فصل اول

ایمنی در صنعت

۱- مقدمه

ایمن نبودن محیط کار کارگران و ابزار کار آن ها به علت عدم رعایت دستورالعمل های حفاظتی و بهداشتی توسط کارفرمایان از یک طرف، همچنین عدم رعایت پاره ای از مقررات ایمنی و بی احتیاطی و بی دقتی بعضی کارگران از طرف دیگر باعث بروز حوادث در کارگاه ها می باشد که همه ساله در سطوح مختلف کارگاهی شاهد آن هستیم، بدیهی است حوادثی که در کارگاه ها رخ می دهد و منجر به مرگ، قطع عضو و یا سایر صدمات جسمی و روحی کارگران می شود را می توان با ایمن کردن ابزار کار و محیط کار کارگران از طریق نصب حفاظ های مناسب روی قسمت های خطرناک دستگاه ها، رفع نقایص سیستم برق واحدهای تولیدی و تعمیراتی و دستگاه های مورد استفاده کارگران، در اختیار گذاشتن وسایل حفاظت فردی هنگام کار کارگران و غیره و همچنین آموزش های لازم در زمینه مسایل حفاظتی و بهداشتی به کارگران به نحو موثری پیشگیری نمود.

باید توجه داشت که علاوه بر در نظر گرفتن نکات حفاظتی و ایمنی مذکور جهت پیشگیری از وقوع حوادث کارگری عوامل نامساعد و زیان آور دیگری در محیط کار مانند دود، گاز، مواد شیمیایی خطرناک، روشنایی نامناسب، سر و صداهای شدید نیز باعث می شود که کارگران دچار مسمومیت های حاد و مزمن، انواع بیماری های حرفه ای گردند.

ارتقاء سطح ایمنی و بهداشت در کارگاه ها از طریق اجرای دستورالعمل های حفاظتی، مراقبت از سلامتی کارگران در محیط کارشان و بالا بردن فرهنگ حفاظت و بهداشت آنها از طریق آموزش های سمعی و بصری در کارگاه نقش بسیار موثری در کم شدن حوادث وافزایش تولید داشته و بالعکس بروز هرگونه حادثه ای در محیط کار زیان های غیر قابل جبرانی برای آنها و جامعه کارگری به وجود می آورد.

در ایران، آمار منتشر شده در مورد حوادث ناشی از کار نشان می دهد که در سال ۱۳۶۱ تعداد ۱۴۷۰۶ مورد حادثه به وقوع پیوسته که رقم مذکور رقم واقعی کل حوادث اتفاق افتاده نبود و صرفاً رقم حوادثی می باشد که از طرف بازرسان کار ایران پس از اطلاع از وقوع آن ها مورد بررسی قرار گرفته است.

یکی از راه های پیشگیری از حوادث در کارگاه ها تهیه اطلاعات آماری حوادث اتفاق افتاده در طول یک سال و مقایسه آن ها با آمار حوادث مربوط به سال های قبل کارخانه و یا مقایسه با آمار حوادث کارگاهی مشابه می باشد. بدین ترتیب اطلاعات آماری حوادث بایستی طوری تهیه و تنظیم گردد که قابل مقایسه از سالی به سال دیگر، صنعتی به صنعت دیگر و در صورت امکان از کشوری به کشور دیگر باشد. این اطلاعات از یک طرف همان طوری که گفته شد جهت پیشگیری از حوادث و از طرف دیگر برای پرداخت غرامت دستمزد می تواند مورد استفاده قرار گیرد.

۲- بررسی حوادث

در بررسی حوادث اتفاق افتاده در کارگاه ها سن کارگر، جنسیت افراد، وضع تاهل، شغل کارگر، زمان ایجاد حادثه و نوع کار و فعالیت کارگاه مورد توجه می باشد.

۲-۱- سن کارگر:

آمار حوادث نشان می دهد که بیشترین آن ها را گروه های سنی ۳۰-۲۱ ساله، نقص حفاظتی دستگاه ها، عدم مهارت کافی و کم تجربگی کارگران و یا عدم آموزش لازم در مورد نحوه صحیح انجام کار با دستگاه ها تشکیل داده و کمترین حوادث اتفاق افتاده مربوط به کارگران با سنین بالا یعنی ۷۰-۶۱ ساله می باشد که تحلیل درست در مورد علت کم بودن حوادث در این گروه سنی این است که اصولاً کارفرمایان افراد سالخورده را

به علت پیری و عدم تحرک کافی و نداشتن راندمان کافی در انجام امور محوله پشت دستگاه های پر تحرک و حادثه زا قرار نمی دهند و اگر هم قرار گیرند با داشتن مهارت و تجربه فراوان و رفتار محتاطانه هنگام انجام کار کمتر دچار حادثه می گردند.

علت این که حوادث کارگران جنس مرد بیشتر از زنان کارگر است این است که در کارگاه های تولیدی و صنعتی انجام کارهای سخت و زیان آور، کارهای سنگین و خطرناک غالباً به عهده مردان بوده و خانم ها بیشتر در کارهای ظریف و سبک و حتی انجام کارهایی که حوصله بیشتر نیاز دارد مثل پرستاری، خیاطی، نساجی، الکترونیکی و غیره اشتغال دارند.

۲-۲- وضعیت تاهل:

حوادث ناشی از کار در مورد کارگران متاهل حدود ۳ برابر کارگران مجرد می باشد، علت نیز پر واضح است چون متاهلین شاغل در کارگاه ها در معرض گرفتاری های زیاد خانوادگی می باشند، به خصوص در جامعه کارگری ما که اغلب کارگران متاهل در سنین ۳۰ سال به بالا بین ۵ تا ۱۰ نفر افراد تحت تکفل دارند.

۲-۳- زمان انجام کار:

آمار حوادث نشان می دهد که بالاترین تعداد حادثه در ساعات پیش از ظهر و کمترین تعداد نیز مربوط به نیمه شب (از ساعت ۱۰ شب به بعد) می باشد و علت بیشتر حوادث در شیفت صبح کار، فعال تر بودن کارگاه ها در این موقع از روز و خستگی کارگران در ساعات نزدیک ظهر و بعد از صرف ناهار می باشد.

۲-۴- نوع کار و فعالیت:

بررسی در نوع کار و فعالیت کارگران در کارگاه ها نیز نشان می دهد که میزان حوادث اتفاق افتاده در کارهای مختلف با یکدیگر فرق دارد، به طوری که بیشترین حادثه مربوط به وسایل انتقال نیرو مثل وسایل حمل و نقل، پرس ها و غیره می باشد و کمترین حوادث مربوط به صنایع چوبی است.

۳- انواع حوادث

به طور کلی کارگران در طول انجام کارهای روزمره از زمانی که سر کار خود حاضر شده و مشغول کار می شوند و سپس محل کار را ترک می نمایند هر آن امکان دارد دچار حادثه گردند.

۳-۱- تصادفات :

شامل تصادفات وسایل نقلیه در محیط کارگاه ها با اشیاء و افراد می باشد.

۳-۲- آتش سوزی:

در اثر انفجار گازها، وسایل حرارتی نفتی، برقی و آتش سوزی های نامشخص می باشد.

۳-۳- سقوط و پرتاب اشیاء:

عبارت است از سقوط و پرتاب اجسام از ارتفاع روی کارگران از ناحیه سر و چشم گردن و سایر اعضاء بدن آن ها.

۳-۴- سقوط از ارتفاع:

سقوط کارگران از پله، نردبان، پرتگاه ها و همچنین سقوط در چاه و چاله است.

عدم استفاده از عینک حفاظتی احتمال پرتاب اجسام خارجی به چشم افراد هنگام سمباده کاری، تراشکاری، فرزکاری و غیره وجود دارد.

۳-۵- خفگی :

شامل خفگی در حوض، استخر آب، حوضچه های فاضلاب کارگاه ها و مخازن مایعات مختلف مانند مخازن نفت، گازوئیل، پاتیل های شربت و غیره می باشد.

۳-۶- برق گرفتگی :

حوادث مربوط به استفاده از وسایل نامناسب برقی، زدگی در کابل ها و سیم های برق، به کار بردن فیوزهای نامناسب، کار کارگران در حریم خطوط برق دار فاقد روپوش و غیره است.

۳-۷- وسایل انتقال نیرو (ترانسمیسیون):

عبارت است از حوادث مربوط به دستگاه هایی که با قسمت های متحرک و یا گردنده خطرناک مثل تسمه فلکه ها، چرخ دنده ها، کوپلینگ ها، میل گاردن و غیره ایجاد حوادثی مثل قطع دست و پا و پرتاب افراد یا خفه کردن کارگران و غیره می نماید.

۳-۸- مسمومیت :

شامل تنفس گازهای سمی، کمبود اکسیژن در محیط کار، تماس بدن با مواد سمی، خوردن مواد سمی و غیره می باشد.

۳-۹- بیماری های حرفه ای :

کارگران در اثر تماس با گرد و غبارهای آلوده صنعتی و اشعه خطرناک ایکس و مواد رادیواکتیو دچار آن ها می شوند مانند: سیلیکوز، آزبستوز، سرطان و غیره.

۳-۱۰- ریزش آوار:

مربوط به حوادثی است که در اثر خراب شدن سقف و دیوار ساختمان ها، ریزش دیواره های محل گودبرداری شده و غیره بر روی کارگران به وقوع می پیوندد.

۴- علل بروز حوادث:

در بروز حوادث کارگاهی علل و عوامل مختلفی مثل نوع کار، ساعت کار، موادی که کارگران با آن سر و کار دارند، محیط کارگاه و غیره تاثیر دارد که حوادث مخصوص به خود را باعث می شود. عوامل مشروحه زیر در بروز حوادث کارگاهی نقش عمده و بسزائی را دارند:

۱- عدم آموزش کارگران در مورد انجام کارهای محوله، عدم آشنایی کارگران با نحوه کار با دستگاه ها و غیره
۲- عدم وجود وسایل ایمنی روی بعضی از دستگاه ها
۳- بازکردن حفاظ بعضی از دستگاه ها توسط کارگران در موقع تعمیرات و قرار ندادن آن ها در جای خود.

۴- بی توجهی پاره ای از کارفرمایان به دستورات ایمنی و بهداشتی که از طرف بازرسان کار به آن ها ارائه می شود، در این مورد لازم به یادآوری است که بعضی از کارفرمایان به زیان های ناشی از حوادث آگاهی نداشته و علاقه زیادی به برنامه های ایمنی نشان نمی دهند و اکثراً دستورات ایمنی را زائد، دست و پاگیر و غیر مولد می دانند و لذا نسبت به تهیه وسایل ایمنی لازم، تعویض ابزار فرسوده و غیره تعلل می ورزند.

۵- غرور و اعتماد بی جای کارگران با سابقه و ماهر که تصور می کنند رعایت مقررات ایمنی و انجام احتیاط های لازم در موقع انجام کار دلیل ترس و دون از شان آن ها بوده و رعایت مقررات مذکور وظیفه کارگران تازه کار می باشد که همین موضوع در بسیاری از موارد موجب حادثه برای آن ها می شود.

۶- عدم وجود شرایط بهداشتی در بعضی از کارگاه ها مانند آلودگی هوا، عدم وجود تهویه مناسب حرارت و رطوبت نامناسب، روشنایی کم، سر و صدای زیاد، وجود مواد زیان آور در فضا و غیره باعث کسالت روحی کارگر و ایجاد حادثه می شود.

۷- تشویش و اضطراب کارگر در بعضی کارگاه ها مانند نگرانی های خانوادگی، زحمت پیدا کردن کار، ترس از دست دادن کار، بدی روابط کارگر و کارفرما که باعث ایجاد ناراحتی های روحی می گردد در بروز حوادث کارگری تاثیر دارد.

۸- بعضی از کارگران و کارفرمایان سرنوشت و قسمت را حاکم بر همه پیش آمدها دانسته و لذا رعایت مقررات ایمنی و بهداشتی را زائد شمرده و در نتیجه موجب بی احتیاطی و بروز حادثه می گردد. بدیهی است که این فکر با مبانی هیچ یک ادیان مخصوصاً دین مبین اسلام جور در نمی آید.

۹- عدم رعایت نظم و ترتیب صحیح در کارگاه ها، در دسترس نبودن وسایل لازم، چیدن نامرتب مواد اولیه و محصولات در کارگاه موجب شلوغ شدن محیط کار و بروز حادثه می گردد.

۱۰- شروع و ختم نامناسب کار، اضافه کاری بیش از حد کارگران و غیره منجر به خستگی آن ها شده و لذا باعث عدم رعایت ترتیب کار و شتابزدگی در انجام آن و ایجاد حوادث می گردد.

۱۱- شوخی ها و حرکات نا به جا در محیط کار و دخالت بی مورد بعضی از کارگران به کارهایی که ارتباطی به کارگر ندارد و غیره در بروز حوادث کارگری نقش موثری دارد.

۵- زیان های ناشی از حوادث

کارگران صنایع مختلف جزو سرمایه های یک مملکت بوده و لذا ایجاد حادثه برای هر کدام از آن ها زیان ها و ضایعات جبران ناپذیری از نظر اجتماع و اقتصاد مملکت ایجاد می کند که به شرح زیر می باشد:

الف) زیان های اجتماعی:

۱- کارگر فردی از جامعه بوده و ایجاد حادثه برای او به هر علتی که باشد موجب از کارافتادگی می گردد و حتی در صورت فوت کارگر در اثر ایجاد حادثه خانواده او بی سرپرست شده و دچار مشکلاتی در جامعه می شوند.

۲- در یک کارگاه به علت همبستگی کارگران با یکدیگر در صورت ایجاد حادثه برای یکی از آن ها اثر روحی بدی بر سایر کارگران گذارده و نتیجه آن حواس پرتی سایر کارگران و وقفه در کار آن ها می شود.

۳- اگر نتوان کارگر ماهر دیگری جهت انجام کار حادثه دیده پیدا نمود، کارفرما سعی می نماید کارگر تازه واردی را با آموزش کوتاه مدت یا بدون آموزش لازم جایگزین کارگر مصدوم نماید که او نیز ممکن است زودتر از کارگر اولی دچار حادثه شود.

ب) زیان های اقتصادی:

زیان های اقتصادی حوادث کارگاهی به دو صورت مستقیم و غیر مستقیم می باشد که زیان های مستقیم حادثه عبارت است از خسارت های ناشی از وقفه کار حادثه دیده.خسارت ناشی از کارافتادگی موقت، دائم یا فوت طبق موازین قانونی، هزینه های مربوط به حمل و نقل حادثه دیده و مخارج عملیات درمانی و جراحی.

زیان های غیر مستقیم عبارتند از :

۱- اتلاف وقت سایر کارگران که حادثه دیده را از محل کار خارج می کنند.
۲- ایجاد حادثه در کارگاه باعث می شود که سایر کارگران به آن توجه کرده و مدتی در مورد حادثه به گفتگو بپردازند که خود مدتی کار را متوقف و یا سرعت آن را کم می کند.
۳- در بعضی از موارد کارگر مصدوم با سایر کارگران ارتباط داشته و باعث می شود که کار دیگران به کلی متوقف شود.
۴- دخالت مقامات ذیصلاح مدتی از وقت افراد شاهد حادثه را در مورد توضیحات لازم گرفته می شود که خود ایجاد وقفه در کار می نماید.
۵- به جای شخص مصدوم کارگر دیگری باید عهده دار کار شود که این امر به حسن اجرای کار و کیفیت آن لطمه وارد می کند.
۶- در صورت تکرار حوادث در یک کارگاه محیط کار برای کارگران ناراحت کننده بوده که نتیجه آن لطمه به تولید کارگاه است.

۶- طرق پیشگیری از حوادث

نکات مشروحه زیر به منظور کم شدن حوادث کارگری در کارگاه ها از طرف کارفرمایان و کارگران باید رعایت گردد:

الف) نکات حفاظتی که کارفرمایان باید رعایت کنند:

۱- کارفرمایان و صاحبان سرمایه در نظر داشته باشند که جلوگیری از حوادث علاوه بر آن که یک کار انسانی است و موجب نجات افراد کارگاه می شود، باعث حفظ اموال و آسودگی خاطر، مانع تعطیل یا تعویق کار نیز می شود. لذا در مورد ایمن ساختن محیط کار کارگران از خرج کردن مقداری پول نباید دریغ داشته باشند.
۲- نکات حفاظتی و بهداشتی را که از طرف کارشناسان ذیصلاح به آن ها گوشزد می شود توجه کامل نموده و در جهت سالم سازی محیط کار کوشش لازم را داشته باشند.
۳- وسایل حفاظت انفرادی به تعداد کافی و از نوع استاندارد جهت کارگرانی که نیاز دارند تهیه و در اختیارشان قرار دهند و ترتیبی اتخاذ شود که کارگران وسایل ایمنی فرسوده خود را به موقع تحویل و نوع سالم آن را تحویل گیرند.
۴- از وادار کردن کارگران به انجام پاره ای کارها که احتمال ایجاد حادثه برای آن ها دارد به صورت کارمزدی که خود عاملی برای شتابزدگی در کار آن ها ایجاد می نماید خودداری ورزند.
۵- مراقبت شود که کارگران به هنگام کار از وسایل حفاظت فردی که در اختیارشان قرار داده شده به نحو مطلوب استفاده نمایند.
۶- نسبت به تشکیل کلاس های آموزشی جهت بالا بردن فرهنگ ایمنی کارگران به خصوص سرپرستان و مسئولین قسمت های مختلف کارگاهی و نحوه کار صحیح با دستگاه ها اقدام نمایند.

۷- کمیته های حفاظت در کارگاه هایی که بیش از ۲۵ نفر کارگر دارند به منظور پیشگیری از حوادث در کارگاه ضروری بوده و کارفرمایان می بایست نه تنها نسبت به تشکیل آن ها اقدام بلکه تسهیلات لازم در مورد تداوم و فعال نمودن کمیته ها نیز معمول دارند. بدیهی است که بهترین راه کم کردن حوادث از طریق کمیته های حفاظت همانا تشویق کارگرانی است که از وسایل حفاظت انفرادی به نحو مطلوب استفاده می نمایند و تنبیه کارگرانی است که اصول ایمنی لازم را پس از آموزش های لازم و تذکرات مکرر رعایت نمی کنند.

ب)نکات حفاظتی که کارگران باید رعایت کنند.

۱- کارگران از خطرات کار خود باید آگاه بوده و بدانند که حادثه خبر نمی کند و همیشه خطر در کمین است لذا شعار معروف «اول ایمنی، بعد کار» را همیشه آویز گوش خود کنند.

۲- نحوه کار با وسایل حفاظتی انفرادی را که از طرف کارفرمایان در اختیارشان قرار می گیرد به نحو مطلوب فرا گرفته و در موقع لزوم از آن ها استفاده نمایند.

۳- هر روز قبل از شروع کار از ابزار کار، ماشین ها و وسایلی که با آن ها سر و کار دارند بازدید کلی به عمل آورند.

۴- در مورد انجام کار هیچ گاه عجله به خرج ندهند و با شتابزدگی دچار بی احتیاطی نشده و از انجام کارهای کارمزدی مربوط به دستگاه های خطرناک مثل پرس های فاقد حفاظ های مناسب جداً خودداری نمایند.

۵- از شوخی ها و حرکات نا به جا و ناشایست که گاه به قیمت جان کارگران تمام می شود و همچنین از انجام کارهایی که مربوط به آن ها نمی باشد خودداری نمایند.

۶- کارگران با تجربه نه تنها برای حفظ جان خود بلکه برای سرمشق کارگران تازه کار و مبتدی مقررات ایمنی را به دقت رعایت کنند.

۷- قبل از شروع به تعمیر، نظافت و روغن کاری ماشین ها به طور اطمینان بخشی آن ها را متوقف نمایند.

۸- جهت ورود به محل هایی که احتمال وجود گازهای سمی می باشد، شبکه های برقدار، کار در معادن زیر زمینی و غیره نباید به تنهایی اقدام به انجام این کار نمود، بلکه با اطلاع و کمک کارفرما یا کارگران دیگر کارهای مذکور را انجام دهند.

۷- روشنایی در کارگاه ها

باید ترتیبی داده شود که در کارگاه ها حتی الامکان از نور طبیعی که بسیار مفید و موثر در انجام کارهاست به نحو کامل استفاده شود، البته ناگفته نماند که این عامل مفید می تواند عده ای از کارگران را نیز که مستقیماً و ساعت ها زیر تابش نور خورشید قرار دارند دچار عوارضی بنماید.

نور در کارگاه ها دارای اهمیت زیادی بوده تا جایی که می توان گفت پیشرفت در هر کار و حرفه و توسعه هر صنعت بستگی به وجود و کیفیت و کمیت نور دارد. وجود نور کافی و مناسب در هر کارگاه از نظر کمی و کیفی باعث می شود که اولاً میل و رغبت در انجام کار کارگران افزوده شده و با دقت و مراقبت بیشتری کار کنند، ثانیاً مهارت و کاردانی کارگران بهتر شده و کارها را آسان تر انجام می دهند، از طرفی بازده کار کارگران اضافه شده و خستگی کمتری به آن ها غلبه می نماید و قوای جسمی کارگران به ویژه قدرت بینایی آن ها محفوظ می ماند و عوارض روانی مثل تنبلی، کم حوصلگی، بی میلی، تنگی خلق و غیره در کارگران کمتر بوده و از همه مهم تر از میزان حوادث تا حد زیادی کاسته می شود.

با توجه به این نکات است که کارفرمایان باید توجه داشته باشند که هر خرجی برای تامین روشنایی بهتر و بیشتر در کارگاه بنماید نه تنها هدر نمی رود، بلکه چندین باربر نیز سود عایدشان می شود.

برای آن که نور طبیعی وارد کارگاه شود، باید با توجه به نوع کار مجموعه سطوح پنجره ها و یا سقف شیشه ای مورد استفاده در کارگاه حدود $\frac{1}{3}$ تا $\frac{1}{4}$ سطح کفکارگاه انتخاب شود و سقف کارگاه نیز به رنگ روشن باشد.

به منظور استفاده از حداکثر نور در روز باید پنجره ها ۱/۲۰ متر از کف محل کار ارتفاع داشته باشد و رنگ دیوارها نباید نه زیاد روشن و نه تیره باشد.

۸- مشخصات روشنایی مصنوعی استاندارد

استفاده از نور مصنوعی در کارگاه ها برای آن که راندمان بهتری از کار کارگران را ارائه نماید حتی الامکان باید دارای مشخصات زیر باشد:

۱- درخشندگی معتدل و سطح تشعشع کافی داشته باشد زیرا درخشندگی شدید و غیر منتظره نور موجب خیرگی و ناراحتی چشم انسان می شود.
۲- ایجاد حرارت زیاد نکند.
۳- هوا را در اثر محصولات حاصل از اشتعال خود آلوده نکند.
۴- نور ایجاد شده در صورت امکان به روشنایی روز نزدیک باشد.
۵- نور ایجاد شده در جهات مختلف پخش شده و ایجاد سایه نکند.
۶- در کارگاه های مرتفع هرگاه قسمت پایین روشن و در مجاورت سقف تاریک باشد ایجاد نوعی ناراحتی و افسردگی در روحیه کارگران می کند که شبیه حالتی است که به هنگام عبور از تونل های طویل به اشخاص دست می دهد و برای رفع چنین حالتی می بایست علاوه بر تهیه نور لازم در سطح کار در زیر سقف ها نیز نور کمی تامین شود.

۹- سرو صداها در کارگاه ها

شدت اصواتی که از خارج پرده صماخ را متاثر می کنند در گوش میانی به مقدار زیاد کاسته شده تا گوش داخلی از آسیب مصون بماند، ولی اگر شدت صوت زیاد شود پدیده مذکور در گوش میانی فایده چندانی نداشته و گوش داخلی آزرده می شود و شنیدن صداهای ناگهانی اغلب موجب ترس و دلهره شده و عکس العمل های شدیدی ظاهر می کند.

جلوگیری از سر و صدا در کارگاه ها به طرق زیر میسور است:

۱- سر و صدا در کارگاه های صنعتی می بایست از ۸۵ دسیبل کمتر باشد، لذا بهتر است از دستگاه هایی که کمتر از حد مذکور ایجاد سر و صدا می کنند استفاده شود یا وسایل ایجاد کننده سر و صدا در دستگاه ها را با وسایل کم صدا و یا بی صدا تعویض نمود و به طور کلی از ایجاد سر و صداهای غیر لازم و مزاحم در کارگاه اجتناب نمود.
۲- ماشین های پر سر و صدا را در محلی جداگانه و مجزا از سایر قسمت های کارگاه نصب نمود.
۳- انتخاب نقشه صحیح برای ساختمان کارگاه به طریقی که امواج صدا پژواک ایجاد نکرده و حتی الامکان آن را خفه کند از مهمترین راه های کم کردن سر و صدا می باشد.
۴- کم کردن ارتعاشات و تکان های ماشین آلات در کف کارگاه به وسیله نصب لاستیک، نمد، چوب پنبه و غیره در زیر پایه های آن ها.

۵- محدود کردن مدت کار در کارگاه های پر سر و صدا

۶- استفاده از گوشی های حفاظتی روی لاله گوش یا گذاردن توپی مخصوص در مجرای گوش

۱۰ - هوای کارگاه ها

نامناسب بودن هوای محیط کار کارگران یکی از عوامل مهم ایجاد خستگی و افزایش حوادث شغلی در کارگاه ها می باشد و استفاده از هوای پاکیزه و تازه و با درجه حرارت و رطوبت مناسب در محل کار اثر مهمی روی تندرستی نشاط، میل و رغبت به کار و راحتی کارگران دارد.

مطابق آیین نامه های موجود که از طرف وزارت کار و امور اجتماعی تدوین شده محل کار در کارگاه ها باید طوری تهیه شود که کارگران همیشه هوای سالم تنفس نمایند و در محل های سرپوشیده مقدار حداقل هوای لازم برای هر کارگر بر حسب نوع کار در هر ساعت ۳۰ الی ۵۰ متر مکعب است، ضمناً تهویه هوای کارگاه ها می تواند همانند روشنایی از طریق طبیعی و مصنوعی انجام گیرد.

۱۱ –خطر برق گرفتگی

بدن انسان نسبت به عبور جریان برق نیز یک هادی محسوب می شود. در نتیجه تاثیر جریان برق بر روی نسوج بدن خطراتی به شرح زیر ایجاد می کند:

۱- سوختگی :

جریان برق در نقاط ورود و خروج از بدن ایجاد سوختگی در نسج بدن کرده و میزان سوختگی به مقدار جریان برق عبور کرده از بدن، زمان عبور جریان و ولتاژ برق بستگی دارد که در برق ولتاژ قوی سوختگی بدن بیشتر از برق های فشار ضعیف می باشد.

۲- اختلال سیستم عصبی:

جریان برق روی سیستم اعصاب شخص برق گرفته تاثیر گذارده و حرکات غیر عادی در بدن شخص برق گرفته مثل لرزش و سپس پرتاب غیر عادی می نماید که معمولاً چنانچه برق گرفتگی در ارتفاعات به وجود آید مثلاً روی تیرهای برق یا پشت بام ها باعث سقوط برق گرفته و ضربه مغزی او یا شکستگی اعضاء بدنش می شود.

۳- انقباض عضلانی :

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

۴- تجزیه خون:

با توجه به این که اکثر حجم بدن انسان را خون تشکیل می دهد که عبارت است از گلبول های سفید و قرمز و پلاسما، موقع عبور جریان برق از بدن خون با داشتن املاح و مواد معدنی و مواد آلی مختلف همانند یک نوع الکترولیت عمل کرده و یونیزه شده که این عمل بی نظمی در ضربان

قلب و در نتیجه ایجاد اختلال در سیستم تنفسی بدن می شود و چنانچه شدت جریان برق زیاد بوده و مدت طولانی جریان برق از بدن عبور کند می تواند باعث مرگ برق گرفته شود. بدن انسان در برابر عبور جریان برق مقاومت نشان می دهد که مقدار آن در افراد مختلف متفاوت است.

طبق آزمایشات به عمل آمده مقدار متوسط مقاومت الکتریکی بدن انسان حدود یک کیلو اهم است که اگر مقدار ۲۴ میلی آمپر جریان برق در مدت ۰/۱ ثانیه (زمان تناوب قلب) از بدن شخص عبور کند باعث ایجاد اختلال و بی نظمی در جریان قلب شده و خطر مرگ را پیش می آورد که بدین ترتیب آستانه خطر مرگ برای انسان ۲۴ ولت است:

$$V = I . R = ۲۴ \times ۱ = ۲۴$$ ولت

بنابراین در صنعت ولتاژ برق متناوب بیش از ۲۴ ولت با فرکانس ۵۰ هرتز برای انسان خطرناک می باشد. در فرکانس مذکور جریان برق با شدت ۱۰۰ میلی آمپر منجر به مرگ برق گرفته می شود. افزایش فرکانس در جریان متناوب خطر برق گرفتگی را کاهش می دهد.

خطر برق گرفتگی انسان در جریان برق مستقیم برای جریان های بیش از ۵۰ میلی آمپر یا به عبارت دیگر ولتاژهای بیش از ۵۰ ولت وجود دارد.

با توجه به موارد مذکور علت این که گفته می شود که چراغ های دوره گرد که در محل های مرطوب مثل زیرزمین ها، چاه ها، داخل مخازن فلزی به کار برده می شود باید با برق متناوب کمتر از ۲۴ ولت روشن شود معلوم می گردد که برای تهیه چنین ولتاژی کافی است از یک ترانس کاهنده ولتاژ ۲۲۰ به ۲۴ ولت با آمپر مناسب استفاده نمود.

اثرات فیزیولوژی جریان برق متناوب و مستقیم روی بدن انسان با شدت جریان های مختلف

اثرات جریان برق مستقیم	اثرات جریان برق متناوب با فرکانس ۵۰ یا ۶۰ هرتز	شدت جریان برق به میلی آمپر
خارش و احساس گرما	فشار در ساعد قابل درک است	۴ تا ۸ میلی آمپر
فشار خفیف در دست ها توام با حرارت	غلغلک شدید تا سر شانه، خشک شدن ساعد تا آرنج ولی هنوز الکترودها را می توان رها کرد	۱۱ تا ۱۵ میلی آمپر
سوزن سوزن شدن دست ها در مفاصل و کف دست ها	فلج شدن ناگهانی دست ها، درد شدید همراه با تنگی نفس الکترودها از دست رها نمی شود	۲۰ تا ۲۵ میلی آمپر
تشدید گرما، انقباض عضلات، تنگی نفس و احتمالاً فلج تنفس	بند آمدن نفس، لرز بطن های قلب و بیش از ۳ ثانیه فلج قلب	۵۰ تا ۹۰ میلی آمپر

۱۲ - نحوه ایجاد برق گرفتگی برای انسان

انسان به طرق مختلف در معرض خطر برق گرفتگی قرار دارد، مثل وجود زدگی در روپوش عایق یک سیم برق دار یا ایجاد شکستگی در عایق بندی دستگاه برقی و غیره ولی در کارگاه های صنعتی غالباً ایجاد برق گرفتگی به وسیله بدنه فلزی دستگاه های برقی که مستقیماً تحت تاثیر فشار برق قرار ندارند صورت می گیرد.

فرض کنید شخصی با دستگاه برقی (مثلاً چرخ گوشت) که دارای بدنه فلزی می باشد و تحت فشار برق نمی باشد هنگام کار به علت نامعلومی مثل جدا شدن قسمتی از سیم فاز از محل خود و برخورد با بدنه اتصالی پیدا کرده و بدنه فلزی دستگاه برق دار شود. در این حالت چنانچه زیر پای کارگر عایق نباشد جریان برق بدنه دستگاه از طریق دست او به زمین ارتباط پیدا نموده و از طریق سیم اتصال زمین ترانسفورماتور کاهنده مدار بسته ای را به وجود می آورد و در این حالت بین دست و پای شخص و زمین اختلاف پتانسیل زیادی حدود U_0 یعنی ۲۲۰ ولت به وجود می آید و با توجه به این که مقاومت متوسط بدن انسان حدود هزار اهم می باشد، شدت جریانی معادل ۲۰۰ تا ۲۲۰ میلی آمپر از بدن شخص عبور می کند که باعث برق گرفتگی و احتمالاً مرگ شخص می گردد.

۱۳ - رفع خطر برق گرفتگی:

برای رفع خطر برق گرفتگی اشخاص هنگام کار با دستگاه های برقی دارای بدنه فلزی می توان به یکی از طرق زیر عمل نمود:

۱- ایزوله کردن بدن شخص نسبت به زمین:

برای این منظور باید زیر پای شخص را با وسائل مناسب مثل فرش لاستیکی، چوب و یا استفاده از کفش های تخت لاستیکی و غیره نسبت به زمین عایق نمود.

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

یک ترانس القایی که ورودی و خروجی آن دارای یک ولتاژ باشد در راه عبور جریان برق به دستگاه های برقی مورد استفاده قرار می گیرد. لازم به توضیح است که ساختن یک ترانس پر قدرت القایی پر خرج بوده و بیشتر در آزمایشگاه ها مورد استفاده قرار می گیرد.

۳- استفاده از دستگاه هایی که بدنه آن ها عایق الکتریسیته است:

این روش در مورد دستگاه های موجود در کارگاه های صنعتی امکان پذیر نیست و برای وسایل برقی کوچک و خانگی می تواند مورد استفاده قرار گیرد.

۴- استفاده از رله حفاظتی:

رله های حفاظتی طوری ساخته شده اند که به محض ایجاد اختلالاتی در سیستم برق مورد استفاده و به هنگامی که از بدن انسان بیش از ۳۰ میلی آمپر جریان برق عبور کند، بلافاصله رله عمل نموده و جریان برق دستگاه به طور اتوماتیک قطع می شود.

۵- اتصال بدنه دستگاه به زمین:

یکی از روش های کاملاً ایمنی و ارزان قیمت برای رفع خطر برق گرفتگی در صنایع اتصال بدنه فلزی دستگاه های برقی به زمین است.

چنانچه بدنه دستگاه برق دار شود، جریان مذکور از دو راه قادر است به زمین ارتباط برقرار کند. اگر شدت جریان برق را به I نمایش دهیم، مقدار I_1 از این جریان وارد بدن شخص و مقدار جریان I_2 از طریق سیم اتصال زمین دستگاه وارد زمین می شود، به طوری که اگر مقاومت بدن R_1 و مقاومت اتصال زمین R_2 باشد، جریان برقی که از سیم اتصال زمین عبور می کند، از رابطه زیر به دست خواهد آمد:

$$\mathrm{R_1\ I_{1=}R_2\ I_1} I_1 = \frac{R_2}{R_1} I_2 I = I_1 + I_2 = \frac{R_2}{R_1} I_2 + I_2 I_2 = \frac{I}{I + \frac{R_1}{R_2}}$$

با توجه به رابطه اخیر مشاهده می شود برای آن که حداکثر جریان برق که در بدنه دستگاه در اثر اتصالی ایجاد شده از سیم اتصال زمین دستگاه عبور کند و مقدار ناچیزی از جریان که کمتر از ۲۴ میلی آمپر باشد از بدن شخص بگذرد تا خطری برای او نداشته باشد. باید شدت جریان I_2 نزدیک به شدت جریان برق ورودی دستگاه یعنی I باشد و برای این منظور چون مقاومت بدن انسان تقریباً ثابت می باشد، پس باید مقدار مقاومت اتصال زمین یعنی R_2 را خیلی کم انتخاب کرد و برای رسیدن به این منظور باید سیم اتصال زمین دارای سطح مقطع زیادی باشد که عملاً از یک صفحه مسی با ابعاد مناسب به عنوان سطح مقطع مذکور استفاده می کنند.

۱۴ - تقسیم بندی تاسیسات برقی از نظر ولتاژ

ولتاژهای خیلی ضعیف:

تا ۵۰ ولت در جریان برق مستقیم

تا ۲۴ ولت متناوب بین هادی و زمین و تا ۴۲ ولت بین فازهایی که دارای جریان سه فاز بوده و سیم صفر آن ها به زمین متصل باشد.

این ولتاژها خطرناک نیستند، به جز ولتاژ بین فازها که ۴۲ ولت است.

ولتاژهای ضعیف:

تا ۲۵۰ ولت متناوب بین فازها و زمین و تا ۴۳۳ ولت میان فازها. این ولتاژها گاهی کشنده است.

ولتاژهای قوی:

بین ۶۰۰ تا ۶۰۰۰۰ ولت در جریان برق مستقیم

بین ۲۵۰ تا ۳۳۰۰۰ ولت متناوب بین فاز و زمین

بین ۴۳۳ تا ۵۷۰۰۰ ولت بین فازها

ولتاژهای خیلی قوی:

بیش از ۶۰۰۰۰ ولت در جریان برق مستقیم

بیش از ۳۳۰۰۰ ولت متناوب بین فازها و زمین و بیش از ۵۷۰۰۰ ولت بین فازها

ولتاژهای قوی و خیلی قوی در اغلب موارد کشنده است.

۱۵ - نکات ایمنی هنگام کار با برق فشار ضعیف

موقع کار روی تاسیسات برق فشار ضعیف اگر امکان قطع برق وجود دارد، باید به ترتیب زیر عمل نمود:

جریان برق را به نحو موثری قطع نموده و تابلوی اعلام خطر در روی کلید قطع و وصل قرار گیرد و کلیدهای خودکار و فرعی مربوط به دستگاه ها نیز در حالت قطع باشد و از هر نوع امکانی که باعث شود تا مجدداً وسایل مذکور برق دار شوند باید جلوگیری نمود.

پس از رعایت نکات فوق و قبل از شروع کار روی تاسیسات باید به کمک ولت متر یا فازمتر یا هر وسیله سنجش دیگری از بی برق بودن مدار اطمینان حاصل نمود.

اگر امکان قطع جریان برق امکان پذیر نیست باید با احتیاط لازم و به ترتیب زیر عمل نمود:

۱- انجام کار باید طبق دستور مستقیم شخص مسئول و تحت مراقبت کامل شخصی که آشنا به تاسیسات مورد نظر است صورت پذیرد.
۲- زیر پا اشیاء عایق مانند چهارپایه چوبی، فرش لاستیکی و غیره باید قرار داد مگر در مواردی که منظور بالا رفتن از پایه یا تیری باشد که فاقد سکوی کار است.
۳- استفاده از دستکش، کفش عایق و ابزار دسته عایق مثل انبر دست، پیچ گوشتی و غیره ضروری است.
۴- استفاده از کلاه ایمنی، کت عایق و شلواری که تمام بدن را بپوشاند جهت کار در مجاورت سیم های برق دار لازم است.
۵- همراه داشتن اشیاء فلزی غیر ضروری مثل زنجیر، ساعت و غیره هنگام کار با تاسیسات برق دار ممنوع است.
۶- هادی های برهنه برق دار را که در مجاورت محل کار است، جهت جلوگیری از اتصال کوتاه باید عایق بندی نمود.

۱۶ - نکات ایمنی هنگام کار با برق فشار قوی

خطرات برق فشار قوی بیش از خطرات برق فشار ضعیف و انجام هرگونه عملیات روی تاسیسات مذکور باید با دقت بیشتری با رعایت نکات ایمنی زیر به مرحله اجرا در آید:

۱- کلیه عملیات باید تحت سرپرستی و دستور شخص ذیصلاحی انجام شود.
۲- جریان برق تاسیسات مذکور باید از کلیه منابع نیروی برق قطع شود. (قرار دادن تمام دستگاه های قطع کننده در حالت باز)
۳- قرار دادن اعلانات خبری روی فرمان دستگاه های قطع کننده ای که متوقف شده است.

۴- تحقیق شود که در محل کار فشار الکتریکی وجود نداشته باشد، این عمل به وسیله چنگک نئون، تفنگ مخصوص پرتاب سیم و غیره انجام می شود. لازم به توضیح است که در روش تحقیق از پرتاب سیم های لخت و یا زنجیر به وسیله دست جداً خودداری شود.

۵- هنگامی که هیچگونه فشار الکتریکی در خط مشاهده نشود با استفاده از دستکش و چنگک عایق باید فازها را به یکدیگر وصل نموده و به زمین اتصال داد. اتصال فازها به یکدیگر و وصل آن ها به زمین حتی الامکان نزدیک به محل کار و در دو طرف محل کار باید انجام شود.

۶- برقرار کردن مجدد جریان برق پس از پایان کار فقط به دستور سرپرست انجام و به ترتیب عکس انجام عملیات مذکور عمل برقراری مجدد جریان انجام می گیرد.

۱۷ - نکات ایمنی هنگام کار با دستگاه های جوش برق

جوشکاری با برق توسط دستگاه های ترانسفورماتور با آمپر بالا و ولتاژ پایین انجام می شود و هنگام جوشکاری خطراتی برای کارگر جوشکار و محیطی که در آن عمل جوشکاری انجام می شود به وجود می آید که شامل موارد زیر می باشد:

۱- پاشیدن جرقه های ناشی از جوشکاری که احتمال ایجاد آتش سوزی در اطراف را می نماید و برای پیشگیری از بروز چنین حوادثی می بایست کلیه مواد قابل اشتعال را موقع جوشکاری از محل دور نمود.

۲- شوک الکتریکی ممکن است به کارگر جوشکار دست بدهد و برای پیشگیری از بروز آن می بایست کارگر دارای دستکش و کفش عایق الکتریسیته بوده و انبرک یا ایکترود دیگر نیز باید دارای دسته عایق الکتریسیته باشد.

۳- دود گازهای مضر، ایجاد شده ناشی از جوشکاری خطر مسمومیت به دنبال دارد و برای پیشگیری از وقوع هرگونه حادثه مسمومیت ناشی از گازهای مذکور در محیط بسته چنانچه اقدام به جوشکاری می شود می بایست کارگر جوشکار دارای ماسک های حفاظتی مخصوص تنفس بوده و یا این که با نصب هواکش مناسب از گازهای مضره تهویه شود.

۴- تشعشات ناشی از عمل جوشکاری:

تشعشات حاصل از ایجاد قوس الکتریکی در جوشکاری با برق نور خیره کننده ای داشته که برای چشم ها خطرناک می باشد و به منظور جلوگیری از خطرات چشم، کارگران جوشکار باید از ماسک های محافظ چشم یا عینک های حفاظتی که شیشه های تیره رنگ دارند و مقدار زیادی از تشعشات فوری را جذب می نمایند استفاده نمایند.

اغلب مشاهده می شود که عدم رعایت ایمنی در مورد دستگاه های جوشکاری با برق باعث ایجاد حوادث برق گرفتگی برای جوشکار یا افرادی که از کنار دستگاه یا محل جوشکاری عبور می کنند می گردد که در صورت مناسب نبودن شرایط محیط کار از نظر رطوبت و غیره گاهی حوادث مذکور منجر به فوت مصدومین برق گرفته می شود، لذا رعایت نکات زیر در مورد دستگاه های جوش برق لازم به نظر می رسد:

اولاً: درپوش دستگاه های جوشکاری به جز موقع تعمیرات باید در جای اصلی خود قرار داشته باشد تا از دسترسی افراد به قسمت های لخت برق دار یا افتادن اشیاء به داخل دستگاه جلوگیری شود.

ثانیاً: کابل ها و محل اتصالات کابل های جوشکاری به دستگاه و دسته الکترود جوشکاری باید به دقت بررسی شوند که عایق بندی کامل شده باشند و فاقد زدگی باشند.

ثالثاً: حتی الامکان باید سعی شود که جوشکاری در محل های مرطوب انجام نگیرد در غیر این صورت نسبت به ایزوله نمودن کارگران جوشکار نسبت به زمین به وسیله فرش لاستیکی یا کفش عایق برق و غیره باید اقدام شود و کارگران جوشکار نیز مجهز به دستکش های مخصوص جوشکاری باشند.

۱۸ - حریق های الکتریکی

یکی از عوامل ایجاد آتش سوزی توسط برق اتصال دو سیم فاز و نول یا دو سیم فاز در برق های سه فاز با یکدیگر می باشد که در اثر اتصال ایجاد جرقه و تولید گرمای زیاد شده و اگر محیط اطراف در شرایطی باشد که قابل سوختن باشد، مسلماً آتش سوزی اتفاق می افتد.

بدیهی است که ایجاد جرقه و آتش سوزی در اثر نامناسب بودن فیوزهای برق که در مسیر جریان بوده صورت می گیرد، بدین ترتیب که اگر در مدار بیش از حد مقدار مقاومت الکتریکی سیم ها جریان برق عبور داده شود باعث گرم شدن و در نهایت سوختن روکش پلاستیکی سیم ها و ایجاد اتصال کوتاه می شود، چنانچه یک فیوز مناسب در مسیر جریان برق قرار داشته باشد، بلافاصله جریان برق قطع شده و از آتش سوزی جلوگیری خواهد شد. بعضی اوقات مشاهده می شود که کارگران برق کار فیوز مسیر جریان برق یک دستگاه را برداشته و مستقیماً دستگاه را در مسیر جریان برق قرار می دهند که باعث می شود به هنگام بروز اختلالاتی در سیستم برق و ایجاد اتصال کوتاه به دستگاه نیز خساراتی وارد شود.

بنابراین توصیه می شود که برای جلوگیری از آتش سوزی های ناشی از برق اولاً سیم کشی برق کارگاه ها طبق اصول فنی صورت گیرد و حتی الامکان از کابل های مناسب استفاده شود، ثانیاً در مسیر جریان برق حتماً فیوزهای مناسب به خصوص فیوزهای اتوماتیک قرار داده شود که به محض ایجاد اتصال کوتاه در محلی که در مسیر جریان قرار دارد مدار الکتریکی فوراً از طریق فیوز قطع شود، ضمناً فیوزهای مورد استفاده حتماً در مسیر سیم های فاز نصب شود.

۱۹ - نکات ایمنی وسایل و تاسیسات برقی

۱- سیم های رابط مرتباً بازدید شود که فاقد قسمت های لخت برق دار باشند.
۲- کلیه ادوات برقی مثل کلیدها، پریزها و غیره حتماً سالم باشند.
۳- سیم کشی ساختمان کارگاه ها باید طبق اصول فنی بوده و سیم ها از داخل لوله های عایق عبور داده شوند یا از کابل استفاده گردد.
۴- دستگاه های برقی که بدنه فلزی دارند باید دارای اتصال زمین موثر بوده و در سر راه جریان برق دستگاه ها حتماً فیوزهای مناسب و سالم قرار داده شود.
۵- کابل های برق پرتابل (قابل حمل) حتی الامکان در مسیر رفت و آمد کارگران قرار نگیرد.
۶- هنگام تعمیرات باید زیر پا عایق و از ابزار دسته عایق مناسب استفاده شود.
۷- مقابل تابلوهای برق باید به وسیله مواد عایق الکتریسته مفروش گردد.
۸- تابلوهای برق دستگاه ها باید در محفظه های قفل دار نصب شده و کلید آن ها در اختیار افراد مسئول و ذیصلاحی باشد.
۹- افرادی که با برق و تعمیرات برق آشنایی ندارند از انجام کارهای برقی خودداری کنند.

۱۰- به منظور اطلاع از وجود یا عدم وجود برق در یک مدار از وسایل سنجش مناسب مثل فازمتر و غیره استفاده شود.

عکس شماره ۱۰ : دستگاه بالابر مذکور فاقد اتصال زمین بوده، از طرفی تسمه فلکه الکتروموتور آن نیز حفاظ ندارد و باعث شده که موقع کار دستگاه ناگهان کابل برق لای تسمه فلکه در حال دوران رفته و با ایجاد زدگی در آن بدنه فلزی دستگاه برق دار شده و کارگری که دستکش با پایه آن تماس داشته دچار برق گرفتگی و در اثر سقوط از پشت بام کارگاه ساختمانی فوت نماید.

۱۱- در صورت انجام تعمیرات روی دستگاه های برقی باید فیوزهای تابلوی برق دستگاه را برداشته و درب تابلوی برق نیز قفل یا در قسمت کلید دستگاه تابلوی (دستگاه در حال تعمیر، از دست زدن خودداری کنید) نصب شود.

۱۲- چراغ های دوره گرد که با برق ۲۲۰ ولت کار می کنند باید روی لامپ حفاظ توری شکل داشته باشند، همچنین دسته آن ها برای جلوگیری از خطرات برق گرفتگی کاملاً عایق باشد. ضمناً چراغ دوره گرد مورد استفاده در مخازن فلزی، چاه ها و غیره باید از برق کمتر از ۲۴ ولت تغذیه شوند.

۱۳- روی کانال های مربوط به برق که محل عبور و مرور کارگران است باید پوشیده شود تا از افتادن آن ها به داخل کانال جلوگیری شود.

۱۴- در انبارهای قند و شکر و آرد و محل هایی که گازهای قابل اشتعال و گرد و غبار آتش زا وجود دارد، کلیه کلیدهای برق، وسایل تنظیم مقاومت های الکتریکی و کلیدهای اصلی فرمان دستگاه ها باید در محل های مجزا و پوشیده و در خارج از محل انبارهای مذکور نصب شوند یا از کلیدهای قطع و وصل ضد جرقه استفاده گردد.

۱۵- استفاده از جرثقیل ها، بالابرها و غیره در محل هایی که خطوط برق وجود دارد باید با رعایت نمودن احتیاط های لازم صورت گیرد که بدنه دستگاه ها به حریم خطوط برق دار وارد نشوند.

۱۶- ایجاد هرگونه ساختمان در حریم خطوط برق دار بدون کسب مجوز از شرکت برق منطقه ای اکیداً ممنوع است.

۲۰ - نجات مصدومین برق گرفته

اگر فردی دچار برق گرفتگی شود باید برای نجات مصدوم از وسایل برق دار و انجام کمک های اولیه به ترتیب زیر عمل نمود:

۱- در صورت امکان جریان برق باید از نزدیک ترین کلید یا فیوز قطع شود و در صورت عدم امکان قطع برق باید مراتب را به اطلاع اتفاقات شرکت برق و اورژانس رسانید.

۲- در فاصله زمانی که مامورین شرکت برق و اورژانس جهت برق و عملیات پزشکی به محل حادثه می رسند باید با استفاده از وسایل عایق برق مثل تخته خشک و ابزاری تماماً چوبی یا پلاستیکی باشند، سیم حامل برق را از بدن مصدوم جدا نمود و در انجام این عمل باید مراقبت شود که شخص نجات دهنده با بدن مصدوم و یا سیم لخت برق دار تماس پیدا نکند.

۳- پس از آن که مصدوم از هادی برق دار جدا شده در حالت اغماء به سر می برد، اگر قلب و اعضاء تنفسی او آسیب ندیده باشد کافی است پنجره اتاق را باز نموده و آمونیاک یا سرکه به نزدیک بینی اوگرفته تا استشمام کند.

۴- اگر تنفس مصدوم منقطع و یا ضربان قلب او قطع شده باشد، این نشانه شوک الکتریکی است که فلج تنفس و یا قلب را به وجود آورده که در اغلب این یک مرگ دروغی است.

آمار نشان می دهد که اگر در دقیقه اول به برق گرفته کمک شود ۹۰٪ حیات و پس از ۶ دقیقه کمک ۱۰٪ حیات و پس از ۱۲ دقیقه کمک زنده ماندن شخص مصدوم به احتمال کم دیده شده است.

۵- برای انجام کمک های اولیه به مصدومین برق گرفته تمام لباس های او را که موجب تنگی نفس می شوند جدا کرده، دهان مصدوم را ابتدا تمیز و دندان های او را از یکدیگر جدا نموده و لای آن ها را با مداد، دسته قاشق و غیره همواره باز باید نگهداشت تا دوباره دندان ها قفل نشوند.

۶- برق گرفته را به پشت خوابانده و زیر گردن او را لباس یا پتوئی قرار می دهند که سر به پشت افتاده و سینه جلو بیاید و راه تنفس آزاد شود. سپس بینی مصدوم را گرفته و هوا از طریق دهان به دهان به داخل سینه مصدوم دمیده می شود، پس از سه یا چهار مرتبه تنفس مصنوعی به مدت ۱۵ تا ۲۰ ثانیه به تعداد ۱۵ الی ۲۰ بار ماساژ قلب به طور مداوم باید به مصدوم داد و عمل تنفس مصنوعی باید تا شروع تنفس مصدوم اجرا شود.

۷- اگر در حین تنفس مصنوعی کمترین علامت حیات از قبیل حرکت لب ها یا لرز گونه ها در مصدوم ملاحظه شود عمل تنفس مصنوعی چند ثانیه قطع و به مصدوم امکان تنفس داده شود.

۸- در صورت ملاحظه علائم حیات در برق گرفته به هیچ وجه نباید او را پس از به هوش آمدن مجبور به بلند شدن و راه رفتن نمود، بلکه مصدوم را باید روی برانکارد یا تخت خواب با پتوئی خوابانده تا استراحت کند.

فصل دوم

ایمنی در برق

۱ - آشنایی با ویژگی های شبکه های هوایی و زمینی

به دلیل بدون روپوش بودن و همچنین در دسترس قرار گرفتن قسمت های برقدار خطوط هوایی و نیز آسیب پذیر بودن پایه ها و هادی های آن ها، شبکه های هوایی اغلب در معرض بروز حوادث بسیاری بوده که شرح مختصری از آن ها بدین قرار است:

۱- آسیب پذیری در برابر طوفان و اختلالات جوی در شبکه های هوایی بسیار قابل توجه می باشد.

۲- خطراتی که همه ساله در اثر برخورد جرثقیل ها و خودروهای با ارتفاع زیاد و شبکه اتفاق می افتد که رانندگان و دیگر عوامل کاری را تهدید می نماید.

۳- پرتابه ها، شکستن مقره و ضعف الکتریکی سایر تجهیزات دیگر باعث آسیب شبکه شده که منجر به بروز حوادث بسیاری خواهند شد، مثل پارگی سیم نول که در نهایت باعث دو فاز شدن برخی از خطوط مشترکین شده و وسایل و تجهیزات خانگی را آسیب می رساند.

۴- تصادف وسایل نقلیه با پایه های بتونی یا چوبی در کنار جاده ها، اتوبان ها و خیابان ها یکی دیگر از عوامل حادثه ساز در شبکه های توزیع هوایی است که باعث ایجاد خسارات مالی وجانی می گردد.

۵- شبکه های هوایی برای کارگران ساختمانی نیز خطر آفرین می باشد.

۶- سقوط برقکاران (سیم بانان) از روی پایه ها، خواه با استفاده از وسایل ایمنی و خواه بدون استفاده از آن ها

۷- ایجاد پارازیت در خطوط مخابراتی، برداشت ها و انشعابات غیر مجاز در شبکه، برخورد رعد و برق با خطوط هوایی و سرقت شبکه از دیگر معایب شبکه های هوایی می باشند که جا دارد مورد توجه خاصی قرار گیرند.

۸- احداث شبکه های هوایی آسانتر است در صورتی که برای احداث شبکه های زمینی اولاً باید مسیر مناسب باشد، ثانیاً احتیاج به ایجاد کانال می باشد.

۹- احداث شبکه های هوایی ارزانتر از شبکه های زمینی است.

۱۰- عیب یابی و رفع عیب شبکه های هوایی آسانتر می باشد، زیرا بیشتر عیوب آن با چشم دیده می شود ولی پیدا کردن عیب در شبکه های زمینی به دستگاه های عیب یابی نیاز دارد و زمان بیشتری برای رفع عیب نیاز خواهد بود.

۱۱- همین طور که ولتاژ انتقال افزایش می یابد، هزینه کابل ها (شبکه های زمینی) نیز افزایش می یابد.

۱۲- در شبکه های زمینی به افراد متخصص بیشتری نیاز است.

۱۳- در شهرها و مناطق پر جمعیت برای حفظ زیبایی شهر، معمولاً از شبکه های زمینی استفاده می شود.

۱۴- شبکه های زمینی به علت دوری از یخ، برف، باران، شاخه های درختان و رعد و برق امکان خرابی آن ها کمتر خواهد بود.

۲ – حریم خطوط انتقال و توزیع برق

نظر به اهمیت رعایت اصول ایمنی و فاصله مجاز در خطوط انتقال و توزیع برق و خطرات ناشی از میدان های الکتریکی و مغناطیسی و اثرات سوء ناشی از آن ها بر بدن انسان به بررسی رعایت حریم خطوط انتقال برق، فاصله سیم تا سطح زمین و بررسی راهکارهای کاهش اثرات سوء این دو میدان بر بدن انسان می پردازیم.

محور خط

خط فرضی واصل بین مراکز پایه های خط انتقال انرژی را محور خط می نامند.

مسیر خط

نواری است روی زمین و به موازات محور خط که حد خارجی دو طرف آن تصویر هادی های جانبی خط روی زمین می باشد (شکل ۲-۱)

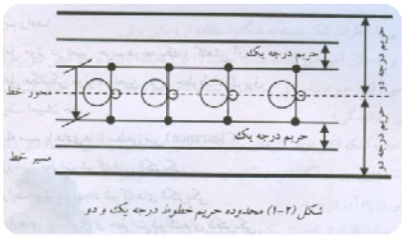
حریم درجه یک

دو نوار در طرفین مسیر خط و متصل به آن که عرض هر کدام را حریم درجه یک می نامند. در مسیر خط و حریم درجه یک، اقدام به هرگونه عملیات ساختمانی و ایجاد تاسیسات مسکونی و دامداری یا باغ، درختکاری و انبارداری تا هر ارتفاع ممنوع می باشد و فقط زراعت فصلی و سطحی، حفر چاه و قنات، راهسازی و شبکه آبیاری مشروط بر این که سبب ایجاد خسارت برای تاسیسات خطوط انتقال برق نگردد، مجاز می باشد. در این حریم اصول حفاظتی به منظور جلوگیری از بروز خطرات جانی و مالی رعایت شده و در مورد حفر چاه و قنات و راه سازی بایستی قبلاً از مسئولین عملیات خطوط نیروی برق مجوز گرفته شود (ولی در هر صورت ایجاد شبکه آبیاری، حفر چاه، قنوات و راه سازی در اطراف پایه های خط نباید در فاصله ای کمتر از ۳m از پی پایه ها انجام گیرد.)

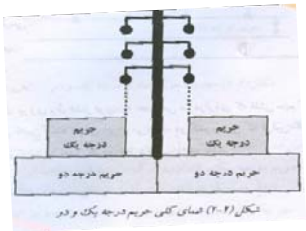
حریم درجه دو

دو نوار در طرفین حریم درجه یک و متصل به آن که فاصله افقی حد خارجی آن از محور خط را حریم درجه دو می نامند. در حریم درجه دو فقط ایجاد تاسیسات ساختمانی اعم از مسکونی، صنعتی و مخازن سوخت تا هر ارتفاع ممنوع می باشد.

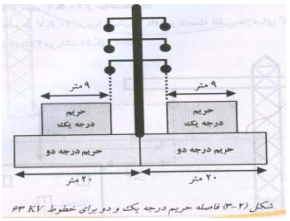
تذکر : طبق استاندار وزارت نیرو، حریم درجه یک و درجه دو خطوط ۲۰ kv به ترتیب ۳ و ۵ m می باشد.



شکل (۲-۱) محدوده حریم خطوط درجه یک و دو



شکل (۲-۲) فضای کلی حریم درجه یک و دو



شکل (۲-۳) فاصله حریم درجه یک و دو برای خطوط ۶۳ KV

عوامل مهم در محاسبه حریم خطوط انتقال برق

اصولاً حریم در دو طرف خطوط انتقال یا توزیع به عوامل مختلفی وابسته است که عمدتاً با توجه به موارد زیر محاسبه می شود:

۱- میدان الکتریکی

۲- میدان مغناطیسی

۳- نویز رادیویی

۴- نویز شنوایی

۵- نوسانات هادی ها

در خطوط انتقال نیروی برق فشار قوی، به خصوص در مواردی که فلش سیم کم باشد، معمولاً میدان الکتریکی تعیین کننده عرض حریم می باشد. در کشورهایی که قوانین کنترل نویز وجود دارد، نویز هم می تواند در تعیین حریم خط دخالت داشته باشد.

عوامل موثر در میدان های الکتریکی

بر اساس مقررات فعلی وزارت نیرو، ارقام مشخصی به عنوان حریم خطوط انتقال نیرو تعیین و به مرحله اجرا در آمده است که این ارقام تنها به صورت تابعی از ولتاژ خطوط تعریف شده اند، گر چه شدت میدان های الکتریکی در هر نقطه از اطراف هادی ها به ولتاژ خطوط انتقال نیرو وابسته است، اما تنها به این عامل متکی نمی شود؛ بلکه عوامل مختلف دیگری نیز در این امر دخالت دارند که مهمترین آن عبارتند از :

۱- قطر هادی
۲- فواصل هادی ها یا فاز
۳- تعداد هادی های فرعی در هر فاز
۴- تعداد مدارهای خطوط انتقال نیرو
۵- آرایش هادی ها در روی پایه ها
۶- فاصله هادی های فرعی در خطوط باندل

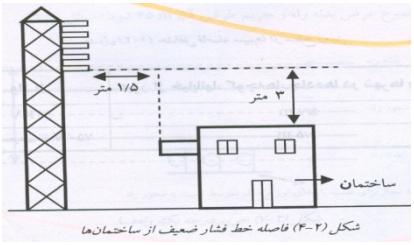
بنابراین برای تعیین عرض حریم خطوط انتقال (مانند ۴۰۰kv) تنها نمی توان به ولتاژ اتکا نمود؛ زیرا تغییر هر یک از عوامل اعلام شده می تواند حریم را تا حدود زیادی دچار تغییر سازد.

فاصله آزاد سیم ها از ساختمان ها و اسکلت ها

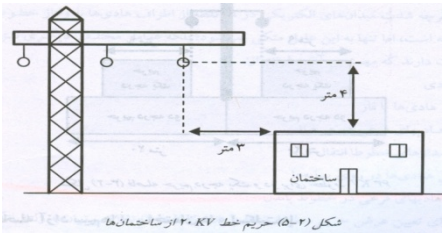
فاصله عمودی سیم های فشار ضعیف (۳۸۰ v) تا ساختمان ۳m و فاصله افقی سیم ها تا ساختمان ها ۱/۵m می باشد. ضمناً تا جاهایی که فاصله کافی نیست، نمی توان از جلوبر استفاده نمود و بایستی از سیم های روپوش دار استفاده شود

فاصله عمودی خطوط ۲۰ kv تا ساختمان ها ۴m و فاصله افقی فازهای کناری خطوط ۲۰ kv تا ساختمان ها ۳m می باشد

حداقل فاصله آزاد سیم های ۲۰ kv تا خط راه آهن ۹m و فاصله افقی مرکز راه آهن تا پایه دکل خط ۲۰ kv برابر ۱۷m می باشد



شکل (۲-۴) فاصله خط فشار ضعیف از ساختمان‌ها



شکل (۲-۵) حریم خط ۲۰ KV از ساختمان‌ها

جدول زیر حداقل فاصله سیم ها از سطح زمین در جاده ها، شهرها و روستاها را نشان داده است.

ولتاژ	عبور از خیابان ها، کوچه ها، جاده ها در شهرها و روستاها
۲۰ kv	۶/۷ m
فشار ضعیف تا ۷۵۰ v	۵/۵ m

عوامل مکانیکی موثر در تعیین حریم خطوط انتقال برق

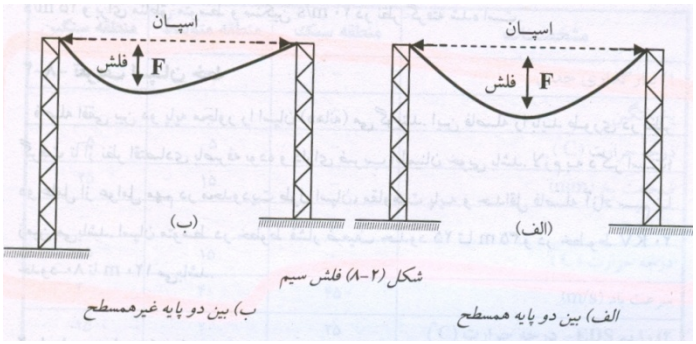
عوامل مکانیکی موثر در تعیین حریم خطوط انتقال برق عبارتند از : شرایط بارگذاری منطقه، انحراف زنجیره مقره، درجه حرارت هادی، وزش باد، پیری سیم و پارگی سیم که اثر این عوامل به صورت تغییر محل و جا به جایی سیم هادی از وضعیت عادی خود در جهت افقی و قائم می باشد.

تعریف اسپان خط

فاصله افقی بین دو پایه مجاور را اسپان (دهانه) می گویند. این فاصله را باید طوری در نظر گرفت تا از نظر اقتصادی با صرفه بوده و دارای ضریب اطمینان خوبی باشد. لازم به ذکر است دو عامل از عوامل مهم در محدودیت طول اسپان، مقاومت پایه و حداقل فاصله آزاد سیم تا زمین می باشد. اسپان متوسط در خطوط فشار ضعیف حدود ۲۵ تا ۳۵ m و در خطوط ۲۰ kv حدود ۸۰ تا ۱۲۰ m می باشد.

تعریف فلش خط

فاصله بین پایین ترین نقطه سیم (مینیمم سیم) تا خط واصل بین دو سر پایه را فلش یا شکم سیم می گویند. درجه های هم سطح فلش دقیقاً در وسط دو پایه می باشند ولی در مناطقی که یک پایه روی بلندی قرار دارد، فلش به سمت پایین تر خواهد بود



فاصله سیم ها یا هادی ها تا سطح زمین (Clearance)

همان طور که می دانیم، فاصله سیم ها تا زمین در فصل تابستان به حداقل مقدار خود می رسد. این فاصله سیم تا زمین با ولتاژ خط رابطه مستقیم داشته و بر طبق قوانین حفاظتی و ایمنی تعیین می گردد. از رابط تجربی (۲-۲) حداقل فاصله هادی ها تا سطح زمین در خطوط انتقال انرژی بر حسب ولتاژ خط به دست می آید:

$h \geq 6 + \frac{u-110}{150}$ فاصله سیم تا سطح زمین بر حسب متر= h

u = ولتاژ نامی خط بر حسب کیلو ولت

بنابراین حداقل فاصله هادی ها تا سطح زمین برای خطوط ۲۰ kv، طبق رابطه (۲-۳) حدود ۵/۴ m می باشد.

$$h \geq 6 + \frac{20 - 110}{150}$$

$$h \geq 6 - 0.6 \;\rightarrow\; h \geq 5.4\, m$$

البته در مورد خطوط توزیع ۲۰ kv هوایی که در داخل شهرها و روستاها یا در امتداد جاده ها نصب می گردند به لحاظ تقاطع های زیاد و عبور و مرور و احتمال نصب شبکه فشار ضعیف زیر خط و رعایت نکات ایمنی عموماً در سر تا سر خط، حداقل فاصله را بین ۶ تا ۹m انتخاب می نمایند. در خصوص تقاطع خطوط فشار قوی، همیشه خط ولتاژ بالاتر را از روی خط با ولتاژ پایین تر عبور می دهند تا حداقل فاصله خطوط ۶۳ kv از خطوط ۲۰ kv حدود ۲ تا ۲/۵ m شود. همچنین وقتی که خط فشار ضعیف ۳۸۰ v زیر خط ۲۰ kv کشیده می شود، حداقل فاصله شبکه فشار ضعیف تا ۲۰ kv بایستی ۱/۵ m باشد که این فاصله با توجه به اسپان پایه های فشار قوی و طول پایه های فشار ضعیف تعیین می گردد.

۳ - بررسی خطرات شوک های الکتریکی

ایجاد شوک های الکتریکی بر بدن انسان ناشی از عوامل زیر می باشد :

۱- بارهای الکترواستاتیکی
۲- القای میدان های الکترومغناطیسی
۳- رعد و برق
۴- تماس فرد با دستگاه های برقی

(به صورت ولتاژهای گامی، تماسی و انتقالی)

۲-۱۰-۴- تماس فرد با دستگاه های برقی

در حین به وجود آمدن اتصالی بین فاز و زمین در شبکه های برق، ولتاژ برخی از نقاط زمین بیشتر و برخی کمتر می شود، در نتیجه بین این نقاط اختلاف پتانسیل الکتریک به وجود می آید. به طور کلی به هنگام اتصالی برق ممکن است سه نوع ولتاژ برای انسان خطر مرگ داشته باشد که این ولتاژها عبارتند از:

۱- ولتاژ گامی
۲- ولتاژ تماسی
۳- ولتاژ انتقالی

۱) ولتاژ گامی (step voltage)

عبارت است از ولتاژی که بین دو پای فرد در موقع عبور جریان از زمین ایجاد می شود و از فرمول زیر محاسبه می گردد

$$E_S = I_b.(R_b + 2R_f)$$

E_S = ولتاژ گامی بر حسب ولت

I_b = جریان عبوری از بدن بر حسب آمپر

R_b = مقاومت بدن بر حسب اهم

R_f = مقاومت زیر پای فرد بر حسب اهم (برابر با $3p_s$)

P_S = مقاومت مخصوص زمین بر حسب اهم – سانتیمتر

۲)ولتاژ تماسی (Touch Voltage)

عبارت است از ولتاژی که بین دست و پای فرد در موقع تماس با دستگاه یا وسیله برقی ایجاد می گردد و از فرمول زیر محاسبه می گردد.

$$E_t = I_b(R_b + R_f/2)$$

۳) ولتاژ انتقالی (Transfer Voltage)

حالت خاصی از ولتاژ تماسی می باشد که در این حالت فرد روی زمین با ولتاژ اتصالی بالا ایستاده و یک هادی را که در دوردست به پتانسیل صفر زمین متصل است، لمس می نماید که خطرات آن زیاد و اغلب حوادث مرگبار از این نوع می باشد

$E_t = I_b(R_b + R_f/2)$ (۶-۲)

$E_t = I_b(R_b + 1.5p_s)$ (۷-۲)

۴ - عوامل مهم در برق گرفتگی بدن انسان

۱- ولتاژ یا فشار الکتریکی
۲- شدت و نوع جریان الکتریکی
۳- مقاومت بدن انسان
۴- مدت زمان عبور جریان الکتریکی از بدن
۵- مسیر عبور جریان الکتریکی از بدن
۶- فرکانس برق شهر (۵۰ Hz)

اگر در یک مدار الکتریکی ولتاژ نباشد، جریان الکتریکی نیز برقرار نخواهد شد، لذا ولتاژ الکتریکی با اولویت از جریان الکتریکی یکی از عوامل اصلی و مهم در برق گرفتگی انسان می باشد

شدت و نوع جریان الکتریکی

تجربیات بر روی حیوانات نشان می دهد، ایجاد شوک در جریان های DC ، زمان و مقدار جریان زیادتری را نسبت به جریان متناوب برق AC نیاز دارد. به عنوان مثال در تجزیه و تحلیل مسائل مهندسی ایمنی، حد خطرات برق گرفتگی در جریان DC ، ۸۰ mA و در جریانAC برابر ۲۵ mA در نظر گرفته می شود که این مقدار جریان بستگی به مقدار مقاومت بدن هر فرد دارد.

مقاومت بدن

بافت های مختلف بدن انسان هادی جریان الکتریکی می باشند که مقاومت های مختلفی در برابر جریان از خود نشان می دهند. این مقاومت ها شامل پوست، استخوان، چربی، غضروف و خون بوده که به ترتیب از مقاومت زیاد به کم ذکر شده اند.

پوست دارای بیشترین مقاومت بوده که مقاومت ویژه آن به ۲۰۰۰ الی ۳۰۰۰ $K\Omega.cm$ می رسد.

مدت زمان عبور جریان الکتریکی از بدن

در رابطه با چگونگی ارتباط مدت زمان عبوری جریان از بدن با توجه به مقدار و اثرات ناشی از آن، آزمایشات مختلفی بر روی حیوانات به عمل آمده است که منحنی شدت جریان و زمان برای بیشترین درصد برق گرفتگی مشابه هم بوده و عملاً می توان قانون خطی نسبت به تابع وزن متوسط اشخاص بالغ در نظر گرفت.

$$I_b = 0.116/\sqrt{t} \quad (A)$$

مسیر عبور جریان الکتریکی از بدن

به طور کلی، چون مغز و سر انسان حساس ترین قسمت بدن می باشند، صدمات ناشی از عبور جریان برق با تماس سر، خطرات خاص خود و از کار افتادن سیستم مغز را به همراه داشته و خود به عنوان یک دسته بندی جداگانه به عنوان شوک وارده بر سر و خطرات ناشی از آن مورد بررسی قرار می گیرد.

مسیر عبور جریان در بدن انسان در کلیه حالت های مختلف شکل (۴-۱۳) خطرناک می باشند، ولی حالت دست به دست خطرناک ترین حالت است؛ زیرا در این حالت جریان الکتریکی هم از قلب (ایست قلبی) و هم از ریه ها (ایست دستگاه تنفسی) می گذرد و می تواند باعث از کار افتادن آن ها شود.

فرکانس برق شهر

تاثیر فرکانس و صدمات ناشی از آن بر بدن انسان و نیز ارتباط بین فرکانس و شوک الکتریکی در تحقیقات انجام شده توسط دانشمندان نشان می دهد؛ تاثیر فرکانس بر روی اعصاب خصوصاً در فرکانس های ۵۰ تا ۶۰ Hz نسبت به فرکانس های بالا بیشتر می باشد، لذا تاکنون فرکانس های جریان متناوب که در انسان باعث فلج قلب یا تنفس می گردند، مشخص نشده است (شکل ۴-۱۴)

به عقیده بیشتر محققین، فرکانس ۵۰ الی ۶۰ Hz مهلک ترین فرکانس برای انسان می باشد، چنانچه این فرکانس از این مقدار کم یا زیاد شود، خطرات مرگ را کاهش خواهد داد.

با آن که خطر جریان مستقیم کمتر از جریان متناوب ۵۰ سیکل است؛ لیکن این تناسب خطی مستقیم نیست. تجربه نشان می دهد که با افزایش فرکانس از صفر، ابتدا جریان قابل تحمل به تدریج کم می شود و بین ۲۰ تا ۱۰۰ سیکل در ثانیه به حداقل خود می رسد و سپس به تدریج افزایش می یابد. ملاحظه می شود که فرکانس برق صنعتی ۵۰ تا ۶۰ سیکل در ثانیه (Hz) بیش از همه خطرناک است.

۵ - تاثیرات فیزیولوژی برق بر بدن انسان

هنگامی که جریان الکتریکی از یک هادی عبور می کند، حرکت الکترون ها درون هادی (مقاومت) باعث اتلاف بخشی از انرژی به صورت گرما خواهد شد. این یک اصل ساده و اساسی در فهمیدن اثرات جریان برق بر بافت ها و نسوج بدن است، گرمایی که در اثر عبور جریان برق از بدن به وجود می آید، ممکن باعث ایجاد سوختگی در بافت های بدن شود.

اثر فیزیولوژی این پدیده بر نسوج بدن، کاملاً شبیه سوختگی های ناشی از ایجاد شعله یا حرارت زیاد در اطراف بافت هاست؛ با این ویژگی که جریان برق قادر است این سوختگی ها را به صورت آسیب ها و سوختگی های درونی در بدن ایجاد کند. اثر دیگر جریان برق بر بدن انسان که شاید مهمترین آن باشد، تاثیر آن بر سیستم عصبی بدن است.

سلول های عصبی عمل انتقال داده ها را با جریان و ولتاژ بسیار کمی توسط سیستم عصبی انجام می دهند و در هر تحریک یک سیگنال کوچک الکتریکی تولید می کنند که حامل پیام قابل فهمی برای مراکز کنترلی می باشد، چنانچه جریان برق در بدن انسان جاری شود (این جریان در مقابل جریان های عصبی بسیار بزرگ است) مانع از ابراز وجود جریان های کوچک عصبی می شود و برای سیستم عصبی انسان حالت سرریز (Over Loading) ایجاد می کند و باعث مختل شدن سیستم عصبی شده و از انجام هرگونه عکس العمل ارادی جلوگیری می کند. این سیگنال بزرگ قادر خواهد بود ماهیچه ها را به عکس العمل های ارادی و غیر ارادی وادار نماید، قربانی یک حادثه برقی هیچ عکس العملی نمی تواند نشان دهد.

آستانه های برق گرفتگی در بدن

الف) آستانه احساس

اولین نسوجی که آستانه احساس آن در مقابل عبور جریان برق پایین تر از سایر نسوج بدن است، شبکیه چشم می باشد. در عمل ثابت شده اگر شدت جریانی معادل ۰/۲۰ mA از کره چشم عبور نماید، چشم در حالت بسته در اثر انقباض نسوج برق می زند. آستانه احساس زبان انسان بالاتر از چشم و تقریباً در حدود ۰/۰۴۵ mA و آستانه احساس پوست بدن در حدود ۱ mA می باشد

صدمات برق بر بدن انسان

خطرات و صدماتی که برق بر بدن انسان وارد می کند بر دو نوع می باشد:

۱) صدمات داخلی

این صدمات بر اثر عبور جریان از بدن و تاثیر روی مغز، قلب و یا سیستم تنفسی به وجود می آید. صدمات داخلی بسیار مهم بوده و می تواند موجب قطع تنفس، قطع تپش و یا هر دو با هم شود که بایستی سریعاً از طریق تنفس مصنوعی، ماساژ قلبی و یا راه های دیگر (بسته به نوع صدمه) به فرد برق گرفته کمک شود، در غیر این صورت احتمال مرگ زیاد می باشد

۲) صدمات خارجی

این صدمات با توجه به شرایط وقوع آن در محل حادثه به دو نوع تقسیم می شوند:

الف) پاشیدن جرقه به فرد

در این حالت بدون این که بدن فرد در معرض عبور جریان قرار گیرد، بر اثر پاشش جرقه، سوختگی هایی در سطح پوست به وجود می آید که گاه بسیار خطرناک و کشنده می باشد. این حالت اغلب به هنگام قطع و وصل کلیدهای زیر بار و ... به وجود می آید.

ب) عدم رعایت فاصله مجاز الکتریکی

در این حالت فرد با رعایت نکردن فاصله مجاز الکتریکی بین خود و خطوط یا تجهیزات فشار قوی و نزدیک شدن به آن ها مستقیماً در معرض عبور جریان برق قرار می گیرد و جریان شدیدی در حد چندین آمپر همراه با قوس الکتریکی از بدن وی عبور می نماید و عکس العمل آنی باعث تکان، پرتاب شدید فرد و در نتیجه قطع عبور جریان برق از بدن می گردد.

در این نوع برق گرفتگی به علت این که جریان الکتریکی به مدت بسیار کمی از بدن فرد عبور می کند، صدمات داخلی را به وجود نمی آورد ولی سبب سوختگی های بسیار شدید در بدن می شود که اغلب مرگ را به همراه دارد.

اختلالات و عوارض پس از برق گرفتگی

در اثر تحقیقات بالینی انجام شده بر روی یک انسان برق گرفته، اختلالاتی به شرح زیر در افراد مشاهده می شود که برخی موقتی و کم اهمیت بوده و برخی شدید می باشند که موارد حاد منجر به مرگ شده است.

اختلالات قلبی

در معاینات بالینی در حدود ۳۰ تا ۶۰ دقیقه پس از وقوع برق گرفتگی عوارض زیر مشاهده شده است:

۱) اختلال در ریتم یا ریتم اضافی در ضربان قلب
۲) بلوکاژ یا قطع جریان خون
۳) تاکیگاردی یا اختلال در عمل قلب و ضربان
۴) اسکمی یا اختلال در گردش خون و کم خونی
۵) انفکتوس یا توقف عمل قلب
۶) کم خونی دایم همراه با ضایعه
۷) سکته قلبی

در بعضی مواقع اختلالات حاصل از برق گرفتگی و اثرات آن بر روی قلب، مدتی پس از حادثه به وجود می آید و در پاره ای از موارد، پارگی در دریچه های قلب نیز مشاهده شده است که اثرات تخریبی آن بر روی قلب گاهی تا چند سال بعد از حادثه آشکار گردیده که نشان دهنده حساسیت این عضو مهم در مقابل برق گرفتگی می باشد.

اختلالات عصبی

اختلالات عصبی بلافاصله پس از برق گرفتگی و تا مدتی پس از آن بروز می کند و ممکن است به طور موقتی یا دایم باقی بماند. از جمله این اختلالات از دست دادن حافظه (فراموشی)، هذیان گویی، سردرد عصبی، مورمور یا گزگز شدن بدن، لکنت زبان و انقباض غیر ارادی و شدید ماهیچه ها می باشد.

اختلالات حسی

الف) اختلالات بینایی؛ در بیشتر مواقع بلافاصله پس از برق گرفتگی اتفاق می افتد. از جمله این اختلالات التهاب در محفظه جلویی و ته چشم، التهاب شبکیه، عفونت عنبیه، کم شدن قدرت بینایی، التهاب عصب چشم و همچنین احتمال ایجاد آب مروارید می باشد.ج

ب) اختلالات شنوایی؛ عبارت است از کاهش شنوایی که ممکن است منجر به کری و ناشنوایی دایم و یا تواماً اختلالات عصبی، بینایی و شنوایی گردد.

۶ - انواع آتش سوزی های الکتریکی

۱) افزایش حرارت کابل ها و تجهیزات الکتریکی ناشی از اضافه بار هادی ها (Over Load)

۲) حرارت ناشی از شل بودن اتصالات مدار الکتریکی (loose connection)

۳) جریان های نشتی ناشی از ایزولاسیون نامناسب (earth leakage)

۴) حرارت ناشی از اضافه جریان حاصل از اتصال کوتاه در مدار (short circuit)

۵) افزایش حرارت مواد قابل اشتعال به وسیله قوس الکتریکی (over heat)

۶) روشن شدن مواد قابل اشتعال در مجاورت تجهیزات الکتریکی گرم شونده (spark & flash)

۷ - معرفی منابع خطر

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل حوادث نزدیک به ۲۰۰ حادثه برقی، حوادث منجر به فوت و یا صدمات جدی عمده ترین منبع ایجاد این حوادث عبارت است از :

۱) نقص تجهیزات تابلو (تمام عضو برقدار با بدنه، قرارگیری نامناسب تجهیزات، وایرینگ نامناسب و موارد مشابه

۲) انجام عملیات مانور روی کلیدهای پر بار توزیع (کلید اتوماتیک، فیوز کات اوت)

۳) اضافه بار شدن فیدرها

۴) نام گذاری غلط فیدرهای ۲۰ kv و ایجاد اشتباه بین اپراتور پست و گروه عملیات و در نتیجه ایجاد اشتباه در تشخیص فیدر بی برق

۵) استفاده از ابزار نامناسب جهت آزمایش فازهای شبکه فشار ضعیف

۶) نقص در عملکرد فیوزها (عمل نکردن فیوزهای فشار ضعیف در رنج نامی خود)

۷) برگشت ولتاژ از سمت مشترکین از طریق ترانس و ایجاد حادثه به علت ارت نشدن محدود کار

۸) کار در شرایط بارانی و اصابت صاعقه به محدوده کار

۹) تشخیص غلط در تعیین محدود ایمن و غیر ایمن

۱۰) جا به جایی کابل فیدر داخل تابلو بدون قطع کابل برق تابلو (قطع فیوز کات اوت)

۱۱) ایجاد تماس غیر مستقیم با شبکه از طریق بدن فرد متصل به شبکه

۱۲) انجام عملیات شاخه زنی در شرایط برقدار بودن شبکه با استفاده از ابزار نامناسب

۱۳) عبور شبکه فشار متوسط در نقاط مختلف از روی فیدرهای فشار متوسط دیگر و برقدار شدن خط بی برق

۱۴) دو فاز شدن شبکه مشترکین به علت تماس پیچ راک مقره نول با هادی فاز

۱۵) شکسته شدن تیر حامل کارگر به علت برداشت ناگهانی بار هنگام جمع آوری شبکه متصل به آن ها

۱۶) برگشت موج صاعقه از طریق زمین الکتریکی (ارتینک الکتریکی) به علت پایین بودن فاصله بین چاه ارت الکتریکی و حفاظتی

۱۷) برقدار شدن هادی معابر در اثر عملکرد فتوسل و ایجاد حادثه برای کارگر

۱۸) ایجاد کار در یک محدوده شبکه توسط گروه های ناهماهنگ

۱۹) اشتباه در تشخیص فیدر بی برق شده روی پایه حامل دو فیدر مجزا

۲۰) برقدار شدن شبکه فشار ضعیف تحت عملیات در اثر تماس هادی با شبکه فشار متوسط برقدار بالای آن

۲۱) ایجاد حریق گسترده در مزارع کشاورزی به علت کلید زنی فشار متوسط (سکسیونر)

۲۲) تماس بوم جراثقال با شبکه فشار متوسط برقدار هنگام کار گروه زیر خط برقدار

۲۳) تماس هادی شبکه مخابراتی بیابانی با شبکه فشار متوسط به علت عدم رعایت حریم

۲۴) کابل کشی غیر استاندارد و ایجاد حادثه به علت لختی کابل پس از برداشته شدن پوشش کابل توسط عوامل غیرمجاز

۲۵) کابل های برقدار سرگردان (رها شده)

۲۶) تماس کامیون حامل مصالح ساختمانی با شبکه برقدار

۲۷) تماس نردبان فلزی آتش نشانان با شبکه فشار متوسط برقدار

۲۸) تماس برخی مصالح ساختمانی فلزی حمل شده توسط کارگران با شبکه برقدار

۲۹) سقوط تیر بر روی همکاران و همچنین شکستگی تیر فشار متوسط به علت نقص در تجهیزات بالابر

۳۰) استفاده از هادی برقدار به جای طناب برای خشک کردن لباس به علت رعایت نشدن حریم شبکه روشنایی و ضعف اطلاعات مشترکین نسبت به خطرات برق

۳۱) تماس آنتن بی سیم های نظامیان هنگام مانور با شبکه فشار متوسط عبوری از خیابان با ارتفاع کم از سطح زمین

۳۲) باز بودن درب تابلوهای توزیع و پُست زمینی

۳۳) تداخل هادی دو ترانس در شبکه خروجی خود (استفاده از نول یک ترانس برای شبکه ترانس مجاور)

۳۴) نصب دو هادی فاز از دو ترانس مجزا بر روی شیارهای یک مقره فشار ضعیف (هرکدام روی یک شیار) در پایه انتهایی

۳۵) سقوط کارگران تعمیراتی معابر از ارتفاع به علت نقص فنی بالابر

۳۶) سقوط شبکه ۲۰ kv تحت کشش بر روی شبکه فشار ضعیف به علت پارگی سیم مهار

۸ - خطرات مرتبط با فعالیت های توزیع برق

بر اساس تجارب حاصل از حوادث برقی در بخش توزیع و همچنین با توجه به خواص و ماهیت تجهیزات، روش های کاری و عملیاتی موارد زیر را می توان به عنوان بخشی از خطرات مرتبط با انواع حالات و فعالیت های این بخش در نظر گرفت:

۱) وجود تجهیزات معیوب

۲) سیستم اتصال زمین الکتریکی نامناسب

۳) ولتاژ بین دو سر کلیدهای تحت تانسیون

۴) کار در نزدیکی یا مجاورت خطوط برقدار

۵) ولتاژهای خازن های تحت میدان الکتریکی

۶) عدم رعایت ضوابط مرتبط با ارتینگ تجهیزات

۷) کار بر روی شبکه های مختلط (با دو سطح ولتاژ

۸) سیستم اتصال زمین حفاظتی (ثابت، سیار) نامناسب

۹) کار انفرادی و بدون سرپرست بر روی اجزای شبکه

۱۰) عدم آشنایی کارکنان درگیر با شبکه با خطرات کار

۱۱) وجود ولتاژ در ثانویه ترانسفورماتورهای اندازه گیری

۱۲) وجود ولتاژ بین تجهیزات با دو سیستم ارت دار مجزا

۱۳) استفاده از وسایل حفاظت فردی نامناسب و نامنطبق با کار

۱۴) کار در شرایط نامناسب مانند شرایط بارانی و یا کار در شب

۱۵) وجود تجهیزات غیر استاندارد در سیستم توزیع نظیر تابلوهای غیر ایمن

۱۶) استفاده از وسایل وتجهیزات کاری نامناسب و نامنطبق با کار (شکل ۵-۶)

۱۷) فقدان دانش تخصصی کارگران و تکنسین های سرپرست گروه های عملیات

۱۸) ولتاژ گام و یا تماس ناشی از نشتی جریان و یا ناشی از عبور جریان عیب به زمین

۱۹) عبور کابل معیوب از روی برخی تاسیسات فلزی زیرزمینی مانند لوله آب و گاز

۲۰) ولتاژ القایی از طریق خطوط برقدار به خطوط بی برق مجاور و یا عبوری از زیر آن ها

۲۱) به کارگیری برخی اختراعات خطر آفرین در تجهیزات کاری و ایمنی توسط کارگران

۲۲) نزدیک شدن خطوط برقدار به سطح زمین و یا بناهای مجاور به علت عدم رعایت حریم ها

۲۳) وجود جریان قابل توجه در هادی خنثی به دلیل عدم تعادل شدید بار در فیدرهای فشار ضعیف

۲۴) ایجاد آسیب در کابل های برقدار مدفون توسط عملیات حفاری و ایجاد خطر برای کارگران و مردم

۲۵) اضافه بار فیدرها و نقص عملکرد تجهیزات حفاظتی نظیر فیوزها و ایجاد اتصالی به علت نقص عایقی تجهیزات

۲۶) ایجاد حریق از طریق کلید زدن در محیط های قابل اشتعال، داغ شدن و شعله وری تجهیزات به علت انتخاب نامناسب تجهیزات از جمله هادی ها و فیوزها

۲۷) حادث شدن تاثیرات هارمونیک های مختلف از جمله هارمونیک سوم در ترانس های شبکه به دلایل مختلف از جمله استفاده فراوان از لامپ های فلورسنت و ...

۹ - عوامل حادثه ساز در شبکه های برق

از این عوامل می توان به عنوان تله های مرگ نیز نام برد، منظور از عوامل حادثه ساز، عواملی هستند که ممکن است توسط دیگران ایجاد شده باشند و ما دچار حوادث شویم.

۱) هنگام کشیدن کلیدها و سکسیونرهای kv ۲۰، در صورت عدم وجود اتصال زمین و یا ناقص بودن و مقاومت بالای آن، ممکن است شخص دچار حادثه شود.

۲) ممکن است شبکه فشار ضعیف خیلی نزدیک خطkv ۲۰ باشد و در صورت صعود از تیر و متوجه نبودن خطرات میدان های مغناطیسی، ممکن است شخصی دچار برق گرفتگی شود.

۳) وجود تیرهای غیر استاندارد با جا پاهای بلند باعث می شود که سیمبان نتواند از پایین کمربند خود را ببندد و ممکن است دچار سقوط از ارتفاع شود.

۴) وجود کابل های تخت مرتبط با بدنه تابلو نیز ممکن است باعث حوادث شود.

۵) وجود تاسیسات و شبکه های غیراستاندارد قدیمی از عوامل مهم حادثه ساز می باشند، مانند تابلوهایی که به صورت غیراستاندارد و غیر اصولی ساخته شده و مورد استفاده قرار می گیرند.

۶) نداشتن اطلاعات و دانش کافی یکی از مهمترین عوامل گروهی در حادثه می باشد.

۷) از عوامل گروهی دیگر؛ استرس کاری، سرعت در انجام کار، فشار از طرف سرپرست مربوطه، رفع خاموشی های حساس و یا سر و صدای مردم می باشد که ممکن است افراد راه میان بر بزنند و فقط به نتیجه فکر کنند و ایمنی را فدای کار نمایند.

۸) کار کردن گروه روی شبکه بدون داشتن فرم خاموشی و مجوز کار، از عوامل حادثه ساز می باشند.

۱۰ - مراحل ایمنی در تجهیزات و وضعیت پست ها

۱) منظم بودن کابل کشی و سیم کشی در تابلو فشار ضعیف و روشنایی

۲) روشنایی درون پست و تابلوها

۳) مناسب بودن وضعیت استقرار تجهیزات

۴) سالم بودن نردبان پست به زیرزمین

۵) عدم وجود اشیایی چون فیوز سوخته و ... در کف پست

۶) سالم بودن و اتصال سیم حفاظت ترانسفورماتور

۷) استفاده از بست برای اتصال کابل ها و سیم ها

۸) کامل و صحیح بودن اتصال زمین

۹) بررسی ضامن های مکانیکی مانع حرکت ترانسفورماتور برای سکو

۱۰) به حریم ترانسفورماتور هوایی تجاوز نشده باشد.

۱۱) دیاگرام تک خطی تابلوهای فشار ضعیف و فیدرهای داخل پست الصاق شده باشد.

۱۲) نقشه جغرافیایی و دیاگرام تک خطی خروجی و ورودی کابل های فشار متوسط داخل پست الصاق شده باشد.

۱۳) نام گذاری، کدگذاری و مسیریابی خروجی های پست انجام شده باشد.

۱۴) سیستم روشنایی معابر حول پست از همان پست تغذیه شود.

۱۵) کابل ها به بدنه تابلو با پست نصب شده باشد.

۱۶) پله، سکو و کف پست نیاز به تعمیر دارد.

۱۷) روی کانال ها کاملاً پوشیده باشد.

۱۸) آیا سیستم اتصال زمین به چاه ارت وصل است؟

۱۹) آیا کلیدها و پریزها نیاز به اصلاح دارد؟

۲۰) آیا دیوارهای داخلی و سقف پست سالم است؟

۲۱) آمپرها، ولتمترها و کنتور روشنایی سالم است؟

۱۱ - مراحل ایمنی در تجهیزات و وضعیت خطوط هوایی

۱) نقشه مسیر خط و انشعابات مربوطه وجود دارد.

۲) حریم خطوط از نظر ایمنی رعایت شده است.

۳) درختان مزاحم زیر خطوط وجود دارند

۴) اتصال زمین شبکه در نقاط مختلف موجود و مطابق استاندارد است.

۵) در اتصالات و انشعابات از کلمپ استفاده شده است.

۶) ابتدا و انتهای خط دارای پلاک شناسایی فاز است.

۷) نقشه مسیر خط و انشعابات مربوطه با تعیین محل پست ها و نوع پایه ها و هادی ها وجود دارد.

۸) مهار پایه ها از نظر ایمنی کامل و بی نقص است.

توجه : موارد ۶، ۷ و ۸ مخصوص خطوط هوایی kv ۲۰ می باشد.

۱۲ - مراحل ایمنی در تجهیزات و وضعیت خطوط زمینی

۱) اتصالات بدنه ها تابلوها به زمین برقرار و سالم است.

۲) لوله های محافظ کابل های ورودی و خروجی و نحوه نصب آن ها صحیح و سالم است.

۳) ارتفاع نصب جعبه تقسیم بندی بر روی دیوار مناسب است

مسئول ایمنی منطقه، مراحل چک لیست ایمنی را به ترتیب اولویت مرتب می کند و این اولویت بندی می تواند تجربی یا بر اساس پردازش حوادث گذشته باشد. پس از این اقدام دستورات لازم جهت اجرا و ایمن سازی تجهیزات به ادارات ابلاغ می شود.

۱۳ – برخی اعمال و رفتارهای نا ایمن

۱) حرکات خطرناک مانند پرتاب کردن و ...

۲) جدی نگرفتن کار و شوخی های بی مورد در محیط کار

۳) روش خطرناک جا به جا کردن مانند چنگش ضعیف و ...

۴) استفاده از ابزار و تجهیزات نامناسب علیرغم دسترسی به ابزارهای مناسب

۵) وسایل حفاظتی و حفاظت ها وجود دارند ولی مورد استفاده قرار نمی گیرند.

۱۴ - طبقه بندی عیوب در خطوط برق

۱) عیب کامل
۲) اتصالی دکل
۳) پارگی خطوط
۴) شکستگی پایه
۵) کلنگ خوردگی
۶) عیب رله و دژنکتور
۷) عیوب مقره و کنسول
۸) حوادث نامعلوم و نامشخص
۹) معیوب شدن ترانسفورماتور
۱۰) برخورد اشیاء خارجی به خطوط هوایی

۱۵ - حوادث در سطح ولتاژ برق فشار متوسط توزیع

حوادثی که در سطح kv ۲۰ ایجاد می شود به حوادث فشار متوسط موسومند و ناشی از عوامل زیر می باشند:

۱) اتصالی کابل
۲) سیم پارگی
۳) سوختن رله
۴) باد و طوفان
۵) شکستگی پایه
۶) جدا شدن جمپر
۷) نفوذ آب به داخل پست
۸) کلنگ خوردگی سر کابل
۹) معیوب شدن کابل خود نگه دار
۱۰) معیوب شدن کابل خود نگه دار
۱۱) سوختن برقگیر ترانسفورماتور
۱۲) معیوب و سوختن ترانسفورماتور
۱۳) سوختن و شکستن پایه کت اوت
۱۴) ترکیدن و معیوب شدن سرکابل داخلی
۱۵) معیوب شدن و ترکیدن سرکابل پروتلین
۱۶) ترکیدن سرکابل روغنی و یا خشک هوایی

۱۷) ترکیدن ترانس ولتاژ P.T و ترانس جریان C.T

۱۸) جدا شدن ارتباط سرکابل و کت اوت برقگیر خط

۱۹) افتادن شاخه درخت و شیء خارجی بر روی خط

۲۰) سایر موارد نامعلوم دیگر

۱۶ - حوادث در سطوح ولتاژ برق فشار ضعیف توزیع

حوادثی که در زیر سطح ولتاژ ۴۰۰ V ایجاد می شوند به حوادث فشار ضعیف موسومند. در ولتاژهای فشار ضعیف، حوادث بسیار متنوع اند که تعدادی از این حوادث که منجر به خاموشی گردیده اند، به شرح زیر شناسایی شده اند:

۱) پارگی سیم

۲) اتصالی کابل

۳) شکستگی پایه

۴) سوختگی کابلشو

۵) سوختن انشعاب زمین

۶) سوختن ارتباط هوایی

۷) اتصالی و سوختن سر خط

۸) سوختن کنتور و سوکت

۹) سوختن جعبه انشعاب زمین

۱۰) سوختن خط بر اثر بار زیاد

۱۱) سوختن جعبه انشعاب هوایی

۱۲) شکستن مقره و جدا شدن خط

۱۳) سوختن کلید کل فشار ضعیف

۱۴) سوختن فیوز ۲۵ و ۶۳ از جعبه و شالتر

۱۵) قطع کلید فشار ضعیف بر اثر بار زیاد

۱۶) سوختن کابل یا شینه ارتباط در پست

۱۷) پارگی انشعاب بر اثر برخورد اشیاء خارجی

۱۸) برخورد اشیاء خارجی و شاخه درخت به خط

۱۹) سوختن فیوز ۱۰۰۰، ۲۵۰ و ۳۱۵ از جعبه شالتر و پست

۲۰) سوختن پایه فیوز در پست و شالتر (فیدر فشار ضعیف)

۲۱) سوختن و قطع کابل ارتباط ترانس به تابلوی فشار ضعیف

۲۲) سایر موارد نامعلوم دیگر

۱۷ - نجات فرد برق گرفته و کمک های اولیه

شوک

شوک به علت پایین رفتن فشار خون یا علل دیگر در بدن عارض شده و باعث می گردد کلیه فعالیت های حیاتی بدن سریعاً رو به نقصان گذارد.

علل شوک

۱) وارد آمدن آسیب شدید
۲) درد شدید
۳) سوختگی شدید
۴) خونریزی شدید
۵) عمل جراحی
۶) دیدن جراحت خود یا دیگران
۷) برق و یا گاز گرفتگی
۸) گرما و یا آفتاب زدگی
۹) ترس و وحشت
۱۰) بعضی از مسمومیت ها

آثار و علایم شوک

۱) پریدن رنگ صورت
۲) ضعیف و سریع شدن نبض
۳) نامنظم شدن تنفس و انجام گرفتن آن به نحو نفس نفس زدن
۴) شنیده شدن صدای به هم خوردن دندان های بیمار
۵) پیدا شدن حالت بی توجهی و بی علاقگی در بیمار
۶) عاجز ماندن بیمار از درک کلمات و جواب دادن به سوالات
۷) کند کار کردن حواس بیمار
۸) پایین رفتن حرارت بدن از حد معمول
۹) دست دادن حالت بی هوشی مختصر یا کلی در بیمار
۱۰) سرد و مرطوب شدن پوست بدن و عرق نشستن بر روی پیشانی، بینی و اطراف دهان
۱۱) دچار حالت تهوع و استفراغ شدن به طور متوالی
۱۲) شکایت کردن بیمار در صورت هوشیاری از احساس سردی و تیرگی چشم، سرگیجه و عطش

کمک های اولیه در مورد شوک

۱) بیمار را باید از صحنه حادثه دور نماید.

۲) بیمار را به پشت بخوابانید، به نحوی که سر پایین تر از بدن قرار گیرد ولی در صورتی که دچار شکستگی استخوان جمجمه شده باشد سرش را بالاتر از بدن بگذارید.

۳) جلوی خونریزی او را بگیرید

۴) پاهای بیمار را حداقل ۳۰ سانتیمتر بلندتر از سر او قرار دهید

۵) یکی از نکات اساسی در معالجه و جلوگیری شوک، گرم نگه داشتن بیمار است؛ بنابراین بدن او را باید به وسیله پتو یا لباس، گرم نگاه داشت و در صورت دسترسی به وسایلی از قبیل کیسه یا بطری آب گرم، کیسه حاوی نمک یا ماسه گرم و نظایر آن می توان استفاده نمود.

۶) دهان بیمار بایستی از اشیاء خارجی از قبیل دندان مصنوعی، غذا و غیره تخلیه گردد.

۷) البسه تنگ بیمار را در اطراف گردن، سینه و کمر شل نموده ولی آن ها را بیرون نیاورید

۸) به قدر کافی هوای تازه به بیمار رسانده ولی او را در معرض کوران قرار ندهید.

۹) در صورتی که بیمار بی هوش است هیچ گونه آشامیدنی به او خورانده نشود و در صورت هوشیار بودن، چنانچه احتیاج به عمل جراحی یا بی هوش نمودن مریض نباشد آب، چای و قهوه گرم تا حدی که اظهار تمایل می نماید در اختیار او بگذارید.

۱۰) در صورت دچار شدن به تهوع، سر او را به یک طرف گردانده و سرازیر بگذارید تا مجاری تنفسی بیمار تمیز نگه داشته شود.

۱۱) جهت اطلاع نمودن پزشک و یا حمل بیمار با آمبولانس به بیمارستان اقدام نمایید.

تذکر مهم: شوک حالت بسیار خطرناکی است که اگر سریع و به موقع درمان نگردد، مرگ فرد حتمی است؛ بنابراین بهتر است در هر حادثه ای طبق دستورات قبل عمل شود تا از بروز شوک جلوگیری گردد. همچنین برای دور نمودن افکار و حواس بیمار از حادثه بایستی با او راجع به چیزهای دیگر صحبت شود.

کمک های اولیه و درمان در برق گرفتگی

جریان الکتریکی در فشار ضعیف

جریان ها در فشار ضعیف باعث توقف جریان خون به علت عدم حرکت قلب و فیبریلاسیون بطنی و در برخی مواقع کاهش فعالیت های قلبی می گردد. اگر به دلیل برق گرفتگی سریعاً جریان خون متوقف شود، در اثر فقدان موضعی اکسیژن مرگ دستگاه اعصاب مرکزی و قلب فرا می رسد. حداکثر مهلت برای آغاز به کار مجدد مغز در حدود سه تا پنج دقیقه پس از توقف تنفس (دم) می باشد، اما در مورد قلب این مدت بیشتر است؛ به همین دلیل در هنگام توقف تنفس ساده ترین روش های تنفس مصنوعی، تنفس دهان به دهان به بینی است.

در آغاز فرد آسیب دیده را به پشت خوابانیده، زیر سر وی جسمی قرار داده به طوری که چانه اش به سمت بالا قرار گیرد و با مسدود نمودن بینی فرد با دست ۱۵ تا ۱۶ بار در دقیقه هوا به دهان فرد دمیده شود. البته از روش های دیگر تنفس مصنوعی نیز می توان استفاده نمود. در ضمن تنفس مصنوعی باید با ماساژ قلبی از روی دنده ها انجام گیرد. عارضه فیبریلاسیون بطنی به خصوص اگر بلافاصله پس از وقوع برق گرفتگی ایجاد شود یکی از عوارض وخیم به شمار می آید. برای کاهش اثر فیبریلاسیون بطنی لازم است از وسایل مخصوص این کار استفاده گردد که بسیاری از آن ها نیازی به استفاده از جریان الکتریکی شبکه ندارند.

در برخی موارد برای بهبود سریعتر باید از تزریق داخلی قلبی آدرنالین یا نورآدرنالین استفاده نمود. کمک های اولیه در مورد فرد آسیب دیده باید تا بیمارستان و پس از آن ادامه یابد.

جریان الکتریکی در فشار قوی

برای کمک به فرد برق گرفته ابتدا باید آن را به طریق ایمنی از جریان برق جدا نموده و وسایل قلیایی نمودن ادرار فرد آسیب دیده را فراهم نمود. برای این کار باید بلافاصله پس از برق گرفتگی محلول قلیایی به فرد خورانیده و اگر فرد در حال بی هوشی باشد باید ماده قلیایی مناسب به وی تزریق نمود. برای انجام کمک های اولیه در پست های ترانسفورماتور و تاسیسات مولد برق، باید مقداری بی کربنات دو سود در محل موجود باشد، برای تهیه محلول بی کربنات دو سود باید چهار تا شش گرم بی کربنات دو سود را در ۳۰۰ میلی لیتر آب حل نموده و محلول را به فرد خوراند.

اگر فرد مصدوم ایست قلبی و تنفسی دارد بایستی با ماساژ قلبی و تنفس مصنوعی به نسبت ۴ به ۱ به احیای بیمار پرداخته و او را به زندگی برگردانیم و سریعاً بیمار را به مراکز درمانی انتقال دهیم. در سوختگی های High Voltage به علت افتادن نکرز (Necroz) و سیاه شدن بافت ها، مقدار زیادی از رنگدانه های بافت ها به نام هموگلوبین وارد جریان خون شده و در کلیه ها ته نشین شده و رسوب می نمایند که باعث نارسایی قلبی خواهد شد؛ بنابراین ۲۴ تا ۴۸ ساعت اولیه مرحله درمان شوک بوده و بعد از آن به ترمیم سوختگی و برداشت بافت ها و نسوج از بین رفته و مرده اقدام می گردد. این مورد برای حالتی است که ورودی ها و خروجی های جریان برق روی دست و پا باشند. در صورتی که ورودی یا خروجی بر روی قفسه سینه باشد، احتمال سوراخ شدن شش ها و پاره شدن آن ها، انفاکتوس قلب و گاهی از بین رفتن غشاء قفسه سینه وجود دارد. در صورتی که ورودی و خروجی ها روی شکم باشد، باعث سوراخ شدن احشای تو خالی بدن از قبیل روده ها، معده، کبد، طحال و در موارد شدید از بین رفتن بافت شکمی و بیرون ریختن احشای داخلی شکم خواهد بود. در صورت ورود و خروج جریان از هر یک از اعضاء ممکن است موجب آسیب های نخاعی شامل فلج چهار اندام یا فلج از کمر به پایین گردد، اگر ورودی و خروجی از طریق سر باشد، موجب اختلالات شخصیتی، صرع، تشنج، اختلالات حافظه و فلج های اندام می گردد. خطر دیگر سقوط از ارتفاع است که باعث قطع نخاع، شکستگی جمجمه، خونریزی مغزی و صدمات دیگر می گردد.

نکات مهم در کمک های اولیه بعد از حادثه برق گرفتگی

نظر به نقش مهمی که مدت عبور جریان برق از بدن در ایجاد عوارض خطرناک دارد، در برخورد با افراد برق گرفته نکات زیر رعایت گردد:

۱) با درایت و هوشیاری کامل و سرعت زیاد اقدام به قطع برق نمود. این عمل بایستی با خاموش کردن کلید برق (در صورت در دسترس بودن) و یا با استفاده از یک قطعه چوب خشک، طناب خشک، لباس خشک، گونی خشک یا روزنامه ای که چند لایه شده است و سایر اشیایی که نسبت به جریان برق عایقند، انجام شود.

۲) پس از دور نمودن فرد از مسیر عبور جریان، چنانچه قلب و اعضای تنفسی او از کار افتاده باشد، باید فوراً به او تنفس مصنوعی و ماساژ قلب داد.

۳) چنانچه قلب با روش عادی به کار نیفتد احتمال وقوع عارضه لرز بطن وجود دارد که راه درمان آن، دادن شوک الکتریکی کوتاه مدت با ولتاژ زیاد (۵۰۰۰ ولت) و با دستگاه مخصوص می باشد.

۴) اگر دستگاه شوک الکتریکی در دسترس نباشد می توان با یک ضربه مشت حساب شده بر روی استخوان سینه در محل دو انگشت بالاتر از نوک آن یعنی همانجا که ماساژ قلبی داده می شود، اعصاب قلب را تحریک نمود (در صورت وجود پزشک این کار به عهده ایشان است).

۵) اعزام فوری فرد به پزشک یا بیمارستان

۶) آمار نشان می دهد؛ اگر در دقیقه اول برق گرفتگی به مصدوم کمک شود احتمال نجات وی ۹۰٪ است، در حالی که در دقیقه ششم احتمال زنده ماندن ۲۰٪ و در دقیقه ۱۲ بازگشت به حیات کمتر دیده شده است.

تذکر: به بدن فرد برق گرفته هیچ گاه با دست برهنه دست نزنید والا شما را برق خواهد گرفت و در آن صورت شخص ثالث باید برای نجات هر دو نفر شما اقدام نماید

الف) نجات مصدوم با کشیدن لباس، ب) برداشتن سیم از روی بدن و ج) بریدن یا شکستن هادی ها

علایم حیاتی

نفس کشیدن و نبض از علایم حیاتی هستند؛ در مواقع اورژانس باید به نکات زیر توجه نمود:

۱) راه تنفسی بیمار تمیز و پاک بوده و قادر به نفس کشیدن باشد.

۲) سیستم گردش خون آسیب ندیده باشد.

یک راه تنفسی باز

ضروری ترین کار در موارد برخورد با یک فرد مصدوم، بررسی باز بودن راه تنفسی وی می باشد. اگر فرد مصدوم مدتی از تنفس محروم شود، آسیب های شدید مغزی و حتی مرگ در انتظار او خواهد بود.

کنترل وضعیت تنفسی

۱) به حرکت سینه یا شکم مصدوم توجه نمایید. (مطمئن شوید که این حرکت نرم و منظم است)

۲) گوش خود را نزدیک دهان یا بینی مصدوم برده تا صدای نفس او را بشنوید.

۳) شما باید قادر باشید که برخورد نفس بیمار به صورتتان را حس کنید.

۴) اگر مصدوم به راحتی نفس می کشد، شما می توانید به دنبال سایر آسیب های وارده باشید.

۵) اگر تنفس وجود ندارد؛ در این صورت شما باید برای بیمار راه تنفسی را باز کنید. اگر سینه و شکم بیمار حرکت دارند اما هیچ گونه حرکت ورود یا خروج هوا از دهان یا بینی احساس نمی شود، نشان دهنده انسداد راه تنفسی است و شما باید سریعاً اقدام به باز کردن این راه نمایید.

باز کردن راه تنفسی

۱) راه تنفسی ممکن است با وضعیت قرارگیری سر مصدوم بسته شود

۲) جهت ایجاد یک وضعیت مناسب برای سر، با یک دست پیشانی را به سمت پایین فشار دهید و با دست دیگرتان گردن مصدوم را بالا بیاورید

۳) دستتان را از زیر گردن بیرون آورده و چانه مصدوم را بالا بکشید. این عمل باعث می شود زبان فرد آسیب دیده جلوی راه تنفسی را نگیرد

۴) اگر هنوز تنفس ایجاد نشده است، ممکن است راه تنفسی بیمار بسته شده باشد.

پاک کردن راه تنفسی

۱) سر را به یک سمت بچرخانید به طوری که چانه به طرف جلو بوده و بالای سر به طرف عقب باشد
۲) با دو انگشت خود که به صورت قلاب در آورده اید، دهان بیمار را پاک کنید و هرگونه شیء خارجی را بیرون بیاورید. این کار را سریع انجام دهید و وقت را تلف نکنید
۳) وضعیت تنفسی را کنترل نمایید.
۴) نبض را کنترل کنید.
۵) اگر هنوز هم تنفس برقرار نشده، شروع به تنفس مصنوعی نمایید.
۶) اگر تنفس و نبض هیچ کدام وجود ندارد، فوراً شروع به تنفس مصنوعی و ماساژ قلبی نمایید.

گردش خون

وضعیت گردش خون توسط نبض مشخص می شود. نبض بر اثر انقباض قلب و خروج خون از بطن چپ به سرخرگ ها ایجاد می شود. تعداد و کیفیت نبض می تواند بسیار متنوع باشد (سریع یا کند، ضعیف یا قوی). در هنگام شوک، نبض به صورت ضعیف اما سریع دیده می شود، در این موارد نبض می تواند به قدری ضعیف باشد که به زحمت بتوان آن را لمس کرد. به همین دلیل گرفتن نبض فرد مصدوم در محل همیشگی (یعنی مچ دست، مشکل می باشد؛

بنابراین شما همیشه باید نبض کاروتید را در گردن لمس نمایید. کاروتیدها، شریان های بزرگی هستند که در هر دو طرف گردن در پشت سیب آدم (حنجره) قرار دارند

کنترل نبض

۱) از نوک دو انگشت خود استفاده کنید و آن ها را بدون فشار آوردن در کنار سیب آدم قرار دهید.
۲) نوک انگشتان را به سمت عقب و در طول سیب آدم محکم بلغزانید به طوری که در شیار عمودی بین سیب آدم و عضله کنار آن قرار گیرد.

روش های اورژانسی

تنفس مصنوعی

هدف از انجام تنفس مصنوعی رساندن هوا به بیمار است، هوایی که شما از دهان خارج می کنید (بازدم) هنوز دارای مقادیر کافی اکسیژن است که که شخص دیگری هم از آن استفاده می کند. در انجام تنفس مصنوعی نباید تاخیر نمود و شما باید مطمئن باشید که تنفس مصنوعی را به درستی انجام می دهید.

طریقه انجام تنفس مصنوعی

۱) نبض را کنترل کنید.
۲) اگر نبض وجود ندارد، شروع به ماساژ قلبی نمایید.
۳) اگر نبض وجود دارد، دهان مصدوم را از اجسام خارجی پاک نمایید.

۴) چانه مصدوم را با یک دست بکشید و سر را عقب ببرید.

۵) با یک دست، بینی مصدوم را ببندید

۶) یک نفس عمیق بکشید، دهانتان را کاملاً باز کنید و بر روی دهان بیمار قرار دهید

۷) در حالی که با قدرت نفستان را خارج می کنید، بلند شدن سینه بیمار را نگاه کنید

۸) همین که سینه بیمار بلند شد، سر خود را بچرخانید تا پایین آمدن سینه را ببینید شکل (۸-۷-d). چهار نفس اولیه را به سرعت انجام دهید.

۹) نبض را کنترل کنید.

۱۰) اقدامات شماره ۵ تا ۹ را تا هنگامی که بیمار شروع به نفس کشیدن کند، ادامه دهید.

در مواردی که تنفس دهان به دهان مشکل می باشد، می توان از تنفس دهان به بینی نیز استفاده نمود. برای این کار دهان بیمار را محکم بسته و به بینی او بدمید. اگر سینه بیمار بالا نمی آید، موارد زیر را کنترل کنید:

۱) مطمئن شوید که بینی او محکم بسته شده است

۲) مطمئن شوید که دهان خود را محکم به دهان او چسبانده اید.

۳) مطمئن شوید که نفس خود را با شدت می دمید.

اگر با وجود تمام این اقدامات باز هم موفق نشدید، احتمالاً در راه تنفسی یک انسداد وجود دارد.

ماساژ قلبی

اگر نبض لمس نمی شود، شروع به ماساژ قلبی نمایید. البته منظور از ماساژ قلبی این نیست که قلب را ماساژ دهیم بلکه باید آن را تحت فشار قرار دهیم. قلب، فضای وسیعی را در مرکز سینه، بین جناغ در جلو و ستون فقرات در پشت اشغال می کند. از آن جایی که قسمت جلویی قفسه سینه به طور طبیعی قابل حرکت است، این امکان به ما داده می شود که با فشار آوردن بر روی جناغ و دنده ها، قلب را تحت فشار قرار دهیم. قلب از دریچه هایی تشکیل شده که اجازه عبور خون را فقط از یک سمت می دهند. هرگونه فشار بر روی قلب باعث به حرکت در آمدن خون در سیستم گردش خون می گردد. انجام ماساژ قلبی بدون تنفس مصنوعی دهان به دهان، اقدامی بیهوده است. هدف از انجام ماساژ قلبی ایجاد گردش خون حاوی اکسیژن است؛ بنابراین شما باید با تنفس دهان به دهان اکسیژن را به بیمار برسانید.

طریقه انجام ماساژ قلبی

۱) بیمار را به پشت خوابانیده و در کنار او زانو بزنید.

۲) زاویه دنده ها را در پایین سینه لمس نمایید. دستتان را به اندازه دو انگشت بالاتر از زوایه دنده قرار دهید

۳) دست دیگرتان را هم بر روی آن دست بگذارید. انگشتان دست باید بالا نگه داشته شوند، به جلو خم شوید به طوری که شانه هایتان بالای جناغ قرار گیرد، بازوهایتان را مستقیم نگه دارید

۴) به طور عمودی به سمت پایین فشار وارد نمایید به طوری که دیواره جلویی قفسه سینه به میزان ۴ تا ۵ سانتیمتر فرو برود. این اندازه برای افراد بالغ است. در مورد کودکان باید ۲/۵ تا ۴ سانتیمتر فشار وارد کرد. این کار را ۱۵ بار تکرار کنید به طوری که هر فشار کمتر از یک ثانیه طول بکشد.

۵) دو تنفس موثر دهان به دهان انجام دهید.

۶) فراموش نکنید که بالا آمدن قفسه سینه را مشاهده نمایید.

۷) دوباره ۱۵ بار ماساژ قلبی داده و دو بار تنفس دهان به دهان انجام دهید تا زمانی که علایم بهبودی مشاهده شود یا برایتان کمک برسد و یا تا هنگامی که دیگر قدرت انجام کار نداشته و خسته شده باشید

۸) هر سه دقیقه نبض گردن را کنترل نمایید.

نشانه های بهبودی

۱) رنگ کبود یا خاکستری فرد مصدوم ناپدید شده و پوست رنگ طبیعی خود را باز می یابد.

۲) نبض دوباره برقرار می شود.

۳) فرد مصدوم ممکن است ناله کرده یا حرکت کند.

۴) تنفس دوباره برقرار می شود و شما ممکن است در هنگام دادن تنفس مصنوعی با مقاومت روبرو شوید.

تشخیص بعضی از آسیب ها توسط علایم ظاهری

۱) خونریزی داخلی : نبض تند، سردی بدن، عطش شدید، صورت رنگ پریده

۲) شکستگی جمجمه: خونریزی از گوش و بینی و در بعضی از موارد علایم خارجی وجود ندارد.

۳) شکستگی مهره های کمر : عدم حرکت پاها، درد داشتن در ناحیه کمر

۴) شکستگی مهره های گردن : حرکت نکردن دست ها در صورتی که آسیب و شکستگی موضعی نداشته باشد.

۵) مسمومیت : استفراغ، اسهال، تشنج یا ضعف عمومی

۶) غش و حمله : تشنج عمومی بدن توام با خروج کف از دهان

۷) سکته مغزی : برافروختگی صورت، فلج قسمتی از بدن و مساوی نبودن مردمک چشم.

علایم سکته مغزی

صورت بیمار برافروخته و قرمز می گردد، نبض قوی ولی آهسته می شود، تنفس صدا دار و گاهی مریض بی هوش می شود، مردمک در چشم به یک اندازه نیست، امکان دارد بر اثر خونریزی داخلی مغز؛ فشار روی قسمتی از آن باعث فلج عضوی از بدن گردد و یا چانه به یک طرف کج شده و در نتیجه بیمار به زحمت حرف بزند.

کمک های اولیه

۱) سر بیمار را باید بالاتر از بدن قرار دهید.

۲) کیسه آب یخ روی سر بیمار گذاشته شود.

۳) از حرکت دادن بیمار تا رسیدن پزشک جلوگیری نمایید.

۴) اگر بیمار دارای دندان مصنوعی می باشد آن ها را از دهان او باید خارج نمایید.

۵) در صورت استفراغ، سر او را به یک طرف خم کنید.

۶) توجه داشته باشید که مجرای تنفسی باز باشد، اگر تنفس قطع شد فوراً تنفس مصنوعی را شروع کنید.

فصل سوم

سیستم زمین در شبکه های توزیع

۱ - تعریف ها

از نظر این استاندارد تعریف های زیر معتبر خواهد بود :

۲۰۱- الکترود زمین EARTH ELECTRODE

۲۰۲- ایستگاه برق – پست اصلی برق ELECTRICITY SUPPLY STATION

هرگونه ساختمان، اتاق یا فضای محدودی که تجهیزات برق در داخل آن ها قرار دارند و دخول به آن ها تنها برای افراد واجد شرایط مجاز است. این اصطلاح نیروگاه ها و ایستگاه ها را در برمی گیرد و فضاهای مربوط به مولدها، باتری های انباشت، ترانسفورماتورها و تابلو خانه ها و پوشش های آن را شامل می شود ولی تجهیزات زمینی یا داخل اتاقک ها و چاهک های زیرزمینی را شامل نمی شود.

۲۰۳- بدنه هادی EXPOSED CONDUCTIVE PART

بدنه یا اسکلت هادی مربوط به تجهیزات الکتریکی است که در دسترس بوده و می توان آن را لمس کرد و در وضعیت عادی برقدار نیست ولی ممکن است در اثر بروز نقصی در دستگاه یا ایجاد اتصالی داخلی، برقدار شود.

۲۰۴- برقدار LIVE ENERGIZED

از نظر الکتریکی اتصال به منبعی است با اختلاف سطح الکتریکی (ولتاژ) یا این که دارای بار الکتریسیته ساکن، که پتانسیل آن به مقدار محسوسی نسبت به زمین تفاوت دارد.

۲۰۵- پایه SUPPORTING STRUCTURE

واحد اصلی تکیه گاه هادی ها است (معمولاً یک تیر یا یک برج)

۲۰۶- پرده عایقبندی INSULATION SHIELDING

پوشش یا لفافی است که هادی و عایقبندی کابل را در بر گرفته و در تماس با عایقبندی است و سطح هم پتانسیلی را بر روی عایقبندی به وجود می آورد.

۲۰۷- پوشیده شده – محصور ENCLOSED

دارای نوعی پوشش، در درون قفس یا در داخل حصار، که با هدف حفاظت در برابر تجهیزات نصب شده در داخل آن و برای کم کردن احتمال نزدک شدن به آن ها در شرایط عادی، هدف این است که در اثر تماس اتفاقی به وسیله افراد و اجسام،ایجادخطر نشود.

۲۰۸- تابلو SWITCHBOARD

نوعی مجموعه برای وسایل قطع و وصل و کنترل است که از یک یا چند صفحه برای نصب لوازم و وسایل الکتریکی و اسکلت بندی آن تشکیل می شود.

۲۰۹- تجهیزات EQUIPMENT

اصطلاحی است کلی شامل وسایل و اسباب ها و دستگاه ها و لوازم مصرف کننده انرژی و ملحقات، آلات، اجزا، قطعات و ماشین ها (و کلیه اصطلاحات مشابه دیگر) که جزئی از سیستم های برق یا مخابرات بوده و یا در ارتباط با آن ها باشند.

۲۱۰- جدائی SEPARATION

فاصله بین دو شیئی که از سطحی به سطح دیگر اندازه گیری می شود. این فاصله ممکن است با هوا یا نوعی گاز، مایع یا جامد پر شده باشد.

۲۱۱- جرم کلی زمین GENERAL MASS OF EARTH

مفهومی است که خواص آن به قرار زیر است:

- جرم کلی زمین را می توان مشابه شینه ای با سطح مقطع بزرگ گرفت که مقاومت بین هر دو نقطه آن عملاً نزدیک به صفر است.
- وصل شدن جرم کلی زمین تنها از راه الکترود زمین امکان پذیر است.
- اتصال الکترود زمین به جرم کلی زمین همیشه همراه با مقاومت است که همان مقاومت اتصال الکترود زمین است.

۲۱۲- چاهک آدمرو MANHOLE

اتاقکی است زیرزمینی و نفوذناپذیر برای آب که کارکنان می توانند به منظور نصب، بهره برداری و انجام تعمیرات بر روی تجهیزات زیر زمینی و کابل ها وارد آن شوند.

۲۱۳- دسترس ARMS REACH

منطقه ای است که حدود آن از محل فعالیت عادی افراد قابل لمس است.

۲۱۴- زمین شده GROUNDED - EARTHED

وصل شده به زمین (الکترود) یا در تماس با آن یا وصل به یک هادی گسترده که به جای زمین عمل می کند.

۲۱۵- خط سرویس هوایی مشترک – سرویس هوایی SERVICE DROP

هادی های هوایی بین خط نیرو یا مخابرات و بنا یا سازه ای است که آن را تغذیه می کند.

۲۱۶- شرکت / موسسه / تشکیلات خدماتی UTILITY

تشکیلاتی که مسئولیت نصب و بهره برداری و انجام تعمیرات بر روی سیستم های تامین نیروی برق یا سیستم های مخابراتی را به عهده دارد.

۲۱۷- فرد واجد شرایط QUALIFIED PERSON

فردی دارای اطلاعات کافی درباره نصب، ساخت یا بهره برداری از دستگاه ها و لوازم است و آگاه نسبت به خطراتی که می توانند به وجود آیند.

۲۱۸- مجری استاندارد ADMINISTRATIVE AUTHORITY

هر فردی که بنا به وظیفه اداری خود نظارت بر اجرای صحیح استاندارد را بر عهده دارد. بالاترین مقام نظارت بر اجرای استاندارد، وزیر نیرو است.

۲۱۹- معبر مدار RACEWAY

هر کانالی که به طور اختصاصی برای عبور هادی ها پیش بینی شده و انحصاراً برای این منظور مورد استفاده قرار گیرد.

۲۲۰- مقاومت زمین GROUND RESISTANCE-EARTH RESISTANCE

مقاومت الکتریکی موجود بین ترمینال الکترود زمین و جرم کلی زمین است. بند ۲۱۱ دیده می شود.

۲۲۱- ولتاژ VOLTAGE

مقدار موثر اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو هادی یا بین یک هادی و زمین.

مقدار عملیاتی ولتاژ یک سیستم ممکن است کمتر یا بیشتر از مقدار اسمی آن باشد.

از نظر این استاندارد ولتاژ تا ۱۰۰۰ ولت فشار ضعیف و بیش از این مقدار تا ۳۳ کیلو ولت فشار متوسط نامیده خواهد شد.

۲۲۲- هادی بیگانه EXTRANEOUS CONDUCTIV PART

قسمتی است هادی که جزئی از تاسیسات الکتریکی نباشد (مانند اسکلت فلزی ساختمان، تجهیزات و بدنه های هادی سیستم های غیر برقی و غیره) و می تواند ولتاژی را که معمولاً ولتاژ زمین است، داشته باشد.

۲۲۳- هادی زمین شده – الکترود زمین GROUNDED CONDUCTOR – EARTH ELECTRODE

هادی ای است که به طور عمد به زمین وصل شده است و ممکن است به صورت مستقیم یا از طریق وسیله ای که محدود کننده جریان بود ولی قابل قطع نیست، اجرا شده باشد.

۲۲۴- هادی زمین- هادی اتصال زمین GROUNDING CONDUCTOR

هادی ای است که برای وصل تجهیزات یا سیم کشی ها به هادی زمین شده یا الکترود زمین از آن استفاده می شود.

۲۲۵- همبندی الکتریکی ELECTRICAL BONDING

وصل الکتریکی هر ترکیبی از اجزای هادی، بدنه ها، قسمت های فلزی در دسترس، اجزای فلزی ساختمان ها، انواع لوله کشی ها، پرده های هادی و زره کابل ها، پوشش های هادی و غیره به همدیگر به منظور از بین بردن اختلاف پتانسیل احتمالی بین آن ها در حالت عادی یا در صورت بروز اتصالی.

۲- روش های اجرای اتصال به زمین

در انواع مختلف سیستم های الکتریکی، وصل قسمت هایی از سیستم و بدنه های هادی لوازم الکتریکی به جرم کلی زمین از دو دیدگاه مورد توجه می باشد:

- حفظ عایقبندی و تامین صحت کار لوازم و دستگاه های الکتریکی و محدود کردن اضافه ولتاژها و کمک به کار صحیح لوازم و مدارها با قطع مدارهای معیوب به اتصال زمین، اتصال زمین عملیاتی یا اتصال زمین سیستم گویند.
  (به طور خلاصه وصل نقطه خنثی سیستم به زمین= اتصال زمین سیستم)

- ایجاد ایمنی برای افرادی که بنا به وظیفه شغلی در تماس با تجهیزات سیستم های الکتریکی می باشند از یک طرف و افراد جامعه که مصرف کننده نهایی انرژی برق می باشند و محدود کردن خطر آتش سوزی از راه قطع سریع مدار معیوب از طرف دیگر به کمک وصل بدنه های هادی به هادی خنثی یا زمین.
  به این اتصال زمین، اتصال زمین ایمنی یا حفاظتی گویند.
  (به طور خلاصه وصل بدنه های هادی به خنثی و زمین = اتصال زمین حفاظتی)

در اغلب موارد تفکیک دو نوع اتصال به زمین برای دو هدف بالا ممکن نیست و برای همین ایجاد یک اتصال زمین برای هر دو منظور کافی است اما در بعضی شرایط دیگر تفکیک دو اتصال زمین لازم و ضروری است و گاهی مسائل مربوط به نوع دیگری اتصال زمین یعنی زمینی که برای تخلیه بار الکتریکی صاعقه لازم است، موضوع را پیچیده تر می کند.

۳- تقسیم بندی سیستم های فشار ضعیف از نظر روش زمین کردن

در فشار ضعیف سه نوع سیستم نیرو معمول می باشد:

- سیستم TN که ممکن است در سه گونه مختلف باشد:
  TN-C-S
  TN-S
  TN-C
- سیستم TT
- سیستم IT

حرف اول از سمت چپ مشخص کننده رابطه سیستم با زمین است:

T- یک نقطه از سیستم مستقیماً به زمین وصل است (معمولاً نقطه خنثی)

I– قسمت های برقدار سیستم نسبت به زمین عایق اند یا یک نقطه از سیستم از طریق یک امپدانس به زمین وصل است.

حرف دوم از سمت چپ مشخص کننده رابطه بدنه های هادی تاسیسات با زمین است:

N– بدنه های هادی از نظر الکتریکی مستقیماً به نقطه زمین شده نیرو وصل می شوند.

T :بدنه های هادی از نظر الکتریکی مستقیماً و مستقل از اتصال زمین سیستم نیرو به زمین وصل می شوند.

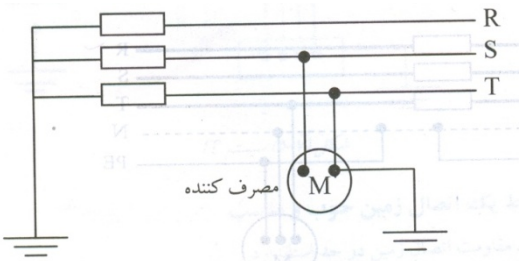
علاوه بر این در مورد سیستم TN ، از حروف اضافی دیگر برای مشخص کردن نحوه به کارگیری هادی های حفاظتی (PE) و خنثی (N)، استفاده می شود:

TN-S– در سراسر سیستم بدنه های هادی از طریق یک هادی مجزا (PE) به نقطه خنثی (N) در مبدا سیستم وصل می شود.

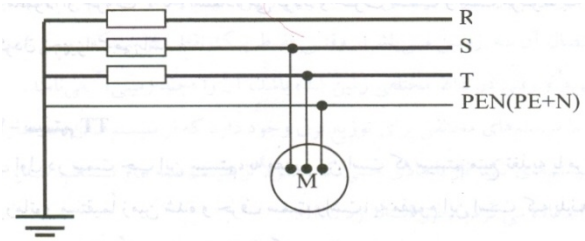
TN-C– در سراسر سیستم بدنه هادی به هادی مشترک حفاظتی و خنثی (PEN) وصل اند.

TN-C-S– بخشی از سیستم از مبداء تا نقطه تفکیک، دارای هادی توام حفاظتی و خنثی(PEN) بوده و از آن نقطه به بعد، دو هادی حفاظتی (PE) و خنثی (N) از هم جدا می شوند.

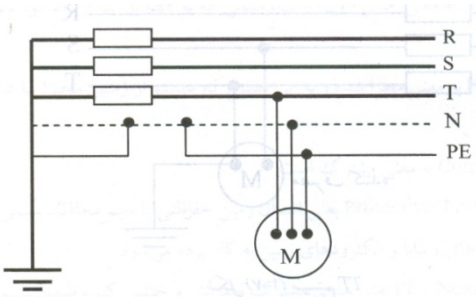
برای آشنایی بیشتر، طرح واره های سیستم گفته شده ارائه می شوند:



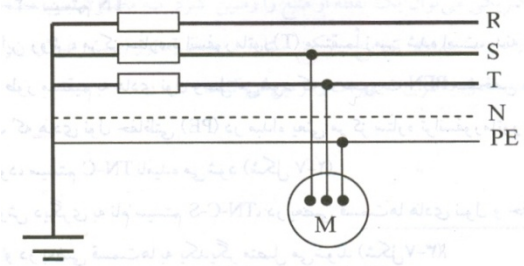
شکل (۷-۱) سیستم TT



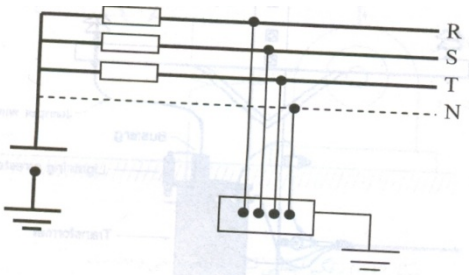
شکل (۷-۲) سیستم TN-C



شکل (۷-۳) سیستم TN-C-S



شکل (۷-۴) سیستم TN-S



شکل (۷-۵) سیستم IT

همه سیستم های فشار ضعیف و شبکه های عمومی فشار ضعیف در ایران باید با اتصال مستقیم به زمین و اتصال بدنه های هادی تجهیزات الکتریکی به (TN) نقطه خنثی اجرا شوند. تا نقطه تحویل نیرو به مشترک (سرویس مشترک) در این سیستم، از (PEN) نقطه خنثی و زمین، استفاده می شود و هادی مشترک حفاظتی/ خنثی از نقطه تحویل نیرو یا سرویس مشترک به بعد، سیستم نیرو تابع مبحث ۱۳ از مقررات ملی ساختمان ایران خواهد بود.

در فشار ضعیفاتصال به زمین باید تنها در ایستگاه تغذیه کننده انجام شود. در مورد سیستم های جریان مستقیم سه سیمه، الکترود زمین باید به نقطه خنثی سیستم وصل شود.

در فشار متوسطاتصال زمین باید هم در ایستگاه تغذیه کننده و هم در ایستگاه مصرف کننده انجام شود. الکترود زمین باید به نقطه خنثی سیستم اتصال داده شود.

۴ - شدت جریان در هادی های اتصال زمین

نقاط اتصال به زمین باید به نحوی ترتیب داده شده و انتخاب شوند که در شرایط عادی شدت جریان های نامعقول از هادی اتصال زمین عبور نکنند. اگر شدت جریان عبوری از هادی زمین، به سبب استفاده از اتصال زمین های مکرر، مقداری زیاد و غیرقابل قبول باشد،باید یک یا چند عمل گفته شده در زیر را انجام داد:

- یک یا چند اتصال به زمین در نقاط مختلف را حذف کرد
- محل اتصال به زمین ها را تغییر داد
- هادی وصل کننده الکترودهادی زمین مختلف برای ایجاد مداومت الکتریکی را قطع کرد.
- با تجویز بهره بردار و موافقت مقام مجری استاندارد، از روش های دیگری برای محدود کردن جریان استفاده کرد.

در هر حال اتصال به زمین سیستم ترانسفورماتور منبع یا اتصال زمین اصلی، نباید حذف شود.

شدت جریان هایی که در شرایط غیر عادی و به طور موقت به وجود می آیند (در هنگامی که هادی های اتصال به زمین برای تامین ایمنی به وظیفه خود عمل می کنند)، شدت جریان های نامعقول به حساب نمی آیند. هادی اتصال زمین باید دارای ظرفیت کافی برای عبور جریان های اتصالی که انتظار می رود از آن عبور کنند باشد بدون آن که دمای آن از حد مجاز بیشتر شده یا ولتاژ آن بیش از حد، بالا رود.

۵ - ساختار هادی زمین

در همه موارد هادی های زمین باید از جنس مس یا فلزات دیگر یا ترکیبی از فلزات به نوعی ساخته شده باشند که در شرایط موجود و در طول عمر مفید پیش بینی شده آن ها زیاده از حد خورده نشوند و در صورت عملی بودن، در طول این هادی ها نباید هیچ نوع اتصال و دو راهی یا چند راهی وجود داشته باشد (بهترین انتخاب برای هادی زمین فولاد یا گالوانیزه گرم است که حداقل ضخامت فلز روی در آن ۷۰ میکرومتر می باشد همچنین مس با روکش سربی به ضخامت حداقل یک میلیمتر نیز انتخاب مناسبی است).

اسکلت های فلزی یک سازه یا بنا تا محل اتصال به الکترود زمین مناسبی می تواند به عنوان هادی زمین مورد استفاده قرار داده شود.

تذکر مهم : هیچ گاه نباید از وسیله ای که مدار را باز کند (کلید، فیوز و غیره) در مسیرهادی زمین استفاده شود.

اتصالات هادی زمین

اتصالات هادی زمین باید به نحوی انجام شوند که با مشخصه های هادی زمین شده (الکترود زمین) و هادی زمین مطابقت داشته و برای استقرار در محیط زیست مناسب باشند. از این گونه اند اتصالات انجام شده به وسیله لحیم سخت، جوشکاری (جوش اگزوترمیک)، اتصالات مکانیکی، اتصالات پرسی، بست های الکترود و بست های تسمه ای، استفاده از لحیم کاری فقط در مورد غلاف های سربی مجاز است.

شدت جریان مجاز و استقامت مکانیکی در هادی اتصال زمین

شدت جریان مجاز کوتاه مدت یک هادی لخت، شدت جریانی است که هادی می تواند بدون آن که ذوب شده یا در اثر نیروهای وارده گسسته (پاره) شود از خود عبور دهد. اگر هادی زمین دارای عایقبندی باشد، شدت جریان مجاز کوتاه مدت آن، جریانی است که به عایقبندی آسیب وارد نیاورد. در قسمتی از مسیر که هادی از چند شاخه موازی تشکیل شده باشد، شدت جریان کل جمع شدت جریان های شاخه ها خواهد بود.

اتصالات

اتصالات هادی زمین باید با استفاده از کابلشو، ترمینال یا وسیله ای که در هنگام بازرسی عادی یا بهره برداری یا تعمیرات جا به جا یا شل نشده و یا به هم نخورد، انجام شود. همچنین جنس این اتصالات باید مانند جنس هادی زمین باشد.

۳۲۵-۱ برای جلوگیری از پاره شدن هادی اتصال زمین در اثر حرکت یا نشست طبیعی زمین، آن بخش از هادی اتصال زمین که مستقیماً در زمین دفن می شود باید بدون اعمال کشش (شل) خوابانده شود یا این که استقامت آن نسبت به نیروی کشش به قدر کافی زیاد باشد.

۶ - الکترودهای اتصال زمین

الکترود زمین باید ماندگار بوده و برای سیستم الکتریکی مورد نظر کافی باشد، از یک الکترود یا سیستم به هم پیوسته الکترودهای زمین باید برای اتصال به زمین سیستم الکتریکی (پست) و پوشش های هادی ها و تجهیزاتی که به وسیله سیستم تغذیه می شوند، استفاده شود. این هدف ممکن است با به هم پیوستن اجزای ذکر شده در نقطه وصل هادی اتصال زمین انجام شود. الکترودهای زمین باید یکی از انواع زیر باشند:

- **الکترودهای موجود**

منظور از الکترودهای موجود، اجسام هادی ای هستند که با هدفی دیگر، غیر از ایجاد اتصال زمین برای سیستم های الکتریکی نصب شده اند. مانند:

- **سیستم های آبرسانی با لوله های فلزی**

از لوله کشی های زیرزمینی موجود که مربوط به سیستم های آب سرد می باشند، می توان به عنوان الکترود زمین استفاده کرد.

یادآوری- معمولاً این گونه سیستم ها دارای مقاومتی بسیار کم نسبت به زمین می باشند و اگر در دسترس باشند برای استفاده به عنوان الکترود زمین، ارجحیت دارند.

استثنا- سیستم های لوله کشی غیر فلزی آب که هادی برق نیستند یا در مواردی که اتصالات لوله های فلزی از نوع غیر فلزی باشند، برای استفاده به عنوان الکترود زمین مناسب نیستند.

میلگردهای فولادی بتن مسلح در پی ها و شالوده ها

میلگردهای فولادی بتن در پی ها و شالوده هایی که نسبت به زمین عایقبندی نشده و حداقل عمق آن ها از سطح زمین یک متر باشد، یک الکترود زمین موثر به حساب می آید. در مواردی که از سازه های فولادی سوار بر این پی ها (برج ها، اسکلت های فولادی و نظایر آن ها) به عنوان هادی اتصال زمین استفاده شود، باید به کمک وصل میلگردهای فولادی پی به بولت های نگهدار سازه، یا وصل میلگردها به کمک کابل به سازه بالای آن، همبندی به عمل آید.

سیم های فولادی که به طور معمول به عنوان بست میلگردها به کار می روند، به منظور همبندی الکتریکی میلگردهای قفسه ها نیز کافی به حساب می آیند.

الکترودهای مصنوعی

در هنگام استفاده از الکترودهای مصنوعی، این الکترودها باید تا جایی که مقدور است از سفره ی نم دایمی خاک عبور کنند و از عمق یخزدگی نیز پایین تر روند. الکترودهای مصنوعی باید از فلز یا ترکیبی از چنان فلزاتی ساخته شده باشند که در شرایط موجود و در طول عمر مفید پیش بینی شده برای آن ها، دچار خوردگی بیش از حد نشوند.

کلیه سطوح خارجی الکترودها باید هادی جریان برق باشند و به عبارت دیگر، این سطوح نباید پوشیده از رنگ، وارنیش، لعاب یا هرگونه پوشش عایق دیگر باشد.

میله های کوبیده شده

میله های کوبیده شده ممکن است متشکل از تعدادی قطعه باشند ولی طول کل آن ها نباید از ۲/۴۵ متر کمتر باشد. قطر میله های آهنی یا فولادی نباید از ۱۶ میلیمتر کمتر باشد و قطر میله های با روکش مس یا روکش فولاد زنگنزن یا میله های ساخته شده از فولاد زنگنزن نباید از ۱۲ میلیمتر کمتر باشد.

از میله های طولانی تر یا تعدادی میله موازی، می توان برای کم کردن مقاومت اتصال زمین استفاده کرد. فاصله بین میله های موازی نباید کمتر از طول کل هر میله باشد.

عمق کوبیدن میله نباید از ۲/۴۵ متر کمتر باشد. انتهای بالایی میله باید همسطح زمین یا پایین تر از آن باشد مگر آن که دارای حفاظی مناسب باشد.

سیم یا تسمه یا ورق دفن شده

در مناطقی که مقاومت ویژه خاک بالا است یا لایه های کم عمق سنگ در آن ها وجود دارند و یا به دست آوردن مقاومتی پایین تر نسبت به الکترودهای میله ای لازم باشد، استفاده از یک یا چند نوع الکترود که در زیر گفته شده است، مناسب خواهد بود.

الکترود زمین سیمی

یک سیم لخت که قطر آن ۴ میلیمتر یا بیشتر بوده و در عمق حداقل ۰/۴۵ متر از سطح زمین در راستایی اساساً مستقیم به طول ۳۰ متر دفن شده باشد، اتصال زمین قابل قبولی را تشکیل خواهد داد. این سیم ممکن است از یک قطعه یا از چند قطعه تشکیل شده باشد که سر به سر یا در فواصلی از سرها به هم اتصال داده می شوند. این سیم ممکن است به شکل شاخه در آمده یا این که به شکل یک شبکه دو بعدی متشکل از چند سیم موازی در آید که به آن شبکه زمین گفته می شود.

یادآوری- استفاده از هادی مسی چند مفتولی استاندارد ۱۶ میلیمتر مربع مجاز است (۷ × ۱/۷ میلیمتر) ولی ترجیح دارد به جای آن هادی مسی با سطح مقطع ۲۵ میلیمتر مربع (۷ × ۲/۱ میلیمتر) به خاطر عمر طولانی تر آن مورد مصرف قرار گیرد.

الکترود زمین تسمه ای

نوارهای فلزی با طول کل حداقل ۳ متر و با سطح کل (دو طرف) حداقل ۰/۵ مترمربع که دست کم در عمق ۰/۴۵ متری سطح زمین دفن شده باشند، تشکیل یک اتصال زمین قابل قبول می دهند. ضخامت نوارهای آهنی یا فولادی نباید از ۶ میلیمتر و اگر از نوع گالوانیزه داغ باشند از ۳ میلیمتر کمتر باشند. ضخامت نوار یا تسمه مسی نباید از ۲ میلیمتر کمتر باشد.

یادآوری ۱- معمولترین جنس برای این نوع الکترود، تسمه فولادی گالوانیزه داغ است با مقطع ۳۰ × ۳/۵ میلیمتر که به طول ۱۰ متر در تماس با زمین باشد.

یادآوری ۲- از الکترودهای تسمه ای به خصوص در مناطق صخره ای که امکان حفر کانال فقط به شکل غیر منظم وجود دارد، استفاده می شود.

الکترود زمین از ورق یا صفحه فلزی

یک ورق یا صفحه فلزی که مساحت آن از ۰/۵ متر مربع کمتر نبوده و هر دو ظرف آن با زمین در تماس باشد، تشکیل یک اتصال زمین قابل قبول خواهد داد. صفحه باید در جهت قائم قرار گرفته و عمق لبه بالایی آن از سطح زمین نباید کمتر از ۱/۵ متر باشد. ضخامت صفحه اگر آهنی یا فولادی باشد، نباید از ۶ میلیمتر و اگر گالوانیزه داغ باشد از ۳ میلیمتر و اگر از مس باشد از ۲ میلیمتر کمتر باشد.

با قرار دادن صفحه در داخل لایه هایی از خاک ذغال و نمک، به کارآیی الکترود اضافه خواهد شد.

در بیشتر موارد، الکترودهای مستقر در بتن از الکترودهای کوبیده شده یا تسمه ای یا صفحه ای دفن شده کار آمدترند.

۷ - روش های انجام اتصال به الکترودها

- اتصال به زمین

نقطه اتصال به الکترود زمین باید تا جایی که ممکن است در دسترس باشد و به نحوی اجرا شود که اتصال با دوام، با مشخصه های خوب مکانیکی و ایستادگی در برابر خوردگی و با قابلیت عبور دادن جریان به مقدار لازم، به دست آید از این میان اند:

- بست فشاری، فیتینگ، لحیم سخت، جوشکاری

- در مورد سازه های فولادی که از میلگردهای بتن پی آن ها به عنوان الکترود زمین استفاده می شود، باید از یک میله فولادی مشابه میلگردهای بتن، که به کمک جوشکاری، یکی از میلگردهای قائم را به آنکربولت اسکلت وصل می کند، استفاده شود. این بولت باید اساساً صفحه پای ستونی را که روی بتن مستقر می شود، محکم کند و سپس سیستم الکتریکی، برای وصل به زمین می توان به کمک جوشکاری یا با استفاده از پیچ برنزی که مهره آن در یکی از عضوهای بدنه اسکلت قلاویز شده است، به اسکلت سازه وصل شود.
- در مورد سازه های غیر فولادی که در آن ها از یک الکترود سیمی یا میله ای مستقر در داخل حجم بتن استفاده می شود، یک هادی مسی عایقدار که از نظر ابعاد با مقررات بخش ۳۲۳ مطابقت کرده ولی از ۲۵ میلیمتر مربع کمتر نباشد، باید با استفاده از نوعی بست که مناسب فولاد و سیم مسی است به کابل یا میله فولادی اتصال داده شود. بست و آن قسمت از هادی مس که برای انجام اتصال لخت شده است، شامل سرهای مفتول های هادی که در حجم بتن باقی خواهد ماند، باید با مالاستیک یا ماده مناسب دیگری، قبل از بتن ریزی، پوشانده شود تا از امکان بروز خوردگی در اثر جریان های گالوانیک تا حد ممکن کاسته شود. سر دیگر هادی عایقدار مسی باید برای وصل به سیستم الکتریکی به سطح بتن یا تا نقطه اتصال، به خارج از حجم بتن هدایت شود. اگر هادی مسی به ورای بتن هدایت شود، سطح مقطع آن نباید از ۳۵ میلیمتر مربع کمتر باشد.

به جای انجام کارهای گفته شده در بالا، هادی مسی را می توان از ته حفره خاکبرداری بتن خارج کرده و جدا از بتن به بالا هدایت و وصل کرد.

نقطه اتصال به سیستم لوله کشی

۳۴۲-۱ نقطه اتصال هادی زمین به لوله کشی فلزی سیستم آبرسانی باید در نزدیک ترین نقطه به محل ورود انشعاب به ساختمان یا در نزدیک ترین نقطه به محل ورود انشعاب به ساختمان یا در نزدیک ترین نقطه به تجهیزاتی که باید زمین شوند انجام و محل این اتصال باید قابل دسترسی باشد. اگر کنتر آب و ملحقات آن بین نقطه اتصال هادی زمین و لوله زیرزمینی آب قرار گرفته باشد، لازم است بین نقطه اتصال و لوله زیرزمینی به نحوی مطمئن همبندی ایجاد شود تا در صورت پیاده کردن کنتر و ملحقات آن خللی به مداومت الکتریکی اتصال زمین وارد نشود. باید از عدم وجود لوله های پی وی سی در لوله کشی اطمینان حاصل کرد.

۸ - مقدار مقاومت زمین

در سیستم هایTN ، حداکثر مقاومت اتصال زمین معادل کلیه الکترودهای موازی (با احتساب الکترودهای زمین اختصاصی مشترکین)، نباید از ۲ اهم تجاوز کند. با وجود این، در مناطق خشک، صخره ای و سنگلاخی که در آن اتصال به زمین اتفاقی (تماس اتفاقی هادی فاز با زمین یا هرگونه سازه ای که وصل به زمین است مانند افتادن فاز روی یک حصار فلزی)بر حسب تجربه و طبق داده های آماری از ۷ اهم بیشتر باشد، حداکثر مجاز مقاومت اتصال زمین را می توان به جای ۲ اهم، از رابطه زیر به دست آورد:

$$\frac{R_S}{R_E} \leq \frac{U_L}{U_O - U_L}$$

که در آن :

R_S= حداکثر مجاز اتصال زمین (به جای ۲ اهم)

R_E = حداقل مقاومت اتصال به زمین اتفاقی (به جای اهم)

U_L = حداکثر ولتاژ مجاز تماس برای افراد (۵۰ ولت مقدار موثر)

U_O = ولتاژ اسمی بین فاز و خنثی (۲۳۰/۲۲۰ ولت)

- نظر به این که حصول مقاومت کم برای اتصال زمین در سیستم های TN از راه تعداد الکترودهای زمین و از جمله اتصال زمین مشترکین به دست می آید، حداقلی برای مقاومت زمین هر یک از الکترودها تعیین نمی شود.
-

۹- مقررات اختصاصی مربوط به سیستم های TN

- اگر از رنگ برای تشخیص نوع هادی استفاده شود، رنگ هادی خنثی (N) باید آبی کمرنگ و هادی حفاظتی (PE) باید دو رنگ، سبز و زرد (راه راه) باشد. ترجیح دارد هادی مشترک حفاظتی/ خنثی (PEN) سبز و زرد (راه راه) باشد ولی می توان از رنگ آبی کمرنگ نیز برای این منظور استفاده کرد.

در هر حال در محل همه ترمینال ها وظیفه دوگانه این هادی باید به نحوی ماندگار مشخص شود.

در مورد کابل ها، برای تشخیص فازها از دو رنگ سیاه و قهوه ای استفاده می شود : برای سه فاز، دو سیاه و یک قهوه ای یا یک سیاه و دو قهوه ای برای توضیحات بیشتر در این زمینه، استانداردهای ملی مربوطه دیده شوند.

هادی اتصال به زمین

هادی اتصال به زمین باید از مس یا جنس دیگری باشد که در شرایط بهره برداری موجود، دچار خوردگی بیش از حد نشود.سطح مقطع هادی اتصال به زمین نباید از ۲/۵ میلیمتر مربع مس کمتر باشد و با روش مناسبی مانند استفاده از بست پیچی به الکترود وصل شود.

همبندی الکترودها

در مواردی که در یک ساختمان یا سازه از الکترودهای زمین مجزا برای اتصال زمین سیستم نیرو و اتصال زمین سیستم مخابرات استفاده شده باشد، این دو باید با یک هادی مسی با سطح مقطع حداقل ۱۶ میلیمترمربع همبندی شوند.

پیوست ۱

اصول اندازه گیری مقاومت الکترود زمین و مقاومت ویژه خاک

۱- اندازه گیری مقاومت الکترود زمین

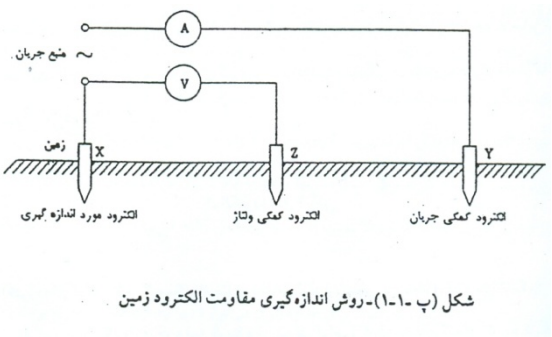
- مقدمه

روش اندازه گیری مقاومت الکترود زمین که در این پیوست ارائه شده است، اساس روش اندازه گیری به کار رفته در همه دستگاه های مدرنی است که امروزه مورد استفاده می باشند گو اینکه سازندگان مختلف برای بالا بردن دقت اندازه گیری و از بین بردن اثر جریان های سرگردان در نتایج به دست آمده، اقدام به نوآوری هایی می کنند که ممکن است بسیار موثر باشند.

به نحوی که ملاحظه خواهد شد و با در نظر گرفتن جنبه های نظری، اندازه گیری مقاومت زمین ممکن است به ظاهر کاری ساده به نظر آید ولی در بسیاری از موقعیت های عملی، انجام درست کار، احتیاج به دقت و صرف وقت و انرژی فراوان از طرف افرادی کارآزموده در این رشته خواهد داشت.

شرح اصول اندازه گیری

در شکل ۱، الکترود X الکترودی است که اندازه گیری مقاومت آن مورد نظر می باشد. Y الکترود کمکی جریان و Z الکترود کمکی ولتاژ نامیده می شوند. در صورت مساعد بودن کلیه شرایط به مشخصات آزمون، مقاومت الکترود X نسبت به جرم کلی زمین، از بخش ولتاژ بر شدت جریان اندازه گیری شده به وسیله ولتمتر و آمپرمتر که در شکل نشان داده شده اند، به دست خواهد آمد. منبع ولتاژآزمون، ممکن است جریان متناوب با فرکانس ۵۰ هرتز باشد که از شبکه فشار ضعیف گرفته می شود. برای به دست آوردن دقتی معقول در این اندازه گیری، لازم است مقاومت ولتمتر نسبت به مقاومت الکترود ولتاژ، Z زیاد باشد. در بسیاری از موارد مقاومت این الکترود ممکن است ۱۰۰۰ اهم (و حتی بیشتر)باشد که در این صورت برای کسب دقت اندازه گیری با تقریب ۵ درصد، لازم خواهد بود مقاومت ولتمتر دست کم ۲۰۰۰ اهم باشد.



شکل (پ ـ۱ـ۱)ـ روش اندازه‌گیری مقاومت الکترود زمین

در صورت استفاده از ولتاژ شبکه به عنوان منبع تغذیه، لازم است از یک ترانسفورماتور مجزا کننده (با سیم پیچی های مجزای اولیه و ثانویه) استفاده شود. الکترود نیز بنوبه خود باید از سیستم نیرو مجزا شده باشد تا انجام اندازه گیری ممکن شود.

وجود جریان های سرگردان

هنگام اندازه گیری مقاومت اتصال زمین با منبع ولتاژی که دارای فرکانس شبکه است به علت وجود جریان های سرگردان در زمین که در همه سیستم های الکتریکی وجود دارد، وارد شدن خطا در نتایج وفاصله های بدست آمده حتمی است بدین سبب در یک دستگاه اندازه گیری تجارتی، یا از منبع ولتاژ گردان دستی استفاده می شودو یا این که ولتاژ متناوب به کمک تبدیل کننده های الکترونیک از باتری به دست می آید ولتاژ متناوب نباید حتماً سینوسوئیدال باشد.

- **در صورت استفاده از منبع جریان مستقیم**

جز در مواردی که ناچار باشند، نباید از جریان مستقیم برای اندازه گیری مقاومت زمین استفاده شود. جریان مستقیم سبب اجتماع حباب گاز در اطراف الکترود و زیاد شدن مقاومت آن می شود.

هر آینه در صورت استفاده از جریان مستقیم، پس از فراهم شدن کلیه مقدمات آزمون، جریان به مدتی هرچه ممکن است کوتاه برقرار شده و اندازه گیری انجام می شود. سپس با عوض کردن قطب های باتری (والبته لوازم اندازه گیری) با سرعت یک اندازه گیری دیگر به عمل می آید. اگر با توجه به سایر شرایط گفته شده تفاوتی اساسی بین دو اندازه گیری وجود نداشت، میانگین دو مقدار به عنوان مقدار مقاومت انتخاب می شود.

- **الکترودهای کمکی**

الکترودهای کمکی Y و Z ممکن است از قطعات لوله نیم اینچی یا میله های فولادی تشکیل شده باشند که تا عمق یک متری در زمین کوبیده می شوند. فواصل الکترودهای کمکی از یکدیگر و از الکترود اصلی X بسیار مهم است. در مواقع چیزی که به نام مقاومت الکترود خوانده می شود، مقاومت حجم «خاک»ای است که الکترود را احاطه می کند و به آن به اصطلاح، حوزه مقاومت الکترود زمین می گویند. با توجه به این که حوزه مورد بحث از نظر تئوریک تا بی نهایت ادامه دارد، همه الکترودها در حوزه مقاومت یکدیگر قرار دارند و لذا داشتن الکترودهای مستقل ممکن نیست. در عمل بسته به نوع زمین (خاک) و لایه های آن در اطراف الکترود و عوامل دیگری مانند رطوبت و مقدار املاح و غیره، این حوزه ممکن است از ۱۰ تا ۲۰ متر ادامه یابد که در هر حال اگر دو الکترود در فاصله ۲۰ متری قرار داشته باشند، عملاً می توان آن ها را در خارج از حوزه مقاومت یکدیگر دانست به شرطی که هیچ نوع وضعیت منحرف کننده ای مانند زمینی با مقاومت ویژه بسیار بالا، وجود نداشته باشد. در این حالت حوزه ولتاژ الکترود ممکن است خیلی بیشتر از ۲۰ متر باشد.

- **راهنمای عملی برای انجام اندازه گیری**

اگر الکترود مورد اندازه گیری X ، از انواع ساده یعنی یک میله کوبیده شده یا صفحه ای دفن شده در زمین باشد، الکترود جریان Y را می توان بر فرض در فاصله ۳۰ متری از الکترود اصلی X قرار داده و الکترود ولتاژ را در وسط این دو نصب کرد. در این حالت مقاومت را اندازه گیری و یادداشت کرده و الکترود ولتاژ را جابه جا می کنند: یک بار به طول حدود ۶ متر نزدیکتر به الکترود اصلی X و بار دیگر به همین مقدار نزدیکتر به الکترود کمکی جریان Y . چنانچه نتایج هر سه آزمون در حد دقت مورد نظر باشند، میانگین سه مقدار اندازه گیری شده، مقاومت مورد نظر خواهد بود.

اگر نتیجه اندازه گیری ها قابل قبول نبود، الکترود جریان Y را به فاصله ای دلخواه مانند ۴۵ تا ۵۰ متری از الکترود اصلی X منتقل کرده و کل اندازه گیری ها را مشابه بالا تکرار می کنند و در صورت لزوم آنقدر (برای فواصل دورتری از الکترود Y نسبت به X) به این عمل ادامه می دهند تا نتیجه مطلوب حاصل شود.

نتایج به دست آمده از این روش ساده برای اندازه گیری در موارد زیر رضایتبخش نخواهد بود:

- اگر مقاومت الکترود مورد اندازه گیری X ، حدود یک اهم یا کمتر باشد.
- اگر مقاومت الکترود کمکی جریان Y ، بسیار زیاد باشد.

(در این موارد حوزه اثر مقاومت الکترود جریان Y ، بسیار وسیع تر بوده و در نتیجه لازم خواهد بود فاصله الکترود جریان Y از الکترود اصلی X خیلی بیشتر باشد.)

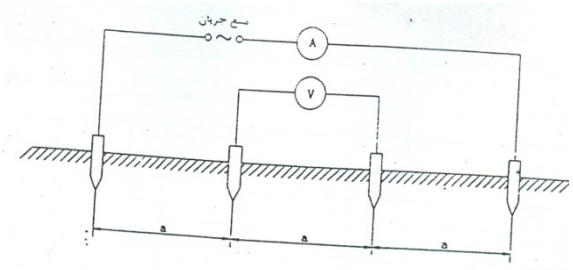
شرایط مورد بحث هنگامی پیش می آیند که الکترود مورد اندازه گیری مانند الکترود یک نیروگاه یا پست اصلی، بسیار گسترده باشد. برای این حالت ممکن نخواهد بود جز این که تهیه یک یا چند منحنی تغییرات مقاومت نسبت به فاصله لازم خواهد بود. ترتیب کار چنین است که الکترود جریان Y را در فاصله ی دلخواه در دور دست قرار داده و الکترود ولتاژ Z را در فواصل معین، از نزدیکی های الکترود اصلی X، به سمت الکترود جریان حرکت داده و هر بار اندازه گیری ها را یادداشت می کنند سپس نتایج را بر روی محور مختصات منتقل کرده و منحنی تغییرات مقاومت نسبت به فاصله را می کشند. اگر منحنی دارای قسمتی باشد که اساساً افقی است این مقدار افقی، مقاومت الکترود مورد نظر یعنی X خواهد بود.

اگر منحنی به دست آمده دارای قسمتی افقی نباشد، لازم خواهد بود الکترود کمکی جریان یعنی Y را باز هم دورتر بوده و عملیات را تکرار کرد تا قسمت افقی هویدا شود. بایستی توجه شود که نباید انتظار داشت که قسمت افقی در حوالی وسط فاصله دو الکترود X و Y هویدا شود لذا باید اندازه گیری ها برای موقعیت های الکترود Z از نزدیکی الکترود X شروع شده و به سمت الکترود Y حرکت شود.

یادآوری – اگر وسیله اندازه گیری مخصوص برای مقاومت زمین در دسترس نباشد، می توان با استفاده از یک ترانسفورماتور مجزا کننده و یک آمپرمتر معمولی و یک ولت متر با مقاومت زیاد، مقاومت زمین یک الکترود را با دقت کافی اندازه گیری کرد به شرط این که جریان های سرگردان نادیده گرفته نشوند و احتمالاً با انتخاب ساعت مناسبی برای این کار اثر این جریان ها خنثی شود.

اندازه گیری مقاومت ویژه خاک

اندازه گیری مقاومت ویژه خاک با همان دستگاهی انجام می شود که اندازه گیری مقاومت الکترود زمین به عمل می آید با این تفاوت که در مورد اخیر از چهار الکترود به جای سه الکترود که در اندازه گیری مقاومت خودنمایی می کنند استفاده می شود. بدیهی است که در مورد اخیر هر چهار الکترود موقتی می باشند.



شکل (پ ـ۱ـ۲)ـ روش اندازه‌گیری مقاومت ویژه خاک

برای انجام آزمون، چهار الکترود کمکی عمقی حدود ۱ متر در زمین کوبیده می شوند. عمق فرو رفتگی الکترودها در زمین نباید از یک بیستم فاصله الکترودها یعنی a بیشتر باشد. اگر فرض شود که زمین مورد آزمون کاملاً یکدست و همگن است مقاومت اندازه گیری شده، R در رابطه زیر صدق خواهد کرد:

$$R = \frac{P}{2\pi a}$$

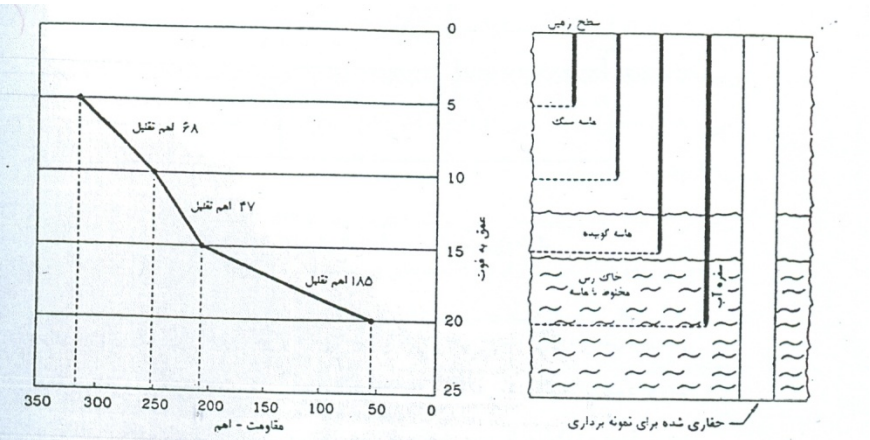
که در آن :

P = مقاومت ویژه میانگین برای خاک بر حسب اهم متر در عمق a متر است.

a = فاصله الکترودها از یکدیگر بر حسب متر و عمقی است که در آن مقاومت ویژه برابر r است.

π = عدد پی

با تکرار اندازه گیری ها برای مقادیر مختلف فاصله a مقاومت ویژه میانگین برای عمق های مختلف a به دست می آید و با مطالعه همه نتایج می توان نسبت به انتخاب عمق کوبیدن یا دفن کردن الکترود، تصمیم گیری نمود و به عبارت دیگر قضاوت کرد که ازدیاد عمق تا چه حد به کم کردن مقاومت کمک خواهد کرد. شکل ۳ نمونه ای است برای نشان دادن تاثیر عمق الکترود و نوع خاک لایه ها در مقدار مقاومت الکترود.



شکل (پ ـ۱ـ۳)ـ تاثیر عمق الکترود و نوع خاک لایه‌ها در مقدار مقاومت الکترود

یادآوری- بعضی از مراجع معتبر توصیه می کنند که در مورد اندازه گیری مقاومت خاک، عمق الکترودها از ۰/۳ متر تجاوز نکند و نیز مقاومت ویژه اندازه گیری شده در عمق a متر نبوده بلکه در عمق کمتری از سطح زمین، یعنی ۳/۴ ، a است. نظر به این که از نتایج این اندازه گیری ها تنها در تصمیم گیری های کلی استفاده خواهد شد، نباید به این موضوع بیش از حد توجه نمود.

در جدول(پ-۱) مقاومت های ویژه زمین های مختلف عنوان شده است.

مقاومت ویژه (Ω . m)	نوع زمین
۴۰- ۵	مرداب و باتلاق
۲۰۰-۲۰	خاک رس و زمین مزروعی
۲۵۰خشک- ۲۰۰مرطوب	ماسه
خشک۱۰۰۰- ۵۰۰ مرطوب	شن
۳۰۰۰- ۲۰۰۰	سنگلاخ و گرانیت

پیوست ۲

راهنمای برآورد مقاومت انواع الکترودها در زمین های مختلف و عمل آوردن خاک برای کم کردن مقاومت الکترودها

– مقدمه

پیش بینی دقیق مقدار مقاومت زمین کاری است ناممکن و شاید فقط افراد کارآزموده بتوانند با تقریبی قابل قبول، مقاومت یک الکترود را در منطقه ای که مدت ها در آن کار کرده و تجربه آموخته اند، بعد از آزمون مقاومت مخصوص زمین و بررسی نتایج آن حدس بزنند. لذا مطالبی که در این پیوست ارائه شده اند باید فقط به عنوان راهنما برای بررسی امکانات، مورد توجه قرار گیرند.

۱– مقاومت الکترودهای مختلف

سه نوع اتصال زمین به قرار زیر بررسی شده اند:

- میله کوبیده شده یا دفن شده
- صفحه دفن شده
- نوار دفن شده

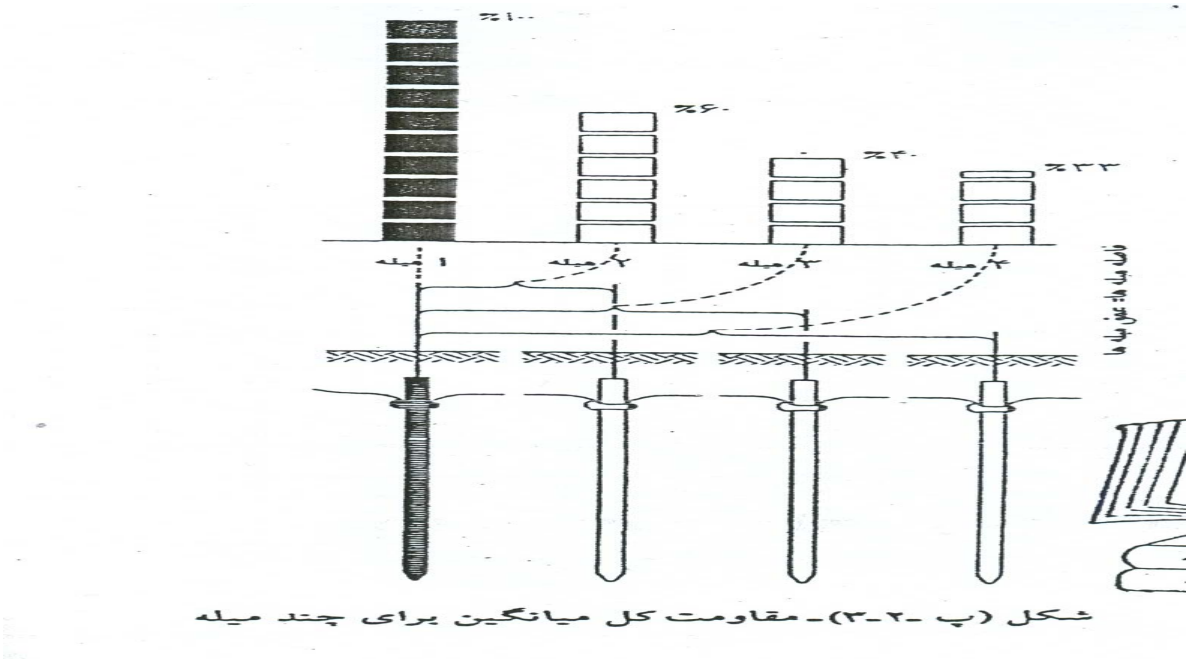
در مورد الکترود صفحه ای، عمق دفن کم بوده و با عرف محلی، که دفن الکترود را در عمق نسبتاً زیاد تجویز می نماید، مغایرت دارد.

در مورد الکترود کوبیده شده از لوله به جای میله استفاده شده است که ممکن است مقاومت آن ها مشابه نباشند.

و در مورد الکترودهای تسمه ای، فولاد گالوانیزه به علت مناسب تر بودن بهای آن متداولتر از نوع مسی است. تسمه گالوانیزه ای که مخصوص اتصال زمین ساخته می شود، ۳۰ × ۳/۵ میلیمتر است.

۲– تاثیر فاصله نسبی الکترودهای موازی در مقاومت کل آن ها

در مواردی که برای کم کردن مقاومت زمین از چند الکترود به صورت موازی استفاده شود باید سعی نمود که الکترودها در خارج از حوزه مقاومت یکدیگر قرار گیرند. فقط در این حالت است که هر الکترود به صورت مستقل عمل کرده و مقاومت معادل آن ها در حداقل ممکن خواهد بود. در غیر این صورت مستقل عمل کرده و مقاومت معادل آن ها در حداقل ممکن خواهد بود. در غیر این صورت یعنی با نزدیکتر شدن الکترودها به هم، مقاومت معادل آن ها نیز بیشتر خواهد شد. در عمل، قرار دادن الکترودها در خارج از حوزه اثر یکدیگر به طور کامل، به صرفه نخواهد بود زیرا اضافه شدن هزینه هادی اتصال از یک طرف و اضافه شدن مقاومت این هادی از طرف دیگر در نتیجه مطلوب خلل وارد خواهند کرد لذا لازم است برای هر مورد، فاصله مناسبی با در نظر گرفتن همه جوانب، انتخاب شود.



شکل (ب ـ۲ـ۳)ـ مقاومت کل میانگین برای چند میله

۳- استفاده از مواد شیمیایی برای کم کردن مقاومت الکترود زمین

در مواردی که نوع خاک منطقه به نحوی است که الکترود احداث شده در آن دارای مقاومتی بیش از حد معمول شود با استفاده از مواد شیمیایی مجاز می توان از مقدار مقاومت زمین کاست. عمل آوردن خاک به این ترتیب، در مورد الکترودهای دفن شده به صورت افقی، قابل اجرا نمی باشد.

مواد شیمیایی مورد استفاده نباید دارای خاصیت خورندگی الکترود با آلایندگی بیش از حد محیط زیست باشند. از انواع موادی که در عمل بیش از همه مورد مصرف می باشند، عبارتند از :

- نمک طعام (سنگ)
- سولفات منیزیوم
- سولفات مس
- خاک ذغال چوب یا کک در اختلاط با نمک

از مواد ذکر شده در بالا، خاصیت خورندگی سولفات منیزیوم کمتر از همه، و نمک طعام، ارزانتر از همه است. مواد دیگری هم وجود دارند که به علت بالا بودن نسبی بهای آن ها نسبت به موادی مانند نمک، مورد توجه قرار داده نشده اند.

به نظر می رسد مناسب ترین روش کم کردن مقاومت، همان روش معمولی یعنی استفاده از مخلوط یا لایه بندی خاکه ذغال و نمک طعام سنگ باشد.

عمل آوردن خاک برای کم کردن مقاومت زمین در مورد الکترودهای دفن شده در جهت قائم ممکن است به دو روش انجام شود:

۳-۱- مخلوط نمک /ذغال/خاک

نمک سنگ کوبیده شده و سرند شده با خاکه ذغال چوب و خام سرند شده که بهتر است خاک رس یا مشابه آن باشد با نسبت وزنی زیر با هم مخلوط و حداقل تا ارتفاع ۱/۵ متری از ته چاه پر شده و کوبیده می شود:

نمک/ذغال چوب/خاک با نسبت ۱/ ۰/۵ / ۱۰

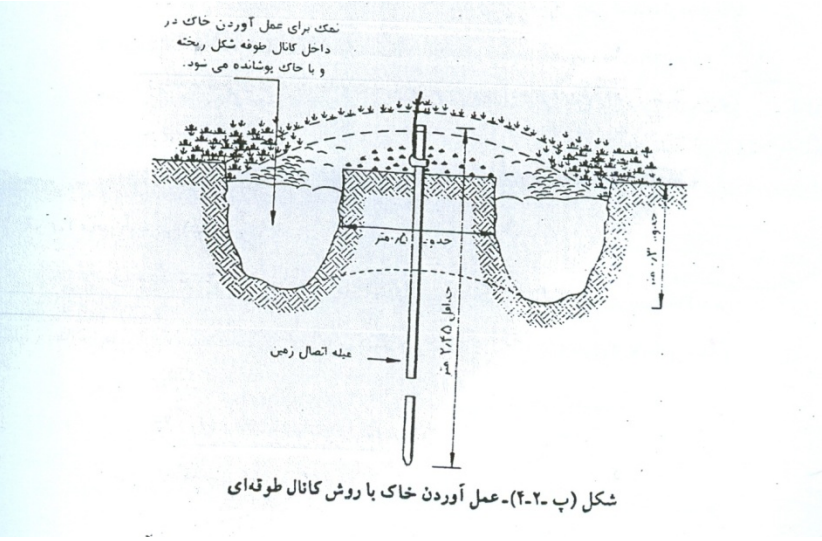
بقیه چاه با خاک سرند شده پر و لایه به لایه کوبیده می شود.

۳-۲ لایه بندی نمک / ذغال

خاکه ذغال چوب یا کک در اطراف صفحه الکترود ریخته شده و کوبیده می شود به نحوی که حداقل ۰/۲ متر ذغال بالاتر از الکترود قرار گیرد. سپس به تناوب یک لایه نمک و یک لایه ذغال چوب یا کک در لایه هایی به ضخامت ۰/۱۵ متر در اطراف الکترود تا ارتفاع ۱/۵ متری از ته چاه پر شده و کمپاکت می شود. بقیه چاه با خام سرند شده پر شده و کوبیده می شود.

عمل آوردن خاک برای کم کردن مقاومت زمین در مورد الکترودهای کوبیده شده یا دفن شده به صورت قائم، به ترتیب زیر انجام می شود:

۳-۳ در اطراف الکترود زمین طوقه ای به قطر داخلی ۰/۵ متر و عمق ۰/۳ متر و عرض کافی برای خاکبرداری ایجاد می شود که تا عمق ۰/۲ متری به وسیله نمک و بقیه با خاک پر می شود.



شکل (پ-۲-۴)- عمل آوردن خاک با روش کانال طوقه‌ای

روش های عمل آوردن خاک که در بالا گفته شد، جز در مورد ۴-۳، معمولاً یک بار انجام شده ودر طول عمر الکترود قابل تجدید نیست در حالی که مثلاً در مورد شبکه های زمین پست های اصلی، شاید لازم باشد در طول عمر آن ها، عمل آوردن زمین پیوسته تجدید شده یا به طور دایم ادامه داشته باشد در این حالت می توان از روش زیر استفاده کرد:

۳-۴ در سطح پست معمولاً در نزدیکی برخی میله های زمین که در الکترودهای شبکه ای استفاده فراوان دارند، یک لوله بتنی که در یک انتهای آن درپوشی وجود دارد و انتهای دیگر آزاد می باشد، در خاک ذفن می شود. قطر لوله حدود ۰/۲ متر و طول آن حدود ۱ متر برای عمق الکترود ۲/۴۵ متری است. داخل لوله با سنگ نمک خرد شده پر می شود و امکان آبیاری الکترود نیز از طریق درپوش وجود دارد.

۴- عمر الکترودها و مدت زمان اثر عمل آوردن خاک

لازم است دقیقاً توجه شود که هر الکترود زمین دارای طول عمر مفیدی است که بنا به شرایط محلی ممکن است چند ماه تا چندین سال باشد. مهمترین عوامل موثر در طول عمر الکترود عبارتند از:

- جنس الکترود و هادی ها
- بست ها و نوع اتصالات الکترودها
- ترکیب خاک
- مواد عمل آوردن خاک

با توجه به موارد ذکر شده و تاثیر عوامل فصلی مانند تغییر عمق سفره نم در طول سال، لازم است به طور مداوم و تا حد امکان از اجزای در دسترس الکترود بازدید و نسبت به سلامت و کارآیی آن اطمینان حاصل نمود. کارآیی مهمترین قسمت های یک الکترود که همان قسمت های زیرزمینی آن است تنها ازراه اندازه گیری مقاومت الکترود امکان پذیر است که باید به صورت دوره ای انجام شده و نتایج به دست آمده توسط افراد کاردان بررسی و در صورت مشاهده تغییرات عمده در مقدار مقاومت، نسبت به ترمیم یا تجدید آن اقدام شود. نتایج اندازه گیری های مقاومت زمین باید در محلی مطمئن بایگانی شده و برای بازدید افراد مسئول آماده باشد.

۵- آبیاری الکترود

یکی از روش های کم کردن مقاومت الکترود زمین در مناطقی که به دلایل طبیعی رطوبت خاک کم است، آبیاری الکترود است در صورتی که وسایل لازم برای انجام این کار وجود داشته باشد. مقرراتی مشخص برای این کار وجود ندارد و فقط بایستی با توجه به امکانات بهترین روش برای آبیاری قطره ای یا به تناوب انتخاب و اجرا شود.

پیوست ۳

فیوز

فیوزها ساده ترین وسایل حفاظت هستند و طوری انتخاب میشوند که جریان نامی مدار را بدون ایجاد حرارتی درحد ذوب تحمل میکند. اگر به هر دلیل اتصال کوتاه ـ اضافه بارـ ولتاژ اعمالی اضافی جریان از حد مجاز فراتر رود فیوزگرم شده در نهایت ذوب میشود .

جریان نامی فیوز: جریانی است که می تواند بطور نامحدود از فیوز بگذرد بدون آنکه منجر به قطع آن شود.

حداکثر جریانی که فیوز بدون آسیب رساندن به پایه ها و حامل خود تحمل می کند قدرت قطع فیوز نام دارد .

مینیموم جریان فیوز: کمترین جریانی است که باعث ذوب عنصر فیوزمیگردد.

مزایا : هزینه ی نصب فیوز پایین است فضای کمی اشغال می کند، نیاز به نگهداری ندارد، ارزان است ، به تجهیزات مثل منبع تغذیه برای عملکرد نیاز ندارد.

معایب: ازتجهیزات حفاظتی دیگرفرمان نمیگیرد ـ عوامل محیطی (برف،باران،آلودگی و ....) در کار آن می تواند اخلال ایجاد کند ـ عملکرد آنها خارج از کنترل است ـ هماهنگ کردن فیوزها با سایر تجهیزات حفاظتی مشکل است.

فیوزها به لحاظ عملکرد به دو نوع کندسوز (T) و تندسوز (K) تقسیم می شوند. فیوزهای تندسوز برای جریان های اتصال کوتاه مناسب هستند . کندسوز جهت جریان های اضافی ناشی از اضافه بار مناسب است. فیوزهای کندسوز برای جریانهای اضافی ناشی از کلیدزنی و اتصال کوتاه زودگذر عمل نمی کند. فیوزها به لحاظ ساختمانی به صورت زیر تقسیم بندی می شوند.

۱. معمولی ۲. تأخیری ۳. فیوزهای با جزء ذوب شونده دو قسمتی

در راه اندازی موتورهای الکتریکی که جریان اولیه زیاد است از فیوزهای تأخیری استفاده میشود . از فیوزهای با جزء ذوب شونده ی دو قسمتی برای محافظت موتورها، ترانسها و .... استفاده می شود که یک قسمت از آن تأخیری است و حفاظت در مقابل اضافه بار را به عهده دارد، قسمت دیگر آن سریع است و جریانهای ناشی از اتصال کوتاه را قطع می کند . برای حفاظت از کابل و سیم انشعابات معمولی (انشعاباتی که موتورها را تغذیهنمی کند) فیوز با اندازه ی اسمی برابر جریان مجاز سیم یا کابل انتخاب می شود.

تذکر :

۱. برای حفاظت شخص در مقابل برق گرفتگی از کلید FI استفاده می شود.
۲. برای حفاظت دستگاه در مقابل اضافه بار رله حرارتی (بی متال) استفاده می شود.
۳. برای حفاظت دستگاه در مقابل اتصال کوتاه از رله مغناطیسی استفاده می شود.
۴. از ترانس ایزوله برای حفاظت جان اشخاص در مقابل برق گرفتگی استفاده می شود.

ضریب توان

$COS\ \varphi$، P.F.، ضریب قدرت ، POWER FACTORنامهای دیگر آن هستند

زمانی که ولتاژ و جریان هم فاز باشند توان تولید شده از فرمول P=V.I بدست می آید. اما هنگامی که بین جریان و ولتاژ اختلاف فاز وجود داشته باشد در فرمول توان عبارت Cos φ (فی ، زاویه بین بردارهای ولتاژ و جریان) ضرب می شود .

نکته : در مدارات مقاومتی خالص اختلاف فازی بین ولتاژ و جریان وجود ندارد.

نکته: اختلاف فازبه این معناست که نقطه ی شروع شکل موجهای ولتاژوجریان یکی نیست.

یادآوری : برای اینکه شکل موج شناخته شود باید دامنه، فرکانس و فاز آن را بشناسیم.

نکته : اختلاف فاز بین شکل موج های ولتاژ و جریان ناشی از وجود سلف یا خازن در مدار می باشد.

S: توان یا قدرت ظاهری **s=v.i**

P : توان حقیقی ، توان مفید ، توان واته ، توان اکتیو **p=v.i.cos ϕ**

Q **:** توان راکتیو ، توان غیر مفید ، توان دواته **ϕq=v.i.sin**

تذکر : هر چه میزان خاصیت سلفی یا خازنی مدار افزایش پیدا کند توان اکتیو کمتر و توان راکتیو بیشتر می شود.

اثرات نامطلوب کاهش ضریب توان:

در صورتی که توان حقیقی درخواستی (انتقال داده شده) ثابت باشد با کوچک شدن ضریب توان ، مقدار مؤثر جریان خط افزایش می یابد

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot COS\varphi$$

با افزایش جریان خط آثار زیر پدیدار می شود :

۱- تلفات خط افزایش می یابد توان تلفاتی = $R \cdot I^2$

۲- توان ظاهری افزایش می یابد : ($S = \frac{P}{COS\ \varphi}$) افزایش قدرت ظاهری به این معناست که باید ترانس بزرگتری انتخاب گردد (در صورتی که توان مفید انتقالی تغییر نکرده است) در حقیقت از تمامی توان ترانس استفاده نمی شود

۳- افت ولتاژ در طول خط افزایش می یابد . $\Delta V = R \cdot \Delta I$

۴- با ازدیاد جریان باید سیم و کابل با مقطع بزرگتری انتخاب شود .

۵- با افزایش جریان علاوه بر سیم و کابل ، کلیدها ، فیوزها ، تابلوها و تجهیزات آنها ، وسایل اندازه گیری و حفاظتی و ..... نیز بزرگتر می شوند که این موضوع افزایش هزینه قابل توجهی را به دنبال دارد .

تذکر : چون قدرت ظاهری ژنراتور ثابت است ($S^2 = P^2 + Q^2$) لذا هر چه ضریب توان بدتر شود ($COS\ \varphi$ کوچکتر شود) توان اکتیو کمتر و توان راکتیو بیشتر می گردد و اگر قرار باشد $COS\ \varphi$ شبکه پایین باشد و نیروگاه با همان $COS\ \varphi$ پایین کار کند و در ضمن توان کامل درخواستی را نیز تامین کند دو راه وجود دارد :

۰ – تعداد بیشتری ژنراتور موازی شوند

۰ – از ژنراتورها با $COS\ \varphi$ نامی شان بار گرفته شود و توان دواته توسط اصلاح کننده های ضریب قدرت (موتور سنکرون یا بانک خازنی) تامین شود

اما هر دو روش بالا باعث افزایش قیمت تاسیسات نیروگاه شده و ضمناً بار دواته به ترتیبی که در نیروگاه جبران شود از تلفات خط انتقال نمی کاهد لذا سعی بر این است که نیروگاه با ضریب توان خوب کار کند و مصرف کننده ها مجبور به بالا بردن ضریب توان خود باشند برای این منظور قیمت برق مصرفی را تابعی از $COS\ \varphi$ در نظر می گیرند . (از کنتور راکتیو در کنار کنتور اکتیو استفاده می کنند)

نکته : هر چه قدرت موتور بیشتر باشد جریان مغناطیس کنندگی بیشتر است لذا $COS\ \varphi$ خرابتر می شود

نکته : ضریب توان موتور بستگی به بار آن دارد

تمرین : اگر یک کارگاه در شبکه سه فاز (۳۸۰ ولت) ۵۰ کیلو وات توان بکشد جریان مصرفی را در ضریب توان های 0.7 و 0.8 و 0.9 مقایسه کنید

مثال : جدول زیر توان ظاهری را متناسب با $COS\ \varphi$ شبکه برای تامین بار توان واته ۱۰۰ کیلو وات توسط یک ترانس نشان می دهد (از این جدول چه مطلبی دریافت می شود ؟)

$COS\ \varphi$	۱	۰/۹	۰/۷	۰/۵	۰/۳	۰/۱
S	۱۰۰	۱۱۱	۱۴۳	۲۰۰	۳۳۰	۱۰۰۰

ترانس های اندازه گیری ولتاژ و جریان (PT و CT)

همانطور که مستحضرید به دلایل فنی ، اقتصادی و ایمنی استفاده از ولت متر و آمپرمترهای معمولی در مدارات متناوب ولتاژ بالا میسر نیست لذا مقادیر بالای ولتاژ و جریان را ابتدا به کمک ترانس پایین می آورند سپس آنها را اندازه گیری می نمایند .برخی از کاربردهای PT و CT در وات ساعت سنج ها ، رله های زمین ، رله های اضافه جریان ، .... و دیگر کاربردهای وابسته به ولتاژ و جریان بالا استفاده می شود

CT (ترانس جریان)معمولاً طوری طراحی می شود که در ثانویه آن بیشتر از ۵ آمپر نیفتد و PT (ترانس ولتاژ) طوری طراحی می شود که ولتاژ خروجی آن بیشتر از ۱۲۰ ولت نشود .

اولیه یک ترانس جریان یک هادی یا یک شین است که با بار سری است . اولیه یک ترانس ولتاژ با بار موازی است

ترانس جریان باید به گونه ای انتخاب شود تا هم در حالت کار عادی شبکه و هم در حالت بروز خطا یا اتصال کوتاه بتواند جریان مجاز (برای دستگاهها)را در ثانویه خود ایجاد نماید

تذکر : ثانویه یک CT هیچگاه نباید در زیر بار باز شود زیرا :

۱- ممکن است ولتاژ بالایی تولید شود که در تماس با آن احتمال مرگ وجود دارد

۲- همچنین شار بالایی که در اثر مدار باز ثانویه پدید می آید ممکن است هسته را آنقدر به اشباع ببرد که به ضریب تبدیل ترانس لطمه بزنـدو دقـت آن را در اندازه گیری های بعدی کاهش دهد

۳- ممکن است عایقکاری ثانویه خراب شده و قوس الکتریکی ایجاد شود .

(International Protection) IP

حفاظت بین المللی تجهیزات برقی

این علامت که روی پلاک موتورها نیز دیده می شود کلاس حفاظتی دستگاه در برابـر شـرایط محیطـی را نشـان مـی دهـد . معمـولاً دو شـماره پـس از علامت IP قرار می گیرد که شماره اول بیانگر نوع حفاظت در برابر ذرات و اجسام خارجی است و شماره دوم نوع حفاظت در برابر پاشش قطرات آب را نشان میدهد . IP - -

عدد اول	نوع حفاظت در برابر ذرات خارجی
۰	بدون حفاظت
۱	در برابر ذرات بزرگ با قطر بیشتر از ۵ سانتیمتر
۲	در برابر ذرات متوسط با قطر بیشتر از ۱/۲ سانتیمتر
۳	در برابر ذرات کوچک با قطر بیشتر از ۲/۵ میلیمتر
۴	در برابر ذرات کوچک با قطر بیشتر از یک میلیمتر
۵	در برابر گرد و خاک
۶	حفاظت کامل در برابر هر نوع ذرات خارجی

عدد دوم	نوع حفاظت در برابر پاشش قطرات آب
۰	بدون حفاظت
۱	در برابر قطرات آبی که عمود می چکد
۲	در برابر قطرات آبی که مایل با زاویه ۱۵ درجه می چکد
۳	در برابر ترشحات آب تا ۶۰ درجه نسبت به قائم
۴	در برابر ترشح آب از هر سو
۵	در برابر ترشح آب از هر راستا
۶	در برابر فوران شدید آب
۷	غوطه ور شدن در آب در شرایط معین فشار و زمان
۸	غوطه ور شدن دائمی در آب

به عنوان مثال اگر موتوری لازم است در معرض پاشش آب شدید کار کند و در مقابل گرد و خاک حفاظت شـود بایـد موتـوری بـا IP56 انتخـاب شود .