

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۶۶۴۱۲۶۰-۰۵۱۱ تماس حاصل نمایید

میزان مقاومت بدن انسان

در مقابل برق گرفتگی

چکیده

در طی مراحل پیشرفت پروژه مطالب زیر مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در فصل اول فیزیولوژیک بدن انسان در مقابل جریان های الکتریکی بررسی شده و پیرامون مطالبی در خصوص شرایط بروز برق گرفتگی، ساختار الکتریکی بدن انسان، عوارض برق گرفتگی، جدول تأثیرات فیزیولوژیک بدن انسان در مقابل جریان های الکتریکی حوادث ثانوی شکل های حاصل از حوادث برق بحث شد. در فصل دوم تفاوت اثرات جریان های AC,DC بر روی بدن انسان مورد بررسی قرار گرفته و پیرامون مسائلی همچون، اثر جریان های مستقیم در ولتاژهای بالا، اثر بیولوژیکی جریان متناوب، میزان آثار متناسب با فرکانس، خطر جریان متناوب نسبت به مستقیم، خطر ابتلا به بیماری سرطان برای ساکنان اطراف کابل های برق فشار قوی بررسی شده است.

فصل سوم و چهارم پیرامون مسائل حفاظتی بوده و استفاده از راه های کاهش خطر در برابر جریان های الکتریکی مورد بحث قرار گرفته که از آن جمله می توان به انواع زمین های الکتریکی، صفر کردن ها، هم پتانسیل ها و استفاده از ترانس های یک به یک یا جدا کردن حفاظتی اشاره کرد.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoo.cn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۶۶۴۱۲۶۰-۵۱۱ تماس حاصل نمایید

در فصل پنجم آئین نامه های حفاظتی مورد مطالعه قرار گرفته برای آشنایی

بیشتر متخصصین با مفادهای قانونی حفاظت و موارد ایمنی، تا گامی باشد در

جهت کاهش تلفات و صدمات وارده بر انسان در برابر جریان های الکتریکی.

www.kandoo.cn.com
www.kandoo.cn.com
www.kandoo.cn.com

مقدمه

از آنجا که با پیشرفت صنعت و تکنولوژی روز به روز تولید انرژی الکتریکی و کاربرد وسایل الکتریکی بیشتر می شود و انرژی الکتریکی جای خود را به عنوان یک انرژی برتر تثبیت کرده است به طوری که امروزه مصرف انرژی الکتریکی به عنوان یکی از شاخص های رشد صنعتی و اقتصادی کشورها محسوب می شود اما به موازات آن خطرات ناشی از برق نیز افزایش می یابد هر چند در کشورهای پیشرفته صنعتی به علت شناخته شدن این خطرات و افزایش سطح اطلاعات و کارگران صنایع، خوشبختانه صدماتی که از این طریق متوجه جوامع بشری می شود متناسب با توسعه این صنعت نیست.

به عنوان مثال در انگلستان آمار تلفات انسانی ناشی از برق گرفتگی ظرف مدت پنجاه سال حدوداً چهار برابر شده در حالی که تولید انرژی الکتریکی در همان مدت سی برابر افزایش یافته است، با این وجود تعداد قربانیان حوادث ناشی از جریان برق عدد قابل توجهی است و کاربرد نادرست و غیر ایمنی انرژی الکتریکی صدمات و خسارات جبران ناپذیری را بر جوامع مختلف به ویژه کشورهای در حال توسعه تحمیل می نماید.

بررسی حوادث الکتریکی نشان داده که نسبت تعداد این حوادث به کل حوادث حدود $0/3$ درصد است اما درصد حوادث منجر به فوت در حوادث الکتریکی بیشتر می باشد.

به طوری که حدود $0/16$ درصد از کل حوادث منجر به فوت هستند. در حالی که $2/62$ درصد حوادث ناشی از برق منجر به فوت گردیده است، یعنی وخامت حوادث برق بیش از 16 برابر حوادث معمولی برآورد می شود. ضمناً حوادث ناشی از برق حدود 4 درصد حوادث منجر به فوت در صنایع را تشکیل می دهد.

لازم به ذکر است که بیشترین حوادث برق مربوط به سیستم های جریان متناوب (بین $60-125$ ولت) بوده است ($73/5$ درصد) از طرف دیگر بررسی علل حریق ها نیز نشان داده که تقریباً عامل اصلی $\frac{1}{3}$ آتش سوزی ها، برق بوده است.

۱- یک دسته کارکنان صنعت برق یا افرادی که در کارهای برق شاغل بوده و در این مدت رابطه آموزش هایی دیده اند نظیر تکنیسین های برق، اپراتورهای شاغل در مراکز برق فشار قوی، تعمیر کاران وسایل برقی از جمله افرادی هستند که به سبب حرفه خود در معرض حوادث الکتریکی قرار دارند.

**جهت خرید فایل word به سایت www.kandooen.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۶۶۴۱۲۶۰-۰۵۱۱ تماس حاصل نمایید**

۲- دسته دوم، افرادی که در کارهای برقی غیرماهر بوده اما از دستگاه ها و

تجهیزات الکتریکی استفاده می کنند و به علت عدم استفاده صحیح از وسایل

برقی و یا خرابی قسمت های برقی دستگاه با خطر مواجه هستند.

آمار نشانی می دهد که بر خلاف تصور، تعداد حوادث برقی در بین افراد گروه

اول بیشتر از گروه دوم می باشد.

بنابراین دانستن اطلاعات و مهارت فنی در رابطه با برق ما را از رعایت نکات

ایمنی بی نیاز نمی کند و در تمام مراحل کار با انرژی الکتریکی اعم از تولید،

انتقال و توزیع و مصرف برق رعایت نکات ایمنی ضروری می باشد.

فصل اول

بررسی فیزیولوژیک بدن انسان در مقابل جریان های الکتریکی

۱-۱ مقدمه

سیستم برق دارای خصوصیات فراوانی است که تا جایی که مربوط به سهم آن در برق گرفتگی می شود باید گفت که نقش اصلی را بازی می کند. اگر سیستم برق وجود نمی داشت صحبت از برق گرفتگی هم معنا پیدا نمی کرد. بدن انسان همانند تمام موجودات زنده از نقطه نظر قابلیت هدایت الکتریکی قابل تشبیه به مجموعه ای از مقاومت ها و ظرفیت ها می باشد.

از این موضوع نتیجه می شود، چنانچه تحت تأثیر یک نیروی الکتروموتوری متناوب قرار گیرد. از آن جریانی عبور می کند که اگر شدت آن از حد معینی بیشتر باشد باعث صدماتی در بدن خواهد شد که میزان این صدمات بیشتر به مسیر عبوری جریان، شدت جریان و مدت زمان عبور آن دارد.

به عنوان مثال بدترین حالت زمانی است که جریان مسیری را بپیماید که قلب در سر راه آن قرار گرفته باشد و مدت زمان و شدت آن نیز زیاد باشد.

۲-۱ شرایط کلی برق گرفتگی

اصولاً سه عامل با خصوصیات مختص به خود، در بروز برق گرفتگی شرکت دارند، سیستم برق - محیط زیست - موجود زنده.

۱- سیستم برق

سیستم برق دارای خصوصیات فراوانی است که تا جایی که مربوط به سهم آن در برق گرفتگی می شود، باید گفت که نقش اصلی را بازی می کند، اگر سیستم برق وجود نمی داشت صحبت از برق گرفتگی هم معنا پیدا نمی کرد. یک سیستم برق اصولاً تشکیل شده از مقدار هادی که ناقل جریان برق بوده، مقدار عایق که مانع عبور جریان برق از هادی های مورد نظر به دیگر هادی ها می شوند.

بدون وجود یکی از این دو، وجود سیستم برق هم ناممکن می شود، از بین هادی ها و عایق ها، دسته اخیر یعنی عایق ها ناپایدارتر بوده و عوامل مختلف به خصوص دمای بیش از حد مجاز، آنها را فرسوده و خراب می کند.

چون عبور جریان برق از هادی ها لاجرم با تولید حرارت و ازدیاد دما همراه می باشد، لذا در انتخاب کابل ها و لوازم برقی باید دقت کافی به عملآید تا از خرابی عایق آنها جلوگیری شود.

عایق ها از نظر مکانیکی نیز بسیار ضعیف تر از هادی ها بوده، ضربه ها، خراش ها و دیگر تنش های مکانیکی وارده آنها را ضایع و فرسوده می کند.

خراب شدن عایق منجر به لخت شدن هادی های جریان دار شده، تماس با هادی های بدون پوشش جریان دار، سبب ایجاد برق گرفتگی می شود.

۲- محیط زیست

از نظر بحث ما، محیط زیست معنای متفاوتی با تعریف متداول این واژه دارد بنابراین محیط زیست عبارت خواهد بود از کلیه عوامل مادی در اطراف ما اعم از آنهایی که در طبیعت وجود داشته، یا در محیط کار و زندگی واقع شده اند.

به عبارتی دیگر محیط زیست متشکل است از زمین (خاک)، مصالح ساختمانی به کار رفته در کف ها، سقف ها، دیوارها و اسکلت های ساختمانی، لوله کشی ها، دستگاه ها، لوازم، ابزار و خلاصه همه عالم مادی که در اطراف انسان و همچنین در سیستم برق وجود دارد.

اهمیت محیط زیست با تعریف فوق در این است که اجزاء آن بیشتر دارای خاصیت هادی می باشد تا عایق.

هادی بودن محیط زیست توأم با خصوصیات سیستم برق، یعنی وصل بودن نقطه ای از سیستم برق به زمین که در واقع محیط زیست را جزئی از سیستم برق درمی آورد و بنابراین نقش آن در پدیده برق گرفتگی بسیار مهم است.

۳- موجود زنده

موجود زنده دارای ساختمان فیزیولوژیکی مخصوصی است که کمابیش هادی برق می باشد و در صورتی که جریانی همانند جریان عادی برق مصرفی از بدن شخص عبور کند، دچار برق گرفتگی می شود.

۳-۱- ساختار الکتریکی بدن انسان

سلول های بدن انسان برای تداوم واکنش های حیاتی خود نیازمند یک اختلاف پتانسیل الکتریکی مشخص می باشد.

مقدار این پتانسیل در سطح سلول حدود ۹۰ میلی ولت است بعضی از مجموعه های سلولی از نظر اعمال حیاتی دارای اهمیت خاص هستند.

نظیر؛ مراکز عصبی، مراکز تنفسی در بصل النخاع و عضله قلب، حتی اندازه گیری تغییرات الکتریکی این مراکز حیاتی مبنایی برای تشخیص های پزشکی محسوب می شود.

مهمترین این تغییرات حیاتی عبارتند از:

الف- ثبت تغییرات الکتریکی مغز یا الکتروانسفالوگرافی (E.E.G)

(Ehlectro Encephalo Graphy)

ب- ثبت تغییرات الکتریکی قلب یا الکتروکاردیوگرافی (E.C.G)

(Ehlectro Cardio Graphy)

ج- ثبت تغییرات الکتریکی عضله یا الکترومیوگرافی (E.M.G)

(Ehlectro myo Graphy)

هرگاه مراکز حیاتی فوق در مسیر عبور جریان قرار گیرند این پتانسیل های حیاتی مختل شده به طوری که تنفس ممکن است متوقف شود یا قلب به جای ضربان عادی دچار لرزش و اختلال ریتم گردد که نتیجه آن خطر مرگ می باشد.

همچنین جریان برق متناوب باعث انقباض شدید عضلات می گردد. (در حالی که جریان مستقیم عمدتاً باعث تغییرات الکترولیتی دریافت می گردد)

انقباضات بسیار قوی در عضلات ممکن است باعث شکستگی استخوان یا پرت شدن فرد و شکستگی ثانویه شده و یا مانع رها شدن فرد از مدار یا اصطلاحاً چسباندن فرد برق گرفته به سیم هادی یا ابزار دیگری شود.

پرتاب شدن فرد به عقب ممکن است بر اثر انقباض شدید عضلات پشت و پاها اتفاق بیافتد. مکانیسم عمل به این ترتیب است که چون فرمان های عصبی برای کنترل حرکات عضلانی از مغز توسط جریان های الکتریکی بسیار ضعیف از طریق سلسله اعصاب به عضلات صادر می شود در صورت تماس با جریان برق و تأثیر جریان های الکتریکی اضافی از خارج بر روی اعصاب، موجب

حرکات ناگهانی و بسیار شدید عضلانی می‌گردد که ممکن است عمل آن عضو بدن را به طور موقت یا دائم مختلط یا متوقف نماید.

اگر الکترودی با نوک ظریف (یک میکرو الکتروود که قطر آن از یک میکرون بیشتر نباشد) را به آرامی از غشاء خارجی به درون هر سلول زنده ای، از آمیب یا نورون انسانی فروکنیم، و در همین حال یک الکتروود دیگر را در سطح خارجی سلول یا مایع احاطه کننده آن بگذاریم و آن دو را از طریق ولت سنج به هم وصل نماییم ولت سنج یک اختلاف پتانسیل یا ولتاژ میان داخل و خارج سلول را ثبت می‌کند. برای اغلب سلول ها این ولتاژ موجود در دو سوی غشاء ۷۰ تا ۱۰۰ میلی ولت است که در آن درون سلول منفی و بیرون آن مثبت است.

این اختلاف پتانسیل که به نظر خیلی زیاد هم نمی‌آید، کمابیش کلید فهم خواص تحریک پذیری عصب و عضله است.

اگر در نظر بگیریم که قطر غشاء سلول تنها یک میلیونیم سانتیمتر است، این پتانسیل آنقدرها هم کوچک به نظر نمی‌آید، اگر این پتانسیل را با اختلاف ولتاژ در روی یک سانتی متر مقایسه کنیم، پتانسیل استراحت در حدود چند هزار ولت برای هر سانتی متر خواهد بود که باری غول آسا است.

آنچه غشاء نورون را از سایر سلول ها مشخص می‌کند یک خاصیت آکسون است که در تجزیه زیر دیده می‌شود. فرض کنیم یک الکتروود در نقطه خاصی از

غشاء نورون قرار داشته باشد و یک پتانسیل ثابت ۷۰- میلی ولت را ثابت کند.
حال اگر فرضاً آکسون این نورون را در فاصله ای از الکتروود ثبات با یک تکان الکتریکی یا از طریق مکانیکی و حتی با برخی مواد شیمیایی تحریک کنیم پس از یک مدت زمان بسیار کوتاه پس از تحریک درجه ولت سنج متصل به الکتروود ثبات تغییر می کند و به سرعت به سوی صفر می رود. آنگاه جهت قطبی شدن غشاء به مدت کوتاه معکوس می شود.

به نحوی که سوزن ولت سنج از حالت منفی به سوی مقابل می رود و تا حدود ۴۰ میلی ولت مثبت می رسد. تقریباً در همان زمان ولتاژ به صفر بر می گردد و به همان حد ۷۰ میلی ولت منفی و یا حتی کمتر از آن نزول می کند.

مجموعه این فرآیندها در یک فاصله زمانی کمتر از یک هزارم ثانیه تکمیل می شود. به این ترتیب الکتروود ثبات عبور یک پتانسیل فعالیت را در طول آکسون نشان داده است.

اگر قرار بود رخدادهای چند نقطه متفاوت را در طول آکسون ثبت کنیم چنین به نظر می رسد که پتانسیل فعالیت شروع شده در نقطه تکان یا تحریک آکسون در طول آن مثل یک موج در دو جهت حرکت می کند. سرعتی که پتانسیل فعالیت با آن در طول آکسون عبور می کند به عوامل چندی بستگی دارد که عمده آنها قطر آکسون است.

در یک آکسون معمولی، موج با سرعتی حدود ۲۵ متر در ثانیه می گذد به هر حال این امر یعنی ظرفیت انتقال یک پتانسیل فعالیت کیفیت منحصر به فرد غشاء نورون است. و به این دلیل می گوئیم غشاء نورون تحریک پذیر است. باید به چند خاصیت درباره انتقال پتانسیل فعالیت در طول آکسون توجه داشت. نخست اینکه موج می تواند از محل تحریک در طول آکسون به هر دو جهت حرکت کند و آکسون نسبت به جهتی که موج حرکت می کند بی تفاوت است. دیگر اینکه اندازه تحریک اولیه هر چه باشد، اگر بالاتر از یک آستانه مشخص قرار گیرد، اندازه پتانسیل فعالیت تغییری نمی کند، یعنی اندازه و شکل منحنی که در شکل قبل ترسیم شده بی توجه به اندازه محرک ایجاد کننده آن یکسان خواهد بود.

به هر حال دو بخش از این دستگاه عصبی خودکار در بدن انسان فعالیت می کنند که کارکرد آنها کمابیش در تقابل با یکدیگر قرار دارد. این دو بخش به نام دستگاه های عصبی سمپاتیک و پاراسمپاتیک خوانده می شوند، به عنوان مثال تأثیر تحریک عصبی سمپاتیکی که به قلب می رود افزایش تعداد ضربانات قلب و تأثیر تحریک پاراسمپاتیکی کاستن این تعداد است.

به نحوی که مشابه هورمون آدرنالین نیز که به وسیله بخش مرکزی غده های فوق کلیوی ترشح می شود مانند دستگاه سمپاتیک سبب تند شدن ضربان قلب

می شود. سایر آثار دستگاه سمپاتیک بر تمامی بدن، انقباض عضلات و مانند آن هم به وسیله هورمون آدرنالین تقلید می شوند.

۱-۴- برق گرفتگی

برق گرفتگی عبارت است از اثرات سوء جریان برق روی سیستم بدن انسان به طور کلی فرمان های عصبی برای کنترل حرکات عضلات از مغز به وسیله جریان های الکتریکی بسیار ضعیف از طریق سلسله اعصاب به عضلات مخابره می شود وقتی که جریان های الکتریکی قوی از خارج بر روی اعصاب اثر بگذارد باعث حرکات ناگهانی و بسیار شدید عضلانی می شود. که به آن اصطلاحاً برق گرفتگی می گویند.

این جریان الکتریکی ممکن است کار آن قسمت ها را به طور موقت یا دائم متوقف نماید.

در صورتی که این اختلال برای بعضی از اندام های حیاتی مانند مغز، قلب یا ریه ها به وجود آید می تواند سریعاً باعث مرگ شود.

شدت برق گرفتگی بستگی به شدت جریانی دارد که به بدن وارد می شود و شدت جریان نیز به میزان ولتاژ و میزان مقاومت مدار تشکیل شده دارد.

مقاومت مدار معمولاً شامل: مقاومت قسمتی از مدار برق رسانی- مقاومت بدن

(مقاومت پوست، مقاومت داخلی بدن)- مقاومت مربوط به محل تماس بدن با

زمین می شود.

۱-۵- زاویه امپدانس

بدن انسان همانند تمام موجودات زنده از نقطه نظر قابلیت هدایت الکتریکی قابل

تشبیه به مجموعه ای از مقاومت ها و ظرفیت ها می باشد. از این موضوع نتیجه

می شود، چنانچه تحت تأثیر یک نیروی الکتروموتوری متناوب قرار گیرد، از آن

جریانی عبور می کند که شدتش هم فاز با اختلاف پتانسیل منبع نیست و نسبت

به آن تقدم فاز دارد.

مادام برآزیه، زاویه اختلاف فاز Q را زاویه امپدانس نام نهاده است می توان این

زاویه را به کمک یک پل کهلروش که در آن شخص در یکی از شاخه های پل

قرار دارد اندازه گرفت. مقاومتی که با شخص به طور متوالی دارد، با خازنی با

ظرفیت متغیر مهار شده است و هدف از وجود خازن مزبور برقراری تعادل با

ظرفیت موجود زنده است. پل به وسیله جریان مقاومتی با فرکانس تقریباً

۱۵۰۰۰ به راه می افتد. و متناوباً مقدار یکی از مقاومت ها و ظرفیت را تغییر می

دهند تا اینکه در تلفون سکوت برقرار شود.

مقدار ygQ را می توان بر حسب مقادیر الکتریکی پل به دست آورده و مقدار

مزبور در عین حال بستگی به ظرفیت و مقاومت اهمی شخص دارد.

زاویه مزبور با سن شخص و جنس او تغییر می کند. به طور متوسط در نزد

بالغین برای خانم ها $tgQ=0.114$ و برای آقایان $tgQ=0.155$.

۱-۶- خطرات جریان برق به چه عواملی بستگی دارد

۱- ولتاژ یا اختلاف پتانسیل

۲- شدت جریان

۳- نوع جریان (متناوب یا مستقیم)

۴- مقاومت بدن و نقاط تماس با سیم برق

۵- مسیر عبور جریان

۶- زمان عبور جریان

۷- فرکانس جریان

۸- وجود جرقه به همراه برق گرفتگی

۱-۷- اثر ولتاژ

بر طبق تجربیات به عمل آمده اگر پوست بدن سالم باشد و جریان از بدن انسان

در مسیر دست به پا از یک طرف بدن عبور نماید در ولتاژ متناوب حدود ۱۰

ولت مقاومت بدن ۱۰۰ کیلو اهم بوده است.

در صورتی که ولتاژ را بالا ببریم به تدریج مقاومت بدن کم می شود و از هزار ولت به بالا مقدار آن تقریباً ۶۰۰ اهم می شود و بعد از آن به مقدار ولتاژ بستگی نخواهد داشت.

ماکزیم مقدار ولتاژ مجاز که می تواند از بدن عبور نماید از رابطه زیر به دست می آید.

(۱-۱) فرمول

طبق آزمایشات به عمل آمده مقاومت بدن انسان حدود ۱۰۰ اهم است که اگر مقدار ۲۴ میلی آمپر در مدت ۰/۱ ثانیه از بدن شخص عبور کند باعث بی نظمی در جریان قلب می شود و خطر مرگ را برای انسان ممکن می کند.

برابر استاندارد کشور انگلستان حداکثر ولتاژ مجاز تماس برای انسان در فرکانس ۵۰ هرتز در شرایط عادی برابر با ۵۰ ولت و طبق استاندارد آلمان ۶۵ ولت و برای برق مستقیم هر دو استاندارد برابر ۱۲۰ ولت می باشد.
(استاندارد IEC نیز ۵۰ ولت می باشد)

ولتاژهای الکتریکی رایج برای خطوط انتقال نیرو عبارتند از ۲۰ کیلوولت، ۶۳ کیلو ولت، ۳۰ کیلوولت، ۴۰۰ کیلوولت و حداکثر ۷۰۰ کیلوولت می باشد. برای آزمایش عایق ها در آزمایشگاه های فشار قوی تا ولتاژ (۱۰ میلیون ولت) نیز استفاده شده است.

پتانسیل الکتریکی که بین ابرها و کره زمین پدید می آید تا یک میلیارد برآورد شده است.

در الکتروتکنیک معمولاً ولتاژهای تا هزار ولت را فشار ضعیف ۱۱ و ۲۰ و ۳ کیلوولت را فشار متوسط و ۶۳ کیلوولت به بالا را فشار قوی می گویند.

تقسیم بندی های مختلفی برای ولتاژ وجود دارد که از نوع خطرات و عوارض برق گرفتگی می توان تقسیم بندی زیر را ذکر کرد.

تقسیم بندی ولتاژها بر مبنای عوارض ناشی از برق گرفتگی:

۱- ولتاژ خلی ضعیف کمتر از ۵۰ ولت

۲- ولتاژ فشار ضعیف ۵۰-۵۰۰ ولت

۳- ولتاژ متوسط ۵۰۰-۲۰۰۰ ولت

۴- ولتاژ فشار قوی بیش از ۲۰۰۰ ولت

معمولاً حوادث الکتریکی با ولتاژ کمتر از ۱۰۰۰ ولت را حوادث با ولتاژ پایین و بیش از ۱۰۰۰ ولت را برق گرفتگی با ولتاژ بالا یا فشار قوی گویند.

صدمات حرارتی جریان مستقیماً متناسب با ولتاژ آن است از نظر ایجاد

سوختگی ولتاژ پایین باعث آسیب مستقیم به مح تماس با بدن یعنی پوست و

بافت های مجاور آن شده اما ولتاژ بالا نه تنها در محل تماس ایجاد آسیب می

کند بلکه به بافت هایی که در حین انتقال جریان از بدن در مسیر عبور جریان قرار می گیرند نیز صدمه وارد می کند.

در شرایط طبیعی جوی هر ۱۰۰۰۰ ولت جریان می تواند باعث یونیزه شدن هوا تا فاصله ۳ سانتی متر در اطراف سیم مدار شود، بنابراین در حوالی سیستم های انتقال انرژی الکتریکی فشار قوی خطر ایجاد قوس الکتریکی و سوختگی شدید وجود دارد و نزدیک شدن به آن محدوده حتی بدون تماس با مدار خطرناک می باشد.

به همین دلیل در نیروگاه های برق و پست های فشار قوی متناسب با ولتاژ خطوط تأسیسات را دور از دسترس قرار داده و محصور می نمایند. حتی در مواردی هم که عبور جریان الکتریکی قطع می شود نباید بلافاصله به مدار نزدیک شد چون اثر خازنی مدار می تواند با تخلیه الکتریکی خود باعث ایجاد قوس الکتریکی و صدمات ناشی از آن شود.

جدول ۱-۲

لازم به ذکر است که حداکثر ولتاژ تماس مجاز به زمان عبور جریان از بدن نیز بستگی دارد چنانچه ۵۰ ولت برای زمان بیش از ۵ ثانیه ۷۵ ولت برای مدت یک ثانیه، ۱۰۰ ولت برای ۰/۳ ثانیه، ۱۵۰ ولت برای ۰/۱ ثانیه، ۲۲۰ ولت برای ۰/۰۵ ثانیه بی خطر می باشد.

از این خاصیت برای مقاصد درمان با شوک الکتریکی استفاده می شود. مثلاً بین دو گیجگاه فرد بیمار با قرار دادن دو الکتروود یک ولتاژ ۹۰ ولت به مدت حدود ۰/۱ ثانیه اعمال می شود.

البته بایستی جریان در مسیر مشخص محدود شود که این عمل با قرار دادن الکترودهای فلزی با سطح مقطع زیاد بر روی گیجگاه ها پس از پوشاندن ناحیه مورد نظر با یک ماده ژلاتینی هادی انجام می شود. همچنین در موارد ایجاد فیبریلاسیون بطنی از دستگاه دفیبریلاتور استفاده می شود. این دستگاه یک محرک تک ولتاژ لحظه ای تا ۱۰۰۰۰ ولت DC تولید می کند که جریانی بیش از ۱۰۰ میلی آمپر ایجاد می کند.

به این منظور الکترودهای بزرگی با بدن بیمار تماس پیدا کرده تا جریان در ناحیه وسیعتری پخش و احتمال سوزش از بین برود. (در مدت چند میلی ثانیه) جریان لحظه ای حاصل از ولتاژ دفیبریلاتور، یک انقباض بطنی پایدار به وجود آورده که معمولاً می تواند فیبریلاسیون بطنی را متوقف کرده و عملکرد قلب را به حالت طبیعی برگرداند.

البته کاربرد این روش های درمانی کاملاً تخصصی و حساس است.

۱-۸- اثر شدت جریان

وقتی که میزان جریان به تدریج افزایش پیدا کند ابتدا احساس سوزش سپس احساس حرارت و در مرحله بعد احساس درد به وجود می آید.

اگر جریانی حدود ۷ الی ۸ میلی آمپر به هر دو دست اتصال پیدا کند در عضلات ساعد انقباضاتی به وجود می آید.

و برای شدت جریانی ۱۰ تا ۱۵ میلی آمپر تشنجات دست ها طوریست که نمی توان سیم را رها کرد.

و برای شدت جریانی بیش از ۲۵ میلی آمپر جریان نماید باعث بی نظمی در کار قلب می شود و می تواند باعث از بین رفتن سلول های عصبی گردد. در

صورتی که شدت جریان به ۲۵ تا ۷۵ میلی آمپر برسد و اگر بیش از ۳۰ ثانیه به طول انجامد احتمالاً باعث مرگ خواهد شد. چون مرگ به علت نارسایی تنفسی

روی داده رنگ چهره فرد تیره می شود لذا آن را برق گرفتگی کبود نام گذاشته اند، خطرناک ترین حد شدت جریان بین ۷۵ میلی آمپر تا ۳ آمپر است که اگر

بیش از ۰/۲ ثانیه طول بکشد باعث از کار افتادن قلب و مرگ انسان می شود که به علت رنگ پریدگی چهره آن را برق گرفتگی سفید نام گذاشته اند.

در جریان بیش از ۳ آمپ اگر مدت تأثیرش کم باشد به ندرت باعث مرگ می شود ولی شدیداً باعث سوختگی می شود.

در فرکانس های پایین (۵۰ تا ۶۰ هرتز) جریانی که به بدن وارد می شود تقریباً به طول یکسان در مسیر عروق خونی در بدن تقسیم می شود و عملاً وقتی که قلب یا مرکز عصبی کنترل تنفس در مسیر جریان قرار بگیرد ایجاد برق گرفتگی خواهد شد.

در فرکانس ۵۰ هرتزی جریان های بیش از ۱ میلی آمپر قابل تشخیص هستند اما در فرکانس ۱۰KH جریانی کمتر از ۱۰۰ میلی آمپر قابل تشخیص نیستند. اگر جریان برق مستقیم باشد برای تولید همان اختلالات قبلی شدت جریانی چهار برابر اعداد ذکر شده در جریان متناوب لازم است به طوری که در برق گرفتگی با جریان مستقیم شدت جریان کمتر از ۵ میلی آمپر محسوس نیست.

۱-۹- واکنش بدن در ولتاژ DC در جریان های مختلف

لازم به ذکر است که حداکثر شدت جریان مجاز بستگی به زمان عبور جریان دارد به طوری که جریان ۱ میلی آمپر می تواند برای زمان نامحدود و جریان ۶۵ میلی آمپر برای ۱ ثانیه و جریان ۵۰۰ میلی آمپر برای ۱/۰ ثانیه بی خطر باشد. به طور کلی شدت برق گرفتگی بستگی به شدت جریان عبوری دارد.

خود شدت جریان به میزان ولتاژ و میزان مقاومت مدار تشکیل شده بستگی دارد. هرچه ولتاژ بیشتر و مقاومت مدار کمتر باشد شدت جریان بالاتری از بدن فرد عبور می کند.

۱-۱۰- اثر مقاومت مدار

معمولاً مقاومت مدار شامل مقاومت های زیر است که به طور سری نسبت به هم قرار می گیرند.

۱- مقاومت آن قسمت از مدار برق رسانی

۲- مقاومت بدن (مقاومت پوست، مقاومت محیط داخلی بدن)

۳- مقاومت مربوط به نقطه اتصال بدن با زمین

طبق بررسی های آزمایشگاهی (روی حیوانات) مقاومت بدن در مقابل جریان الکتریکی در قسمت های مختلف متفاوت است.

بیشترین مقاومت مربوط به لایه شاخی پوست که فاقد عصب و رگ های خونی می باشد و حدود ۰/۰۵ تا ۰/۵ میلی متر ضخامت دارد.

پوست خشک و سالم و ضخیم بین ۱۰ هزار تا ۵۰ هزار اهم مقاومت دارند و اگر

لایه شاخصی پوست نباشد این مقاومت به ۷ الی ۸ هزار اهم می رسد و مقاومت

پوست مرطوب یا عرق کرده حدود ۱۰۰۰ اهم است در حالی که محیط داخلی بدن دارای مقاومت نسبتاً ثابتی در حدود ۵۰۰ اهم است.

مقاومت بدن انسان در عواملی چون محل تماس، سطح تماس، محل ورود و

خروج جریان، مقدار شدت جریان، مدت عبور جریان، میزان ولتاژ، سختی

اتصال الکترودها به پوست و نظایر آن دارد.

نظریه کروان (Krewan) که بر اساس آن مقدار ثابت C طوری انتخاب شده که
وقتی $R=2000$ اهم در ولتاژ ۲۵۰ ولت و $K=0.83$ باشد:

در این رابطه R مقاومت بدن بر حسب اهم، V ولتاژ بر حسب ولت و $K \leq 1$ می
باشد.

بنابراین افزایش ایمنی متناسب با کاهش ولتاژ می باشد به عنوان مثال
اگر $K=0.83$ باشد در ولتاژ 250V میزان مقاومت بدن $R=2000$ اهم خواهد بود، با
همین مقدار K اگر ولتاژ ۶۵ ولت باشد مقاومت بدن حدود ۶۰۰۰ اهم خواهد بود.

عبور جریان الکتریسیته از بدن انسان تقریباً تابع تمامی قوانین مربوط به
عملکرد الکتریسیته از یک هادی می باشد.

سفتی اتصال الکترودها به پوست باعث کاهش مقاومت پوست می شود. افزایش
شدت جریان باعث کاهش مقاومت پوست می شود.

ولتاژ بالا باعث کاهش مقاومت پوست می شود. (به علت سوراخ شدن لایه
شاخی پوست) مسیر عبور جریان مقاومت الکتریکی بدن را تغییر می دهد.

مقاومت بین اندام‌های مختلف بدن انسان به طور متوسط

بین دست به دست حدود ۴ هزار اهم

بین دست و پا حدود ۴/۵ هزار اهم

پا به پا حدود ۶/۵ هزار اهم

هر دو دست و هر دو پا حدود ۱/۸ هزار اهم

برخی از محققین مقاومت کلی بدن انسان را در برابر جریان متناوب به طور

متوسط ۱۶۰۰ اهم و برای جریان مستقیم ۴۲۵۰ اهم ذکر کرده اند.

مقاومت بدن انسان در شرایط مختلف جسمی و روحی از قبیل گرسنگی،

تشنگی، خستگی، خواب یا بیداری، خوشحالی یا ناراحتی، بیماری یا سلامتی

مرتباً تغییر می کند در حالات هیجانی کمتر از حالات آرام است.

وقتی که پوست مرطوب است، آب به منافذ پوستی نفوذ کرده و مسیرهایی با

مقاومت کم ایجاد می کند.

قاومت اتصال بدن به زمین بستگی دارد به جنس سطح زمین و نوع پوشش پای

فرد، به عنوان مثال اگر شخص دارای کفش کف عایقی به پا داشته باشد و روی

فرش ضخیم خشک ایستاده باشد مقاومت مدار بسیار زیاد شده و برق گرفتگی

منجر به مرگ نمی شود.

۱-۱- مسیر عبور جریان

مسیر عبور جریان از بدن در شدت اثرات نقش عمده ای دارد، حساس ترین

عضو بدن در برابر شدت جریان قلب است و در اغلب موارد توقف قلب است که

باعث مرگ می شود.

همچنین از کار افتادن عضلات حنجره و انقباض شدید ریه ها باعث قطع تنفس می شود. ضمناً در اثر عبور جریان از مرکز کنترل تنفسی، تنفس قطع می شود و اگر جریان الکتریکی از قفسه سینه عبور کند باعث نوعی بی نظمی در ریتم قلب می شود. بنابراین عبور جریان از قلب و سیستم تنفسی و مغز بسیار خطرناک است. بررسی های تجربی نشان داده که در مسیر دست به دست $3/3$ کل جریان از قلب عبور می کند.

در مسیر دست راست و پاها $6/7$ کل جریان از قلب عبور می کند.

در مسیر دست چپ به پاها $3/7$ کل جریان از قلب عبور می کند.

در مسیر پا به پا فقط $0/4$ کل جریان از قلب عبور می کند.

بنابراین مسیر عبور جریان و مقدار جریان عبوری از قلب یا سیستم تنفسی بستگی به محل اتصال الکترودها دارد.

بر اساس تحقیقات انجام شده عوامل زیر در ایجاد فیبریلاسیون بطنی قلب دخالت دارند.

الف- جریان درمندی از ریتم قلب که بطن ها در حالت استراحت هستند در حدود $0/25$ از چرخه کل که حدود $0/2$ ثانیه می باشد.

ب- میزان جریان خیلی زیاد نباشد، شدت جریان بین 75 میلی آمپر تا 2 الی 3 میلی آمپر باشد.

ج- طولانی بودن مدت زمان عبور جریان

۱-۱۲- نوع جریان (AC-DC)

مقاومت بدن انسان در مقابل عبور جریان برق (متناوب) خیلی کمتر از جریان مستقیم است و به علت تغییر مداوم جهت جریان آسیب وارده به سلسله اعصاب شدیدتر است خطر جریان متناوب حدود ۴ برابر جریان مستقیم است در جریان مستقیم اگر هیچ یک از سیم ها به زمین وصل نباشند تماس انسان با یک سیم خطری ندارد. زیرا جریان مستقیم از خازن ها عبور نمی کند. در صورتی که در جریان متناوب تماس با یک سیم هم خطرناک است. چون سیم های حامل جریان متناوب با زمین تشکیل خازن داده و جریان متناوب از این خازن بین سیم و زمین عبور می کند. به همین دلیل در مورد خطوط فشار قوی حتی نزدیک شدن به فازها بدن تماس نیز خطرناک است و در موقع تعمیر یا هر وقتی که لازم باشد به این خطوط نزدیک شویم بایستی جریان در آن قسمت قطع شود.

۱-۱۳- اثر فرکانس در برق گرفتگی

بر طبق تجربیات به عمل آمده بر روی حیوانات آزمایشگاهی با افزایش فرکانس خطر برق گرفتگی کاهش پیدا می کند. به عنوان مثال ولتاژ حدود ۱۲۰ ولت به بدن تعداد مشخص حیوان آزمایشگاهی متصل گردید و نتایج زیر به دست آمد.

وقتی فرکانس به ۲۰۰ هرتس برسد دست زدن به وسایل برقی بی خطر خواهد بود.

در جریان های با فرکانس زیاد الکترون ها شتاب زیادی داشته و بیشتر به سمت سطح جانبی جسم هادی متمایل می شوند. به همین دلیل در اغلب سیم های حامل جریان با فرکانس بالا به جای سیم از لوله های هادی استفاده می شود چرا که جریان از مقطع سیم کمتری عبور می کند و بنابراین وقتی که انسان اتفاقی دستش با این نوع جریان ها تماس پیدا کند فقط محل تماس دچار سوختگی می شود. بنابراین جریان های متناوب با فرکانس بالا بیشتر از پوست بدن عبور کرده و به اعضای حساس داخلی صدمه نمی زند.

۱-۱۴- وجود جرقه به همراه برق گرفتگی

علاوه بر سوختگی هایی که بر اثر جرقه به وجود می آید و این جرقه برای چشم خطرناک هستند اما اگر یک جسم هادی که با زمین در ارتباط است به هادی دیگری که برق با ولتاژ بالا از آن عبور می کند نزدیک شود در فضای بین آن دو به علت تخلیه الکتریکی جرقه ایجاد می شود. مکانیزم عمل هب این صورت است که هوای موجود بین دو جسم هادی یونیزه شده و در نتیجه مقاومت هوا در آن ناحیه کاهش می یابد و میزان جریان عبوری افزایش می یابد.

اگر هادی متصل به زمین یک انسان باشد و نزدیک خطوط فشار قوی قرار بگیرد در اینجا فرد دچار دو نوع آسیب دیدگی می شود.

از یک طرف سوختگی ناشی از جرقه و از طرف دیگر شوک الکتریکی ناشی از عبور جریان و در بیشتر موارد چون شخص جسم حامل جریان را لمس نمی کند به فواصل دور از جسم پرتاب می شود و هیچ گاه جذب سیم نمی شود که در این حالت همراه با جرقه است بنابراین جریان برای مدت کوتاهی از بدن فرد عبور می کند.

۱-۱۵- مدت زمان عبور جریان

هر چه مدت زمان عبور جریان برق از بدن بیشتر باشد عوارض ناشی از برق گرفتگی شدیدتر خواهد بود. مقاومت بدن انسان با مدت زمان عبور جریان از بدن رابطه معکوس دارد و با افزایش زمان تماس مقاومت بدن کم شده و پوست سوراخ می شود و همچنین طبق قانون ژول میزان انرژی حرارتی تولید شده در حین عبور از یک مقاومت متناسب با زمان می باشد بنابراین با افزایش زمان تماس میزان گرما و سوختگی ناشی از جریان افزایش می یابد. از نظر برق گرفتگی نیز حداکثر مجاز تماس با جریان بستگی به زمان عبور جریان از بدن دارد.

چنانچه جریان یک میلی آمپر برای زمان نامحدود جریان ۶۵ میلی آمپر برای یک ثانیه و جریان ۵۰۰ میلی آمپر برای ۰/۱ ثانیه بی خطر می باشد.

در صورتی که مدت زمان عبور جریان خیلی کم باشد اثرات آن بستگی به وضعیت فعالیت قلب در زمان عبور جریان دارد.

اصولاً فیبریلاسیون بطنی وقتی به وجود می آید که قلب در حالت استراحت عمومی بعد از انقباض سیستولی باشد که از نظر زمانی ۰/۲ ثانیه یعنی $\frac{1}{4}$ زمان چرخه کامل قلب به طول می انجامد (زمان یک چرخه کامل قلب ۰/۸ ثانیه می باشد).

این دوره خاص از سیکل قلبی را دوره حساسیت قلب می گویند بدیهی است هر چه زمان عبور جریان کوتاه تر باشد احتمال همزمانی با دوره حساسیت قلب و بروز فیبریلاسیون بطنی کمتر خواهد بود.

بین مدت زمان شوک و حداقل جریان برای تولید فیبریلاسیون در یک محدوده زمانی خاص (بین ۸ میلی ثانیه تا ۸ ثانیه) رابطه زیر وجود دارد.

I: حداقل شدت جریان ایجاد کننده فیبریلاسیون بطنی (بر حسب میلی آمپر)

t: زمان عبور جریان بر حسب ثانیه می باشد.

به عنوان مثال اگر مدت زمان شوک ۴ ثانیه باشد حداقل شدت جریان لازم برای ایجاد فیبریلاسیون بطنی ۵۸ میلی آمپر است اما اگر مدت عبور جریان ۱ ثانیه باشد. حداقل جریان ایجاد کننده فیبریلاسیون بطنی ۱۱۶ میلی آمپر می باشد. بنابراین در محدوده زمانی مشخص شده با افزایش زمانی عبور جریان از بدن شدت جریان کمتری برای ایجاد فیبریلاسیون بطنی لازم است و برق گرفتگی می تواند خطرناک تر باشد.

۱-۱۶- وضع مدار جریان برق

الف- ممکن است تماس دو قطبی باشد و برق از یکسو وارد بدن گردد و شخص مانند جسمی هادی در جریان آن قرار بگیرد.

ب- تماس یک قطبی

ج- برخورد با مدار الکتریکی خطوط فشار قوی و ایجاد کمان برقی یا قوس

الکتریکی

د- مدارات قوی اتفاقی- در اثر اتصال برق فشار قوی با برق معمولی در حوادث

جوی ممکن است پیش آید مانند پارگی سیم فشار قوی و افتادن آن بر روی

مدار سیم عادی برق در اثر طوفان یا بارندگی شدید، به طور اتفاقی در بستن

مدار برق ممکن است اشتباهاً از سیم برق قوی استفاده شود که حوادث مرگ

بار و خسارات جبران ناپذیر برجای گذارد.

جریان های برق شهری با ولتاژهای گوناگون اعم از برق متناوب یا غیرمتناوب می توانند با تأثیری بر روی مراکز حیاتی مغز یا اثر مستقیم بر روی قلب و یا سوختگی های شدید و هولناک موجب مرگ گردند.

جریان الکتریسیته جوی حاصله از رعد و برق نیز باعث اثر وقفه ای بر مراکز حیاتی تنفسی می گردد و آسیب های ناشی از سوختگی آن نیز شدید و مرگبار است. در حالی که آثار ضرب و جرح ناشی از اثرات مکانیکی و فشاری آن نیز می تواند موجب مرگ شود.

۱-۱۷- عوارض برق گرفتگی و برق زدگی

عبور جریان برق از بدن یا تماس آن، در بدن انسان به انواع زیر ایجاد صدمه می نماید:

۱- عوارض عصبی عضلانی آنی

۲- سوختگی ها

۳- صدمات دیررسی یا دائمی

- عوارض عصبی عضلانی که به اشکال خفیف، متوسط و شدید ممکن است دیده شود.

الف- نوع خفیف که باعث تکان خورد عضوی که با جریان برق در تماس است می شود و گاهی تمام بدن دچار لرزش خفیف خواهد شد که همراه با تکان مغزی حقیقی است که به زودی برطرف می گردد.

ب- نوع متوسط موجب انقباضات ماهیچه ای می گردد که گاهی شدید است و موجب پرت شدن شخص در یک سوم از مواد شده و صدمات قابل توجهه و مرگباری را دربر دارد. اگر شخص پرت نشود و در اثر تکان شدید از سیم یا جسم حاوی برق جدا شود، ممکن است آسیب های زودگذری مانند نوع خفیف آن در او به وجود آید.

گاهی شخص آن چنان به جسم حاوی برق می چسبد که جدا کردن او به جز با قطع برق امکان ندارد و چون ممکن است شخص در حالت گیجی یا شوک باشد باید مواظب او بود و با قطع برق از زمین خوردن و پرت شدن او جلوگیری کرد. اگر فیوز برق در دسترس نبود می توان با تنه زدن برق گرفته را از مدار جدا کرد که ممکن است سقوط او را در بر داشته باشد اگر چه این کاری است خطرناک ولی در این موارد چاره ای جز تنه زدن نیست، زیرا به علت تماس زیاد بدن با جسم حاوی برق سوختگی به وجود آمده و اگر فیبریلیشن بطنی موجب مرگ نشود، انقباض رو به افزایش عضلات تنفسی موجب نارسایی تنفسی و مرگ به صورت برق گرفتگی کبود خواهد شد.

ج- نوع شدید: بیهوشی آنی و بروز علائم مرگ که همیشه باید آن را مرگ ظاهری تلقی کرد و سریعاً به درمان آن پرداخت در اشکال شدید برق گرفتگی اغلب دیده می شود و مرگ در اثر نارسایی تنفسی ناشی از انقباضات کزازي شکل عضلات تنفسی یا فیبریلاشن بطني یا توقف مراکز بصل النخاعی، پیش خواهد آمد.

حوادث نادر دیگری نیز ممکن است پیش آید که مرگبار باشد مانند شوک ناشی از استرس یا شوک ناشی از تأثیر بر مرکز بسیار حساس سینوسی کارونید.

سوختگی ها: سوختگی کم و بیش در افزون تر از هشتاد درصد برق گرفتگان و برق زدگان دیده می شود که به انواع زیر دیده می شود.

الف- سوختگی های پوسته بدن که ممکن است همانند سوختگی ناشی از شعله آتش یا اجسام جامد داغ سطحی یا عمقی باشد. در این موارد که گرمای شدید ناشی از قوس الکتریکی موجب سوختگی می شود، شکل و عوارض درمان سوختگی همانند سوختگی ناشی از آتش گرفتگی یا حرارت زیاد است.

ب- سوختگی ناشی از گذشتن برق از بدن که در اثر مقاومت نسوج عمقی در برابر عبور جریان در مسیر آن، سوختگی در بافت های عمقی مخصوصاً در عضلات به وجود می آید که به علت کم شدن پلاسمای خون، ایجاد شوک شدید و فوری می نماید و اگر انسان از شوک رهایی یابد، به علت صدمه کلیه ها که

ناشی از ایجاد مقدار زیادی از پروتئین های رنگی، گلوبین های عضلانی است

دچار عوارض کم و بیش شدید ادراری می گردد.

این سوختگی ها معمولاً:

۱- بی درد هستند.

۲- دیر عفونت پیدا می کنند.

۳- اگر سوختگی عمیق باشد دیر بهبود پیدا می کند.

ج- سوختگی های مختلط، هم ناشی از حرارت قوس و هم عبور جریان می

باشند، گاهی سوختگی های ناشی از لباس یا پرتاب شدن فلزات مذاب نیز دیده

می شود.

صدمات دیررسی و یا دائمی: اول صدمات عصبی که مهمترین آنها هستند

عبارتند از:

الف- عوارض روانی ناشی از تکان مغزی مانند هیجان و اضطراب و ترس از

جریان برق که بر حسب ضعف باشد. بین شش ماه تا یک سال و نیم با درمان

تخصصی بهبود می یابد.

ب- عوارض کانونی مغزی- ممکن است فلج نیمه بدن حاصله صدمه از مغزی

باشد ولی اغلب حرکات بی اراده بدن و اندام ها و بیماری پارکینسون حاصل

آنست.

ج- آسیب های نخاعی- فلج حرکتی و اختلالات تغذیه ای اندام ها ناشی از صدمه نخاع است.

د- عوارض اعصاب محیطی و شبکه های عصبی- جریان برق در مسیر خود ممکن است باعث فلج و عوارض دردناک عصبی (نورالژی) مانند سیاتیک گردد. باید دانست که بروز عارضه صرع پس از برق گرفتگی معمولاً مربوط به زمینه آماده قلبی است که برق گرفتگی موجب ظهور آن می گردد، والا برق زدگی موجب ایجاد صرع نخواهد شد.

ولی در صورتی که صرع پس از برق زدگی ظاهر گردد و آزمایشات پاراکلینیکی به خصوص الکتروانسفالوگرافی در دست باشد، که سلامت شخص را قبل از حادثه نشان دهد می توان رابطه علیت بین صرع و حادثه برق زدگی را برقرار کرد.

دوم- عوارض قلبی عروقی- ضایعات دیواره ای رگ های خونی که در مسیر جریان برق بوده اند ممکن است موجب خونریزی داخلی گردد که عارضه خطرناکی است. سکتة قلبی نیز اگرچه نادر است ولی امکان بروز آن می رود.

سوم- عوارض کلیوی- فقط در نتیجه آسیب های ناشی از سوختگی پدید می آید والا در اثر عبور جریان برق و پس از برق زدگی به ندرت عوارض زودگذر ادراری دیده شده است.

چهارم- جوشگاه های سوختگی مانند نسوج التیامی بد شکل و آسیب های تاندن ها که در مفاصل به خصوص در دست ها ایجاد اختلالات عروقی و لاغری و ضعف عضلانی می نماید.

جدول ۱-۶

۱-۲۷- حوادث ثانوی سلک های حاصل از حوادث برق

تروماتیسیم های ناشی از برق اگر فوراً باعث مرگ نشوند در ساعات یا روزهای بعد ممکن است سبب عوارض ثانوی زیر بشوند:

- عوارض ثانوی چشمی: خیره شدن چشم و نابینایی موقتی با نور و کنژونکتیویت در اثر نور کمان الکتریک که معمولاً خوش خیم می باشد.

- عوارض عصبی: که ممکن است از یک حالت ابنوبیلاسیون ساده تا حالت نیمه فلجی و آفازی گذران متغیر باشد. ژلینک شایع بودن هیپرتانسیون داخل جمجمه را در این موارد یادآور شده است که درمان های لازم برای کاهش این فشار را ایجاب می کند.

- عوارض قلبی عروقی: این عوارض کمتر دیده می شود و ممکن است به صورت تندشدن گذران ضربانات قلب یا به ندرت اختلال ریتم قلب و یا عارضه کرنر از قبیل انفارکتوس میوکارد باشد.

- عوارض کلیوی بستگی به سوختگی های ناشی از برق دارد که ممکن است

روی تعادل هیدروالکتریک و پروتئین بدن اثر بگذارد.

متلاشی شدن نسج عضلانی باعث آزاد شدن کروموپروتئین به ویژه میوگلوبین

می گردد که رسوب آن در توبول های کلیوی باعث کم ادراری یا بی ادراری می

گردد. به ویژه در صورتی که ادرار اسیدی باشد، ضایعات کلیوی مذکور معمولاً

در اثر برق با فشار قوی که باعث سوختگی های گسترده ای می شود به وجود

می آید و در حال حاضر با تجهیز بخش های اختصاصی برای درمان این گونه

سوختگی ها به ویژه قلیایی کردن زودرسی ادرار (تجویز ۲۵۰ میلی لیتر محلول

ایزوتونیک بیکربنات) از خطرات آن کاسته شده است.

۱-۱۸-۱- سکل های حاصل از حوادث برق

۱- سکل های مربوط به سوختگی های ناشی از برق؛ سیکاتریس های حاصل

اغلب اوقات بدشکل و از نوع کلونیدی بوده و با اختلالات عروقی و تروفیک توأم

است مصدوم شدن تاندون ها و جمع شدگی آنها به دنبال صدمات مزبور فوق

العاده شایع است که در ناحیه دست و ساعد اشکالات زیادی از نظر کار و

فعالیت شخص به وجود می آورند.

۲- سکل های عصبی عبارتند از:

- سندروم بعد از کوموسیون با تظاهرات اضطرابی و هیجانی شدید و با

وحشت از برق که در ظرف ۶ تا ۱۸ ماه بهبودی می یابد.

- صدمات کانونی مغز: اگر چه بعضی اوقات فلج نصف بدن (همی پلژی)

مشاهده شده است ولی آنچه بیشتر تولید می شود ضایعات نوع کره ای آنتوزی

و پارکینسونی می باشد.

- صدمه دیدن نخاع شوکی باعث فلج اندام های تحتانی (پارپلژی) و فلج نخاعی

آتروفیک می گردد که تابلوی بیماری آن مشابه اسکروز طری می باشد.

- صدمه دیدن شبکه های عصبی و اعصاب محیطی: در مسیر طی شده توسط

جریان برق مشاهده می شود و از نوع فلج و نورالژی (سیاتیک بازویی گردن)

می باشد.

- معمولاً تولید صرع در اثر برق گرفتگی فوق العاده استثنایی است و

الکتروانسفالوگرافی در موارد سندرم بعد از کوموسیون گاهی کند شدن ریتم

آلفا و به ندرت چند موج منتشر تتا را نشان می دهد.

- سکل های قلبی عروقی: اختلالات موقتی ریتم نورو تونیک و سندرم آنژییتی با

سیر به طرف بهبودی غالباً مشاهده می شود. انفارکتوس میوکارد به ندرت به

وجود می آید. بالعکس ضایعات جداری در عروقی که در مسیر جریان بوده اند

تولید می شود که ممکن است دیر یا زود باعث خونریزی های وخیمی بشوند.

ضایعات دریچه ای به ویژه در آئورت نیز مشاهده شده است.

- سکل های گوشه: سکل های گوشه نسبتاً نادر است و در صورتی دیده می شود که جریان از سرگذشته یا از یک بازو در جهت بازوی دیگر سیر کرده باشد. در این صورت کاهش یک یا دو طرفه شنوایی با اختلالات لابیرنتی به ویژه سرگیجه مشاهده خواهد شد.

پرواضح است در مواردی که عبور جریان باعث پرتاب شدن شخص و تروماتیسیم شده باشد ضایعات گوش ها بیشتر به وجود خواهد آمد.

- سکل های چشمی: آب مروارید (کاتارکت) ناشی از عبور برق در چشمی دیده می شود که در جهت مسیر برق بوده است. این عارضه که ممکن است یک ماه تا یک سال بعد از عبور جریان به وجود بیاید معمولاً بین ماه های چهارم تا ششم بیشتر عارض می شود. از عوارض نادر آن باریک شدن میدان دید، ورم ته چشم، التهاب کره چشم و عنبیه و فلج عضلات حرکت دهنده کره چشم حرکتی آن است.

- سکل های کلیوی: سکل های کلیوی اولیه نادر است، فقط چند مورد آلبومینوری ذکر شده است.

۱-۱۹- برق گرفتگی ناشی از صاعقه

صاعقه ناشی از یک تخلیه الکتریکی مهمی است که بین توده های ابر با بار منفی و اشیایی با بار مثبت در روی زمین انجام می گیرد.

شعله صاعقه در حقیقت هجوم پروتون ها و الکترون های فوق العاده زیادی از ورای هواست که انرژی بی نهایت زیادی در عرض دو کیلومتر در مسیر خود آزاد می کند. این جریان الکتریکی مستقیم در حدود هزار میلیون ولت پتانسیل داشته و احتمالاً شدتی در حدود ۲۰۰۰۰ آمپر را داراست. زمان یک ضربه واحد صاعقه و در حدود یک هزارم ثانیه بوده و شعله های ثانوی که از آن منشعب می شود مسیر پیچ و خمرداری به صاعقه می دهد.

وقتی شخص در مسیر شعله صاعقه قرار گیرد مرگ او آنی است.

مرگ ناشی از مصدوم شدن دستگاه عصبی مرکزی است که باعث فلج شدن مراکز قلب و تنفس می گردد.

به نظر بعضی از محققین شوک باعث نرسیدن آنی خون به مغز می شود که به علت انقباض ناگهانی و شدید تمام شرائین مغزی اتفاق می افتد. ایاف عضلانی در غلاف خود به شدت منقبض شده و قلب به طور ناگهانی و شدید به حال انقباض درمی آید و به همین حال باقی می ماند تا مرگ فرارسد و یا با رسیدن مقداری خون در داخل آن دوباره تحریک شود. توقف تنفسی نیز ناشی از

نرسیدن ناگهانی خون به مراکز مغزی تنفسی می‌باشد. در مواردی که شخص دورتر از شعله صاعقه باشد باز خطر مصدوم شدن وجود دارد چه شعله صاعقه باعث به وجود آمدن فشار شدید هوا می‌شود که نتیجه آن تولید ضایعات و خیم در بدن در اثر برخورد با آن است.

اسپنسر در صاعقه زدگی وجود چهار پدیده زیر را مشخص کرده است:

- اثر مستقیم جریان

- سوختگی در اثر هوای فوق العاده شارژ شده

- تأثیر هوای منبسط شده و رانده شده در اطراف شعله صاعقه

- تأثیر ضربه پتکی حاصل از هوای فشرده شده در جلوی شعله صاعقه

ساده ترین ضایعاتی که بعد از صاعقه زدگی دیده می‌شود سوختگی های سطحی به شکل رگه هایی است که در آنها فقط طبقه اپیدرم پوست متأثر شده است. این آثار از علائم اختصاصی صاعقه زدگی بوده و به اسم اثر صاعقه یا علامت درختی شدن معروفند.

این آثار که به آثار یخ بستن هم تشبیه شده اند در قسمت های مختلف بدن ممکن است دیده شوند.

ضایعات عمده ای که بعد از صاعقه زدگی دیده می‌شود عبارتند از:

۱- زخم های به اشکال مختلف

۲- شکستگی های ساده، متخلط، مرتبط یا متعدد

۳- سوختگی های مختلف و متعدد به اشکال گوناگون

۴- اکیموزهای متعدد و مختلف

۵- سوختن موهای سر و صورت و بدن

۶- اثرات قطعات فلزی همراه شخص بر روی پوست به علت داغ شدن آنها

انقباض و فلج شدن عروق همراه با ترومبوزهای حاصل از آن جزء ضایعات

آسیب شناسی ذکر شده و عوارضی از قبیل نابینایی- کری و لالی و فلج های

مختلف، از دست دادن حافظه، هذیان و تشنج نیز گزارش گردیده است. علائم

آسیب شناسی بعد از مرگ در اغلب موارد فوق العاده کم است. در سطوح ریتین

و پریکارد غالباً خونریزی های پتشی فرم دیده می شود. کنژسیون در مغز،

ریتین، کلیتین، فوق کلیه و طحال به وجود می آید. خونریزی در داخل لوزالمعده

همچنین نکروز این عضو و گانگرن سکوم بعد از صاعقه زدگی گزارش شده

است.

کریچلی (Critchley) ضایعات آسیب شناسی در نسج مغزی را به دنبال برق

گرفتگی در صاعقه زدگی به شکل خونریزی های موضعی پتشی فرم و پراکنده

در مغز و به ویژه نخاع ذکر کرده و یادآوری نموده است که در حالتی که

مجموعه مستقیماً مورد صاعقه زدگی قرار گرفته باشد، پارگی های عروقی وسیع

در مغز پیدا می شود و یا تمام مغز ممکن است متورم و نرم شده حتی تقریباً به شکل مایع درآید.

کروماتولیز سلول های هرمی و سلول های عصبی هسته های نخاعی ممکن است به وجود بیاید و سلول های مصدوم هسته های تیره و چروکیده و به طور یکنواخت لکه دار شده ای را نشان دهد که در موقعیت خارج از مرکز قرار دارند.

۱-۳۰- مقایسه خصوصیات و اثرات صاعقه و الکتریسیته مصنوعی

۱-۳۱- اثرات دیگر صاعقه زدگی

قلبی عروقی؛ در صدمات صاعقه، آریتمی های قلبی معمولاً به صورت آسیتول بوده ولی اختلالات الکتروکاردیوگرافیک مختص ممکن است بروز کند. ایست قلبی حاصل از صاعقه معمولاً خوش خیم تر از سایر علل آن بوده و حتی با گذشت زمان نسبتاً طولانی ممکن است با درمان مناسب و یا به طور خود به خودی برطرف شود. هیپرتانسیون شدید گاهی اتفاق افتاده که به دلیل آزاد شدن کاته کولامین به خون می باشد.

ریوی؛ شایع ترین علت مرگ در این افراد ایست تنفسی است که به دلیل شوک وارد به مرکز تنفسی در ساقه مغز است و معمولاً به مدت طولانی باقی می ماند. آسپیراسیون و ARDS نیز ممکن است رخ دهد.

عضلانی - اسکلتی؛ ضایعات عضلانی برخلاف برق گرفتگی ناشایع بوده و

بیشتر به صورت صدمات مکانیکی به استخوان ها و مفاصل بایستی از این نظر

بیمار مورد بررسی دقیق قرار گیرد.

سیستم شنوایی؛ بیش از ۵۰٪ قربانیان صاعقه دچار پارگی پرده صماخ شده و

ممکن است اختلال شنوایی در اثر جابجایی استخوانچه های گوش میانی به

وجود آید.

سیستم بینایی؛ کاتاراکت از عوارض شایع چشمی صاعقه بوده و ممکن است در

طی چند روز تا چند سال (معمولاً چندماه) بعد رخ دهد. همچنین ممکن است

ضایعات قرنیه، تجمع خو در اتاقک قدامی (Hyphema)، التهاب عنبیه، خونریزی

داخل زجاجیه، جداشدگی شبکیه و ضایعات عصب اپتیک رخ دهد. یکی از نکاتی

که در این بیماران بایستی به خاطر سپرد، دیلاتاسیون ثابت مردمک بوده و

نشانه مرگ مغزی نیست.

پوست؛ پوست از چند طریق ممکن است دچار ضایعه شود. شایع ترین راه

سوختگی حاصل از انتقال سطحی جریان الکتریکی است (Flashover

phenmenon) یک نوع دیگر ضایعه، سوختگی خطی (Linear burns) است که

بیشتر نواحی مرطوب بدن بوده و به صورت یک نوار و با شدت درجه I تا III

سوختگی مشخص می شود. سوختگی سرخسی (Feathericn8) در واقع

سوختگی حقیقی نبوده، بلکه تغییر رنگ یک ناحیه از پوست بدن به صورت ریشه ای یا سرخسی شکل در اثر تجمع و تراکم بار الکتریکی در اپیدرم آن ناحیه بوده و در عرض چند ساعت از تماس با صاعقه ظاهر و در طی ۲۴ ساعت ناپدید می شود. به این نوع سوختگی، خط و نگار کرانوگرافیک Keranographic یا اعداد Lincheenbreg نیز گفته می شود.

همچنین پوست در حدود ۱۵٪ وزن بدن را تشکیل داده و شامل سه لایه اپیدرم، درم و هیپودرم است. اپیدرم به دلیل وجود طبقه شاخی و چربی، مانع خوبی در برابر خروج مایعات بدن و ورود بسیاری از عوامل بیماری زا است.

در قسمت تحتانی آن لایه تک سلولی به نام لایه ژرمیناتوم وجود دارد که مسئول تکثیر و ترمیم طبقه شاخصی است، لایه دوم حاوی اعصاب، عروق خونی، فلوکیول های مو و غدد اگزوکرین بوده و عمل اصلی این قسمت کمک به تنظیم درجه حرارت بدن، مکانیسم های دفاعی سلولی و همورال و درک محرک های خارجی است هیپودرم حاوی بافت چربی و همبند بوده و مسئول ایجاد تحرک و الاستیسیته پوست و چسبندگی به بافت های عمقی بدن است.

تماس کوتاه مدت پوست با دمای ۴۵ درجه سانتی گراد به ندرت موجب صدمه سلول می شود در صورتی که دمای بیش از ۵۰ درجه سانتی گراد بر حسب طول مدت تماس، موجب انعقاد (Denaturation) پروتئین های سلولی ۷ نکرز و

مرگ سلولی می شود سوختگی شدید یک قسمت پوست، سه ناحیه مختلف بیولوژیک به وجود می آید. در ناحیه مرکزی نکروز سلولی وجود نداشته و به آن ناحیه انعقادی گفته می شود. دومین ناحیه که در اطراف ناحیه انعقادی وجود دارد، منطقه استاز (Stosse Zone) است که در ۲۴-۴۸ ساعت اول سوختگی وجود داشته، عروق کاپیلری آن متسع و نفوذپذیرتر شده و بین بافت ها به وجود می آید. ناحیه سوم موسم به منطقه پرخون (Hyperemia Zone) بوده و صدمه سلولی کمتر از سایر مناطق دیگر بوده و فقط اریتم مشهود می باشد.

۱-۲۲- طبقه بندی شدت سوختگی

- عمق سوختگی؛ عمق سوختگی براساس لایه های درگیر مشخص می شود و به سه درجه تقسیم می شود، درجه یک- درجه دو- درجه سه، یکی از روش های دیگر طبقه بندی عمق سوختگی، توصیف آن به صورت سوختگی نسبی و سوختگی کامل است. سوختگی درجه یک (I) با اریتم و ادم مختصر محل سوختگی مشخص شده و فقط محدود به اپیدرم است.

این نوع سوختگی بدون عارضه و درمان خاصی در طی یک هفته خود به خود بهبود می یابد و از آنجایی که نشت و دفع مایع بسیار ناچیز است لذا در محاسبه مایعات تجویزی مورد نیاز بیمار دخالت داده نمی شود.

در سوختگی درجه دو بر حسب این که کل درم دچار صدمه شده باشد یا نه، خود به دو نوع سوختگی نسبی سطحی و سوختگی نسبی عمقی تقسیم می شود.

در فرم اول سطح پوست مرطوب و حساس بوده و اجزایی از درم (غدد عرق فولیکول‌های مو و اعصاب) سالم بوده و در صورتی که درمان مناسب صورت گیرد در طی دو، سه هفته پوست ترمیم می شود.

در سوختگی نسبی عمقی، کل اجزاء درم از جمله غدد عرق، مو و اعصاب از بین رفته و مدت زمان بهبودی آن یک ماه یا بیشتر بوده، در این فرم پوست صدمه دیده ظاهری سفید و براق داشته و تا حدود زیادی حس آن از بین رفته است و تفکیک آن از سوختگی کامل مشکل می باشد.

در سوختگی درجه سه کل اپیدرم، درم و قسمت‌هایی از هیپودرم و یا قسمت‌های عمقی (عضله و استخوان) از بین رفته، پوست خشک و چرمی شکل بوده و کلیه حس‌ها از بین می روند.

۱-۲۳- عوارض سوختگی

سوختگی به غیر از اثرات مخرب موضعی، موجب یک سری اختلالات دیگر نیز می‌شود که در واقع خطر اصلی سوختگی این اختلالات می باشد.

آب و الکترولیت، از بین رفتن پوست و به هم خوردن یکپارچگی عروقی و نیز آزاد شدن مدیاتورهای وازواکتیو (هیستامین، پروستاگلاندین ها، رایدگالهای اکسیژن) موجب می شوند. مایع به فضای بین سلولی نشت کرده و ادم بینابینی در محل و اطراف ضایعه به وجود می آید.

اگر سطح سوختگی بیش از ۳۰-۲۰ درصد سطح بدن باشد. ادم ژنرالیزه در ۱۲-۸ ساعت اول حادثه به وجود می آید و در موارد شدیدتر منجر به هیپوولمی و شوک می شود که به این حالت شوک سوختگی گفته می شود.

قلب عروق

در سوختگی های متوسط معمولاً به دلیل هیپوولمی، افزایش انقباض عروق محیطی و وجود برخی از مواد تضعف میوکارد، برون ده قلبی کاهش می یابد که با افزایش ضربان قلب تا حدودی جبران می شود.

هماتولوژیک

در سوختگی های متوسط و شدید، ایمنوگلوبولین های در گردش و مکانیسم های دفاعی ایمنی سلولی و همورال کاهش یافته و در سوختگی بیش از ۵۰٪ به حداکثر می رسد. این مسئله باعث افزایش استعداد بیماران در برابر عفونت های جدی و خطرناک می شود. معمولاً همولیز در طول ۷-۵ روز اول سوختگی

تداوم داشته و در سوختگی‌های متوسط و شدید میزان همولیز به ۱۲-۸ درصد

گلبول‌های قرمز خون در روز می‌رسد.

۱-۳۴- اقدامات درمانی (تجویز مایعات)

مهمترین اقدام در بیماران سوختگی، تجویز مایعات در ۲۴ ساعت اول است که

در سوختگی‌های با وسعت بیش از ۲۰-۱۵ درصد سطح بدن بایستی داده شود.

فرمول‌های متعددی برای این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرد. اما در مراکز

اورژانس، بهترین محلول رینگرلاکتات بوده.

میزان مایع تجویزی زمانی در حد مطلوب خواهد بود که فشار خون سیستولی

بیش از ۱۰۰ میلی‌متر جیوه، نبض کمتر از ۱۲۰ بار در دقیقه، تعداد تنفس کمتر از

۲۴ بار در دقیقه باشد.

در مواردی که با تجویز مایعات به میزان کافی همچنان وضعیت همودینامیک

بیمار دچار اختلال باشد، می‌توان به طور همزمان از یک داروی اینوتروپ مثبت

نیز استفاده نمود.

۱-۳۵- جمع بندی فصل اول

خلاصه بررسی انجام شده بر روی بدن انسان نشان می‌دهد که عوامل متعددی

در میزان خطرات برق و صدمات وارد بر بدن انسان نقش دارند که از آن جمله

می‌توان به مسیر عبور جریان، نوع جریانی، نوع فیزیکی جسمی بدن انسان، محل

جهت خرید فایل word به سایت www.kandooch.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۶۶۴۱۲۶۰-۰۵۱۱ تماس حاصل نمایید

تماس، مدت عبور جریان، مقدار ولتاژ و حتی حالات روحی شخص بستگی دارد

به طوری که بدن در حالات آرام مقاومتری بیشتر نسبت به حالات خشم از خود

نشان می دهد که این خود باعث تغییر در صدمات وارده دارد.

www.kandooch.com
www.kandooch.com
www.kandooch.com

فصل دوم

بررسی اثرات جریان های AC,DC بر روی بدن انسان

۱-۲- مقدمه

یکی از راه های شناخت اثرات جریان های الکتریکی بر روی بدن انسان شناخت انواع جریان های الکتریکی می باشد که کاربرد وسیع تری نسبت به انواع دیگر دارند. در این میان جریان AC,DC نسبت به انواع دیگر (مربعی، دندان اره ای و...) کاربرد بیشتری دارند.

در این فصل کوشیده شده تا جریان های AC,DC بررسی شوند و خطرات و عوارض هر کدام بیان گردد، هرچند که جریان های DC نسبت به جریان های AC کاربرد کمتری دارد. اما امید بسیار می رود که در آینده محدود مصرف آن بسیار گسترش یابد چون هم هزینه انتقال و هم خطرات الکتریکی کمتری دارد. از عواملی که باعث رکود جریان های DC شده وجود نداشتن تجهیزاتی برای تغییر اختلاف پتانسیل های این نوع جریان می باشد (مشابه ترانسفورماتور در جریان های AC)

۲-۲- تاریخچه جریان های DC,AC

برای انتقال انرژی الکتریکی از نیروگاه برق تا محل مصرف بهتر است که جریان کمترین مقدار ممکن (و در نتیجه اختلاف پتانسیل بیشترین مقدار ممکن) باشد تا تلفات اهمی RI خطوط انتقال به حداقل برسد.

ما به وسیله ای نیاز داریم که با توجه به محدودیت های فنی بتواند اختلاف پتانسیل مدار را افزایش (یا کاهش) دهد و در عین حال حاصل ضرب VI را ثابت نگه دارد.

ترانسفورماتور جریان متناوب یک چنین وسیله ای است، وسیله ای به این خوب در جریان مستقیم وجود ندارد و به همین دلیل است که اکنون سیستم های توزیع برق DC، که ادیسو مدافع سرسخت آنها بوده کاملاً جای خود را به سیستم های برق AC، که مدافع سرسخت آنها تسلا و دیگران بودند، داده اند. در چند دهه اخیر، انتقال برق DC به فاصله های بسیار دور یا از طریق کابل های زیردریایی یا زیرزمینی مجدداً مورد توجه قرار گرفته است. به عنوان مثال در روسیه یک خط ۵۰۰ km با اختلاف پتانسیل ۸۰۰ کیلوولتی DC کار می کند. که از ولگاگراد تا دانباس کشیده شده است در این سیستم، برق به صورت AC تبدیل می شود و برای انتقال ولتاژ آن کاهش داده می شود.

مزیت انتقال برق DC با ولتاژ بالا در تحت این شرایط این است که در جریان مستقیم می توان از آثار خازنی و القایی خط انتقال چشم پوشی کرد.

۲-۳- اثر پوستی جریان های AC

در DC توزیع جریان در هادی یکنواخت است. با افزایش فرکانس، نایکنواختی توزیع جریان شدیدتر می شود. افزایش فرکانس باعث نایکنواختی چگالی جریان می شود، این پدیده را اثر پوستی می نامند.

۲-۴- مزیت های اقتصادی جریان ها DC

انتقال انرژی با جریان مستقیم هنگامی در مقابل با جریان متناوب مزیت اقتصادی پیدا می کند که هزینه اضافی تجهیزات پایانه ای لازم برای خطوط DC توسط هزینه کمتر ساخت خط انتقال جبران شود. مبدل های دو طرف خط dc باید هم به عنوان یکسو ساز (برای تبدیل ac تولید به dc) عمل کند و هم به صورت اینورتر (برای تبدیل dc به ac) تا امکان انتقال در هر دو جهت میسر شود. سال ۱۹۵۴ عموماً به عنوان مبداء نوین انتقال DC فشار قوی به شمار می رود. در این سال یک خط dc با ولتاژ ۱۰۰ kv از واسترویک در داخل سوئد به ویسبی در جزیره گوتلند در دریای بالتیک به فاصله ۱۰۰ km از هم شروع به کار کرده تجهیزات تبدیل ایستا خیلی زودتر از این برابر انتقال انرژی بین سیستم های ۶۰ Hz, 25 Hz به کار می رفتند. اینها اساساً خطوط انتقال dc با طول صفر

بودند در ایالات متحده یک خط 800Kvdc توان تولید شده در پاسیفیک نورث وست را به جنوب کالیفرنیا منتقل می‌کند.

هر چه هزینه تجهیزات تبدیل نسبت به هزینه ساخت خط کمتر شود. طول مینیمم اقتصادی خطوط dc، که هم اکنون 600km است نیز کمتر می‌شود.

در سال ۱۹۷۷ یک خط dc برای انتقال توان از یک نیروگاه در سنتر، داکوتای شمالی به حوالی والوت، مینه سوتا که حدود 740km است، شروع به کار کرده، مطالعات اولیه نشان داد که خط dc با امکانات پایانه ای حدود 30% ارزان تر از خط ac مشابه با تجهیزات کمکی است.

این خط که در ولتاژ $250\text{kv}+$ (ولتاژ خط به خط 500kv) کار می‌کند. 500MW توان منتقل می‌کند.

۲-۵- جریان های DC دو قطبی و تک قطبی

خطوط dc معمولاً یک هادی مثبت نسبت به زمین و یک هادی با ولتاژ هم اندازه ولی منفی دارند. این خطوط را دو قطبی می‌نامند. خط می‌تواند یک هادی حامل انرژی داشته باشد مسیر برگشت از طریق زمین تأمین می‌شود مقاومت dc زمین بسیار کمتر از مقاومت ac آن است. در این صورت با وجود مسیر برگشت زمین شده خط را تک قطبی می‌نامند.

انتقال dc علاوه بر هزینه کمتر در فواصل دور، مزایای دیگری نیز دارد، تنظیم خط کمتر مسئله سازست، زیرا راکتانس سری WL در فرکانس صفر مشکل ایجاد نمی کند. حال آنکه در خط ac عامل اصلی افت ولتاژست. مزیت دیگر امکان کار به صورت تک قطبی، هنگام زمین شدن یک طرف خط دو قطبی است. چون انتقاط زیرزمینی ac به خاطر جریان پرکننده بزرگ به حدود ۵ km محدود می شود، برای انتقال توان از زیر کانال مانس (بین انگلستان و فرانسه) از خط dc استفاده شده است. کاربرد خط dc در این محل مشکل هم زمان کردن سیستم های ac دو کشور را نیز خود به خود مرتفع می کند.

۲-۶- وجود مدارشکن ها در جریان های AC

فعالاً امکان ساخت شبکه ای از خطوط dc وجود ندارد، زیرا برای dc مدارشکن قابل مقایسه با مدار شکن های پیشرفته ac وجود ندارد. در ac می توان از جرقه پرهیز کرد زیرا در هر تناوب جریان دوبار صفر می شود. جهت و میزان تولید در خط dc توسط یکسوکننده هایی کنترل می شود که قبلاً با قطعات قوس جیوه کنترل شده با شبکه ساخته می شد و اکنون با SCR ساخته می شود. یک یکسوکننده نوعی می تواند تا SCR200 داشته باشد.

مزیت دیگر dc کمتر بودن حریم خطوط است. فاصله دو هادی خط ۵۰۰ kv داکوتای شمالی - دولوت ۲۵ ft است در خط 500kv فاصله هادی ها ۶۰ ft است.

ولتاژ ماکزیم خط pa که $707Kv = 500 * \sqrt{2}$ است نیز باید در نظر گرفته شود.

بنابراین عایق بندی بین دکل و هادی ها باید شدیدتر و فاصله بین هادی و زمین بیشتر باشد.

نتیجه آن که انتقال dc مزایای فراوانی نسبت به انتقال ac دارد، ولی انتقال dc

کاربرد بسیار محدودی دارد (به جز برای فواصل طولانی) زیرا هنوز وسایل dc

مناسبی وجود ندارد که بتواند از لحاظ عملکرد قطع و وصل و محافظت به پای

مدار شکن های ac برسد، همچنین وسیله ساده ای برای تغیی ولتاژ dc وجود

ندارد، کاری که در سیستم های ac با ترانسفورماتور به سادگی انجام می شود.

۲-۷- مدت زمان های مجاز تماس ولتاژهای AC,DC

۲-۸- خطر جریان متناوب نسبت به مستقیم

مقاومت الکتریکی پوست بدن انسان در مقابل جریان های معمولی برق متناوب

به مراتب کمتر از جریان مستقیم است و از طرف دیگر به علت تغییر مداوم

جهت جریان شدت ضربات وارده بر سلسله اعصاب در جریان متناوب شدیدتر

است به طوری که در یک ولتاژ و شدت جریان مشخص خطرات جریان متناوب

حدوداً چهار برابر خطرات جریان مستقیم است.

در جریان مستقیم اگر هیچ یک از سیم ها به زمین متصل نباشد تماس انسان با

سیم حامل جریان خطری ندارد، اما در جریان متناوب تماس با یک سیم نیز

خطرناک است زیرا سیم های جریان ac با زمین تشکیل خازن داده و جریانی متناسب با ظرفیت خازن بین سیم و زمین عبور می کند و در صورت تماس با سیم حامل در معرض عبور جریان های خازنی قرار گرفته که ایجاد خطر می نماید.

اما جریان مستقیم نمی تواند از خازن ها عبور نماید.

۲-۹- بررسی صدمات عضلانی جریان DC نسبت به AC

از نظر خطر ایجاد انقباضات عضلانی جریان مستقیم یک انقباض ناگهانی قوی ایجاد کرده که معمولاً سبب می شود فرد مصدوم از منبع الکتریکی جدا شود.

اما در جریان متناوب ماهیچه ها مناسب با میزان فرکانس جریان دچار چندین انقباض پشت سر هم می شوند که این حالت، تماس مصدوم با جریان را افزایش می دهد.

در جریان AC با این که ماهیچه ها منقبض و منبسط می شوند ولی ماهیچه های خم کننده ی کف دست تمایل بیشتری به انقباض دایم دارند که اصطلاحاً باعث چسباندن فرد به مدار (یا قفل کنتاکت) می شوند. (Lock to contore)

به عبارت دیگر جریان AC در هر سیکل می تواند ایجاد فیبریلاسیون بطنی کند اما جریان DC تنها یک بار در شروع تماس می تواند ایجاد فیبریلاسیون بطنی نماید.

به هر حال دو نوع جریان می تواند ایجاد صدمات جدی نماید. خطرات عمده جریان مستقیم در صورت طولانی شدن برق گرفتگی شامل سوختگی های شدید، تجزیه خون و مسمومیت داخلی خواهد بود در حالی که خطرات عمده جریان AC شامل ایست تنفسی، فیبریلاسیون بطنی انقباض شدید عضلات و همچنین سوختگی می باشد.

در مورد خطوط فشار قوی متناوب حتی نزدیک شدن به فازها بدون تماس نیز خطرناک است و در موقع تعمیر یا هر وقتی که لازم باشد به این خطوط نزدیک شویم بایستی جریان در آن قسمت قطع شود.

برخی از محققین مقاومت کلی بدن انسان را در برابر جریان متناوب به طور متوسط 1600Ω اهم و برای جریان مستقیم 4250Ω اهم ذکر کرده اند.

۲-۱۰- چگالی جریان

مقدار شدت جریان وارد بر واحد سطح بدن را چگالی جریان گویند. هر چه چگالی جریان بیشتر باشد مقاومت بدن انسان کمتر خواهد بود وقتی که سطح تماس وسیع باشد به علت پخش شدن جریان در سطح زیاد شدت جریان کمتر خواهد بود. (چگالی کمتر خواهد بود)

مثلاً اگر شخصی در دست خود ۸۰ سانتی متر مربع سیمی را گرفته و با نوک

انگشت دست دیگر ۱ سانتی متر مربع به سیم دیگر تماس حاصل کند، مقاومت

برای جریان متناوب و مستقیم به شرح زیر است:

در حالتی که میزان سطح تماس دست شخص به جای ۱ سانتی متر مربع از

انگشت دست دوم ۱۵ سانتی متر مربع باشد در این حالت مقادیر مقاومت ها

برای جریان متناوب ۲۲۰۰ اهم و برای جریان مستقیم ۶۰۰۰ اهم خواهد بود.

۲-۱۱- میزان آثار متناسب با فرکانس

میزان آثار متناسب با فرکانس میدان اعمال شده و نیز نوع بافت (عمدتاً میزان

آب موجود در بافت) تغییر می کند و آن را می توان به خوبی با دو پارامتر E_r

(ثابت دی الکتریک) و σ (رسانندگی) توصیف کرد. از این دیدگاه بدن انسان به

صورت یک ساختار دی الکتریک دارای تلفات و ناهمگن بررسی می شود.

ساده ترین مدل برای بررسی این آثار یک ورقه با ابعاد نامحدود (از نظر طول و

عرض) شامل چندین لایه از دی الکتریک های مختلف است.

در اینجا یک موج سطحی به طور عمودی به لایه های مختلف بدن مانند پوست،

چربی و ماهیچه می تابد. با تابش موج هر لای بخشی از انرژی به سمت منبع

بازتابیده می شود و بقیه آن در عمق لایه نفوذ می کند و در طول پیشروی

تضعیف می شود معمولاً این تضعیف را برای یک محیط با پارامترهای σ, ϵ با رابطه زیر بیان می کنند.

که در آن w فرکانس زاویه ای موج و σ عمق نفوذ یا اصطلاحاً «عمق پوستی» نامیده می شود. عمق نفوذ به فرکانس و پارامترهای بافت (که خود تابعی از فرکانس اند) بستگی دارد و در حقیقت بیانگر فاصله ای است که طی آن در محیط تلف دار دی الکتریک به میزان $36/7\%$ میزان شدت میدان در سطح محیط کاهش یابد.

از دیدگاه جذب انرژی در بدن انسان، میدان های الکترومغناطیس را می توان به محدوده های زیر تقسیم کرد.

۱- فرکانس های تا حدود 300MHZ که در این محدوده امکان جذب قابل توجه انرژی در سراسر بدن وجود دارد، و با توجه به امکان وقوع تشدید در برخی نقاط ایران (مانند سر) این مقدار قابل افزایش نیز هست.

۲- فرکانس های در محدوده 300MHZ تا چند گیگاهرتز، که در آن ممکن است جذب قابل ملاحظه موضعی و غیریکنواخت اتفاق بیافتد.

۳- فرکانس های بیشتر از 10GHZ که در آن جذب انرژی عمدتاً در سطح بدن اتفاق می افتد. میزان جذب انرژی در بافت ها متناسب با مربع شدت میدان الکتریکی در داخل بافت است.

متوسط انرژی جذب شده و توزیع آن را می توان با اندازه گیری یا محاسبه به روش های عددی تخمین زد.

۲-۱۲- میدان الکتریکی نزدیک خطوط انرژی

به دلیل طبیعت شبه ایستای میدان ها، میزان تابش برای شدت میدان های الکتریکی و مغناطیسی به صورت جداگانه تعریف می شود چون از میدان های الکتریکی در Hz ۵۰ به راحتی به وسیله ساختمان های فلزی و دیوارها جلوگیری می شود. میدان های الکتریکی قوی (1Kv/m تا 10Kv/m) در نزدیک خطوط انتقال ولتاژ بالا وجود دارند. از طرف دیگر خانه های معمولی (به دلیل استفاده از مواد غیر مغناطیسی) نسبت به میدان های مغناطیسی 50Hz شفاف اند، که این موجب خطرات و عوارضی بر روی انسان می گردد.

۲-۱۳- بستگی آماری بین بیماری و عوامل محیطی

اپیدمیولوژی (مطالعه الگوها و عوامل احتمالی بیماری در جوامع انسانی) برای بررسی بستگی آماری بین میدان های الکترو مغناطیسی و سرطان به کار رفته است. به هر حال حتی وقتی که یک سطح اطمینان ۹۵٪ موجود باشد داده های افزون تری از طریق مطالعات آزمایشگاهی لازم است تا بتوان نتیجه گرفت که رابطه علت و معلولی بین میدان ها و سرطان وجود دارد. طبق نظر مرکز بهداشت ادوات رادیولوژی، سرطان مغز در ایالات متحده.

هنگامی که محور عمودی بدن انسان موازی بردار میدان الکتریکی باشد، تحت شرایط تابش موج مسطح میزان انرژی جذب شده در سراسر بدن به حداکثر خود می رسد. فرکانسی که در آن حداکثر جذب سراسر بدن اتفاق می افتد بسته به خواص بدن متفاوت است. این مقدار برای «انسان مرجع استاندارد» در حدود ۷۰ MHz است. افراد بلندقدتر فرکانس تشدید کمتری دارند و در مورد افراد کوتاه تر این فرکانس ممکن است از 100MHz نیز بیشتر شود.

در هنگام استفاده از برخی از دستگاه ها که از فاصله نزدیکی نسبت به بدن انسان مورد استفاده قرار می گیرند، بدن انسان ممکن است در معرض شرایط میدان نزدیک قرار گیرد.

توزیع میدان و انرژی در نزدیکی منبع تفاوت بسیاری با توزیع میدان و انرژی در فواصل دور از منبع دارد، قرار گرفتن در معرض میدان های نزدیک ممکن است منجر به جذب زیاد انرژی به صورت موضعی (مثلاً در سر) شود. البته میزان این جذب به شدت وابسته به فاصله بین منبع انرژی و بدن است.

در فرکانس های بیش از ۱۰ GHz، عمق نفوذ میدان به درون بافت بسیار اندک است و لذا میزان انرژی جذب شده در بافت، معیار مناسبی برای بررسی به میزان ۶ سرطان برای هر ۱۰۰۰۰۰ نفر در هر سال روی می دهد، بنابراین حدود ۴۸۰۰ سرطان مغز باید در هر سال در میان ۸۰ میلیون نفر مشاهده شود.

۲-۱۴- خطر ابتلا به بیماری سرطان برای ساکنان اطراف کابل های برق

فشار قوی

دانشمندان نزدیک ودن مناطق مسکونی به کابل های فشار قوی برق را با برخی از انواع سرطان مرتبط می دانند.

در چند سال اخیر در مورد ارتباط میان سکونت در خانه های نزدیک به کابل های هوایی انتقال برق با ولتاژ بالا و مبتلا شدن به بیماری سرطان پژوهش های انجام گرفته است و پژوهشی که به تازگی دانشمندان انگلیسی در این مورد انجام داده اند، این موضوع را تأیید می کند.

فیزیک دانان دانشگاه بریستول در جنوب غربی انگلستان دریافته اند که کابل های برق با ولتاژ بسیار زیاد که با اتصال به برج های بلند شبکه انشعاب برق کشیده می شوند به ذرات آلوده کننده در هوا، بار الکتریکی می دهند و در هنگام تنفسی به جدار ریه می چسبند.

پروفسور دیوید هنشا که پژوهش مذکور با سرپرستی او انجام گرفته است می گوید که بر اساس نتیجه ای که از پژوهش او و همکارانش به دست آمده می توان مسلم دانست که کابل های انتقال برق مقدار ذرات آسیب رسانی که وارد بدن انسان می شود می افزاید. در حال حاضر در کشورهایمانند آمریکا و سوئد ساختن خانه در حوالی عبور کابل های هوایی شبکه برق ممنوع است.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandooen.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۶۶۴۱۲۶۰-۵۱۱ تماس حاصل نمایید

نتیجه این پژوهش نشان می دهد که اشخاصی که در خانه هایی در حوالی ۵۰۰

متری کابل های هوایی برق با ولتاژ بالا در جنوب غربی انگلستان زندگی می

کنند، احتمال دچا شدن آنها به بیماری سرطان در حدود ۳۰٪ بیشتر از حد

معمول است.

فصل سوم

مطالعه و بررسی نقش حفاظتی زمین کردن

۳-۱- مقدمه

پیشرفت علم و تکنولوژی پس از اختراع ژنراتورهای برق و تبدیل انرژی برق به انرژی مکانیکی در جامعه اعم از مراکز شهری و صنعتی گسترش بیشتری پیدا کرده و تحولات شگری در تکامل ماشین آلات و صنعت به وجود آمده و در حال حاضر خطرات ناشی از برق و برق گرفتگی در مراکز مختلف با آهنگی سریع رو به افزایش گذاشته است با ایمن کردن ابزار کار از طریق نصب حفاظت های مناسب روی قسمت های خطرناک سیستم کوشش شده تا ایمنی را بالا برده و میزان آمار و حوادث ناشی از برق را به حداقل برسانند.

از عمده راه های اساسی این امر استفاده صحیح از سیستم های حفاظت زمین مناسب می باشد که در این بخش به بررسی آن پرداخته شده است.

۳-۲- زمین کردن

اول زمین ایمنی و آن زمینی است که به منظور ایمنی از برقدار شدن با یک امپدانس کم وات منتقل می شود و دیگر زمین سیگنال و آن زمینی کردن است

که به عنوان یک مرجع سنجش پتانسیل و مسیری برای عبور جریان برگشتی تغذیه می باشد که باید دارای امپدانس کم و سطح نسبتاً وسیع باشد، در بیشتر دستگاه ها زمین های ایمنی و سیگنال یکی هستند.

وظیفه اصلی زمین سیگنال تهیه مسیری برای برگشت سیگنال هاست، بنابراین دانستن مسیر برگشت هر سیگنال مهم است در یک زمین خوب مسیرهای برگشت، مستقل از یکدیگر دارای امپدانس کم و به اندازه کافی کوتاه می باشند که پیاده سازی کامل آن در عمل کار مشکلی است.

زمین ایده آل باید دارای امپدانس صفر باشد ولی در عمل همواره مقداری امپدانس وجود دارد که علاوه بر مقاومت اهمی شامل اثر سلفی نیز باشد.

بنابراین در اثر عبور جریان، اختلاف پتانسیل بین نقاط مختلف زمین پدید می آید که می تواند سبب بروز مشکلات تداخلی شود. وجود این امپدانس سبب می شود در اتصال منبع به بار هیچگاه، ولتاژ منبع عیناً به بار نرسد و قدری از آن به زمین منتقل شود.

چند منبع که هر یک به بار خود متصل هستند را در نظر بگیرید.

مشترک بودن زمین برای این منابع سبب بروز مشکلات می شود.

جریان I_x از مقاومت نمونه گیر R_s عبور می کند تا افت ولتاژ V_x متناسب با خود را پدید آورد. این ولتاژ جهت اندازه گیری و نمایش به ورودی مدار ولت سنج اعمال شده است.

فرض شده نمایشگرها از نوع کاتد مشترک باشند که توسط مدار ولت متر تغذیه می شوند و تغذیه نیزه ولت معمولی باشد. اگر هنگام طراحی زمین به مسأله زمین مشترک توجه نشود، منجر به بروز مشکلاتی می گردد

ولتاژی که به ورودی مدار ولت سنج اعمال می شود برابر است با:

مشاهده می شود که امپدانس زمین مشترک می تواند سبب خطا در اندازه گیری

جریان I_x گردد به عنوان مثال فرض کنید R_y فقط برابر $I_y + I_{sw}, 10m\Omega$

برابر $200\mu A$ باشند، در این صورت ولتاژ خطا برابر $2mV$ می شود. حال اگر کم

ارزش ترین رقم خروجی $0.1mV$ باشد.

یعنی 20 رقم خطای اندازه گیری جریان داریم، از این بدتر نوسانی است که

ممکن است در مدار ایجاد شود توجه کنید که جریان های I_s و خصوصاً I_d می

توانند تغییر کنند.

حال آن که تغییر آنها به دلیل امپدانس مشترک زمین سبب تغییر ورودی و ایجاد

نوسان می شود. یعنی در هر قرائت عدد نمایش داده شده نسبت به قرائت قبلی

$20-30$ رقم بالاتر و پایین می رود.

رفع این مشکل جداکردن مسیر عبور جریان برگشتی از مدار ورودی ولت سنج است که مشکل فوق رفع شود.

ولی ایده آل نبودن زمین و سایر اتصال ها هنوز می تواند مشکل آفرین باشد ولتاژی که به تغذیه مدار ولت سنج اعمال می شود برابر است با:

رسیدن ولتاژی کمتر از حد لازم به مدار ولت سنج می تواند سبب خطای اندازه

گیری شود. با فرض $R_{ef}+R_{cd}=50mm$ ولتاژی که به مدار ولت سنج می رسد. به

جای ۵ ولت $\frac{4}{95}$ ولت است که ممکن است مناسب نباشد. اینجا هم نوسان ممن

است زیرا تغییر Id موجب تغییر V می شود که ممکن است سبب تغییر عدد

نمایش شده گردد و نوسان ایجاد کند. در این مثال یک مورد ارتباط بین زمین

کردن و اتصال بندی که قبلاً به آن اشاره شد مشاهده می شود. زمین کردن

خوب بدون توجه به اتصال بندی مناسب و بالعکسی کمک عمده ای برای حل

مشکل نیستند.

که علاوه بر جدا کردن مدار ورودی ولت سنج از سایر مدارها، با جدا کردن

مسیر جریان های تغذیه مدار ولت سنج و نمایشگر و کاهش امپدانس مسیرهای

با جریان زیاد از بروز مشکلات فوق جلوگیری شده است.

اصول زمین کردن از سیستم های پیچیده الکترونیکی گرفته تا یک مدار چاپی

ساده قابل اعمال می باشد، دو موضوع اساسی را در طراحی زمین سیستم ها

باید همیشه در نظر داشت:

۱- به حداقل رساندن ولتاژ نویز ناشی از عبور جریان های دو یا چند مدار از

یک امپدانس مشترک زمین.

۲- اجتناب از ازدیاد حلقه های زمین چون این حلقه ها به میدان های مغناطیسی

حساس بوده و موجب اختلاف در پتانسیل نقاط مختلف زمین می شود.

معمولاً زمین های سیگنال در یکی از دو گروه زیر قرار دارند:

الف- زمین های تک نقطه ای

ب- زمین های چند نقطه ای

۳-۳- زمین های تک نقطه ای

زمین تک نقطه ای زمینی است که در آن تمام مدارها در یک نقطه به زمین مرجع

(شاسی یا Earth) متصل می شوند.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۶۶۴۱۲۶۰-۵۱۱ تماس حاصل نمایید

Filename: Document1
Directory:
Template: C:\Documents and Settings\hadi tahaghoghi\Application
Data\Microsoft\Templates\Normal.dotm
Title:
Subject:
Author: sadegh
Keywords:
Comments:
Creation Date: 3/28/2012 5:34:00 PM
Change Number: 1
Last Saved On:
Last Saved By: hadi tahaghoghi
Total Editing Time: 0 Minutes
Last Printed On: 3/28/2012 5:34:00 PM
As of Last Complete Printing
Number of Pages: 71
Number of Words: 9,178 (approx.)
Number of Characters: 52,321 (approx.)