصل می شوند یک ولتاژی به نام ولتاژ

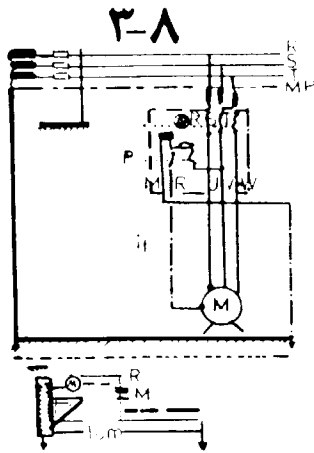
عیب بوجود می آید. بویین رها کننده کلید حافظ به این دو نقطه وصل شده است و کارش این است که قبل از

رسیدن این ولتاژ به ۶۵ ولت کلید فوری مدار را قطع کند. برای استفاده از این کلیدها باید شرایط زیر را در نظر گرفت.

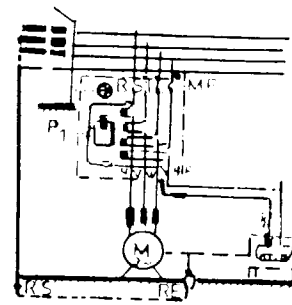
- ۱- بوبین کلید را باید طوری وصل کرد که این بوبین قادر باشد ولتاژ عیب بین دستگاه و سیم کمکی زمین را کنترل کند ( $H=$  نقطه اتصال به سیم کمکی زمین ،  $K=$  محل اتصال به دستگاهی که باید محافظت شود).
- ۲- سیم کمکی زمین باید در مقابل بدنه دستگاهی که باید محافظت شود و در مقابل سیم حافظ و در مقابل قسمت های آهنی طوری عایق شود که این بوبین خود به وسیله اینها حالت اتصالی شده را نداشته باشد. (بوبین رها کننده نباید شارژ شده باشد)

### راهنمایی هایی برای نصب:

- ۱- سیم محافظ را باید به دقت نصب کرد و از وارد شدن هر نوع ضربه و یا نیروی مکانیکی که باعث بریده شدن سیم شود جلوگیری کرد.
- ۲- سیم محافظ باید با رنگ های سبز- زرد مشخص شوند.
- ۳- مقاومت سیم کمکی زمین نباید از ۲۰۰ اهم برای ۲ ولت و از ۸۰۰ اهم برای ۶۵ ولت ولتاژ رها کننده بیشتر باشد.
- ۴- سیم کمک زمین نباید در محدوده ولتاژ سیم های زمین دیگر قرار گرفته باشد به همین علت این سیم باید حداقل ۱۰ متر از سیم های دیگر فاصله داشته باشد.
- ۵- کلید FU را باید قبل از بکار انداختن دستگاه آزمایش کرد.



۴-۸



#### ۴- کلید محافظ برای شدت جریان عیب

این کلید دارای یک مبدل شدت جریان مجموع یا هسته آهنی می باشد که روی سیم پیچ ثانویه یک سیم پیچ رها کننده متصل است.

در دستگاههایی که بدن انسان نتواند باعث اتصال زمین و بدنه دستگاه شود میدان های مغناطیسی سیم های هادی و جریان مبدل همدیگر را خنثی می کنند و در سیم پیچ ثانویه مبدل هیچ ولتاژی القاء نمی شود ولی هرگاه به وسیله بدن انسان بین دستگاه و زمین جریان عیب بوجود آید، در بوبین ثانویه مبدل، باعث یک ولتاژ می شود رله جذب می کند و در نتیجه تمام پلهای مدار قطع می شود.

#### راهنمایی هایی برای نصب:

۱- تمام دستگاهها را باید به زمین متصل کرد.

۲- مقاومت سیم زمین نباید از  $R_E = \frac{24}{I_{FN}}$  ;  $[R_E] = \frac{V}{A}$  or  $R_E = \frac{65}{I_{FN}}$  ;  $[R_E] = \frac{V}{A}$  بیشتر باشد.

جریان عیب اسمی کلید محافظ

۳- سیم میانی هم باید از داخل کلید عبور کند.

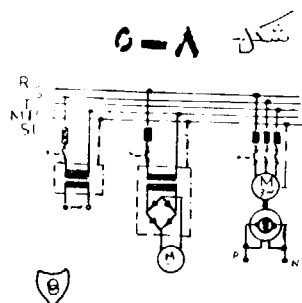
۴- کلید F I را قبل از بکار انداختن دستگاه باید امتحان کرد.

## ۵- ولتاژ کم

این متد حفاظتی برای ولتاژ کمتر و مساوی 24 ولت می باشد. معمولاً ولتاژ کم را از میدل زنگ و حفاظتی می گیرند. به ندرت از پیل ها و المان های گالوانی و مولدها به عنوان مولد ولتاژ کم استفاده می شود.

### راهنمایی هایی برای نصب:

- ۱- سیم های نصب باید برای ولتاژ ۲۵۰ ولت عایق شده باشند.
- ۲- دو شاخه های این دستگاهها با ولتاژ پائین باید طوری درست شده باشند که پریزها با ولتاژ زیاد نخورند.
- ۳- دستگاههای ولتاژ کم باید بدون محل اتصال سیم حفاظتی باشند.
- ۴- مدارها در طرف ولتاژ کم نباید به زمین وصل شوند و همچنین نباید با دستگاههای ولتاژ بالا به وسیله هادی ها

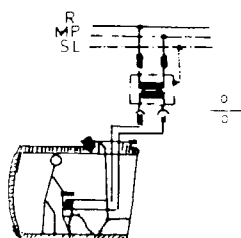


متصل باشند. شکل (۵-۸)

### ۶- حفاظت به طریق مدار مجزا

مدار مجزا، مدار جریان یک مصرف کننده با حداکثر تا ۳۸۰ ولت را به وسیله یک میدل جدا یا مولد موتوری، از شبکه برق جدا می کند. بدین وسیله از اتصال وسائل کارخانه با شبکه برق که از تماس بدن انسان بوجود می آید جلوگیری می شود. حفاظت به وسیله مدار مجزا فقط موقعی موثر است که در مدار ثانویه میدل اتصال به زمین وجود نداشته باشد و این طریق فقط برای ولتاژهای کمتر از ۵۰۰ ولت مجاز می باشد. (شکل ۶-۸)

شکل (۶-۸)



## راهنمایی هایی برای نصب:

۱- فقط مصرف کننده هائی با حداکثر ۱۰ آمپر شدت جریان اسمی، مجاز هستند به یک پریز ثابت بدون

کنتانک محفوظ وصل شوند.

۲- سیم های متحرک باید حداقل شرایط سیم نوع NMH را دارا باشند.

۳- بدنه مبدل های ثابت باید دارای یک محل اتصال به سیم حفاظتی باشند.

۴- طرف ثانوی مدار را مجاز نیستیم به زمین اتصال دهیم.

۵- در مواقع کار داخل تانک های بزرگ باید مبدل خارج از تانک باشد.

## ۷- حفاظت و عایق کردن محل نصب

برای حفاظت به طریقه عایق کردن تمام قسمت های هادی که در موقع اتصال کوتاه می توانند ولتاژ به خود بگیرند

باید به وسیله مواد عایق کننده پوشانده شوند و با به وسیله تکه های ثابت کار گذاشته شده، از قسمت های

دارای ولتاژ جدا بشوند.

عایق کردن محل نصب دستگاه یک متد حفاظتی است که فقط برای دستگاههای ثابت مورد استفاده قرار می گیرد

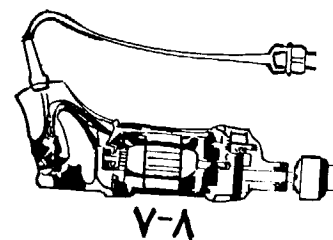
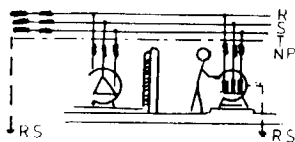
برای این کار باید کف زمین و تمام وسائل هادی که با زمین برخورد دارند با وسائل عایق پوشانده شوند.

## راهنمایی هایی برای نصب:

- ۱- دستگاههایی که به وسیله عایق کاری حفاظت شده اند باید این علامت را داشته باشند .
- ۲- سیم دستگاههای متحرک باید بدون سیم حفاظتی باشند ولی دوشاخه آنها باید دارای زبانه های اتصال (کنتاکت) برای ایمنی باشند.
- ۳- پوشش برای عایق کردن محل نصب باید به اندازه ای بزرگ باشد که وقتی دست انسان به آن ماشین ها می رسد انسان حتماً روی زمین عایق شده ایستاده باشد. شکل (۷-۸)
- ۴- وقتی در آن محل عایق شده وسائل دیگری وجود داشته باشد باید قسمت های هادی همه آنها به همدیگر متصل باشد.

## ۸- سیستم سیم حفاظتی

به وسیله متصل کردن قسمت های مختلف هادی یک-محوطه که می خواهیم آنها را حفظ کنیم باید مانع از آن بشویم که ولتاژهای زیاد به وسیله تماس با آنها بوجود آید.



این قسمت ها می توانند سیم های لوله ای ، قسمت های فلزی خود ساختمان و دستگاههای داخل آن ساختمان و نظیر آنها باشند.

این قسمت ها به وسیله یک سیم مشترک حفاظتی به زمین متصل می شوند و مقاومت سیم زمین هم باید حداکثر ۲۰ اهم باشد برای کنترل وضع سیم ها از نظر عایق بودن باید یک سیستم کنترل دائمی وجود داشته باشد این

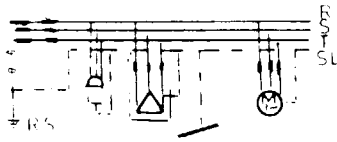


سیستم معمولاً در کارخانه ها مورد استفاده قرار می گیرد. (شکل ۸۸)

### شکل (۸-۸)

#### راهنمایی هایی برای نصب:

۱- سیم ها و همچنین سیم میانی M p



نباید به زمین متصل باشند.

۲- سیستم سیم حفاظتی فقط در جایی مجاز است که تولید برق در خود آن کارخانه یا محوطه باشد.

محاسبات و مقایسه این روش ها با روش نول کردن در شرح حادثه رخ داده شده بیان خواهد شد.

#### شرح حادثه:

در تاریخ ۵ آبان ماه سال گذشته ساعت ۵ بعدازظهر به اداره عملیات شرکت توزیع برق استان یزد توسط یکی از مشترکین برق (ندامتگاه مرکزی) اطلاع داده می شود که ولتاژ برق آنها زیاد بوده و باعث خرابی بعضی از دستگاهها گردیده و لازم است تپ ترانس انحصاری ندامتگاه پائین آورده شود.

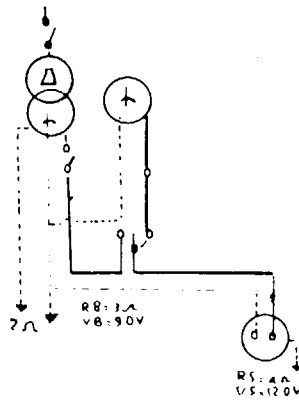
گروه عمیات در محل فوق حاضر و پس از اندازه گیری ولتاژ که مقدار آن بین ۲ فاز ۴۱ ولت نشان داده شد اقدام به قطع کلید دو طرف روی تابلو توزیع ندامتگاه نموده و سپس کلید اتوماتیک بعد از ترانسفورماتور واقع بر روی پایه را نیز قطع نموده و جهت کشیدن کات اوتها از پایه و نسبت به قطع مدار و بی برق نمودن ترانس اقدام می نماید و پس از اطمینان از بی برق بودن ترانس شروع به تعویض تپ ترانس کرده که در این لحظه کارگر دچار شوک الکتریکی می گردد و به علت نبستن کمربند ایمنی از بالای سکوی ترانس از ارتفاع ۶ متری به پائین سقوط می نماید و دچار شکستگی دست راست و جراحاتی می گردد که به بیمارستان انتقال داده می شود.

## بررسی حادثه به صورت عملی و تئوری :

پس از بروز حادثه طبق روال عادی مسئول بازرس فنی و ایمنی و مسئولین اداره عملیات شرکت توزیع در مورد علت حادثه گزارشاتی به مدیر عامل شرکت توزیع برق استان یزد دادند که مورد تأیید آن مدیریت قرار نگرفت و به اینجانب ماموریت داده شد تا با آزمایش و همچنین محاسبات عملی علت اصلی این حادثه را تحقیق و جهت جلوگیری از تکرار آن اقدامات لازم به عمل آید ضمن سوالات زیاد از همراهان فرد حادثه دیده و مسئولین برق ندامتگاه مشخص گردید که به محض بی برق شدن ترانس ژنراتور موجود در محل مشترک روشن و روشنایی زندان تأمین می گردد و در همین زمان که کارگر برق منطقه ای مشغول تعویض تپ ترانس بوده دچار برق گرفتگی می گردد این کارگر دست راست خود را به بدنه ترانس اتصال داده بوده که مقاومت ارت آن ۲ اهم و دست چپ او به مقره نول فشار ضعیف ترانس برخورد می نماید و دچار شوک الکتریکی و سقوط از پایه می گردد پس از تحقیقات و بررسی سیستم های برق داخل ندامتگاه و کابل کشی ها مشخص شد که سیم فاز یکی از پریزهای ارت دار آشپزخانه به ارت پریز وصل می باشد. لذا مطابق شکل زیر از طریق زمین پوشینگ نول ترانس برق دار گردیده و همین ولتاژ که حدود ۱۰۰ ولت اندازه گیری شد باعث برق گرفتگی کارگر شده است.

آمپر عبوری از محل عیب به زمین اندازه گیری گردید مقدار ۳۰ آمپر بود و مقاومت ارت محل عیب مقدار ۴ اهم مقاومت نول زمین شده در محل نصب ترانس مقدار ۳ اهم بود. فیوز سر راه فاز اتصال به زمین شده از نوع

فشنگی ۶۳ آمپر بوه است.



حال در صورتی که ولتاژ ایمن تماس را ۵۰ ولت فرض نمایم جهت سوختن فیوز ۶۳ آمپر کندسوز فاز معیوب کمی بایست مقاومت نقطه عیب (اتصال فاز به زمین) طبق رابطه زیر مقدار ۰/۲۶ اهم باشد.

$$R_s = \frac{50}{J_a} = \frac{50}{I_n \cdot K} = \frac{50}{63 \times 3} = 0.026 \quad \text{ضریب سوختن فیوز: } K$$

جریان نامی فیوز:  $I_n$

واضح این که بوجود آوردن یک چنین ارتی با مقاومت ۰/۲۶ اهم که در مناطق کوبری و خشک عملاً غیر ممکن و در دیگر مناطق به سادگی امکانپذیر نمی باشد.

با توجه به مقادیر ذکر شده فوق و طبق دیاگرام زیر ولتاژ در نقطه عیب و در محل حادثه بدست می آید و عملاً مقدار ولتاژ تماس همان ولتاژی است که در محل حادثه اندازه گیری شده .

$$V_S = I.R_b = 30.3 = 90 \text{ V}$$

$$V_b = I.R_b = 30.4 = 120 \text{ V}$$

در صورتی که مقاومت میانگین بدن را در حالت معمولی ۳۰۰۰ اهم باشد جریان عبوری از بدن در صورت تماس هم در نقطه عیب (پریز) و هم بر روی ترانس (محل حادثه) این مقادیر می باشد.

$$L = \frac{V_S}{R} = \frac{120}{3000} = 40 \text{ mA}$$

آمپر عبوری از بدن در نقطه عیب

$$I = \frac{V_B}{R} = \frac{90}{3000} = 30 \text{ mA}$$

آمپر عبوری از بدن فرد حادثه دیده

و با توجه به اینکه عبور جریان بالای ۲۰ میلی آمپر از بدن انسان باعث فلج شدن عضلات بدن و فیبرلاسیون قلب می شود بنابراین کارگر فوق نیز دچار شوک شدید شده است از آنجائی که یکی از فازها اتصال زمین شده بود قاعدتاً باید تعادل فازها به هم خورده باشد.

با اندازه گیری که به عمل آمد این ادعا ثابت گردید و ولتاژ دو فاز دیگر نسبت به زمین بین ۲۸۰ تا ۲۹۵ ولت

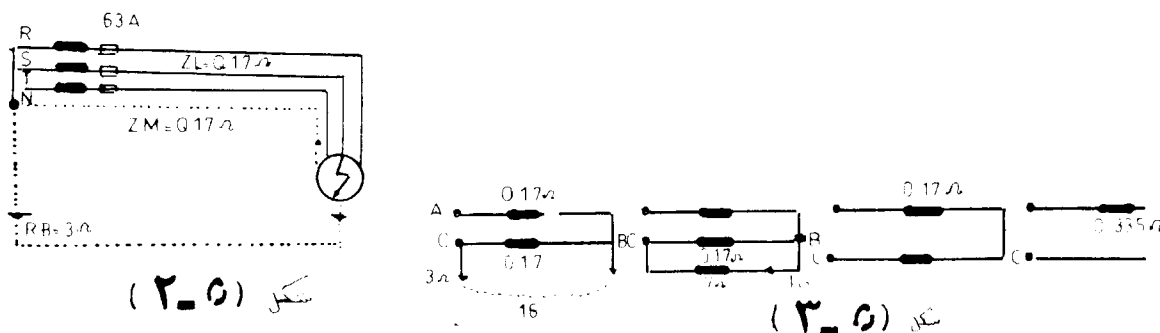
در نوسان بود . از لحاظ تئوری طبق شکل زیر نقطه مرکز ستاره تغییر ولتاژ دو فاز دیگر از این رابطه دست می آید

که ۲۹۸ می باشد نتیجتاً این محاسبه با مقدار اندازه گیری عملی مناسبت دارد.

$$V_H = \sqrt{V_S^2 + V_P^2} = 2V_P \times V_S \times \cos 120^\circ = \sqrt{120^2 + 220^2 + 220 \times 120} = 298V$$

حال فرض می کنیم طبق شکل زیر بدنه فلزی دستگاههای الکتریکی به سیم نول اتصال داده شود و نیز بدنه هر دستگاه جداگانه زمین گردد. (طبق شکل زیر)

با توجه به اینکه سیم رابط از فیوز دستگاه کابل ۴×۱۶، مسی می باشد به طول تقریبی ۱۵۰ متر مقاومت آن مقدار مدار معادل شکل روبرو به صورت زیر



در این صورت جریان اتصال دهنه که همان اتصال کوتاه بین فاز و نول می باشد بدست می آید.

$$I = \frac{220}{0.335} = 657 \quad \text{جریان عبوری از فاز معیوب}$$

در این حالت فیوز در زمان بسیار کوتاه می سوزد و مدار قطع می گردد باز در این حالت ولتاژ تماس نقطه معیوب و نقطه حادثه رخ داده شده برای برقکار بدین طریق بدست می آید.

$$V_{AB} = 657 \times 0.17 = 112$$

$$V_{BC} = 657 \times 0.165 = 108$$

حال با توجه به مقاومت دو نقطه زمین شده فوق داریم:

$$IG=108 \quad 7=15/5$$

جریان عبوری از زمین

$$VS=15/5 \times 4=66$$

ولتاژ نقطه محل اتصال بدنه

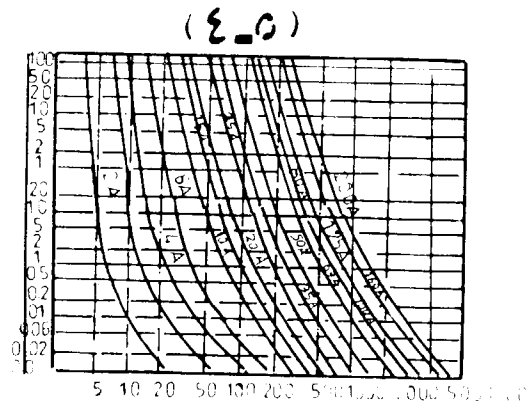
$$VB=15/5 \times 3=47/5$$

ولتاژ تماس نقطه محل حادثه

و با توجه به دیاگرام زمان قطع فیوز ۶۳ مطابق شکل زیر زمان قطع فیوز مدت ۰/۰۳ ثانیه بوده و مدار قطع می

گردد حال اگر فرض شود که تا زمان قطع مدار فرد حادثه دیده در مدار باقی بماند با توجه به مقاومت بدن فرد که

تقریباً ۳۰۰۰ اهم فرض شود.



میلی آمپر عبوری از بدن شخص مقدار رابطه زیر می باشد:

$$I = \frac{47.5}{3000} = \frac{5}{300} = \frac{1}{60} = 0.016 \text{ A} \quad , \quad 16 \text{ mA}$$

دیده می شود که در این روش خطرات ناچیز است لازم به تذکر است که تمام ولتاژهای تماس با زمین همگن

محاسبه شده که بدترین حالت است.

مقایسه روش های فوق با یکدیگر

۱- در روش استفاده از ارت نمودن بدنه فلزی تاسیسات به تنهایی که باید مقدار مقاومت ارت بدنه دستگاه بسیار اندک باشد تا وسائل حفاظتی از قبیل فیوزها و کلیدها در اثر جریان زیاد مدار را قطع نماید طبق محاسبات قبل برای سوختن یک فیوز ۶۳ آمپر باید مقاومت ارت بدنه آن دستگاه مقدار ۰.۲۶ اهم باشد و با توجه به فصول مختلف سال این مقدار در حال نوسان خواهد بود از آنجائی که عملاً نمی توانیم اهم زمین را به این مقدار رساند و مقادیر بالاتری می باشد لهذا در اثر آمپر عبوری از طریق این ارت به زمین خود حالت مصرف کننده انرژی مصرف می نماید. مقدار انرژی که در اثر ارت شدن فاز در پریز زندان تلف می شده :

$$P=U \times I = 220 \times 30 = 6600 \quad W = 6.6 \text{ KW}$$

هر ساعت

$$24 \times 6.6 = 158 \text{ KWH}$$

مقدار انرژی مصرفی در ۲۴ ساعت

$$158 \times 30 = 4740 \text{ KWH}$$

= در یکماه

در این حالت به علت اتصال یک فاز به زمین دو فاز دیگر اضافه ولتاژ نسبت به زمین پیدا نموده و باعث خرابی دستگاهها می گردد که در محل حادثه مذکور مرتباً فنهای تک فاز می سوخته است.

۲- روش استفاده از اتصال بدنه فلزی دستگاهها به سیم نول (صفر نمودن) در این حالت به علت اینکه تعداد ارتها زیاد می باشد نتیجتاً مقاومت کلی زمین در حد پائین قرار می گیرد و در صورت اتصال فاز به بدنه عملاً اتصال کوتاه بوجود آمده و فیوزها و کلیدها سریع عمل و مدار قطع می گردد و امکان عیب یابی دستگاه معیوب بسیار آسان و با جدا نمودن آن قسمت معیوب از مدار تغذیه بقیه منزل یا واحد صنعتی تداوم دارد در این روش جابجائی نقطه ستاره بوجود نمی آید در نتیجه اضافه ولتاژ روی فازهای سالم اعمال نمی گردد و دستگاههای دیگر دچار اختلال و سوختن نمی شوند.

۳-۴- استفاده از کلیدهای FI و FU به علت بالا بودن قیمت آن و همچنین به محض ایجاد اتصال بدنه چون که در سر راه ورودی برق اصلی منازل و بعضی از واحدها نصب می گردد برق کلیه دستگاهها قطع پس باید برای هر

دستگاه الکتریکی یک کلید نصب نمود که این عمل از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نمی باشد از طرف مشترکین هم استقبال به عمل نمی آید همچنین به علت نوسانات ولتاژ در سیستم امکان سوختن بعضی از قطعات این کلید بسیار است و تهیه آن توسط مشترکین به راحتی میسر نیست مضافاً به اینکه در روش استفاده از کلیدهای FU احتیاج به ارت کمکی با مقاومت پائین می باشد که این خود نیز یک مسئله است .

۵ - به علت کم بودن دستگاههای ولتاژ کم در ایران متداول نمی باشد.

۶ - مجزا - نول ایزوله ر سه فاز به علت اینکه یکی از فازها با زمین اتصالی پیدا کند بالارفتن ولتاژ فازهای سالم نسبت به زمین در سیستم های سه فاز زمین شده خواهد گردید . این کار از نظر فنی باعث بالا رفتن شدت میدان . میدان الکتریکی در داخل عایق بندی و یونیزاسیون آن و تولید جرقه های میکروسکوپی است که در صورت عدم رفع عیب و یا قطع مدار معیوب تبدیل به اتصال فاز به فاز با سه فاز مخصوصاً در کابل ها می گردد ولی در تک فاز جهت فرمان دستگاهها از ترانس تک فاز ایزوله استفاده می شود.

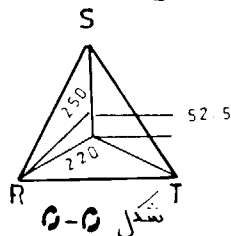
۷ - موارد استفاده چندانی ندارد.

۸ - البته با اتصال یک فاز به زمین و بالارفتن پتانسیل سیم نول ولتاژ فازهای سالم افزایش ، یافته و نظر به اینکه در اغلب مصرف کنندگان تک فاز افزایش ولتاژ تا ۲۵۰ ولت مجاز می باشد بهتر است برای حفاظت این محدودیت افزایش پتانسیل نول تا ۵۲/۵ ولت مجاز است جهت جلوگیری از خطاهای شرح داده در صورتی که فاز در جای دیگری ارت کرده باشد ، برق گیری هایی هستند طبق مشخصات

SIEMENS H400-50 HZ-250V-1KA  $\frac{1}{50}$   $\mu$ s-3KA  $\frac{10}{20}$   $\mu$ s59

که در اثر برخورد یک فاز با زمین و جابجائی مرکز ستاره بیش از ۵۲/۵ ولت باشد عمل کره و خط را بررسی می کنند که برای شبکه توزیع جهت بالارفتن پتانسیل فازها و خراب نشدن عایق دستگاهها مخصوصاً جهت ایمنی

اشخاص بهترین روش می باشد که در صورت ارت کردن فاز و برق دار شدن نول قطع می شوند.



## نتیجه گیری و راه حلهای پیشنهادی

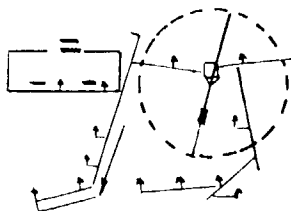
۱- با توجه به مطالب مذکور و مقایسه هشت حالت فوق پیشنهاد می گردد که در مراکز صنعتی کوچک و بزرگ کلیه بدنه فلزی دستگاهها به سیم نول سیستم اتصال داده شده (بهتر است به صورت لحیم و بدون زنگ زدگی) و بدنه دستگاهها زمین گردد و در محل تحویل برق به متقاضی نزدیک و سائل اندازه گیری نول سیستم زمین شود البته با مقاومت نسبتاً پائین ضمناً در سر راه هر دستگاه الکتریکی فیوز و یا کلید مناسب با آمپراژ مصرفی آن دستگاه نصب گردد که به محض اتصال بدنه در کوتاهترین زمان ممکن مدار قطع گردد که محاسبات تئوری آن قبلاً آمده است. با توجه به اینکه در این گونه واحدها امکان استفاده از دستگاههای بسیار زیاد می باشد (تک فاز استفاده از دو شاخ و پریز) در صورتی که سطح مقطع هادی های فاز (L1 - L2 - L3) کمتر از ۱۰ میلی متر مربع باشد هادی های نول (N) و حفاظتی (PE) باید از همدیگر مجزا بوده و فقط در نقطه ورودی برق به واحد صنعتی و خانگی به یکدیگر وصل شوند. در مورد سطح مقطع هادی های فاز را بر ۱۰ میلی متر مربع و بیشتر می توان از یک هادی مشترک به عنوان هادی خنثی (N) و هادی حفاظتی (PE) استفاده نمود البته باید مقطع سیم نول هم اندازه سیم های فاز باشد.

۲- در مورد مشترکین خانگی و تجاری کوچک که بیشترین تعداد را در بر می گیرند و نیز بالاترین خطرات افراد این واحدها را تهدید می نماید و متأسفانه مرتباً شاهد حوادث ناگواری هستیم که بر اثر اتصال بدنه سماور برقی، ماشین لباسشویی و یخچال و غیره رخ می دهد. برای حفاظت جان افرادی که هیچ گونه اطلاعی از خطرات برق ندارند و اصولاً با فرهنگ استفاده صحیح از مصرف برق آشنا نمی باشند و در حال حاضر واحدهای آنها برق دار می باشد از طریق شرکت های توزیع برق شبکه طبق شکل مقابل ارت گردیده و از طریق رادیو و تلویزیون و



همچنین مامورین قرائت و توزیع قبوض برق مصرفی یک اطلاعیه به مشترکین داده شود که به وسیله سیم تک رشته افشان حداقل به مقطع ۴ میلی متر مربع عنوان سیم حفاظتی (N) در ساختمان خود که عمدتاً شامل آشپزخانه می شود کشیده و کلیه لوازم الکتریکی داخل منزل که بدنه فلزی دارند به این سیم اتصال داده و سیم نول هر دستگاه را به بدنه فلزی آن دستگاه وصل نمایند و سپس در محل نصب کنتور (مبدأ ورودی برق به منزل) سیم حفاظتی (PE) را ب سیم نول کنتور اتصال نمایند و برای مشترکین جدید که درخواست انشعاب می نمایند حتماً سیم کشی داخل منزل آنها توسط مامورین بازدید محل شرکت های توزیع بر کنترل و در صورتی که دارای سیم حفاظتی و ارت مناسب می باشد کارت اشتراک برای آن واحد صادر گردد و در موقع نصب کنتور حتماً سیم نول را به سیم حفاظتی منزل اتصال دهند که با این روش عملاً تعداد زیادی نول زمینی شده و مقاومت پائینی را بوجود می آورد. ضمناً طراحی های جدید حتماً مقطع سیم نول هم اندازه فاز محاسبه گردد و شرکت های توزیع برق نسبت به تعویض سیم های نول موجود با مقطع کمتر از فاز به ترتیب اقدام نمایند.

۳- پیشنهاد می گردد از طریق موسسه استاندارد ایران از ساخت پریز و دوشاخه های بدون سیم و کنتاکت حفاظتی در داخل شرکت جلوگیری نمایند.



## منابع:

- ۱- جدول وسترمان
- ۲- تاسیسات الکتریکی و ایمنی و حفاظت: دکتر ذوق اشتیاق
- ۳- مدارهای الکتریکی و طرز کار آنها: اوکراسکه هاناگل
- ۴- هندبوک زیمنس
- ۵- دستورالعمل ارتینگ واحدهای صنعتی: وزارت کار و امور اجتماعی
- ۶- استاندارد ارتینگ.