

مقدمه:

موارد برق گرفتگی نسبت به حوادث ناشی از کار زیاد نبوده و کمتر باعث آسیب مصدومین می‌گردد. اما با وجود این مطلب، برق منبع خطرناکی برای بروز حوادث به شمار می‌ورد.

آمار سال ۱۳۹۶

- سقوط از ارتفاع: ۵۶۰ نفر کشته
- اصابت جسم سخت: ۳۴۶ نفر کشته
- برق گرفتگی: ۲۰۳ نفر کشته

مطابق سالنامه آماری سال ۹۸ از سوی وزارت کار، تعداد آسیب دیدگان شغلی ثبت شده مشمولین قانون کار **۹۷۵۱ نفر** حادثه بوده است که نسبت به سال ۹۷ دارای کاهش ۲۵ درصدی بوده است، از کل آسیب دیدگان شغلی **۷۲۶** مورد منجر به فوت شده است.

خطرات ناشی از برق برخلاف اغلب خطرات مکانیکی معمولاً واضح و آشکار نیستند. یک هادی جریان‌دار از نظر ظاهر با یک هادی بدون جریان معمولاً تفاوتی ندارند. همچنین قطع اتصال زمین یک دستگاه برقی ممکن است از نظر دور بماند تا اینکه پس از تماس کارگر با قسمت‌های فلزی دستگاه و برق گرفتگی و متوجه شدن دیر شده باشد.

***کارگاه:** در فصل ششم آیین نامه حفاظت و بهداشت کار در چند ماده به صورت مستقیم به لزوم رعایت موازین و دستورالعمل‌های ایمنی در برابر برق اشاره شده است.

***کارگاه:** در بحث استقرار سیستم مدیریت بهداشت حرفه‌ای و ایمنی (ISO45001) نیز به امر ایمنی در برابر برق به عنوان یک موضوع مهم و اساسی توجه شده است.

در صنعت برق اگر ایمنی رعایت نشود، خطر برق گرفتگی حتمی است. بنابراین قبل از دست زدن به سیم یا ادوات برقی جهت تعمیر و یا هر گونه بازرسی بایستی حتماً جریان برق در مدار قطع بوده و مطمئن باشید که جریان برق وجود ندارد و آزمایش وجود یا عدم وجود جریان برق توسط فازمتر صورت می‌گیرد.



ایمنی برق ۲

(رشته مهندسی ایمنی صنعتی و محیط کار - مقطع کارشناسی ناپیوسته)

به طور کلی چهار قاعده فیزیکی در برق:

ولتاژ (V)

جریان (I)

مقاومت (R)

توان (P)

- یکای اندازه گیری ولتاژ ولت (V) است
- یکای اندازه گیری جریان آمپر (A) است
- یکای اندازه گیری مقاومت اهم (Ω) است
- یکای اندازه گیری توان وات (W) است

ولتاژ برق

اندازه گیری فشار الکتریکی را با ولت (V) نشان می دهند که در صنعت به سه دسته زیر تقسیم می شود:

- ولتاژ بالا: با ولتاژهای بیشتر از 33 Kv
- ولتاژ متوسط: با ولتاژهای 11 , 20 , 33 Kv
- ولتاژ پائین: با ولتاژهای کمتر از 1000 v

جریان برق

جریان برق را با واحد آمپر نشان می دهند که بر دو نوع می باشد :

- جریان مستقیم (DC) direct current: جریان برق حاصل از ژنراتورها و باتری ها از این نوع می باشد.
- جریان متناوب (AC) alternating current: جریان برق شبکه شهری از این نوع می باشد.

تعریف فرکانس

برق متناوب دارای مفهومی با نام فرکانس است. فرکانس به تعداد تغییرات جریان برق در واحد زمان در سیم اشاره دارد.

برق شهری چیست؟

منظور از برق شهری، برقی است که از طریق نیروگاه های برق تامین شده و وارد شبکه توزیع برق می شود. برق شهری از نوع برق متناوب است. مشخصات برق شهری در کشور ما به قرار زیر است:

- ولتاژ : ۲۲۰ ولت
- فرکانس : ۵۰ هرتز

***کارگاه: مفاهیم فاز و نول و تک فاز و سه فاز تعریف کنید.**

• مدار الکتریکی

حال با دانستن سه فاکتور اساسی در برق (جریان ولتاژ مقاومت) مدار الکتریکی را تعریف می کنیم : هر مدار الکتریکی یک مجموعه از تولید کننده برق - مصرف کننده آن و سیمهای ارتباطی بین ایندو است .

• اتصالی در یک مدار یا اتصال کوتاه

هرگاه در یک مدار بسته جریان از مسیری بجز از مصرف کننده بگذرد و مقدار آن زیاد تر از حد مجاز باشد این وضعیت را اتصال کوتاه می گوئیم . در حالت اتصال کوتاه سیم کشی مدار و تولید کننده برق در معرض آسیب جدی قرار می گیرند زیرا جریان مدار بسیار زیاد شده و باعث داغ شدن سیم کشی و اضافه بار شدن منبع تولید کننده برق می گردند در نتیجه اتصال کوتاه باید سریعا و بصورت خودکار قطع شود که این وظیفه بعهدہ فیوز است .

• اساس کار فیوز چیست ؟

وسیله ای است برای قطع جریان برق، در حقیقت فیوز شیر اطمینان برق است. زمانی که بار الکتریکی مدار بیش از مقدار مجاز باشد قبل از اینکه این امر باعث سوختن و یا جرقه الکتریکی در دستگاه بشود، فیوز می سوزد.

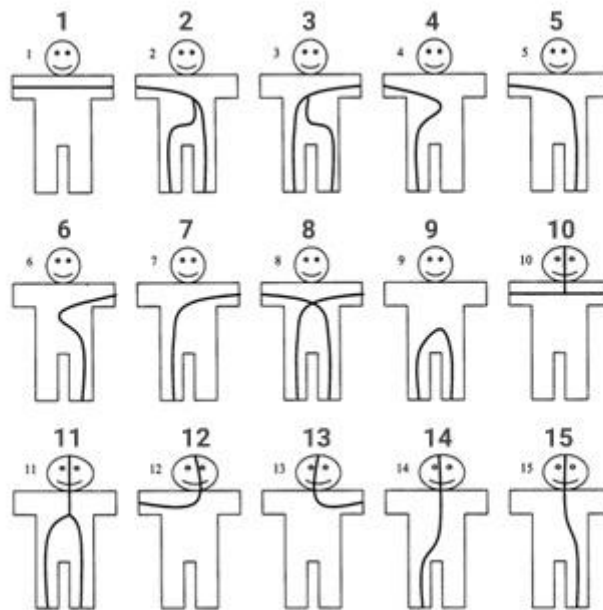
فیوز یک عنصر حفاظتی در مدار است که هرگونه اضافه جریانی را که بیشتر از مقدار نوشته شده روی فیوز باشد تشخیص داده و آنرا سریع قطع میکند . بدین صورت که جریان اضافه سبب تولید گرما در فیوز شده و یک سیم حساس به حرارت را که در مسیر عبور جریان و در داخل فیوز قرار دارد ذوب میکند و در نتیجه مسیر عبور جریان قطع شده و اتصال کوتاه بطور موقت برطرف می شود اما تا زمانی که عامل ایجاد کننده اتصال کوتاه مرتفع نگردد عوض کردن فیوز فایده ای ندارد .

(رشته مهندسی ایمنی صنعتی و محیط کار - مقطع کارشناسی ناپیوسته)

مقاومت الکتریکی (R)

مقاومت در برابر جریان الکتریسیته را مقاومت الکتریکی گویند و واحد اندازه گیری آن اهم (Ω) می باشد. جدول زیر مقاومت بدن انسان را در مقابل جریان الکتریسیته نشان می دهد.

مقاومت بر حسب اهم	اجزای بدن
۱۰۰۰۰۰ تا ۶۰۰۰۰۰	پوست خشک
۱۰۰۰	پوست خیس
۴۰۰ تا ۶۰۰	دست و یا اندام داخلی
۱۰۰	گوش تا گوش



(رشته مهندسی ایمنی صنعتی و محیط کار - مقطع کارشناسی ناپیوسته)

نکات عمومی در ایمنی برق

هرگاه قسمتی از بدن انسان جزئی از یک مدار بسته الکتریکی شود، ضایعات الکتریکی حادث می شود که عمدتاً از طریق عبور جریان و تولید گرما باعث صدمات بافتی می شود.

عبور جریان الکتریکی

- اصولاً عبور جریان الکتریکی از داخل هر بافت دارای فعالیت الکتریکی ممکن است باعث اختلال فعالیت آن عضو شود.
- این اثر در بافتهایی که دارای قدرت هدایت الکتریکی بیشتری هستند، واضحتر و شدیدتر می باشد مثل بافت عصبی و عضلانی
- همچنین شدت ضایعه ایجاد شده رابطه مستقیمی با شدت جریان، ولتاژ و نوع جریان الکتریکی دارد.

عبور جریان از نوروتهای محیطی :

- با شدت ۳ میلی آمپر موجب احساس سوزش
- ۱۰-۱۲ میلی آمپر موجب احساس درد می شود.

عبور جریان از عضلات:

- با شدت ۵ میلی آمپر موجب انقباض
- با ۱۰۰-۱۰۰۰ میلی آمپر موجب انقباض شدید عضلات تنفسی و ایست تنفسی و در قلب موجب فیبریلاسیون بطنی می شود.
- با عبور جریان ۱۰ آمپر از قلب امکان بروز هر نوع آریتمی و از جمله آسیستول وجود دارد.

چگونه برق گرفتگی اتفاق می افتد :

تمامی سطح زمین ، دیوارها و کف اتاقها در تمامی طبقات ، به عنوان یک نقطه از سیستم برق محسوب می شود.

و اگر نقطه ای از بدن موجود زنده از یک طرف به زمین یا دیوارها وصل باشد و از طرف دیگر به سیم برق (فاز یا نول) یا بدنه فلزی دستگاه برقی (یخچال ، کولر ، چرخ گوشت و ...) تماس داشته باشد جریان برق از بدن عبور می کند.

(رشته مهندسی ایمنی صنعتی و محیط کار - مقطع کارشناسی ناپیوسته)

تعریف آستانه :

آستانه درک و یا آستانه واکنش که برای انسان تقریباً غیر قابل محسوس بوده و به چندین پارامتر بستگی دارد:

الف - ناحیه‌ی تماس:

ناحیه‌ای از بدن که در تماس با جریان برق قرار گرفته باشد.

ب - شرایط تماس :

خشکی، رطوبت، فشار و دما

ج - خصوصیات فیزیکی و مقاومت بدن افراد:

مقدار متداول برای این واکنش، 0.5 میلی آمپر مستقل از زمان فرض شده است.

آستانه‌ی لرزش:

که آستانه قابل محسوس برای انسان می‌باشد و این آستانه، علاوه بر پارامترهای موجود در آستانه درک و واکنش، به پارامترهای دیگری مانند مقدار و فرم جریان، نیز بستگی دارد. به طور متوسط مقدار ۱۰ میلی آمپر برای آستانه لرزش فرض می‌شود.

آستانه انقباض عضلات و حمله قلبی:

این آستانه، علاوه بر این که به پارامترهای فیزیولوژیکی از قبیل آناتومی بدن، مقاومت بدن انسان و ... بستگی دارد به پارامترهای جریان (مقدار و فرم آن) نیز بستگی دارد.

اتصال الکتریکی به بدن ممکن است در اثر:

- ۱- یک تماس مستقیم مانند اتصال ۲ شاخه معیوب به یک پریز بدون حفاظ
- ۲- یا تماس غیر مستقیم از طریق یک واسطه مثلاً وقتی که بدنه یک موتور در اثر خرابی عایق سیم پیچی برق دار شده و انسان با بدنه موتور تماس پیدا می‌کند، صورت پذیرد.

(رشته مهندسی ایمنی صنعتی و محیط کار - مقطع کارشناسی ناپیوسته)

میزان خطر برق گرفتگی به عوامل زیر بستگی دارد:

۱- نوع جریان

- جریان الکتریکی عمدتاً به ۲ دسته جریان مستقیم (دائم) و جریان متناوب تقسیم می شود.

- نظر به اینکه مقاومت بدن در مقابل جریان متناوب کمتر است.

در شرایط یکسان در جریان متناوب، شدت جریان بیشتری از بدن عبور می نماید و در نتیجه خطرناکتر است.

در شرایط آزمایشگاهی عبور ۶۰ تا ۸۰ میلی آمپر شدت جریان مستقیم با آثار مهم داخلی در بدن همراه نبوده و شخص قادر است خود را از سیستم های برق برهاند.

اما در جریان متناوب این مقدار ۱۵ میلی آمپر است.

باید توجه داشت که در جریانهایی با شدت بیشتر شخص قادر به رهانیدن خود از سیستم برق نیست.

۲- فرکانس جریان:

- چنانچه فرکانس جریان خیلی بالا باشد انرژی برق عمدتاً صرف گرمایش بدن گشته و احتمال ایجاد شوک الکتریکی بسیار کم خواهد بود.

فرکانس هایی که باعث اختلال در سیستم تنفسی و گردش خون بدن انسان می شود شناسایی نشده اند.

نقطه اوج خطر در فرکانس های ۵۰ تا ۶۰ هرتز می باشد و خارج از این حد میزان خطر نسبتاً کمتر است.

۳- مسیر جریان:

عبور جریان از هر مسیری باشد، درصدی از جریان از قلب عبور می نماید که مقدار آن در هر حالت، متفاوت است. مثلاً در جریان دست ۳/۳ در صد کل آن از قلب عبور می نماید. در جریان پا این مقدار فقط به ۰/۴ درصد می رسد. خطرناکترین حالت عبور جریان از دست راست و هر کدام از پاها به ۰/۶ سهم عبوری از قلب می باشد.

۴- مقاومت الکتریکی بدن:

مقاومت الکتریکی بدن انسان مقاومت اهمی خالصی نمی باشد، یعنی در هنگام عبور جریان برق از بدن بین جریان و ولتاژ، اختلاف فاز الکتریکی بوجود می آید.



ایمنی برق ۲

(رشته مهندسی ایمنی صنعتی و محیط کار - مقطع کارشناسی ناپیوسته)

این مقاومت از ۲ بخش تشکیل شده است:

الف-مقاومت جلدی:

عبارتست از مقاومتی که صرفاً پوست در مقابل عبور جریان از خود نشان می دهد, چنانچه پوست خشک باشد مقدار مقاومت آن بین ۱۰۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰ اهم متغیر است.

ب- مقاومت داخلی:

مقاومتی که اعضای بدن انسان از خود نشان می دهند.

مجموع این ۲ مقاومت بستگی به عوامل زیر دارد:

۱-خستگی:

-در شرایط مختلف فیزیولوژیکی, بدن مقاومت متفاوتی دارد.

-یک فرد خسته مقاومت الکتریکی کمتری داشته و در مقابل عبور جریان زودتر از پای در می آید.

۲-میزان تعریق:

-هنگام عرق کردن مقاومت الکتریکی پوست کاهش می یابد, بنابراین خطر برق گرفتگی در مورد کارگران شاغل در صنایع گرم مثل ذوب فلزات و شیشه بیشتر است.

۳-سن:

-پوست یک کودک که لطافت بیشتری را نسبت به افراد بزرگسال داراست, دارای مقاومت کمتری است.

کارگری با سابقه ای که سالهای متمادی از دستان خود استفاده نموده و ضخامت پوست دست او بیشتر شده است, یقیناً در این قسمت از بدن دارای مقاومت بیشتری خواهد بود.

۵-سطح تماس:

هرچه سطح تماس با سیم هادی بیشتر باشد مقاومت الکتریکی بدن کمتر است.

۶-زمان تماس:

هرچه زمان برقراری جریان در بدن بیشتر باشد با کاهش مقاومت بدن روبرو می شویم, این امر با تعریق بدن در هنگام عبور جریان تشدید می گردد.

(رشته مهندسی ایمنی صنعتی و محیط کار - مقطع کارشناسی ناپیوسته)

۷- محل تماس:

قسمتهای استخوانی و غضروفی بدن نسبت به عضلات و خون از مقاومت بیشتری برخوردارند.

۸- مقدار شدت جریان:

مقدار شدت جریان الکتریکی خود تابعی از ولتاژ تماس است.

هرچه مقاومت بدن کمتر باشد، شدت جریان بیشتر خواهد بود.

عوامل دیگری نظیر میزان فشار مکانیکی بین هادی و بدن بدلیل کم شدن فاصله هوایی و تغییر مقاومت محل تماس در میزان مقاومت بدن موثر است.

هر چه این فشار بیشتر باشد مقدار مقاومت کمتر است.

۹- زمان تاثیر عبور جریان:

- با ازدیاد زمان تماس، کاهش مقاومت بدن قطعی است.

- از طرفی کاهش مقاومت و ازدیاد جریان، با ایجاد گرما همراه خواهد بود که به نوبه خود سوختگی و سوراخ شدن پوست را بدنبال دارد.

سوختگی پوست، ازدیاد جریان را مضاعف نموده و در نتیجه جریان دریافتی توسط قلب افزایش خواهد یافت.

اثرات زیست شناختی جریان الکتریکی

هنگام عبور جریان الکتریکی از بدن ممکن است بافت ها و اندام هایی که در مسیر عبور جریان هستند، تحت تاثیر قرار گیرند.

واکنش های بدن به نوع جریان (متناوب یا مستقیم) و بسامد آن بستگی دارد.

بسامد جریان الکتریکی شبکه منازل بین ۵۰ تا ۶۰ هرتز می باشد.

الف- آستانه احساسی و آستانه انقباضی:

بافتی که آستانه احساسی آن در مقابل عبور جریان برق پایین تر از سایر بافتها می باشد، شبکه چشم است.

اگر جریان ۰,۰۲ میلی آمپر از کره چشم عبور کند چشم در حال بسته بدلیل انقباض بافتها برق می زند.

آستانه احساس زبان بالاتر از چشم و تقریباً ۰,۰۴۵ میلی آمپر.

آستانه احساس پوست بدن در حدود یک میلی آمپر است.

(رشته مهندسی ایمنی صنعتی و محیط کار - مقطع کارشناسی ناپیوسته)

ب- آستانه انقباض ماهیچه ای:

برای ایجاد انقباض ماهیچه ای، شدت جریان بیشتری لازم است.

چنانچه ماهیچه های ساعد در معرض جریان الکتریکی حدود 9.7 تا 21.6 میلی آمپر قرار گیرند، ممکن است فرد نتواند سیم حامل جریان را رها کند.

پ- آستانه فیبریلاسیون قلبی:

فیبریلاسیون بطنی در قلب هنگام برق گرفتگی شدید ایجاد می شود. در این حالت بطن قلب ضربان بیشتری انجام می دهد که خروج خون از بطن قلب پس از مدتی از کار می افتد.

جریان هایی که از سینه عبور می کنند ممکن است روی قلب اثر گذارده و باعث فیبریلاسیون بطنی شوند.

البته حداقل جریان ایجاد کننده فیبریلاسیون بطنی تابع وزن فرد و مسیر جریان است.

در مسیر جریان طولی و در امتداد محور بدن آستانه حداقل شدت جریان لازم، پایین تر از حالتی است که مسیر جریان عرضی و عمود به محور بدن باشد.

میزان جریان برای ایجاد فیبریلاسیون بطنی را ۵۰ تا ۱۰۰ میلی آمپر ذکر نموده اند.

آستانه توقف دستگاه تنفسی:

تجرباتی که از آزمایش روی سگ ها بدست آمده نشان داده است که با عبور جریانی حدود ۵۰ میلی آمپر از بخش جلویی ریه به بخش پشتی توقف تنفسی روی داده است.

حد آستانه ای که سبب توقف تنفس در انسان می گردد، ۲۰ تا ۵۰ میلی آمپر ذکر شده است.

سوختگی:

سوختگی پوست در اثر برق گرفتگی کمتر از سایر سوختگی ها مانند مواد شیمیایی و حرارت مستقیم است.

اما از آنجایی که این آسیب های سطحی، اغلب با آسیب وسیع بافت های عمقی همراهند، اهمیتی ویژه دارند.

بطور کلی سوختگی های ناشی از برق گرفتگی به ۳ دسته تقسیم می شوند:

۱- سوختگی ناشی از خود جریان الکتریکی

۲- سوختگی ناشی از ایجاد قوس الکتریکی

۳- سوختگی ناشی از شعله بدلیل آتش گرفتن لباس فرد.

(رشته مهندسی ایمنی صنعتی و محیط کار - مقطع کارشناسی ناپیوسته)

۱- سوختگی ناشی از خود جریان الکتریکی

سوختگی ناشی از خود جریان کمترین اثر را روی پوست ایجاد می کند. گاهی فقط آسیب ها در محل ورود و خروج جریان ایجاد شده و از نوع سوختگی درجه سه می باشد. چون بدن انسان هادی نمی باشد و دارای مقاومتی زیاد است، بنابراین در هنگام عبور جریان الکتریکی، حرارت زیادی ایجاد گشته که باعث پخته شدن ماهیچه ها می شود. برق گرفتگی بوسیله جریان الکتریکی فشار قوی نه تنها میوگلوبین بلکه هموگلوبین را از بین برده و باعث خونی شدن ادرار می گردد. علت اصلی میوگلوبین اوری و میوگلوبین امی، انقباض شدید ماهیچه ها در اثر برق گرفتگی می باشد که با پارگی عروق داخل ماهیچه ها همراه است.

۲- سوختگی ناشی از قوس الکتریکی

سوختگی بوسیله اختلاف پتانسیل های زیاد ایجاد می شود و آسیب حاصل از آن ایجاد حرارت زیاد (بیش از ۲۵۰۰ درجه سانتی گراد) شدید و عمیق بوده . باعث سوختن استخوان اندام ها و بافت های اطراف می گردد. خطرناک ترین نوع سوختگی ناشی از برق گرفتگی می باشد.

۳- سوختگی ناشی از شعله بدلیل آتش گرفتن لباس فرد

بدلیل آتش گرفتن لباس های فرد آسیب دیده و ناشی از حرارت ایجاد شده می باشد. گاهی جدی ترین قسمت آسیب را شامل می شود.

برق گرفتگی بویژه فشار قوی:

سوختگی در اثر برق گرفتگی بویژه فشار قوی موجب عوارض کلیوی می شود. در برق گرفتگی فشار قوی مشاهده شده که علیرغم انرژی قابل ملاحظه ای که از بدن شخص عبور می کند (اختلاف پتانسیل در حدود ۴۵۰۰۰ ولت و شدت جریان تا ۱۸ آمپر) بندرت باعث مرگ آنی فرد می شود. در برق گرفتگی فشار قوی، فیبریلاسیون بطنی در موارد اندک دیده شده است. اگر ضربه الکتریکی در هنگام برق گرفتگی به مجسمه وارد شود باعث مرگ آنی می گردد ولی این حوادث کمتر اتفاق می افتند.

(رشته مهندسی ایمنی صنعتی و محیط کار - مقطع کارشناسی ناپیوسته)

عبور جریان الکتریکی

عبور جریان الکتریکی متناوب با فرکانس های ۱۵۰-۱۰ هرتز (نظیر برق شهری با فرکانس ۶۰ هرتز) از بافتهای عضلانی، موجب انقباض و در نتیجه تماس بیشتر عضو درگیر با منشاء جریان الکتریکی و در نهایت افزایش ضایعات می شود.

اما جریان الکتریکی مستقیم، فقط یک انقباض آنی و بصورت فلکسیون (خم شدن) عضو اتفاق افتاده و در نتیجه شخص از منشاء انرژی جدا و دور می شود.

سوختگی یکی از عوارض ناشی از برق گرفتگی است که معمولا در بیش از ۸۰٪ از حوادث برق گرفتگی فشار قوی مشاهده می شود.

این سوختگی ها را الکترو ترمیک گویند که بصورت عمقی بوده و در تمام مسیر جریان بویژه در توده ماهیچه مشاهده می گردد.

سوختگی های اخیر سبب از دست رفتن پلاسما شده و با آزاد شدن میوگلوبین موجب آسیب به کلیه ها می شود.

آسیب های چشم در اثر قوس الکتریکی، کوفتگی و شکستگی استخوان را در هنگام سقوط از بلندی جزء آسیب های ناشی از برق گرفتگی به حساب آورد.

رفع خطر برق گرفتگی

برای جلوگیری از خطر برق گرفتگی در هنگام کار باید موارد زیر را رعایت کرد.

۱- ایزوله کردن بدن شخص:

یکی از راه های اساسی برای محافظت اشخاص عبارت است از ایزوله کردن آنها بوسیله دستکش و لباس یا کفش ایمنی که از مواد عایق ساخته شده است. همچنین برای جلوگیری از خروج جریان از بدن، ممکن است کف محل کار را با وسایل مناسب مثل فرش لاستیکی یا چوب پوشاند.

۲- استفاده از ترانس ایزولمان یا ترانس یک به یک:

یک ترانس القایی است که ورودی و خروجی آن دارای یک ولتاژ می باشد و در عبور جریان برق به دستگاه های برقی مورد استفاده قرار می گیرد.

۳- استفاده از رله حفاظتی:

رله‌های حفاظتی به نحوی ساخته شده‌اند که به محض ایجاد اختلالاتی در سیستم برق و به هنگامی که جریان برق بیش از ۳۰ میلی آمپر از بدن انسان عبور کند، بلافاصله عمل می‌کند و جریان برق دستگاه به طور اتوماتیک قطع می‌شود و اگر شخص با دستگاهی که مجهز به این وسیله است تماس حاصل کند از خطر برق گرفتگی محفوظ خواهد بود.

۴- اتصال بدنه دستگاه به زمین یا ارتینگ:

این روش یکی از روش‌های کاملاً ایمن و ارزان قیمت است. اگر بدن شخص با دستگاهی که اتصال به زمین دارد، تماس پیدا کند، در انشعاب جریان قرار می‌گیرد و مقدار شدت جریانی که به طور موازی از بدن وی عبور می‌کند، به میزان خطرناک ۰/۲۵ آمپر نمی‌رسد. این سیم باید عمق کافی داشته باشد و به زمین مرطوب برسد و در محل اتصال به زمین دارای مقاومت بسیار کم باشد. از چاه آب یا فاضلاب می‌توان به عنوان زمین استفاده کرد.

۵- استفاده از دستگاه‌هایی که بدنه عایق دارند:

این روش در مورد دستگاه‌های موجود در کارگاه‌های صنعتی امکان پذیر است و برای وسایل برقی کوچک و خانگی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

یقیناً در بسیاری از موارد بایستی در صورت امکان از چند روش حفاظت دهی، به صورت همزمان استفاده کرد تا در صورت هر گونه عیب و ایراد در یکی از سیستم‌های حفاظتی، سیستم دیگر حفاظت را تأمین کند. مثل استفاده از سیم ارت برای دستگاه و استفاده از عایق پلاستیکی در زیر دستگاه به طور توأم.

در شرکت صنعتی کاوه از روش‌های ایزوله کردن بدن شخص از طریق دستکش و کفش ایمنی عایق برق و همچنین کف پوش‌های عایق و اتصال بدنه دستگاه به زمین و نیز بکار بردن وسایل پرتابلی که بدنه عایق دارند از خطر برق گرفتگی جلوگیری می‌شود.

روش نصب اتصال زمین دستگاه‌ها

در محلی نزدیک به تابلوی برق کارگاه، چاله‌ای به عمق کافی تا آنجا که به رطوبت طبیعی برسد، حفر می‌شود. سپس یک سیم مسی یا نقره‌ای یا آلومینیومی با مقاومت الکتریکی کم را به یک صفحه مسی از طریق جوش دادن، اتصال داده و صفحه مذکور را به صورت تیغه‌ای در چاه قرار می‌دهند و اطراف آن را توسط بنتونیت، خاک رس، خاکه ذغال و نمک تا روی صفحه شفته می‌کنند و بقیه چاه را با خاک باقی مانده پر می‌کنند. سپس سر دیگر سیم مسی را به بدنه فلزی تابلوی برق متصل و از بدنه تابلو به غیر از سیم‌های فاز و

(رشته مهندسی ایمنی صنعتی و محیط کار - مقطع کارشناسی ناپیوسته)

نول، یک سیم به عنوان اتصال زمین در نظر گرفته و به بدنه کلیه دستگاه‌های برقی موجود در کارگاه وصل می‌کنند.

برای اطمینان از عملکرد کامل سیم اتصال زمین دستگاه‌ها، هنگام برق‌دار شدن احتمالی بدنه فلزی آنها، نکات زیر باید رعایت گردد:

- ۱- حتماً در مسیر جریان برق دستگاه‌ها، جهت حفظ و نگهداری دستگاه و قطع فوری جریان برق دستگاه موقع داشتن اتصال بدنه و ارتباط آن به زمین، فیوزهای مناسب جریان قرار داده شود.
- ۲- سیم اتصال به زمین باید از صدمات مکانیکی و خوردگی مصون باشد و در مسیر آن نباید هیچگونه فیوز یا کلید قطع‌کننده قرار گیرد.
- ۳- سیم‌های اتصال زمین نباید از نوع سیم‌های افشان باشد و باید از سیم‌های چند لای مسی یا آلومینیومی شماره ۵۰ یا ۲۵ استفاده شود و سالی یکبار توسط شخص مطلعی مورد بررسی و آزمایش قرار گیرد و در صورتیکه مقاومت آن در اثر اکسید شدن زیاد شده باشد، تعویض یا رفع عیب گردد.
- ۴- برای اتصال زمین وسایل برقی قابل حمل بهتر است از پریزهای ارت دار استفاده شود.
- ۵- برای استفاده از سیم اتصال زمین در منازل که فاقد چاه ارت می‌باشند، در صورتیکه با انجام آزمایشات لازم سیستم شبکه لوله کشی آب ساختمان، مناسب برای انتقال سریع برق باشد، می‌توان از لوله آب به عنوان اتصال زمین استفاده نمود.

اثر جریان برق بر روی انسان

بدن انسان نسبت به عبور جریان برق یک هادی محسوب می‌شود، در نتیجه جریان برق بر روی نسوج بدن خطراتی به شرح زیر ایجاد می‌کند:

- ۱- **سوختگی**: جریان برق در نقاط ورود و خروج از بدن ایجاد سوختگی در نسوج بدن کرده و میزان سوختگی به مقدار جریان برق عبور کرده و ولتاژ برق بستگی دارد که در برق ولتاژ قوی سوختگی بدن بیشتر از برق فشار ضعیف می‌باشد.
- ۲- **اختلال سیستم عصبی**: جریان برق بر روی سیستم اعصاب شخص برق گرفته تاثیر گذاشته و حرکات غیر عادی بدن شخص برق گرفته مثل لرزش را موجب می‌شود. که معمولاً چنانچه برق گرفتگی در ارتفاعات به وجود آید، مثلاً روی تیر برق یا پشت بام، باعث سقوط برق گرفته و ضربه مغزی او و یا شکستگی اعضاء بدن می‌شود.

(رشته مهندسی ایمنی صنعتی و محیط کار - مقطع کارشناسی ناپیوسته)

۳- انقباض عضلانی: عبور جریان برق از بدن باعث انقباض عضلات مختلف بدن از جمله ماهیچه های دست یا پا، ریه و قلب می شود، بعضی از تعمیرکاران برق ناآگاهانه از این خاصیت استفاده کرده و با پشت دست وجود برق در یک سیستم را آزمایش می کنند که انجام این کار خطرناک بوده و در صورت مناسب بودن شرایط محیط مثل مرطوب بودن زیر پای کارگر و ... باعث ایجاد حوادث جبران ناپذیری می گردد.

۴- تجزیه خون: با توجه به این که اکثر حجم بدن را خون تشکیل می دهد که عبارتست از گلبول های سفید، قرمز و پلاسما، موقع عبور جریان برق از بدن، خون با داشتن املاح و مواد معدنی و آلی مختلف، مانند نوعی الکترولیت عمل کرده و یونیزه شده که این عمل باعث بی نظمی در ضربان قلب و در نتیجه اختلال در سیستم تنفسی بدن می شود. چنانچه شدت جریان برق زیاد بوده و مقاومت بدن هم کم باشد، باعث مرگ می شود.

حفاظت در برابر جریان الکتریکی

اغلب برق گرفتگی در مواقعی که پوشش سیم های برق پاره شده و یا معیوب بوده و یا شکافی در آن ایجاد شده باشد، ایجاد می گردد. همچنین ممکن است پوشش سیم های داخلی موتورها یا دستگاه های الکتریکی ساییده و یا سوخته شود و در اثر تماس با بدنه دستگاه خطرناکی ایجاد کند. این مورد بیشتر در موتورها یا دستگاه هایی که متحرک باشند پیش می آید. اگر شدت جریان عبوری از بدن از ۲۵ میلی آمپر تجاوز کند در هنگام عبور جریان الکتریکی از بدن، سبب مرگ فرد خواهد شد. مقاومت بدن فرد در مقابل عبور جریان الکتریکی متفاوت است و از ۵۰۰ تا ۵۰۰۰ اهم و بیشتر می باشد. این اختلاف مقاومت به طبیعت فرد و شرایط محیطی که در آن قرار گرفته بستگی دارد.

حفاظت در برابر برق گرفتگی را با روش های زیر می توان برای افراد ایجاد نمود:

۱- تامین حفاظت به وسیله جدا کردن افراد

یکی از روش های اساسی حفاظت کارگران، جدا نمودن فرد به وسیله دستکش، کلاهخود، لباس و کفش حفاظتی که از مواد عایق ساخته شده و فرد را در مقابل ورود جریان الکتریکی به بدن محافظت می کند، همچنین، برای جلوگیری از خروج جریان الکتریکی از بدن، کف محل کار را با مواد عایق مانند فرش لاستیکی پوشانیده و یا از زیر پایی یا چهار پایه با پایه های عایق استفاده گردد.

(رشته مهندسی ایمنی صنعتی و محیط کار - مقطع کارشناسی ناپیوسته)

۲- حفاظت به وسیله اتصال دستگاه ها به یکدیگر به سیم هادی

اگر دو یا چند دستگاه الکتریکی نزدیک به هم ، به علل مختلف پتانسیل گوناگونی شوند و دست کارگر در یک زمان به هر در آنها تماس پیدا کند ، در این صورت با وجود مجهز بودن به کنش عایق ، جریان خطرناک از بدن کارگر عبور خواهد کرد . شدت جریان عبوری از بدن متناسب با اختلاف پتانسیل بین دستگاه ها خواهد بود . در این موارد ، باید دستگاه ها را به وسیله سیم هادی به یکدیگر متصل نمود تا در موارد بالا ، اختلاف پتانسیلی بین آنها وجود نداشته باشد .

۳- حفاظت در مورد اتاق یا محفظه هایی که بدنه آنها دارای اختلاف پتانسیل یکسان می باشد

اگر فردی در داخل اتاق یا محفظه ای قرار گیرد که پتانسیل تمام نقاط آن یکسان باشد ، تا زمانی که داخل اتاق باقی مانده ، خطری برای او وجود ندارد ، زیرا پتانسیل تمام نقاط اتاق با هم یکسان است ولی به محض اینکه یک پای خود را برای خروج روی زمین قرار دهد ، به دلیل اختلاف پتانسیل اتاق و زمین ، دچار برق گرفتگی خواهد شد .

۴- تأمین حفاظت به وسیله جدا کردن سیم نول ترانسفورماتور از زمین

برای اینکه شدت جریان الکتریکی موجود در یک جسم هادی ، که به منبع تولید جریان الکتریکی متصل شده است ، از بدن فرد عبور کند ، کافی است که مدار جریان آن بسته شود و بسته شدن مدار در این مورد فقط با اتصال سیم خنثی (نول) ترانسفورماتور به زمین عملی می شود . بهترین راه جلوگیری از عبور جریان الکتریکی از بدن ، حذف سیم زمین ترانسفورماتور مخصوص به نام ترانسفورماتور جداساز (Isolament) باشد و تغذیه کلیه دستگاه ها به وسیله این ترانسفورماتور انجام می گیرد .

همچنین ممکن است ترانسفورماتورهایی را به اسم ترانسفورماتورهای جداساز روی مدار تغذیه هر یک از دستگاه های مورد نظر نصب نمود . ولی در این مورد ، اگر در نقطه ای از شبکه اتصال زمین ایجاد گردد، چون مداری بسته از راه زمین ایجاد می شود، خطر برق گرفتگی پیش می آید. برای جلوگیری از خطر برق گرفتگی، شبکه باید در تمام طول خط کاملاً عایق باشد و دستگاه های برقی روی پایه های عایق نصب شده باشند و اگر روپوش عایق سیم های حاوی جریان (فاز نول) دارای عیبی مانند پارگی ، ساییدگی و ... باشد، بلافاصله باید به تعمیر و یا تعویض آنها اقدام گردد.

۵- تأمین حفاظت افراد بوسیله رله دیفرانسیل

رله دیفرانسیل وسیله ای است که بر روی موتورها و دستگاه ها نصب شده که در صورت وجود اختلاف بین جریان ورودی و خروجی دستگاه ، عمل کرده و چنانچه اتصال بدنه در دستگاه ایجاد شود و به فرار جریان به زمین منجر گردد ، میزان جریان خروجی دستگاه کمتر از جریان ورودی خواهد شد . جریان ورودی و خروجی در دو سیم پیچ که در جهت مخالف یکدیگر پیچیده شده ، وارد می شوند . در حال عادی که اتصال بدنه وجود ندارد ، جریان در هر دو سیم پیچ یکسان بوده ، میدان مغناطیسی ایجاد نمی گردد ، ولی در اثر اختلاف بین دو جریانی که در این دو سیم پیچ وارد می شود ، میدان مغناطیسی ایجاد شده و هسته مغناطیسی باعث قطع مدار می گردد. زمان قطع مدار حدود ۳ ره ثانیه بوده و به این طریق اتصال به بدنه در این مدت کوتاه قطع می گردد و اگر فرد با دستگاهی که به این وسیله مجهز است تماس پیدا کند ، از خطر برق گرفتگی محافظت می گردد .

۶- تأمین حفاظت به وسیله اتصال به زمین (Earthing) :

در مورد تمام دستگاه های الکتریکی که ممکن است در اثر معیوب شدن روپوش سیم و اتصال به بدنه جریان خطرناک ایجاد شود ، با اجرای اتصال به زمین ، اگر بدن فرد با این دستگاه معیوب تماس پیدا نماید ، در انشعاب قرار می گیرد و مقدار شدت جریانی که به طور موازی از بدن عبور می کند جزئی از جریان خطرناک اصلی می باشد و اگر سیم اتصال به زمین به گونه ای درست و مقاومت کم نصب شده باشد ، شدت جریانی که از بدن عبور می کند به میزان خطرناک ۰/۰۲۵ آمپر نمی رسد . سیم اتصال زمین در نقشه های الکتریکی با SL نشان داده می شود و محل اتصال این سیم روی بدنه بیشتر دستگاه های الکتریکی با علامت ۱ مشخص می گردد . برای اتصال زمین دستگاه های الکتریکی معمولاً از لوله های فولادی آبرسانی و بخش های فلزی ساختمان مانند تیر آهن ، که تماس خوبی با زمین دارند ، استفاده می کنند ، که این وسایل را الکتروود طبیعی می نامند. در صورتیکه نتوان مقاومت کمتری برای عبور جریان اتصالی با وسایل فوق بدست آورد ، باید اتصال زمین مصنوعی ایجاد نمود . اتصال به زمین با قرار دادن صحنه فلزی ، لوله و تسمه در زیر خاک مرطوب ایجاد می شود .

(رشته مهندسی ایمنی صنعتی و محیط کار - مقطع کارشناسی ناپیوسته)

نکات ایمنی در رابطه با وسایل و تاسیسات برقی

- قبل از شروع تعمیر وسایل برقی حتماً مجوز لازم را اخذ نمایید.
- سیم های رابط مرتباً بازدید شوند که فاقد قسمت های لخت برق دار باشند .
- کلیه ادوات برقی مثل کلیدها ، پریزها و غیره حتماً سالم باشند .
- سیم کشی ساختمان کارگاه باید طبق اصول فنی بوده و سیم ها از داخل لوله های عایق عبور داده شوند یا از کابل استفاده گردد .
- سیم، دستگاه های برقی که بدنه فلزی دارند باید دارای اتصال زمین موثر بوده و در سر راه جریان برق دستگاه ها حتماً فیوزهای مناسب و سالم قرار داده شود .
- کابل های برق پرتابل (قابل حمل) حتی الامکان در مسیر رفت و آمد کارگران قرار نگیرد .
- هنگام تعمیرات باید زیر پا عایق و از ابزار دسته عایق مناسب استفاده شود .
- مقابل تابلوهای برق باید به وسیله مواد عایق الکتریسیته مفروش گردد .
- تابلوهای برق دستگاه ها باید در محفظه های قفل دار نصب شده و کلید آن ها در اختیار افراد مسئول و صلاحیت دار باشد .
- افرادی که با برق و تعمیرات برق آشنایی ندارند ، از انجام کارهای برقی خودداری کنند .
- به منظور اطلاع از وجود یا عدم وجود برق در یک مدار از وسایل سنجش مناسب مثل فازمتر استفاده شود .
- در صورت انجام تعمیرات روی دستگاه های برقی ، باید فیوزهای تابلوی برق دستگاه را برداشته و در تابلوی برق نیز قفل یا در قسمت کلید دستگاه برق تابلوی « دستگاه در حال تعمیر ، از دست زدن خودداری کنید» ، نصب شود .
- برای هر دستگاه فیوز مناسب را استفاده نموده و فیوزهای سوخته را برای استفاده مجدد سیم پیچی نکنید.
- توجه داشته باشید که آتش سوزی ناشی از برق را فقط باید با گاز یا پودر خاموش نمود، استفاده از آب خطرناک است.



ایمنی برق ۲

(رشته مهندسی ایمنی صنعتی و محیط کار - مقطع کارشناسی ناپیوسته)

- آموزش کمک های اولیه و نجات مصدوم به کارگران در رابطه با برق گرفتگی .
- بازدیدهای دوره ای از سیستم اتصال به زمین و تعمیرات آن .
- در اختیار قرار دادن وسایل حفاظت فردی مناسب.