ایمنی در بـــــرق

ایمنی در برق

مقدمه

با گسترش شبکه برق و بهره گیری از این انرژی، خطراتی نیز در کمین نشسته است که باید کاملا مراقب بود. این صنعت خوبی است که با بکارگیری درست آن، ما را به هدف می‌رساند، لیکن کوچکترین بی توجهی در کاربرد آن می‌تواند فاجعه آفرین باشد. طبق آمار موجود، حوادث برق گرفتگی در شبکه توزیع و مصرف کنندگان برق به مراتب بیش از حوادث روی شبکه فشار قوی است و علت بیشتر بی دقتی ، سهل انگاری و در مواردی عدم آگاهی افراد بوده است.

قرار داشتن وسایل برقی در دسترس همگان، از خرد و کلان خود دلیل دیگری است، از سوی دیگر عدم رعایت مقررات ایمنی در مراحل طراحی و تولید لوازم الکتریکی است که بعضی از سازندگان اینگونه لوازم کمتر به فکر ایمنی آنها هستند. پیشرفت صنعت زمانی دارای معنی و مفهوم است که سازنده هدفش در راستای بهبود کالای ساخته شده‌اش باشد و از نظر کیفیت راه کمال و مرغوبیت را در پیش گیرد.

دو قانون اساسی در آلمان وجود دارد که مردم راازخطرات ناشی از ارتباط با وسایل الکتریکی محافظت می کند.

این قوانین در موسسه استاندارد ملی آلمان (DIN) به ثبت رسیده و توسط انجمن مهندسین برق آلمان(VDEوTUV) به سازمان ملی استاندارد آلمان پیشنهاد شده است.

قانون۱: قانون صرفه جویی انرژی ENWG – تنظیم کننده صلاحیت تضمین ایمنی و تولید وتقسیم انرژی الکتریکی است.

قانون۲: قانون ایمنی دستگاه GSG – به تولید کنندگان ، واردکنندگان ، فروشندگان ابلاغ نموده وآنها را موظف می کند تا وسایلی راخرید وفروش نمایند که با اصول عمومی صنعت، ایمنی کار ومقررات مربوط به پیشگیری حوادث مطابقت داشته باشد.

انجمن مهندسین برق آلمان تمام دستگاهها را از نظر ایمنی کنترل می کند ودرصورت تایید ، نشان ایمنی GS را به آن دستگاه می دهد که بصورت برچسب با کادر مربعی روی دستگاه نصب می شود.

علائم ایمنی

۱- علامت بازدارنده،ممنوع بودن ها : مواردی که باعث خطر وحادثه می شوند. این علامتها در دایره ای با کادر قرمز و زمینه سفید مشخص می شوند که نماد ممنوع بودن درآن با رنگ سیاه مشخص می شود.

ایمنی در بـــــرق

۲- علامت دستوری:الزام برای انجام یک کار یا دستورانجام دادن کاری را شامل می شود . این علامتها در دایره ای بـا رنـگ زمینه آبی وکادر ونماد با رنگ سفید مشخص می شود.

۳- علامت هشداری:در برابر خطرها هشدار داده وآگاه سازی می کند. این علامت با شکل مثلـث و رنـگ زمینـه زرد وکـادر ونماد با رنگ سیاه مشخص می شود.

۴- علامت نجات:راهها وابزارهای نجات را مشخص می کند. این علامت با شکل مربع یا مستطیل و رنگ زمینـه سـبز و کـادر ونماد با رنگ سفید مشخص می شود.

۵- علامت محافظت در برابر آتش سوزی شامل نردبان ، شیلنگ آب ، نازل آب پاش ،کپسول اطفای حریق ، جعبه F و غیـره می باشدکه با مربع یا مستطیل با رنگ زمینه قرمز و کادر و نماد با رنگ سفید درآن مشخص می گردد.

اصول پنج گانه ایمنی در برق

برای شروع یک کار برقی پنج اصل مهم زیر را به ترتیب انجام داده و سپس شروع به کار می نمـاییم . بعـد از پایـان کـار ایـن پنج اصل را از آخر به اول به ترتیب انجام داده وسپس جریان برق را وصل می نماییم.

۱- قطع جریان برق

۲- اطمینان از وصل مجدد برق(قفل کردن درتابلو- برداشتن فیوز – نصب اتیکت روی تابلو)

۳- تشخیص عدم ولتاژ(اندازه گیری با ولتمتر یا تستر یا لامپ تست یا فازمتر)

۴- برقراری اتصال زمین واتصال کوتاه

۵- محدود نمودن مسیر حرکت و حفاظ قراردادن در اطراف سایر وسایل برقی درحال کار

فواصل استاندارد ایمنی قسمتهای برق دار بدون تماس مستقیم

ولتاژ تا ۱۰۰۰ ولت فاصله ۵۰ سانتیمتر

ولتاژ تا ۳۰۰۰۰ ولت فاصله ۱۵۰ سانتیمتر

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی
شهرداری کاشان

ایمنی در بـــــرق

ولتاژ تا ۱۱۰۰۰۰ ولت فاصله ۲ متر

ولتاژ تا ۲۲۰۰۰۰ ولت فاصله ۳ متر

ولتاژ تا ۳۸۰۰۰۰ ولت فاصله ۴ متر

روشهای ایجاد ایمنی دربرق

۱- عایق کردن بدنه وسایل که این کار توسط کارخانه سازنده انجام وبا علامت دو مربع داخل هم بعنوان عایق مضاعف نمایان می شود.

۲- استفاده از ولتاژ کم در وسایلی که خطر برق گرفتگی در آن زیاد است مثل قفل دربازکن

۳- مجهز نمودن سیم کشی ها به سیم اتصال زمین و اتصال بدنه فلزی دستگاهها به آن سیم

۴- استفاده از کلید خطای جریان باقیمانده RCCB(کلید محافظ جان یاFI) در ابتدای سیم کشی تابلو برق یا جعبه فیوز

میزان خطر برق بطور کلی به عوامل زیر بستگی دارد:

مسیر جریان برق

مقدار جریان و ولتاژ

مدت زمان تأثیر

نوع جریان و فرکانس

مسیر جریان برق

قرار گرفتن نقاط حساس بدن در مسیر جریان
مسیر جریان برق ممکن است از قلب و سیستم تنفس و یا مغز عبور کند و در مراکز عصبی اختلال ایجاد کند . عبور جریان از قلب باعث اضافه شدن ضربان قلب و در جریانهای بیشتر موجب ارزش بطنی و در نهایت از کار افتادن قلب و ایجاد شوک می‌نماید . عبور جریان از سیستم تنفس ایجاد انقباض شدید در ریه‌ها نموده و مانع از ادامه تنفس گریده و خفگی به همراه خواهد داشت.

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی
شهرداری کاشان

ایمنی در بـــــرق

حالات مختلف که ممکن است انسان دچار برق گرفتگی شود عبارتند از:

الف) تماس دست راست با برق و اتصال پاها به زمین:

در این حالت جریان از طریق دست راست، شانه راست، کبد، ران و ساق پای راست و چپ به زمین هدایت می‌شود و طرف نیمه راست بدن در معرض تشنج و انقباض عضلات قرار می گیرد .

ب) تماس دست چپ با برق و اتصال پاها به زمین :

در این حالت جریان از طریق دست چپ، شانه چپ، ریه چپ، قلب، طحال به پای چپ و راست و از آنجا به زمین هدایت می‌شود . در این حالت چون قلب در مسیر جریان قرار می گیرد، تحت تأثیر قرار گرفته و منقبض می‌شود و ممکن است از کار بیفتد. بنابراین کار کردن با دست چپ خطر بیشتری دارد .

پ) اگر دو دست با برق تماس حاصل نمایند :

در این حالت جریان از طریق دو دست، ریه‌ها، قلب برقرار می‌شود که ممکن است هم تنفس قطع گردد و هم قلب از کار باز بماند. به همین دلیل توصیه اکید می‌شود که با هر دو دست با سیمها و دستگاههای برقی که احتمال برق گرفتگی در آنها بیشتر است کار نشود.

ج) اتصال به سر :

اتصال برق به فرق سر نیز دارای خطرات بالا است و علاوه بر آن در سیستمهای عصبی اختلال ایجاد کرده و همچنین ممکن است دارای عوارضهای بعدی نیز باشد.

د) قسمتهای دیگر بدن :

اگر برق باقسمتی از بدن مثل پشت دست یا بازوها اتصال پیدا کند، در اثر شوکی که وارد می‌شود احتمال پرت شدن و دور شدن از خطر برق زیاد است و اغلب در این حالتها انسان نجات می‌یابد. ولی پرت شدن از بلندی ممکن است به انسان صدمه وارد نماید.

خطرناکترین حالت وقتی است که جریان از یک دست وارد و از دست دیگر خارج شود، زیرا در این هنگام جریان برق از قلب و ریه می گذرد و می تواند باعث از کار افتادن آنها و در نتیجه منجر به مرگ شود.

مقاومت الکتریی بدن

بدن موجودات زنده نیز مثل سایر اجسام موجود دارای مقاومت الکتریکی می‌باشد، ولی چون موجودات از عناصر گوناگون و با ترکیبات متفاوت ساخته شده‌اند بنابراین دارای ، مقاومت یکسان و ثابتی نیستند . پوست بدن انسان اگر سالم و خشک باشد (رطوبت نداشته باشد) عایق نسبتا خوبی است و مقاومتی حدود $۱۰۰K\Omega$ یا بیشتر از آنرا دارا می‌باشد ، اما مقاومت درون بدن کم است. اگر پوست بدن مرطوب (عرق کردن – شستن) یا پوست معیوب (بریدگی - زخم) باشد، مقاومت داخلی بدن

ایمنی در بـــــرق

خیلی کم می‌تواند باشد و تا حدود ۵۰۰ Ω می‌رسد ، که در این حالت برق گرفتگی خطرناک است . بطور کلی در جریان متناوب مقاومت بدن کمتر است . مقاومت بدن در شرایط مختلف گرسنگی، خستگی، خواب و بیداری و ... تغییر می کند.

مقاومت نقاط اتصال و تماس:

علاوه بر مقاومت داخلی بدن، مسیر جریان اتصالی دارای مقاومتهای دیگری نیز هست. مثل مقاومت نقاط اتصال که هر قدر سطح محل تماس کمتر و فشار محل تماس کمتر باشد، مقاومت الکتریکی بیشتر است . رطوبت مقاومت الکتریکی را کم و خطر را افزایش می‌دهد.

مقاومت زمین:

در خیلی از برق گرفتگیها اتصال از طریق زمین برقرار می گردد و مقدار این جریان بستگی به وضعیت اتصال بدن با زمین و همچنین مقاومت زمین دارد. معمولا مقاومت زمین کم است، مخصوصا وقتی زمین خیس باشد یا داخل زمین دارای رطوبت نسبی باشد و این خطر برق گرفتگی و مرگ را بیشتر می کند. لذا در حال کار با برق باید دقت کنیم که زیر پای ما مرطوب نباشد و چوب خشک یا مواد پلاستیکی که عایق خوبی هستند در زیر پا قرار دهیم. در ضمن دست و بدن ما با لوله آب که با درون زمین ارتباط دارد و از این قبیل مواد تماس نداشته باشد، زیرا در این حالت مقاومت زمین خیلی کم بوده برق گرفتگی چند برابر می‌شود.

مقدار جریان و ولتاژ

عاملی که باعث عبور جریان از بدن انسان می‌شود و مقدار آنرا تعیین می کند ولتاژ الکتریکی است، که اگر این ولتاژ از حدی پایینتر باشد خطری برای انسان ندارد ، که می توان آنرا به عنوان فشار الکتریکی مجاز در نظر گرفت. ولتاژ متناوب تا ۳۰ ولت بی‌خطر می‌باشد و ولتاژ ۵۰ ولت به بالا خطرناک می‌باشد. بر طبق استانداردهای بین المللی فشار الکتریکی بر حسب مقدار به دسته‌های ضعیف ، متوسط ، قوی و خیلی قوی تقسیم بندی می‌شود ، که ولتاژهای ۱۱۰ و ۱۲۰ و ۳۲۰ ولت و کمتر از آن جز دسته اول ، فشار ضعیف می باشد.

در عمل مشاهده شده که ولتاژ ۶۵ ولت که در دستگاههای جوشکاری بکار می‌رود در مواردی برق گرفتگی همراه با مرگ را نیز در بر داشته است. در فشار قوی که تا چند هزار ولت است ، هوای اطراف سیمها یونیزه شده و هادی برق می‌باشد. لذا نزدیک شدن به سیمهای فشار قوی بسیار خطرناک می‌باشد ، چون از فاصله چند سانتیمتری از طریق هوای یونیزه و بدون تماس بدن می‌باشد ، چون از فاصله چند سانتیمتری از طریق هوای یونیزه و بدون تماس بدن آنان دچار برق گرفتگی می‌شود و بدلیل اینکه ولتاژ بالاست ، آمپر خیلی زیادی از بدن عبور کرده و سوختگیهای شدیدی بوجود می‌آورد ، قلب و ریه ها از کار افتاده و دریک لحظه انسان را می کشد.

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی
شهرداری کاشان

ایمنی در بـــــرق

عاملی که در برق گرفتگی مؤثر است مقدار جریانی است که از بدن عبور می کند . مقدار جریـانی کـه بـرای بـدن خطرنـاک است ، در حدود ۲۰ میلی آمپر می‌باشد و در مقایسه با جریانی که انسان درمنزل (در حدود ۱۵ الی ۲۵ آمپر) و یـا در کارهـای صنعتی معمولی با آن سر و کار دارد بسیار ناچیز می‌باشد و این مسئله خطر بزرگی برای انسان محسوب می‌شود.

ولتاژ خطرناک برای انسان

حداکثر ولتاژ بی خطر برای انسان در شرایط نرمال و عادی در فرکانس ۵۰ هرتز در برق متناوب بر اسـاس اسـتاندارد انگلـیس حدود ۵۰ ولت و بر اساس استاندارد آلمان ۶۵ ولت می باشد . و در رابطه با برق مستقیم یـا دی سـی در هـر دو اسـتاندارد یـاد شده (صدو بیست) ۱۲۰ ولت را اعلام نموده اند و این مسئله در حیوانات بصورت ۲۵ ولت در برق متناوب و ۶۰ ولت در بـرق مستقیم می باشد.

آیا جریان برق AC از جریان برق DCخطرناک تر است ؟

در پاسخ به این سؤال باید گفت در شرایط مساوی، بدلیل وجود فرکانس در جریان برق متنـاوب(AC) ، صـدمات بیشـتر و این نوع جریان ها از جریان برق مستقیم (DC) خطرناک تر هستند، چرا که تغییر مداوم جهت جریان در برق متناوب باعـث ضربات شدیدی بر سلسله اعصاب شده و باعث کاهش مقاومت بدن انسان نیزمی گردند و به همین دلیل عبـور جریـان حـدود ۲۵ میلی آمپر در فرکانس ۵۰ تا ۶۰ هرتز می تواند باعث از کـار افتـادن سیسـتم تنفسـی و مـرگ انسـان شـوند ، در صـورتیکه جریان حدود ۵۰ میلی آمپر در برق مستقیم این شرایط را موجب شده و باعث مرگ در انسان می گردد. البتـه ایـن مقـادیر در استانداردهای مختلف متفاوت هستند ولی اصل موضوع تفاوت نمی کند.

شایان ذکراست در جریانهای برق متناوب (AC) با فرکانس ۱۰۰ تا ۲۰۰ کیلوهرتز نحوه اثر گذاری جریان برق روی بدن به جای شوک و خارش به صورت حرارت ظاهر می شود و اساساً حرارت و سوختگی تنها اثرات شوک ناشی از عبور جریان بـا فرکانس های بالای ۱۰۰ کیلو هرتز می باشند.

مدت زمان تأثیر:

هر قدر زمان عبور جریان در بدن بیشتر باشد خطر و عوارض آن بیشتر خواهـد بـود ، بـه همـین جهـت سـرعت عمـل در قطع جریان و جدا کردن اتصال از بدن شخص برق گرفته ، نقش حیاتی در نجات او دارد . در نخستین لحظات عبور جریان از بدن مقاومت پوست بدن زیاد است ، ولی با عبور جریان گرما ایجاد شـده و در طبقـه شـاخی پوسـت کـه قسـمت عمـده مقاومـت

ایمنی در بـــــرق

پوست را دارا می‌باشد سوراخ های متعددی ایجاد گردیده مقاومت پوست را سریعاً کاهش می‌دهد . در نتیجه گسترش یافته و عوارض متعدد بعدی را شامل می‌شود.

دلایل برق گرفتگی :

بـــــه دو دلیـــــل بـــــرق گرفتگـــــی ایجـــــاد مـــــی شـــــود.

۱) علل ناشی از فقدان تجهیزات و وسایل حفاظتی

۲) علل شخصی ، نظیر نداشتن آموزش کافی و لازم ، به کاربردن روش های نا صحیح ، مناسب نبودن اعضای بدن شخص نسبت به نوع و ماهیت کار محوله ، عدم آشنایی یا سهل انگاری .
برای کاهش امکان برق گرفتگی افراد از سیستم های ایمنی استفاده می شود.سیستم های ایمنی بسیار متنوع هستندو هرکدام دارای خصوصیاتی می باشند که به ترتیب به شرح آنها در طی چند پست خواهم پرداخت.ولی در این تحقیق فقط به نام آنها اشاره شده است.

سیستم های ایمنی:

۱) سیستم حفاظت توسط سیم زمین(ارت)

۲) حفاظت توسط عایق کاری

۳) حفاظت توسط ولتاژ کم

۴) حفاظت توسط ترانسفورماتور جدا کننده

۵) حفاظت توسط کلید خطای جریان یا FI

۱) سیســـتم حفاظـــت توســـط ســـیم زمـــین
در این سیستم به منظور حفاظت از جان تمامی افراد و کارکنانی که از وسایل، ابزارها و دستگاه های برقـی اسـتفاده مـی کننـد در برابر برق گرفتگی اقدامات زیر انجام می شود.

الف – نقطه نول سیم پیچ مولدهای برق در نیروگاه های برق و همچنین نقطه نول سیم پیچ ترانسفورماتور در پست های برق و سیم نول شبکه خطوط هوایی در ابتدا و انتهای خط و در خطوطی به طول بیش از ۲۰۰ متر علاوه بر ابتدا و انتهای خط در هر فاصله ۲۰۰ متری به الکترود سیم زمین مربوطه متصل می شودکه این سیستم به طور کلی اتصال زمین نامیده می شود.

ایمنی در بـــــرق

ب – بدنه یا محفظه فلزی کلیه وسایل، ابزار، دستگاه ها، ماشین آلات و تابلو های برقی و همچنین اسکلت و اجزای فلزی داخلی هر یک که حامل جریان برق نمی باشد ، به سیستم اتصال زمین ساختمان مربوطه وصل می شود . این سیستم به طور کلی اتصال زمین وسایل نامیده می شود.
اتصال زمین در نیروگاه ها و پست های برق ، اتصال زمین وسایل و همچنین اتصال زمین بدنه تابلو های فشار قوی باید کاملاً از یکدیگر جدا بوده ، استفاده از یک سیستم اتصال زمین با الکترود مشترک مجاز نمی باشد.

در ساختمان هایی که مجهز به حفاظت با برقگیر می باشند ، سیم اتصال زمین مربوط به برقگیر باید از سیستم اتصال زمین تاسیسات برقی فشار ضعیف یا فشار قوی ساختمان کاملا جدا بوده و از اتصال زمین مشترک استفاده نشود . هادی های اتصال بین الکترودها و یا شبکه اصلی اتصال زمین باید در صورت امکان از تسمه مسی حلقه ای به ابعاد لازم باشد ولی در صورت عدم امکان تهیه آن از سیم مسی لخت نیز بلامانع است . در صورتی که سیم اتصال زمین با سیم های فاز و نول کاملا در یک لوله کشیده شوند مانند سیم کشی سیستم روشنایی و پریزهای برق یک فاز و نول و یا سه فاز و نول و مانند آن ، سطح مقطع اتصال زمین باید مساوی با سطح مقطع سیم های فاز و نول باشد . در صورتی که سیم اتصال زمین با سیم های فاز و نول کاملا در یک پوشش قرار گرفته باشند مانند کابل های معمولی و یا سیم های چند رشته قابل انعطاف ارتباطی ، مانند سیم اطوی برقی ، کتری برقی ، سماور برقی ، توستر برقی ، یخچال ، ماشین لباسشویی و مانند آن ، سطح مقطع سیم اتصال زمین باید مساوی با سطح مقطع سیم های فاز و نول باشد.
در کابل هایی که سطح مقطع سیم نول نصف سطح مقطع هر سیم فاز می باشد سطح مقطع اتصال زمین و سیم نول بایدیکسان باشد.

در صورتی که برای اتصال زمین وسایل و ماشین آلات برقی و همچنین تابلو های فرعی و اصلی و غیره از سیم یا شین جداگانه ای استفاده شود ، سطح مقطع آن باید با سطح مقطع نول کابل اصلی دستگاه های مربوطه یکسان باشد . مشروط بر اینکه سطح مقطع سیم نول از ۱۹ میلی متر مربع کمتر نباشد.

برای کابل هایی باسیم نول کمتر از ۱۶ میلی متر مربع باید سطح مقطع سیم اتصال زمین ۱۶ میلی متر مربع منظور شود . سیستم اتصال زمین شامل چاه اتصال زمین با الکترودهای مختلف و سیم یا تسمه رابط بین شبکه اتصال زمین و چاه اتصال زمین باید باشد.

۲) حفاظت توسط عایق کاری

در این نوع حفاظت تمام قسمت های دستگاه که امکان تماس با آن وجود دارد عایق کاری می‌شود . در مورد دستگاه هایی که ساکن هستند می توان کف زمین و یا دیوارها را عایق کاری نمود.

ایمنی در بـــــرق

۳) حفاظت توسط ولتاژ کم

در حفاظت توسط ولتاژ کم از ترانسفورماتور کاهنده با دو سیم پیچ مجزا استفاده می شـود . ولتـاژ ثانویـه ترانسـفورماتور بایـد کمتر از ۴۲ ولت باشد . استفاده از اتوترانسفورماتور در ایـن نـوع حفاظـت مجـاز نمـی باشـد . دسـتگاه هـایی کـه بـا ولتـاژکم حفاظت می شوند ، برای سیم حفاظتی به ترمینال احتیاج ندارند و مدار جریان آنها را نباید به زمین یا سیم نول و یا بـه دسـتگاه هایی که با ولتاژ بالا سر و کار دارند وصل کرد.

۴) حفاظت توسط ترانسفورماتور جدا کننده

در این نوع حفاظت از ترانسفورماتور با دو سیم پیچ مجزای یک به یک و یا کاهنده استفاده می شـود کـه ولتـاژ خروجـی آن بیش از ۴۲ ولت است . در ترانسفورماتور یک به یک ولتاژ ثانویه برابـر ولتـاژ شـبکه مـی باشـد . ترانسـفورماتور ولتـاژ تغذیـه مصرف کننده را از نظر الکتریکی از شبکه جدا می کند . به ثانویه ترانسفورماتور حفاظتی اتصال بیش از یک مصـرف کننـده مجاز نمی باشد . زیرا در صورت اتصال بدنه همزمان دو مصرف کننده احتمال خطر برق گرفتگی وجود دارد . ثانویه این نوع ترانسفورماتور نباید اتصال زمین داشته باشد

۵) حفاظت توسط کلید خطای جریان یا FI

کلید خطای جریان برای حفاظت شخص در مقابل ولتاژهای تماس به کار می رود . اصول کار این کلید به ایـن ترتیـب اسـت که دو هادی با جریان هایی در جهت مخالف هم و یکسان در داخل یک هسته آهنی که روی آن سیم پیچی تعبیـه شـده قـرار گرفته اند . میدان های حاصله از آن ها در هسته ، مخالف هم بوده و همدیگر را خنثی می کنند . در نتیجـه در سـیم پـیچ روی هسته نیروی محرکه القا نمی شود و رله جریانی که به سیم پیچ وصل است تحریـک نمـی شـود یعنـی کلیـد در حالـت عـادی کاری انجام نمیدهد

در صورتی که از یکی از دو هادی جریان عبور نکند یا جریـان هـادی هـا یکسـان نباشـد میـدان حاصـل باعـث ایجـاد نیـروی محرکه در سیم پیچ شده و رله جریانی که توسط این سیم پیچ تغذیه می شود را تحریک مـی کنـد .ایـن رلـه خـود مـی توانـد باعث قطع کنتاکت های کلید و در نهایت قطع کلی مدار گردد.

در نوع سه فاز این کلید تمامی هادی های فاز و نول از داخل هسته عبور می کند و با توجه بـه اینکـه در ایـن سیسـتم مجمـوع جریان ها در هر لحظه صفر است ولتاژی در سیم پیچ روی هسته القا نمی شـود . چـون در حالـت بـار نـا متعـادل از سـیم نـول جریان عبور می کند در سیستم های یک فاز و سه فاز باید سیم نول از داخـل هسـته آهنـی عبـور داده شـود . در صـورتی کـه یکی از فازهای مصرف کننده به بدنه اتصال یابد در این صورت مجموع جریان های لحظه ای سه فـاز و نـول در داخـل هسـته

ایمنی در بـــــرق

آهنی صفر نشده و میدان مغناطیسی متغیر هسته باعث ایجاد نیرویی در سیم پیچ دور هسته و در نهایت باعث تحریک رله جریان و قطع مدار خواهد شد . برای آزمایش کلید FI از شستی آزمایش روی کلید استفاده می شود.

با فشار دادن شستی آزمایش روی کلید اختلاف جریان در سیم های داخل کلید ایجاد شده و باعث قطع مدار خواهد شد . در استفاده از این کلید نیز بدنه مصرف کننده بایستی به سیستم زمین حفاظتی مجهز باشند ولی نیازی نیست تا مقاومت زمین به کمتر از ۲ یا ۴ اهم برسد بلکه این مقاومت می تواند در حدود چند صد اهم نیز باشد.

چگونگی عبور جریان برق از بدن:

وقتی جریان برق وارد بدن می‌شود ، مسیر خود را از راهی که کمترین مقاومت را دارد ، انتخاب می کند و از نقطه‌ای نزدیک اتصال به زمین خارج می‌شود . این ورود و خروج سبب از بین رفتن بافتها و ضایعات شدید مانند از بین رفتن عضو و حتی مرگ می‌شود . بطور خلاصه جریان برق ممکن است از دست چپ به دست راست و بالعکس ، از دست راست به دست وپای راست یا چپ ، از دست چپ به پای چپ یا راست و یا از پای راست به چپ و بالعکس و یا از میان سیستم عصبی مرکزی عبور کند ، در هر حال اگر جریان برق به طریقی از بدن عبور کند که قلب در مسیر آن قرار گیرد ، این بدترین و مخاطره‌آمیزترین حالت برای مصدوم می‌باشد.

عوامل موثر بر شدت برق گرفتگی :

نوع جریان، متناوب یا مستقیم و اختلاف پتانسیل

جهت ایجاد مدار الکتریکی نیاز به وجود اختلاف پتانسیلی بین دو نقطه از مدار است که سبب تحرک الکترونها گردد . این نیروی محرک اختلاف پتانسیل نام دارد . برق گرفتگی در ولتاژهای بالا یا پایین ممکن است ایجاد گردد . در ولتاژهای پایین (حدود ۱۲۰-۱۱۰ ولت) بدن بایستی در تماس مستقیم با منبع جریان قرارگیرد در حالی که در برق گرفتگی های ولتاژ بالا (حدود ۸-۷/۵ کیلو ولت) نیازی به تماس مستقیم نیست و در اثر نزدیکی به منبع جریان نیز ، الکترونها از طریق قوس الکتریکی به بدن قربانی منتقل می شوند.

جریان متناوب

به مراتب خطرناک تر و کشنده تر از جریان مستقیم است معمولاً جریانهای بین ۳۹ تا ۱۵۰ سیکل بر ثانیه (CPS) خطرناکترند.

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی
شهرداری کاشان

ایمنی در بـــــرق

شدت جریان

آمپراژ در واقع بیانگر میزان جریان جاری می باشد و می توان آن را به عنوان مهمترین عامل دخیـل در بـرق گرفتگـی قلمـداد کرد.

مقاومت

هر چه مقاومت ارگانی که جریان از آن عبور می کند بیشتر باشد، اثرات تخریبی با شدت بیشـتری خـود را نشـان مـی دهنـد . بیشترین ارگان مقاوم در برابر جریان الکتریسته پوست است که در قسمتهای ضخیم و شاخی آن حتـی تـا انـدازه یـک میلیـون اهم از خود مقاومت نشان می دهد. ضخامت پوست و رطوبت آن بر میزان مقاومت تاثیر می گذارند.

مسیر جریان

- مدت عبور جریان حالات احتمالی ایجاد شده متعاقب برق گرفتگی

- مرگ فوری به دنبال شوک و یا توقف فعالیت های تنفسی و قلبی- فلج نیمی از بدن و یا فلـج پاهـا - از دسـت دادن حـس بویایی ، شنوایی یا تکلم و.... - سنکوپ موقتی همراه با بهبود کامل در صورت تماس کوتاه مدت با جریان کم شدت - انواع شکستگی های استخوانی به دنبال اسپاسم ماهیچه ها یا صدمات ثانویه ناشی از برخورد با سایر اجسام و سقوط.

عوامل تشدید کننده اثر جریان الکتریسته:

- وجود جریان متناوب
- رطوب البسه
- بهداشت پایین
- عصبانیت

همانگونه که قبلاًنیز اشاره شد ، شدت جریان مهمترین عامل موثر در برق گرفتگی می باشد از آنجـا کـه ولتـاژ معمـولاً ثابـت است مقاومت مهمترین عامل تعیین کننده در میزان جریان عبوری محسوب می‌شود (قانون اهم) بر طبق مطالعـات انجـام شـده جریانهای مختلف آثار متفاوتی را ایجاد می نمایند :

۱میلی آمپر: ایجاد سوزش مختصر در پوست

۵ میلی آمپر: انقباض شکمی

ایمنی در بـــــرق

۱۵ میلی آمپر: انقباض ماهیچه ها (جلوگیری از جدا شدن قربانی با منبع تماس)

۵۰ میلی آمپر: انقباض کلیه ماهیچه ها از جمله ماهیچه های تنفسی و مرگ متعاقب آن

۱۰۰ -۷۵ میلی آمپر : فیبریلاسیون بطنی جریانهای بالاتر و حدود ۱ آمپر سبب ایجاد فیبربلاسیون بطنی نمی گردند ولی ممکن است ایست قلبی ایجاد نمایند که این اثر نیز در صورت قطع فوری جریان از بین رفته و قلب به صورت طبیعی به فعالیت خود ادامه خواهد داد.

به محض ورود جریان به بدن فرد قربانی ، الکترونها سعی در خروج از بدن از طریق نزدیکترین راه ممکن را دارند که معمولاً مسیر دست به پا یا دست به دست است . مدت زمانی که طول می کشد تا فرد در اثر برق گرفتگی فوت نماید به شدت جریان عبوری وابسته می باشد . در برق گرفتگی با ولتاژ کم و در حضور فیبریلاسیون بطنی فوراً هوشیاری فرد مختل نمی گردد زیرا مغز به مدت ۱۵-۱۰ ثانیه جهت مصرف خود اکسیژن ذخیره دارد و در این مدت نیازمند به فعالیت قلب نمی باشد . در موارد برق گرفتگی با ولتاژ کم انجام اعمال احیا و بکارگیری و دفیبریلاتور قلبی می تواند از وقوع مرگ ممانعت به عمل آورد . البته باید این نکته را در نظر داشت که قلب دارای قدرتی ذاتی است که پس از مدت کوتاهی که دستخوش امواج ناهماهنگ و فیبریلاسیون است بطور خودبخود و بدون نیاز به محرک خارجی می تواند به ریتم طبیعی خود بازگشت نماید . در برق گرفتگی های با ولتاژ بالا ممکن است ضایعات الکتروترمال غیر قابل بازگشت در بافتها ایجاد گردد . بدین ترتیب که با وجود آنکه قلب پس از ایست کوتاه ممکن است مجدداً فعالیت خود را آغاز نماید لکن به دنبال توقف مراکز تنفسی در ساقه مغز متعاقب آثار گرمایی جریان ایست تنفسی رخ می دهد.

از آثار گرمایی جریان با ولتاژ بالا در اعدام های قانونی استفاده می گردد در این حالت سوختگی درجه ۳ در محل تماس الکترودها با پوست ایجاد شده و درجه حرارت مغز تا ۶۳ درجه سانتی گراد افزایش می یابد . بدین ترتیب عوامل منجر به مرگ در موارد برق گرفتگی را بدین ترتیب می توان خلاصه نمود.

۲- توقف مراکز تنفسی (در ولتاژهای بالا فیبریلاسیون بطنی) در ولتاژهای پایین

عوارض ناشی از برق گرفتگی نظیر عفونت ، سپتی سمی ، شکستگی های ناشی از برق گرفتگی

در صورت تماس فرد با جریا ن ۵ میلی آمپری تقریباً تمام عضلات دچار انقباض می گردند . چنین شدت جریانی با ولتاژ کم یا زیاد می تواند سبب شکستگی استخوانی گردد . این شکستگی در استخوانهای مختلف ممکن است ایجاد گردد از آن جمله می توان به استخوانهای کتف ، بازو ، ران و مهر ه ها اشاره نمود . قبل از بکارگیری شل کننده های ماهیچه ای موارد زیادی از شکستگی استخوانها در اثر ECT (Electro convulsive therapy) گزارش شده اند حرکات غیر ارادی ناشی از انقباض ماهیچه ها متعاقب برق گرفتگی : در اثر انقباض ماهیچه ها متعاقب برق گرفتگی علاوه بر شکستگی استخوانی که قبلا به آن اشاره شد حالات زیر نیز ممکن است رخ دهد :

ایمنی در بـــــرق

- گردن و پشت به عقب خم میشود.

- بازوها به سمت داخل چرخده، آرنج خم شده و انگشتان به حالت مشت شده قرار می گیرند.

- لگن و زانوها صاف شده و پاها بصورت مستقیم قرار می گیرند .

- در صورتی که فرد چیزی را در دست دارد آنرا محکمتر در دستان می فشرد. تحقیقات انجام شده نشان داده اند که این انقباضات عضلانی بر حسب حالت اولیه فرد می تواند باعث پرت شدن وی به جلو یا عقب گردد.

یافته های اتوپسی : تقریباً در تمام موارد برق گرفتگی با ولتاژ بالا و در ۵۰٪ از موارد آسیب با ولتاژ پایین سوختگی های الکتریکی در بدن مشاهده می گردد در برق گرفتگی با ولتاژ پایین این سوختگی ها در محل خروجی و ورودی هر دو ممکن است وجود داشته باشد.و گاه نیز اصلاً مشاهده نمیشود. در موارد برق گرفتگی بعلت ایجاد اسپاسم عضلانی و مصرف شدن ذخایر ATP جمود نعشی با شدت بیشتر ایجاد می گردد و الگوی ایجاد جمود نعشی نیز مسیر عبور جریان را می تواند بیان نماید . سوختگی ایجاد شده در ولتاژهای پایین بصورت یک منطقه قرمزرنگ همراه با تاول و یا منطقه سفید رنگ دیده میشوند بصورت کلاسیک در اطراف سوختگی فوق (مارک الکتریک) یک منطقه رنگ پریده و در حاشیه آن پرخونی معمولاً سوختگی ایجاد شده بزرگ نبوده و اندازه آن از چند میلی متر تا ۱/۵ -۱ سانتی متر متفاوت است . در نمای میکروسکپی اپیدرم حالت پنیر سوئیسی پیدا می کند. ذرات کوچک فلزی از جسم هادی ممکن است در منطقه سوختگی جایگزین شده و توسط Scannimg electron microscopy بررسی می باشد این حالت بیشتر در برق گرفتگی های با ولتاژ بالا قابل مشاهده است . بر خلاف سوختگی های ناشی از برق گرفتگی با ولتاژ پایین، در ولتاژهای بالاتر سوختگی های شدید که حتی گاه حالت ذغالی نیز پیدا می کند مشاهده میشود در اثر تماس با منبع جریان و یا وجود فاصله اندک بین منبع و قربانی ضایعات متعدد و کنار هم ممکن است مشاهده شود (Spark lesions).سوختگی های مختصر متعدد توسط قوس الکتریکی ناشی از جریان نیز ممکن است ایجاد شوند. در ولتاژهای بسیار بالا تخریب وسیع به همراه از دست دادن اندام ها و پارگی ارگانها ممکن است مشاهده گردد . در موارد برق گرفتگی خصوصاً در موارد با ولتاژ پایین علاوه بر بررسی جسد (که گاهاً هیچ یافته ای وجود ندارد) بایستی به دقت صحنه را معاینه نمود :Manner of death . در بیشتر موارد اتفاقی است و معمولاً در اثر نقایص وسایل و ابزارهای الکتریکی رخ می دهد. برق گرفتگی با ولتاژ بالا در اثر تماس با خطوط انتقال فشار قوی که روی زمین افتاده اند و یا در اثر تماس این خطوط با آنتن ممکن است رخ دهد. خودکشی به این طریق معمولاً نادر بوده و در این موارد معمولاً افراد وسایل الکتریکی را به نحوی دستکاری می کنند که بتواند موجبات برق گرفتگی را فراهم آورد . قتل حتی از خودکشی نیز نادرتر بوده و در اینمورد معمولاً وسیله برقی به طریقی بداخل وان حمام که فرد قربانی در آن استحمام می کند قرار می گیرد در این مورد بعلت مقاومت پایین معمولاً علائم سوختگی مشاهده نمی شود و در صورتیکه بعد از فوت وسیله برقی از داخل وان حمام برداشته شود معمولاً علت فوت ناشناخته باقی می ماند . امروزه موارد برق گرفتگی اتفاقی و قتل به علت استفاده از GFCI های (Ground – Fault corrent Interrupters)

ایمنی در بـــــرق

با ولتاژپایین کاهش یافته است . لازم است از اینگونه جریانها بطور روتین در حمام و آشپزخانه ها استفاده شود . این وسایل شدت جریان را ارزیابی می کنند . و در صورت وجود اختلاف بیشتر ازSMA ، مدار گسیخته شده و مانع برق گرفتگی می شود در حالت طبیعی تا زمانیکه اختلاف جریان به ۱۵ میلی آمپر برسد مدار قطع نمی شود بنابراین در اکثر موارد برق گرفتگی فیوز منزل دچار اختلالی نشده است در حالیکه برق گرفتگی رخ داده است . برق گرفتگی در آب بر اثر وجود لامپ های دارای نقص فنی که در استخر کار گذاشته شده است نیز رخ می دهد GFCIS . از اینگونه حوادث جلوگیری بعمل می آورد.

پیشگیری و درمان: در موارد برق گرفتگی، نکته اصلی ومهم پیشگیری است رعایت نکات ایمنی در خانه و محل کار، اطمینان از صحت کارایی وسایل برقی، توجه به ایمنی مناطق پرخطر نظیر محیط حمام و عدم بکارگیری لوازم برقی نظیر سشوار و بخاری برقی در این مکانها از نکات مهم و اساسی در این زمینه محسوب می گردد. اقدامات درمانی در مرحله حاد و اولیه سعی در باز نگهداشتن راه هوایی جهت برقراری و نگهداری فعالیت تنفسی است که ممکن است به دلیل اسپاسم عضلات بین دنده ای و دیافراگم دچار اختلال شده باشد . در صورتیکه در مراحل ابتدایی برق گرفتگی و اثر سوء آن بر سیستم هدایتی قلب cardioversioin توسط D.c Shock انجام گیرد می توان ریتم قلب را به حالت طبیعی برگرداند که معمولاً در این حالت قلب بصورت پایدار با ریتم نرمال به فعالیت خود ادامه میدهد . در صورت رابدومیولیز شدید ممکن است کار کلیه ها دچار اختلال گردد که مایع درمانی در این موارد اولین اقدام می باشد . اختلالات پایداری و دپررس ممکن است در اثر عوارض ناشی از برق گرفتگی رخ دهد که در هر مورد اقدامات درمانی خاص آن بایستی انجام شود. برای مثال جهت درمان سوختگی های ناشی از برق گرفتگی و بریدمان منظم زخم ها و پانسمان مرتب آن بهمراه استفاده از کرم های مناسب و درمان آنتی بیوتیکی لازم وضروری است در صورت بروز اختلالات عصبی و روانی می توان با استفاده از مشاوره های روانپزشکی و داروهای مناسب بیماری را تا حدی کنترل نمود deformity . جوشگاه های ناشی از سوختگی متعاقب برق گرفتگی را نیز می توان به کمک روشهای مختلف فیزیوتراپی به میزان قابل توجهی بهبود بخشید.

آثار برق گرفتگی:

عبور جریان الکتریکی از بافت های زنده با توجه به جریان عبوری ، نوع برق گرفتگی ، مدت زمان برق گرفتگی و... می تواند آثار مختلفی را در پی داشته باشد و عمق آثار نیز با توجه به هر کدام از عوامل ، متفاوت خواهد بود . آثار جدی و مهم برق گرفتگی بر روی بدن جانداران و به ویژه انسان دو دسته هستند:

- سوختگی:

زمانی که جریان الکتریکی در یک ماده جاری می شود ، در قسمت هایی که در برابر جریان مقاومت می کنند اتلاف انرژی به وجود می آید ، این انرژی اتلاف شده معمولا به صورت گرما آزاد می شود . این ساده ترین تاثیر جریان الکتریکی بر

ایمنی در بـــــرق

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی
شهرداری کاشان

روی بافت های زنده است. جریان الکتریکی باعث افزایش حرارت در این بافت ها می شود و در این حالت اگر میزان حرارت به اندازه کافی زیاد باشد ، بافت زنده خواهد سوخت . از نظر ظاهری این سوختگی شبیه سوختگی به وجود آمده بر اثر شعله است با این تفاوت که به علت عبور جریان از داخل بدن می تواند بافت های داخلی بدن مصدوم و حتی اندام های حساس را نیز بسوزاند.

- تأثیر برق گرفتگی بر روی دستگاه عصبی

یکی از اثرات مهم عبور جریان الکتریکی از بدن که از نظر مهلک بودن می توان آن را پر اهمیت ترین اثر جریان الکتریکی بر روی بدن دانست ، آثار آن بر روی سیستم عصبی است . منظور از سیستم عصبی ، شبکه ی بین سلول های عصبی یا همان نرون هاست ،که وظیفه آنها تنظیم فرآیندهایی است که در اعضای بدن انجام می پذیرد . از جمله بخش های مهم سیستم عصبی می توان از مغز، نخاع و سلول های حسی بدن را نام برد.

ارتباط بین سلول های عصبی به وسیله جریان الکتریکی انجام می پذیرد . این سلول ها برای برقراری ارتباط از سیگنال های الکتریکی با جریان و ولتاژ بسیار پایین استفاده می کنند . به وسیله این سیگنال ها دستورات از سیستم عصبی به قسمت های مختلف بدن مانند ماهیچه ها یا غدد درون ریز می رسد . حال اگر جریان برق در بدن یک موجود زنده به اندازه کافی زیاد باشد ، سیگنال های الکتریکی فرستاده شده به وسیله مغز را خنثی خواهد کرد ، بنابراین از ایجاد عکس العمل در بدن مصدوم جلوگیری خواهد کرد . همچنین عبور جریان الکتریکی از رگهای عصبی موجب به وجود آمدن حرکات غیر ارادی در بدن مصدوم خواهد شد به طوری که مصدوم نمی تواند هیچ اقدامی در مدت برق گرفتگی انجام دهد . این حالت زمانی که مصدوم هادی برق دار را به وسیله دست خود گرفته ، می تواند خیلی خطرناک تر باشد چراکه ماهیچه های قرار گرفته بر روی ساعد که مسئول خم کردن انگشتان هستند از ماهیچه هایی که مسئول صاف کردن انگشت ها هستند قوی ترند . هنگام برق گرفتگی هر دونوع ماهیچه تلاش می کنند تا منقبض شوند .

راهنمای ایمنی در برابر آذرخش (رعد و برق وصاعقه)

۱- اگرموقع طوفان ورعد وبرق در اتومبیل هستید فوراً شیشه های آن را بسته وآنتن آنرا پایین بیاورید.

۲- اگر موقع طوفان ورعد وبرق درصحرا هستید به نقاط گودالی پناه ببرید یا روی زمین دراز بکشید.

۳- اگر موقع طوفان ورعد برق در دریا یا رودخانه یا امثال آن مشغول شنا هستید بسیار خطرناک هست زیرا موج های ایجاد شده در اثر به هم خوردن ، بار الکتریکی تولید می کنند.

۴- اگر درجنگل ولابه لای درختان هستید هیچ وقت کنار تک درختها یا درختان بلند قرار نگیرید.

ایمنی در بـــــرق

۵- درهنگام طوفان ورعد و برق و هوای بارانی هرگونه وسایل فلزی را از خود دور کنید.

۶- از اشیای بلند ونوک تیز مانند چتر، تیر چراغ برق ، دودکشها ، میله ها دوری کرده و اگر درخانه هستید سوکت و دوشاخ تمام وسایل الکتریکی و الکترونیکی را از برق جدا کنید ودرصورت امکان برق اصلی را قطع نموده وخودتان درطبقات پایین تر و یا درحیاط خانه قرار بگیرید.

۷- هنگام بارندگی اگر لباستان خیس شده وحشت نکنید چون دراین حالت اگر آذرخش به شما برخورد بکند دراثر رطوبتی که لباس شما با زمین برقرار کرده و از همین مسیر به زمین متصل می شود به شرط آنکه بدن شما خیس نشده باشد.(درصورت پوشیدن بارانی یا لباسهای چرمی این مورد امکان پذیر می باشد).

میزان خطر برق گرفتگی در قسمتهای مختلف بدن

با توجه به مسیرهای مشخص بدن ، هر شخص باید درمواجه با سیم های لخت برق یا افراد برق گرفته از این مسیرها آگاهی کامل داشته باشد . ودرنخستین گام نسبت به قطع برق از شخص برق گرفته با هر وسیله ممکن که عایق باشد اقدام کند و هرگز به قسمت های لخت بدن شخص برق گرفته ، دست نزند بلکه با وسایلی مثل چوب ، یا جاروهای چوبی ، میله های لاستیکی ، کیف پول ، خودکار ، شانه ، کمر بند ،کراوات به شرط خشک بودن وفلزی نبودن سیم برق یا شخص برق گرفته را جدا کرد.

۱- مسیر دست با دست۳/۳ درصد کل جریان از قلب عبور می کند.

۲- مسیر دست چپ و پاها ۶/۷ درصد کل جریان از قلب عبور می کند.

۳- مسیر دست راست وپاها ۳/۷ درصد کل جریان از قلب عبور می کند.

۴- مسیر پا و پای دیگر۰/۴ درصد کل جریان برق از قلب عبور می کند.

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی
شهرداری کاشان

ایمنی در بـــــرق

اتصال زمین یا ارتینگ

یکی از بهترین ومطمئن ترین وساده ترین روشهای حفاظت اشخاص درمقابل برق گرفتگی ، اتصال یک سیم از بدنه فلزی تمام دستگاهها و پریزها وسوکتهای برق ، به زمینی است که بصورت استاندارد ایجاد شده ودارای مقاومت الکتریکی بسیار کم باشد . این سیم جدای از سیم تغذیه مصرف کننده هاست یعنی سیم سومی هست که همراه با دوسیم دیگر تغذیه ، به وسایل رفته ولی به محل اصلی تغذیه متصل نمی شود ، بلکه به قسمت های فلزی بدنه آنها که بدون رنگ ولعاب باشد وصل می شود . در صورت معیوب بودن وسیله برقی یا داشتن اتصال بدنه ، مسیر جریان برق از طریق این سیم به زمینی که دارای مقامت بسیار اندک نسبت به مقاومت بدن انسان هست ، منتقل شده وشخصی که به واسطه کار دستگاه با آن در تماس هست دچار برق گرفتگی نمی شود . درصورتیکه دراین شرایط کلید خطای جریان باقیمانده هم در مسیر الکتریکی وسیله باشد ، فوراً تغذیه برق هم قطع خواهد شد . دراین شرایط هم شخص آسیب نمی بیند ، هم جریان برق قطع می شود ، هم وسیله معیوب شناسایی می شود که می توان اقدامات بعدی در راستای برطرف نمودن عیب را به آسانی انجام داد.

برای اتصال زمین ابتدا باید چاهی به عمق حداقل ۴ وحداکثر ۸ متر ایجاد کرد تا به زمین با خاک نرم مرطوب برسد . سپس عوامل اتصال زمین که یک صفحه مسی به ابعاد ۴۰*۴۰*۰/۵ هست را به همراه سیم مسی به سطح مقع ۱۶ یا ۲۵ که به هم جوش داده شده اند را ازچاه بیرون آورده و به محل مخصوصی درتابلوی برق متصل نمود وازآنجا توسط سیم (سیم سوم) به وسایل متصل کرد . مقامت چاه ارت بعد از اندازه گیری باید زیر ۱۰ اهم باشد.

پیروز سربلند باشید

واحد آموزش سازمان آتش نشانی کاشان