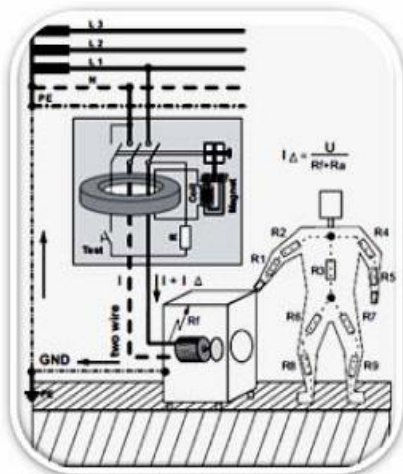


به نام خدا



# ایمنی در برق



اگر رعایت نکات ایمنی به صورت یک عادت شود به پیشگیری از حوادث آسان خواهد شد.

شکست چیزی نیست جز دست کشیدن از تلاش

شماره صفحه	فهرست مطالب
۳	مقدمه
۴	فصل ۱: مقدمه ای بر ایمنی
۱۲	فصل ۲: تاریخچه ایمنی، حفاظت و بهداشت کار
۱۵	فصل سوم: برق گرفتگی و خطرات ناشی از آن
۳۷	فصل ۴: حفاظت در مقابل برق گرفتگی
۵۸	فصل ۵: کمک های اولیه در برق گرفتگی
۷۶	فصل ۶- آتش سوزی
۸۸	منابع

صنعت برق به عنوان زیربنائی ترین صنعت در دنیا هم‌روزه شامل پیشرفت‌ها و نوآوری‌های در زمینه‌های مختلف می‌باشد در دنیای صنعت و تکنیک امروزی بشر از وسایل و تجهیزاتی استفاده می‌کند که خود به صورت بالقوه یک خطر جدی به حساب می‌آید از این میان نیروی الکتریسیته یا برق که اساس گردش چرخ صنعت و عامل حرکت دنیای امروزی است بعنوان یکی از مهمترین اختراعات بشری، خطرات بزرگ و مهمی را نیز برای انسان بوجود آورده است. برای جلوگیری از تبدیل این خطر بالفعل، طراحی‌ها، آموزش‌ها و تدابیر وسیعی در جهان صورت گرفته است. زیرا اگر چه این نیرو عامل خطرناکی می‌تواند باشد ولی چاره کار ترک استفاده از آن نیست خطراتی که از این نیرو ناشی می‌شود تحت عنوان مخاطرات الکتریکی بر بدن انسان شرح داده خواهد شد.

با توجه به افزایش حوادث ناشی از برق در چند سال اخیر در استان و کاهش اعتبار و آبروی جامعه مهندسی برق منطقه به لحاظ ایمنی در این جزوه سعی شده است ایمنی در برق به شکل قابل ملموس تری نسبت به سایر منابع موجود در این زمینه ارائه گردد تا دانشجویان بتوانند ایمنی را به صورت عمیق و مفیلتتر فرا گیرند.

رامین خرمی

تیر ۸۹

## فصل ۱: مقدمه ای بر ایمنی

برق گرفتگی یکی از حوادث شایع در جامعه است که معمولاً در اثر بی احتیاطی هنگام کاربرد وسایل الکتریکی و یا حوادث محیطی اتفاق می‌افتد. هر ساله افراد زیادی در مراکز صنعتی بر اثر حوادث الکتریکی به ویژه جریان برق فشار قوی، مجروح و یا کشته میشوند. هرگاه جریان برق با شدت کافی با بدن انسان (به عنوان رسانا) تماس برقرار نماید یا از بدن او عبور کند و موجب بروز آسیبهای خطرناک و حتی کشنده شود، برقگرفتگی رخ داده است. برقگرفتگی در صنعت بیشتر در نتیجه تماس بدن انسان با قسمتهای تحت ولتاژ تاسیسات الکتریکی اتفاق می‌افتد. با پیشرفت صنایع، موارد استفاده از برق نیز افزایش یافته است، به طوری که طبق آمارهای موجود تعداد پیشامدهای ناشی از جریان برق به موازات افزایش کاربرد آن، بالا رفته است. حوادث ناشی از جریان برق تقریباً ۴ درصد پیشامدهای منجر به فوت در صنایع را تشکیل می‌دهد. حوادث برقی معمولاً ناشی از استفاده از ابزارهای برقی با عایق داخلی ناقص، سیم خراب، یا حتی بیشتر اوقات به علت افزایش طول سیم و (ارتباط بدون عایق مناسب)، به کارگیری دوشاخه های خراب یا اتصال دو شاخه به هر دو انتها میباشد. خطرهای الکتریکی بر خلاف خطرهای مکانیکی معمولاً با چشم دیده نمیشوند. برای مثال یک سیم برق دار و یک سیم بی برق از نظر ظاهری تفاوتی با هم ندارند. از طرفی رفتار انسان قابل پیش بینی نیست و او گاهی دچار اشتباه میشود. اجسام رسانا مانند آب و رطوبت، جریان برق را از خود عبور داده و در تماس با انسان خطر ساز میشوند. عوامل گوناگونی مانند شدت جریان، مدت عبور جریان از بدن، شکل، نوع و مسیر جریان در بدن در شدت آسیب دیدگی برقگرفتگی موثر هستند.

### - تعریف ایمنی (Safety): :

رعایت اصول و مقرراتی است که برای رهایی از شرایط مخاطره آمیز که بمنظور حفظ نیروی

انسانی و تاسیسات بکار گرفته میشود.

### - ایمنی: یک فرهنگ

فرهنگ ایمنی مجموعه پیچیده‌ای است از باورها، دانش و رفتارهای افراد که آنها را در برابر حوادث و خطرات زندگی مصون نگه میدارد.

فرهنگ ایمنی باید قبل از ورود فرد به محیط صنعتی، در ذهن و فکر جامعه ایجاد گردد یعنی افراد جامعه باید بتوانند قبل از وقوع حادثه احتمال وقوع آنرا پیش بینی کرده و در هنگام وقوع با عملکرد صحیح از بدتر شدن وضع جلوگیری کنند.

### - ایمنی: یک مهارت شغلی

کارگران قبل از ورود به محیط کار باید ایمنی را به عنوان یک مهارت شغلی که آنها را در برابر آسیبهای جسمی و خسارات مالی ناشی از حوادث بیمه میکند فراگیرند.

شگت چیزی نیست جز دست کشیدن از تلاش

## - ایمنی : یک پروژه اجرا نشده

مبحث ایمنی بسیار گسترده تر از آن است که بتوان در دوره های کوتاه مدت به کارگران کم سواد و بیسواد آموزش داد بلکه با برنامه ریزی بلند مدت و حمایت های تمامی بخش های آموزشی ، بهداشتی و صنعتی کشور باید پروژه تولید فرهنگ ایمنی را اجرا نمود

## - ایمنی : عامل بهبود صنعت

اگر ایمنی به عنوان مهمترین مبحث درسی دانش آموزان مدارس فنی و حرفه ای ، دانشجویان تمام رشته های فنی و مهندسی و حتی کلاس های آزاد مهارت آموزی بصورت جدی آموزش داده شود ، مطمئناً تحول عظیمی در فرهنگ ایمنی صنعتی رخ میدهد

## - ایمنی : صرفه جویی

طرز تفکر و باورهای جامعه نسبت به چگونه مصون بودن در برابر حوادث ، شرط اساسی موفقیت در زمینه آموزش است . وقتی یک حادثه در محیط کار رخ میدهد ممکن است تجهیزات و ماشین آلات دچار صدمات چندانی نشود ولی کارگر آسیب دیده ، اغلب نیاز به صرف هزینه درمانی برای بهبود و بازگشت بکار دارد . هزینه های درمانی غرامت روزهای استراحت و مستمری از کارافتادگی یا فوت ، در صورت وخیم بودن حادثه معمولاً برعهده سازمانهای بیمه ای (تأمین اجتماعی) و اگر کارگر بیمه نباشد تمامی هزینه ها بر دوش خود اوست و حتی به علت غیبت از کار ممکن است اخراج شود

- **تعریف حادثه (Accident) :** یک اتفاق یا واقعه ناخواسته که منجر به مرگ ، بیماری ، جراحت ، صدمه و یا سایر خسارات گردد .

**تعریف خطر (Hazard) :** موقعیت یا منبع بالقوه ایجاد خسارات انسانی یا بیماری ، تخریب اموال و تجهیزات ، صدمه به محیط کارگاه (یا محیط زیست) و یا ترکیبی از آنها .

**بهداشت شغلی و ایمنی (Occupational Health and Safety) :** شرایط و عواملی که می تواند بر سلامتی کارکنان ، کارگران موقتی ، پرسنل ، پیمانکاران ، میهمانان و مراجعه کنندگان و یا هر فرد دیگری در محل کار تاثیر بگذارد .

## - در سال ۸۷، ۲۲ هزار و ۱۳۴ مورد حادثه ناشی از کار اتفاق افتاد:

به گزارش سازمان تأمین اجتماعی، طبق اطلاعات جمع آوری شده از سوی دفتر آمار و محاسبات اقتصادی و اجتماعی این سازمان، حوادث ناشی از کار در طول سال ۸۷، منجر به فوت ۸۳ نفر شد. براین اساس، ۲۴۲ مورد از حادثه های ناشی از کار در یکسال گذشته باعث از کارافتادگی کلی، ۳۷۶ مورد از کارافتادگی جزئی و یک هزار و ۵۰ مورد منجر به پرداخت غرامت نقص عضو از سوی سازمان تأمین اجتماعی برای حادثه دیدگان شد. ضمن آنکه ۲۰ هزار و ۳۸۳ مورد از این حادثه دیدگان نیز بهبودی کامل یافتند.

شگفت چیزی نیست جز دست کشیدن از تلاش

این گزارش حاکی است بیش از نیمی از حوادث روی داده در سال ۸۷، با ۱۴ هزار و ۹۳۴ مورد در ساعات کاری صبح و ۵ هزار و ۷۹۷ و یک هزار و ۴۰۳ مورد نیز به ترتیب در شیفت های بعدازظهر و شب اتفاق افتاده است. فعالیت های مرتبط با ماشین های الکتریکی و غیر الکتریکی و ساختمانی بیشترین آمار حوادث را در بین مشاغل و سقوط کردن و لغزیدن، ضرب خوردگی و بریدگی و شکستگی اعضاء بدن بیشترین آمار در علت حوادث روی داده، در سال ۸۷ گزارش شده است.

همچنین بیشترین آسیب دیدگان حوادث ناشی از کار برای گروه های سنی ۲۵ تا ۲۹ سال بوده و بی احتیاطی در کنار وسایل بی حفاظ و معیوب مهمترین علل حوادث رخ داده در سال ۸۷ آمار شده است.

لازم به ذکر است، ۹۸ درصد حوادث ناشی از کار سال ۸۷ برای مردان و ۷۵ درصد برای متاهلین روی داده است.

### - دلایل رواج نگرش ایمنی

- حفظ سلامت و جان کارکنان امری معنوی است
- از نظر وجدانی جلوگیری نکردن از حوادث قابل پیشگیری درست نیست
- حوادث بطور جدی بهره وری کار را کاهش می دهد
- به کارگیری قوانین و مقررات ایمنی باعث تقلیل حوادث و افزایش بهره وری می گردد
- متخصصان در راه پیشگیری از حوادث تا حدی موفق بودند

### - زیانهای ناشی از حوادث

۱- زیانهای انسانی ناشی از حادثه (مربوط به فرد مصدوم)

- درد و رنج
- فشارهای روحی
- کاهش درآمد
- مخارج اضافی
- از دست دادن توانایی انجام بعضی از کارها
- وابستگی بیشتر به متعلقان
- از دست دادن توانایی انجام فعالیت های ورزشی و اجتماعی
- احتمال معلول شدن و از دست دادن زندگی
- ۲- زیانهای اقتصادی ناشی از حادثه (مربوط به کارفرما)

- از دست دادن کارگر ماهر و با تجربه

- کاهش تولید

- کاهش درآمد بر اثر عدم کارکرد فرد مصدوم

شکست چیزی نیست جز دست کشیدن از تلاش

- هزینه آموزش فرد جایگزین فرد مصلوم
- تلفات ناشی از تاثیر حادثه بر روحیه بقیه کارکنان
- هزینه تعمیر یا تعویض دستگاه ها و تجهیزات آسیب دیده
- افزایش حف بیمه در بعضی از موارد
- ۳- زیانهای اجتماعی ناشی از حادثه (مربوط به جامعه)
- وابستگی بیشتر به جامعه و استفاده از خدمات آن
- مخارج یا بار مالی که بر خدمات درمانی و پزشکی وارد می آید
- پرداخت خسارت نقص عضو یا از کارافتادگی احتمالی
- از دست رفتن یک فرد با تجربه

#### - عوامل مهم تشدید کننده حوادث در صنعت برق :

اگر بخواهیم به مجموعه عوامل تشدید کننده حوادث اشاره نماییم . نقش نیروی انسانی بیش از دیگر عوامل خود را نشان می دهد ، این مهم در دو قالب اثر گذاری مستقیم و تأثیر غیر مستقیم انسان بر حوادث حاکی است اما به اختصار مجموعه عوامل تشدید کننده حوادث می توان به موارد ذیل اشاره نمود :

- ۱- نبود امنیت شغلی برای نیروها به ویژه نیروی اجرایی و عملیاتی
  - ۲- احساس وجود تبعیض و پایین بودن دریافتی نیروها نسبت به دیگر کارکنان
  - ۳- ساختار سازمانی ضعیف و وجود موانع اجرایی برای رشد نیروهای عملیاتی
  - ۴- مشخص نبودن هویت سازمانی ( خصوصی - دولتی - و .. )
  - ۵- وجود رفتارهای مدیریتی ضعیف ( افراط و تفریط )
  - ۶- ورود گسترده پیمان کاران کم تجربه
  - ۷- مستهلک بودن و فرسودگی شبکه های توزیع برق
  - ۸- کم رنگ بودن نقش و جایگاه ایمنی در فرایندهای عملیاتی سازمان ها
  - ۹- نبود مراکز اطلاعاتی مناسب و نواقص اطلاعات شبکه ای
  - ۱۰- وابستگی عملیات به نیروهای قدیمی ( استاد کاری ) و کمبود اطلاعات مرتبط با تغییرات در شبکه های توزیع برق و کانال های ارتباطی
  - ۱۱- عدم کفایت تجهیزات مدرن روز در شبکه های توزیع برق
- و ...

## - یکی از راههای حفظ و ارتقاء ایمنی استفاده از لوازم حفاظتی است که جان انسان را در مقابل خطرات محفوظ می دارد.

استفاده از لوازم حفاظت فردی خود تابع مقررات و اصولی است که آگاهی از آنها حائز اهمیت بوده و عدم آگاهی و انتخاب نوع نامناسب این نوع تجهیزات نه تنها قادر به حفظ ایمنی استفاده کننده گان آنها نخواهد بود بلکه ممکن است افراد یادشده را در معرض خطرات بیشتری نیز قرار دهد.

- جهت انتخاب و استفاده از لوازم ایمنی به موارد زیر باید توجه داشت :

۱- نوع وسیله کار باید با نوع کار مناسبت داشته باشد .

۲- در انتخاب لوازم ایمنی کیفیت جنس و استاندارد بودن آن اهمیت بیشتری دارد.

۳- قبل از استفاده وسایل کاملاً و بطور دقیق معاینه و آزمایش گردد

در محیط های کارگاهی یکی از وظایف مهم سرپرستان و استادکاران این است که هر روز قبل از اعزام اکیپ به محل کار و یا در کارخانه و قبل از شروع بکار کلیه لوازم ایمنی انفرادی و گروهی اکیپ را کنترل نموده و سپس اجازه عملیات را صادر کند. از طرفی خود فرد هم وظیفه دارد که کوچکترین نقض فنی را در لوازم ایمنی خود را به سرپرست مربوطه گزارش دهد

از جمله لوازم ایمنی می توان به:

- ۱- لباس کار
- ۲- کلاه ایمنی
- ۳- کفشهای ایمنی
- ۴- دستکش های حفاظتی
- ۵- فازمتر فشار ضعیف
- ۶- عینکهای حفاظتی
- ۷- انبردستها
- ۸- و .... اشاره کرد.

### ۱- لباس کار :

لباسهای کار مناسب یکی از ملزومات کار ایمنی در هر حرفه ای محسوب می شود و بهمین سبب در مقررات و آیین نامه های حفاظتی بیان شده است که کلیه کارکنانی که موظف به انجام کارهای عملی می باشند می بایستی از لباس کار مناسب استفاده نمایند و کارفرمایان نیز موظفند که این نوع لباسها را تهیه و در اختیار مجریان امر قرار دهند . لباس کار باید با توجه به خطراتی که فرد را تهدید می کند انتخاب شود. این خطرات ممکن است منشاء فیزیکی ، مکانیکی ، شیمیایی و الکتریکی داشته باشد.



### - شرایط انتخاب لباس کار :

- ۱ - لباس باید مناسب نوع کار و همچنین وضعیت آب هوای منطقه باشد.
- ۲ - لباس کار باید مناسب اندام و اندازه باشد .
- ۳ - جیبهای لباس کار باید کوچک . حتی الامکان تعداد آنها کم باشد.
- ۴ - در لباس برقکاران از دکمه و زیپهای فلزی نباید استفاده شود .
- ۵ - لباس برقکاران حتی الامکان از پارچه های ضخیم و سبک و نخی تهیه و در دوخت آنها نهایت سادگی رعایت گردد .
- ۶ - مچ و آستین بلوز باید دارای دکمه بوده و یا از کش آستین استفاده گردد.

### - دلیل استفاده از لباسها نخی :

اولاً هنگام ایجاد قوس الکتریکی سرعت سوختن پارچه های الیاف مصنوعی یا مخلوطی از آنها خیلی کمتر بوده و حرارت تولیدی آنها پائین می باشد و ثانياً پارچه های نخی هنگام سوختن به بدن نمی چسبند .

### ۲- کلاه های ایمنی :

کلاه ایمنی از مهمترین لوازم ایمنی انفرادی است که عدم استفاده از آن می تواند خطرات جانی جبران ناپذیری را به وجود آورد . استفاده از آن در حین کار علاوه بر اینکه از وارد شدن ضربه های مکانیکی به ناحیه سر جلوگیری کند بلکه قادر است سر را در مقابل برخورد با ولتاژهای متفاوت حفاظت نماید با توجه به ماهیت کارها نوع کلاههای ایمنی مورد استفاده نیز متفاوت است . به عنوان مثال کلاه ایمنی کارهای ساختمانی از نوع فلز سبک که قادر به جذب انرژی مکانیکی وارده باشد و در کارهای الکتریکی از جنسی که در مقابل برق عایق باشد ساخته میشود .



\*\*\* نکته ای که ذکر آن در اینجا ضروری است این است که کلاههای ایمنی جزء وسایل حفاظت فردی محسوب شده و بنابر این لازم است در استفاده از کلاههای ایمنی مشترک محتاط بود زیرا علاوه بر اینکه کلاههای ایمنی افراد با توجه به ماهیت کارشان متفاوت با هم است ، این امر ممکن است باعث انتقال بیماریهای پوستی نیز گردد .

### ۳- کفش های ایمنی :

از نظر فراوانی حادثه پذیری ناحیه پا بعد از دستها در رده دوم قرار دارد لذا کفشهای ایمنی با توجه به نوع و مشخصات خاص خود می توانند پای افراد را در برابر سقوط اجسام سنگین بر روی پا ، فرو رفتن اجسام نوک تیز و برنده به کف پا و همچنین ریزش مواد مذاب و سایر خطرات مشابه محافظت کنند .



نیم پکمه عایق برق



پوتین عایق برق

یکی از مهمترین انواع کفشهای ایمنی نوع مورد استفاده توسط کارکنان صنعت برق کفشهای عایق میباشد. این کفشها از زیره عایق برخوردار بوده و از تکمیل شدن مدار توسط پای فرد در هنگام برق گرفتگی جلوگیری کرده و در نتیجه مانع برق گرفتگی میشود.

#### ۴- دستکش های حفاظتی

بر اساس آمارهای ارائه شده توسط وزارت کار و امور اجتماعی مهمترین بخش بدن از نظر جراحت پذیری در محیطهای کار ناحیه دست و بازو میباشد. دستکش های کار و سائیلی هستند که در هنگام کار دست انسان را در مقابل خطرات متنوع حفاظت می نمایند.



#### \* مواردی که در مورد دستکش های حفاظتی حائز اهمیت است :

- دستکش های ایمنی باید طوری انتخاب شوند که ناحیه دست را از خطرات احتمالی ناشی از کار محافظت کرده و در عین حال هیچ گونه ناراحتی و محدودیت برای دست ایجاد نکند.
- اشخاصی که با برق سر کار دارند باید از انواع دستکش های عایق که درجه عایق الکتریسیته بودن آنها مناسب با ولتاژ مورد نظر باشد استفاده نمایند.
- هنگام استفاده از دستکش های حفاظتی عایق برق برای کار بر روی خطوط برق دار مانند نصب انشعابات مشترکین برق ( کنتور ) و یا تعویض لامپ و سر پیچ معابر قبل از استفاده دستکش از طریق باد کردن آن از سوراخ نبودن دستکش اطمینان حاصل نمایید.
- با توجه به میزان استفاده از دستکش های عایق هر چند وقت یکبار تست الکتریکی ضروری است.
- در تماس آب یا بعد از شستشوی دستکش های عایق حتما آنرا خشک نموده و با پودر های ضد رطوبت آغشته نمایید تا از فاسد شدن آن جلوگیری شود.

- در حین کار در نزدیکی سیم های برق دار و محوطه های خطر لب هیچ عنوان نباید دستکش های عایق را از دست خارج نمود .

دستکش های عایق را بعد از اتمام کار تمیز نموده و در کیف مخصوص دور از نور نگهداری نمایید.

### ۵- فاز متر فشار ضعیف

با اتصال فاز متر به قسمت برق دار لامپ درون آن روشن میشود که دلیل این امر این است که جریان برق از طریق نوک فاز متر به مقاومت میرسد، مقاومت موجود، جریان برق را تا حدی میرساند که وقتی از بدن انسان عبور کرده و با رسیدن به زمین باعث بسته شدن مدار میشود. هر چه مقاومت بدن فرد کمتر باشد نور لامپ بیشتر خواهد شد.

یکی از اعمال نا ایمنی که بطور معمول در میان کاربران برق دیده میشود این است که از فاز متر به عنوان پیچ گوشتی استفاده میشود و این علاوه بر اینکه به فاز متر آسیب میرساند که باعث برق گرفتگی برای فرد خواهد شد.

### ۶- عینک های حفاظتی

بدون شک حساس ترین عضو بدن انسان چشم اوست بنابراین حفاظت از این عضو حیاتی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. عینک های ایمنی با توجه به خطرات موجود در محیط کار در انواع و اشکال مختلف ساخته میشود



## فصل ۲: تاریخچه ایمنی، حفاظت و بهداشت کار

فرایند صنعتی شدن، موجب استفاده فزاینده از ابزار و ماشین آلات فنی شده است. عدم رعایت اصول صحیح در ساخت یا استفاده از وسایل، حوادث ناشی از کار را افزایش داده است. بنابر بیانیه آمارسازان بین المللی کار در سال ۲۰۰۳ روزانه هزار نفر در اثر حوادث ناشی از کار جان می دهند و خسارت سالانه بالغ بر \$ ۱۰<sup>۹</sup> \* ۱۲۵۰ می شود.

وقوع انقلاب صنعتی ۱۷۶۰-۱۸۳۰ در انگلستان (اختراع ماشین بخار ۱۷۸۲ جیمزوات) و سرایت به دیگر کشورهای اروپایی و استفاده از نیروی محرکه مکانیکی و الکتریکی موجب تبدیل کارهای دستی به ماشینی گردید و باعث تقسیم کار، افزایش تولیدات و سرعت در انجام کار شد که نتیجه آن افزایش خطر در محیطهای صنعتی بوده است.

بدین ترتیب استفاده از انرژی ماهیچه ای به حداقل رسید و همچنین به جای استفاده از انرژی باد، حیوانات و جریان آب، استفاده از انرژی بخار (توربین بخار) و انرژی سوخت (بنزین، گازوئیل و...) معمول شد. صنایع غول پیکر بوجود آمد و به دلیل استفاده از چرخ دنده، پرس ها، تیغه ها، ... معلولین و مصدومین ناشی از کار چنان افزایش یافت که جمع آنها قشون از جنگ برگشته را تداعی می کرد. اصطلاح "لشکر معلولین منچستر" زیاد در کتابها بکار رفته است.

با اختراع ماشین بخار جهشی در صنایع نساجی و دیگر صنایع انگلستان و سایر کشورها رخ داد. تولید انبوه (Mass production) رونق گرفت و کارگران از مزارع به صنایع روی آوردند.

در چند سده قبل توجه به حفاظت مطرح نبوده و کارهای سخت و خطرناک مثلاً کار در معادن و تونل ها را محکومین به اعدام انجام می دادند.

اولین قانون برای ایمنی محیط کار و بازرسی از آن در سال ۱۸۲۰ در انگلستان تصویب شد. گروهی از روحانیون و قضات بطور افتخاری از کارگاهها بازدید می کردند. در سال ۱۸۳۳ با تجدید نظر در قانون قبلی یک اداره رسمی برای بازرسی ایجاد شد و در سال ۱۸۴۴ مقررات مربوط به حفاظت ماشین آلات و استفاده از وسایل پیشگیری و اعلام حوادث در متن قانون وارد شد.

در همین دوران در فرانسه از اطفال ۶-۸ ساله تا ۱۷ ساعت در روز کار می کشیدند. در سال ۱۸۶۷، در فرانسه انجمنی برای پیشگیری از حوادث تشکیل شد. این انجمن در شهر مولهوز و توسط آنجل دلفوس تشکیل شد. منشور این انجمن چنین بیان شده بود:

"صاحب کارخانه علاوه بر فرد وظیفه دارد که به شرایط جسمی و روحی کارگران توجه نماید. این الزام کاملاً اخلاقی است و هیچ گونه مزدی نمی تواند جایگزین آن گردد و می باید مقدم بر هر گونه منافع و ملاحظات ملحوظ گردد."

**اولین قانون در زمینه حفاظت فنی به مفهوم دقیق در فرانسه در سال ۱۸۹۳ تلویین شد.**

نظام های واقعی و مؤثر در زمینه بازرسی کارخانه ها در دانمارک و سوئیس در سالهای ۱۸۷۳ و ۱۸۷۷ بوجود آمد و استانداردهای مربوط به حفاظت و بهداشت به اجرا در آمد.

در آمریکا تأسیس ادارات رسمی برای بازرسی ایمنی کارخانه از ایالت ماساچوست در سال ۱۸۶۷ آغاز شد و سرانجام از سال ۱۸۸۵ اصل مسئولیت کارفرما در صورت بروز حوادث ناشی از کار، در مقررات قانونی ایالت های گوناگون ظاهر شد.

با اهمیت و پیچیدگی تدریجی صنعت در کشورهای غربی کارشناسان و رشته های گوناگونی در این حوزه ها توسعه یافت و بتدریج مسئولیت کارفرما در این موارد به شرکت های بیمه سپرده شد و این شرکت ها بازرسانی برای اطمینان از اتخاذ تدابیر حفاظتی استخدام نمودند و فعالیت در زمینه پیشگیری حوادث بتدریج گسترش یافت.

**در سال ۱۸۸۹ در شهر مولهوز با مجاهدت های آنجل دولفوس تدابیر حفاظتی در کلیه کارخانه های نساجی پیش**

**بینی شد.** و آلبومی از تصاویر وسایل حفاظتی انتشار یافت. چاپ دوم این آلبوم در سال ۱۸۹۵ با تجدید نظر انتشار یافت. پاره ای از این وسایل هنوز برای حفاظت و ایمنی معتبر شناخته می شود.

از سال ۱۸۸۹ کنگره های بین المللی در زمینه حفاظت تشکیل شد ( ۱۸۸۹، پاریس، ۱۸۹۱ برن و ۱۸۹۴ میلان) این کنگره ها و تبادل اطلاعات مربوط به توسعه قوانین حفاظتی منجر شد بطوریکه اجرای مؤثر الزامات قانونی و نقش مستقل بازرسان مورد تأکید قرار گرفت و انجمن هایی برای حمایت از این اقدامات شکل گرفت. از جمله در بلژیک سوئد و انگلستان این نهادها شکل گرفت. شورای ملی کوبا در سال ۱۹۳۶، انجمن ژاپنی برای رفاه در صنایع ۱۹۲۸ آغاز بکار کردند.

بهبود شرایط کار و استقرار عدالت اجتماعی در سطح بین المللی، در طول سالیان دراز دلمشغولی بسیاری از افراد بوده است. رابرت آون انگلیسی در سال ۱۸۱۸ پیشنهاد نمود که مسائل مربوط به کار " در کمیسیون کار" در سطح بین المللی بررسی شود. اما اولین گامی که در این زمینه برداشته شد کنفرانس بین المللی در سال ۱۸۹۰ با حضور ۱۴ کشور در برلین بود که نتیجه آن توصیه هایی در زمینه شرایط کار در معادن و تجدید کار اطفال و زنان تعطیل هفتگی بود. در سال ۱۹۰۰ جامعه بین المللی حمایت قانونی از کارگران تشکیل شد.

**سرانجام در سال ۱۹۱۹ سازمان بین المللی کار در پایان جنگ جهانی اول بموجب ماده ۱۳ قرارداد صلح ورسای برای حمایت از حقوق کارگران، ایجاد شرایط مساعد کار و امکانات کافی برای اشتغال و سطح زندگی مناسب برای کارگران سراسر دنیا تأسیس شد و هدف از تأسیس آن استقرار عدالت اجتماعی، آزادی و امنیت اقتصادی و ایجاد**

فرصت های مساوی برای آحاد ملتها بوده است. در بدو تأسیس ۴۵ کشور به عضویت این سازمان در آمدند و در حال حاضر ۱۷۴ کشور عضو این سازمانند.

این سازمان سه جانبه است یعنی اعضایی از کارگران، کارفرمایان و دولتها در آن عضویت دارند.

**وظایف سازمان بین المللی کار برابر نتایج کنفرانس ۱۹۴۴ فیلادلفیا تبیین گردید و در زمینه محیط و شرایط کار وظایف زیر را بر عهده دارد.**

✓ بهبود امور حفاظت و بهداشت در محیط کار به جلوگیری از امراض و حوادث ناشی از کار و کنترل خطرهای محیط.

✓ ایجاد و تقویت مؤسسات تخصصی مانند مؤسسه ملی کار، آزمایشگاههای بهداشت صنعتی، مراکز بهداشت و حفاظت کار و بخش های آموزش حفاظت

✓ رسیدگی به مسائل مربوط به زمان کار (حداکثر کار قانونی، اضافه کاری، نوبت کاری و شب کاری) و مسائل پزشکی، اقتصادی و اجتماعی آنها.

✓ کمک به گزینش تکنولوژی مناسب به عنوان وسیله ای جهت بهبود و حفاظت شرایط و محیط کار.

✓ کمک به سازمانهای محلی حفاظتی و بهداشت کار و مراکز تحقیقات و انجمن های کارفرمایی کشورهای مختلف.

**کنفرانس بین المللی کار سالیانه یکبار تشکیل می شود و از هر کشور ۴ نماینده (دو نماینده دولت، دو نماینده از کارگران و کارفرمایان) شرکت می نمایند.** استانداردهای بین المللی کار و اهداف کلی سازمان، بودجه و برنامه کار سازمان در این کنفرانس تعیین می شود هیأت مدیره هدایت امور سازمان بین المللی کار را عهده دار است و مرکب از ۲۸ نماینده دولت و ۲۸ نماینده کارگر و کارفرما می باشد. دفتر بین المللی کار که محل آن در ژنو است دبیرخانه سازمان محسوب می شود و مرکزیت انتشارات و تحقیقات را عهده دار است. زیر نظر این دفتر بیش از سه هزار نفر در نقاط مختلف جهان کار می کنند

**در سال ۱۹۴۶، سازمان بین المللی کار جزء سازمانهای اختصاصی سازمان ملل شد و در سال ۱۹۶۹ نیز جایزه نوبل صلح را دریافت نمود. ایران از سال ۱۹۱۹ عضو آنست.**

امروزه اهمیت مدیریت ایمنی و بهداشت حرفه ای در دستیابی به کارایی سازمان به طور فزاینده ای مورد توجه قرار گرفته است. مقررات ایمنی روز به روز سخت گیرانه تر می شود و از نگاه کارکنان نیز ایمنی شرط اولیه محیط کار است.

حتی می توان گفت علت اصلی پیدایش سیستمهای مدیریت ایمنی و بهداشت حرفه ای، ایجاد راهی برای رعایت مقررات اجباری است که روز به روز سخت گیرانه تر می شوند. البته امروز همگان بر این باورند که ایمنی و بهداشت

حرفه ای به سیستم مدیریت فعالی نیاز دارد چرا که ایمنی و بهداشت حرفه ای را نمی توان از طریق مقررات اجباری یا احساس جمعی و یا توسط یک فرد به تنهایی تامین کرد

**OHSAS** مخفف عبارت Occupational Health and Safety Assessment Series می باشد.

سیستم مدیریت بهداشت حرفه ای و ایمنی الزاماتی را برای یک سازمان معین می نماید تا یک سازمان بتواند با کنترل خطرات بهداشتی و ایمنی ، عملکرد خود را بهبود بخشد

# فصل سوم: برق گرفتگی و خطرات ناشی از آن

خطرات برق بطور کلی به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۱- خطر آتش سوزی

۲- خطر برق گرفتگی

## ۱- خطر آتش سوزی:

یکی دیگر از مهمترین خطرات برق ایجاد حریق می باشد که میتواند به حریق های خانمان بر انداز و وحشتناک منجر شود این قبیل حریقها که در انبارها ، کارگاهها ، کارخانجات و منازل به وقوع می پیوندد در اثر گرمای نا خواسته انرژی الکتریسیته می باشد .

علل عمده ای که باعث بروز آتش سوزیها در اثر جریانات الکتریسیته می شوند می تواند شامل موارد زیر باشد :

۱. بارهای بیش از حد ( Over Load ) :

زمانی است که از یک رسانا بار بیش از حد کشیده شود . در سیم با بار زیاد مقاومت بالا می رود . گرمای تولید بالا می رود و منجر به آتش سوزی می شود . عامل اصلی حوادث خانگی over load است که دو دلیل عمده دارد : یا مداری که طراحی شده است برای بار مشخص توانایی ندارد یا درست طراحی شده ولی بار بیش از حد از آن کشیده می شود .

۲. اتصالاتی که محکم نیستند (Loos Conection) :

یعنی مدار کاملاً برقرار نشده است ، دو تا سیم به هم وصل شده ولی چون شل است ، جرقه می زند و حادثه می آفریند .

۳. جریانات نشت از زمین ( Earth Leakage ) :

بخشی از جریانات برق از جایی به بیرون نشت و منجر به حادثه می شود . با نصب رله های مکانیکی و یا الکترونیکی که بنام RCCB ( Residual current circuit Breaker ) رله کنترل نشتی نامیده می شوند می توان مقداری از خطرات برق گرفتگی جلوگیری نمود .

۴. اتصالات کوتاه ( Short Circuit ) :

زمانی که بدون یک مقاومت با مصرف کننده سیم فاز در مجاورت سیم نول قرار بگیرد که این اتصالات با جرقه های شدید همراه است

۵. گرم شدن مواد قابل اشتعال :

که این مواد در نزدیکی تجهیزات الکتریکی قرار دارند .

## - خاموش کردن آتش

- ۱) به محض بروز آتش سوزی در اثر اتصال برق یا آتش گرفتن سیمها باید فوراً جریان برق را از کلید اصلی قطع نمود.
- ۲) هرگز نباید روی سیم های برق آب ریخت، چون علاوه بر اینکه آب هادی الکتریسیته است برای اطرافیان نیز خطر جانی در بر دارد.
- ۳) خاموش کردن شعله ی آتش به وسیله ی ریختن شن و پاشیدن پودرهای ویژه باید صورت گیرد.
- ۴) اگر ناچار به قطع سیم های برق شدیم در صورت عدم دسترسی به کلید اصلی، حتماً این کار با انبر دست دسته عایق انجام شود.

## ۲- برق گرفتگی چیست ؟

قرار گرفتن دو نقطه از بدن در مسیر جریان برق موجب عبور جریان از بدن می شود و با توجه به شدت و مدت عبور جریان، برق گرفتگی بوجود می آید و ممکن است عواقب مختلفی نظیر مرگ ناشی از ایست قلبی، سوختگی داخلی و سوختگی خارجی بدنبال داشته باشد. بعد از برق گرفتگی ممکن است کلیه ها از کار بیفتند یا دست ها بدلیل سوختگی داخلی قطع شوند و یا بعلت پرتاب شدن (بعلت لرزش ناشی از برق گرفتگی) استخوانها دچار شکستگی گردند.

## چگونه برق گرفتگی بوجود می آید ؟

می دانیم که جریان متناوب دارای دو سیم فاز و نول است؛ البته در سیم های سه فاز، سه سیم فاز و یک سیم نول وجود دارد. برخلاف سیستم برق مستقیم که شامل دو قطب منفی و مثبت است، سیستم جریان متناوب دارای قطب مشخص است. البته در این باره زمانی کوچک می توان ادعا کرد که جهت قطبین ثابت می شود ولی چون دائماً در حال تغییر است، آن را بدون قطب در نظر می گیرند.

می دانیم که برای جاری شدن الکتریسیته، احتیاج به یک مسیر بسته داریم، این بدان معناست که باید در یک مسیر، یک هادی، دو سرفاز و نول را به هم متصل کنند حال این هادی می تواند انسان باشد. اگر انسان مستقیماً دو سر سیم های فاز و نول را لمس کند، دچار برق گرفتگی می شود و اگر بین زمین و فاز قرار گیرد، باز مثل بالا دچار برق گرفتگی می شود. این حالت برق گرفتگی به مراتب کمتر از حالت فوق است. علت مرگ هم در زمان برق گرفتگی، عبور جریان بیش از حد از بدن، از فاز به نول است و همچنین می دانیم انسان موجودی است که تمام حرکاتش (از حرکات ماهیچه های قلب گرفته تا حرکت اندامهای دیگر) توسط جریانهای الکتریکی که از مغز صادر می شوند، انجام می گیرد. حال فرض کنید که چگونه بدن باید جریان قوی برق شهری را تحمل کند. با اعمال چنین شوک الکتریکی، کلیه ی اندام های حرکتی به حالت انقباض می روند و مغز با این شوک از کار می افتد.

## رعایت موارد ذیل از برق گرفتگی جلوگیری می کند :

- سیم وسایل برقی باید کاملاً سالم باشند (اگر طول سیم یا دو نقطه انتهایی که به دو شاخه یا مادگی وصل شده دچار بریدگی شده باشد استفاده از آن سیم بسیار خطرناک می باشد .
- هنگام وصل کردن سیم دستگاه برقی، اول انتهای سیم (مادگی) که به دستگاه وصل میشود در محل خود نصب گردد و بعد از آن دو شاخه به پریز برق وصل شود.
- هنگام وصل نمودن دو شاخه به پریز، بدنه سخت دو شاخه را با دو انگشت بگیرید و از تماس کف دست با سیم خودداری کنید.
- هنگام بیرون کشیدن دو شاخه از پریز، اول دستگاه را خاموش کنید و سپس دو انگشت دست چپ را در دو طرف پریز قرار دهید و با دو انگشت دست دیگر قسمت سخت دو شاخه را بگیرید و از پریز برق جدا کنید (از کشیدن سیم جدا خودداری کنید)
- هنگام باز کردن درب یخچال و یا استفاده از لوازم برقی در آشپزخانه حتماً دمپایی لاستیکی بپوشید و از تماس همزمان هر دو دست به وسیله برقی و دیوارها خودداری کنید.
- هنگام شستشوی کف آشپزخانه کلیه وسایل برقی را از برق جدا کنید و سعی کنید از پاشیده شدن آب به روی وسایل برقی خودداری شود و تا زمانی که کاملاً کف آشپزخانه خشک نشده از وصل مجدد وسیله برقی به برق خودداری کنید .
- برای شستن دیوارهای آشپزخانه از پاشیدن آب خودداری کنید فقط با دستمال خیس روی دیوار بکشید و در نزدیکی پریزها و کلیدها دستمال باید فقط مرطوب باشد.
- برای تعویض لامپ ها ابتدا کلید را روی حالت خاموش قرار دهید و با استفاده از چهار پایه سالم و مناسب بنحوی که با استقرار روی آن دستها کاملاً آزاد باشد با یک دست قسمت عایق سر پیچ (هلدر) را نگه دارید و با دست دیگر لامپ را باز کنید و یا لامپ را نصب کنید.
- اگر سیم های شبکه برق که در کوچه و خیابانها روی پایه ها نصب شده اند پاره شده و روی زمین افتاده از دست زدن به آنها خودداری کنید و موضوع را به اتفاقات برق اطلاع دهید .
- اگر سیم های شبکه نزدیک دریچه یا پشت بام باشد و امکان دسترسی به آنها وجود دارد از دست زدن به آنها خودداری کنید و به اتفاقات برق اطلاع دهید

## **\*\* برق گرفتگی به شش علت رخ می دهد:**

- (۱) تماس با سیم برق دار (فاز)
- (۲) تماس به سیم نول در شرایط یکسان نبودن ولتاژ در فازهای مختلف

- (۳) قرار گرفتن بدن بین نول و زمین و عبور جریان مدار از بدن
- (۴) تماس با بدنه برق دار شده دستگاهها
- (۵) تخلیه بارهای الکتریکی ذخیره شده در دستگاههای برقی در زمان خاموش بودن آنها (اثر خازنی دستگاه)
- (۶) ایجاد اختلاف ولتاژ بین دو قسمت از بدن

مهمترین عواملی که در ایجاد برق گرفتگی نقش دارند ، موارد زیر است :

#### ۱- ولتاژ :

عاملی که باعث عبور جریان از بدن انسان می شود و مقدار آنرا تعیین می کند ولتاژ الکتریکی است ، که اگر این ولتاژ از حدی پایینتر باشد خطری برای انسان ندارد، که می توان آنرا به عنوان فشار الکتریکی مجاز در نظر گرفت. ولتاژ متناوب تا ۳۰ ولت بی خطر می باشد و ولتاژ ۵۰ ولت به بالا خطرناک می باشد. بر طبق استانداردهای بین المللی فشار الکتریکی بر حسب مقدار به دسته های ضعیف ، متوسط ، قوی و خیلی قوی تقسیم بندی می شود:

- برق فشار ضعیف ۰ - ۴۰۰ ولت

- برق فشار متوسط ۴۰۰ - ۲۰۰۰۰ ولت

- برق فشار قوی ( فوق توزیع) ۶۳۰۰۰ ولت

- برق فشار قوی (انتقال) ۲۳۰۰۰۰ تا ۴۰۰۰۰۰ ولت

که ولتاژهای ۱۱۰ و ۱۲۰ و ۳۲۰ ولت و کمتر از آن جز دسته اول ، فشار ضعیف می باشد. در عمل مشاهده شده که ولتاژ ۶۵ ولت که در دستگاههای جوشکاری بکار می رود در مواردی برق گرفتگی همراه با مرگ را نیز در بر داشته است.

ولتاژ زیاد موجب ایجاد قوس الکتریکی می شود قوس الکتریکی درجه حرارتی معادل ۲۵۰۰ تا ۴۰۰۰ درجه سانتی گراد ایجاد می کند . بدیهی است این درجه حرارت موجب شدیدترین تخریب د روی بدن انسان می شود حاصل آن گاهی ذغال شدن یک عضو و حتی تمامی بدن است در شرایط طبیعی جوی هر ۱۰۰۰۰ ولت برق میتواند موجب یونیزه شدن تا ۳ سانتی متر هوای اطراف سیم مدار بشود . لذا بدیهی است که در حوالی سیستم های انتقال انرژی برق با ولتاژ زیاد ، خطر ایجاد قوس الکتریکی و سوختگی فوق العاده شدید وجود دارد . باید توجه داشت حتی در مواردی که عبور جریان برق قطع می شود بلافاصله نباید به مدار نزدیک شد زیرا اثر خازنی مدار می تواند با تخلیه الکتریکی خود موجب قوس الکتریکی بشود و صدمات ناشی از آن را به وجود بیاورد

#### ۲- شدت جریان :

استانداردهای متفاوت برای جریان متناوب و مستقیم فرکانس های مختلف شدت جریان های مختلفی را بعنوان حدود مجاز تعریف کرده اند: بر اساس استاندارد کمیسیون بین المللی برق، حد بی خطر شدت جریان برای انسان ۱۰ میلی آمپر و حدی که باعث مرگ می شود ۲۵ میلی آمپر برای جریان برق متناوب است. حد کشنده برای جریان مستقیم ۵۰ میلی آمپر تعریف شده است. ولی حساسیت اندامهای مختلف متفاوت می باشد شبکه چشم، زبان و پوست بیشترین تاثیر در برابر شدت جریان را دارد.

عکس العمل فیزیولوژی<sup>۱</sup> بدن در مقابل افزایش جریان

شدت جریان mA	جریان متناوب ۵۰ تا ۶۰ هرتز	جریان مستقیم
۱/۶ تا ۱/۵	احساس عبور جریان، لرزش کم انگشتان	محسوس نیست
۲ تا ۳	لرزش شدید انگشتان دست	محسوس نیست
۵ تا ۷	تشنج دستها	درد و یا خارش، احساس گرما
۸ تا ۱۰	دستها به سختی تکان می خورد ولی می توان آنها را از الکترودها جدا نمود، درد شدید در انگشتان	احساس گرمای شدید
۱۱ تا ۱۲	تشنج عضلات تا شانه ها ادامه یافته و درد شدیدی احساس می شود و تماس با الکترودها را تا ۳۵ ثانیه می توان تحمل کرد.	احساس گرمای شدید
۱۵	رها کردن الکترودها غیر ممکن بوده و تعرق دستها بوجود می آید	احساس گرمای شدید
۲۰ تا ۲۵	دست ناگهان فلج می شود، الکترودها را می توان رها کرد، درد شدید عارض گشته و تنگی نفس بوجود می آید.	احساس گرمای شدید انقباض کم عضلات دست
۵۰ تا ۸۰	بند آمدن تنفس، فیبریلاسیون بطنی قلب	احساس ازدیاد گرما انقباض عضلات، تشنج و سختی تنفس
۹۰ تا ۱۰۰	قطع تنفس که اگر بیش از سه ثانیه طول بکشد قلب فلج شده و حرکات بطن های قلب قطع می شود.	بند آمدن تنفس (خفگی)

۱- فیزیولوژی دانش بررسی نحوه کارکرد اندامهای مختلف بدن می باشد

### - اثر جریان مستقیم

در جریان مستقیم مقاومت بدن از حالت متناوب بیشتر بوده و از این لحاظ خطر کمتری دارد. عبور جریان مستقیم از بدن باعث انقباض عضلات شده و تکان شدیدی می‌دهد و یا ممکن است انسان به یک طرف پرت شود. این جریان ثابت قلب و ریه‌ها را در یک حالت ثابت نگه داشته و از انقباض و انقباض آن جلوگیری نموده و قلب از کار می‌افتد، همچنین تنفس غیر ممکن شده و انسان دچار خفگی می‌شود. اگر عبور جریان مستقیم در بدن ادامه داشته و قطع نگردد شروع به تجزیه خون و املاح بدن و مواد شیمیایی، نسوج عضلات نموده و آنها را فاسد می‌کند.

### - اثر جریان متناوب

مقاومت بدن در مقابل جریان متناوب کمتر و به علت تغییر مداوم جهت جریان ضربات وارده بر سلسله اعصاب شدیدتر است. هنگامی که جریان متناوب در موقع برق گرفتگی از قلب عبور می‌نماید به ماهیچه‌های قلب در هر ثانیه ۵۰ سیگنال قوی اعمال می‌شود، یعنی قلب را وادار می‌سازد در هر ثانیه ۵۰ بار و در دقیقه ۳۰۰ بار که در حدود ۵۰ برابر ضربان طبیعی قلب است. چون قلب قادر به چنین کاری نیست شروع به لرزش و ارتعاشات ضعیف و نامطمئن می‌نماید، که این پدیده لرزش بطنی نامگذاری شده است. در این حالت قلب هیچ کار مفیدی انجام نداده و بزودی از کار می‌افتد و مرگ تقریباً قطعی است.

### ۳- مقاومت :

مقاومت در برابر جریان الکتریسیته را مقاومت الکتریکی گویند و واحد اندازه گیری آن اهم می‌باشد. جدول زیر مقاومت بدن انسان را در مقابل جریان الکتریسیته نشان می‌دهد.

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

از آنجای که بخش اعظم بدن انسان را آب و مایعات تشکیل داده است، در حالت کلی بدن انسان یک جزء تقریباً رسانا محسوب می‌شود. ولی بخاطر مقاومتی که دارد بخشی از انرژی وارده را به حرارت تبدیل می‌کند. هرچه مقاومت بدن انسان بیشتر باشد. بخش بیشتری از انرژی بصورت گرما هدر می‌رود. در نتیجه این گرما تجزیه

مایعات داخل بدن است . مقاومت الکتریکی بدن انسان ثابت نیست و بر اثر عوامل فردی و شرایط محیط کار ممکن است به نسبت ۱ تا ۱۰۰ برابر تغییر نماید،

**مهمترین عواملی که در تغییر این مقاومت مؤثر است عبارتند از:**

- (۱) ضخامت پوست
  - (۲) میزان رطوبت ، درجه حرارت و مقدار نمک پوست
  - (۳) فشار تماس پوست با قسمت برق دار
  - (۴) شدت جریان برق
  - (۵) مسیر عبور جریان
  - (۶) مدت عبور جریان
  - (۷) نوع جریان الکتریکی
- ۸- حالت روحی فرد: خستگی، گرسنگی، تشنگی، بی خوابی، عصبانیت، خنده، غم و بیماری از عواملی است که مقاومت بدن را می تواند به حد زیادی کم و تغییر نماید

جدول مقاومت نقاط مختلف بدن انسان در زیر آورده شده است.

مقاومت بر حسب اهم				
مسیر جریان در بدن	کمتر از ۶۵ ولت	۱۲۷ ولت	۲۲۰ ولت	بیشتر از ۲۲۰ ولت
کف دست تا شانه	۳۲۰۰	۲۵۰۰	۸۰۰	۶۵۰
شانه تا پا	۳۶۰۰	۲۸۰۰	۱۲۰۰	۸۰۰
مسیر کف دست تا پاها و مسیر کف دست راست تا کف دست چپ	۴۴۰۰	۳۴۰۰	۱۶۰۰	۱۲۰۰

جدول فوق نشان می دهد که در ولتاژهای پایین مقاومت بدن بیشتر از ولتاژهای بالاست و با بالا رفتن ولتاژ مقاومت بدن تنزل می کند لازم به توضیح است مقاومت بدن بعد از مرگ حدود ۶۰٪ افزایش می یابد

**- مقاومت نقاط اتصال و تماس:**

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

#### - مقاومت زمین:

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

از آنجائیکه جریان برق برای عبور از بدن ناچار است از پوست داخل و خارج شود هر گونه اقدامی که در جهت بالا بردن مقاومت محل ورود و خروج جریان صورت گیرد خطر برق گرفتگی را کاهش می دهد. دستکش و کفش برای کسی که تأسیسات برقی سرو کار دارد بسیار حائز اهمیت است بعلاوه دستکش و کفش باعث افزایش مقاومت در برابر عبور جریان می گردد.

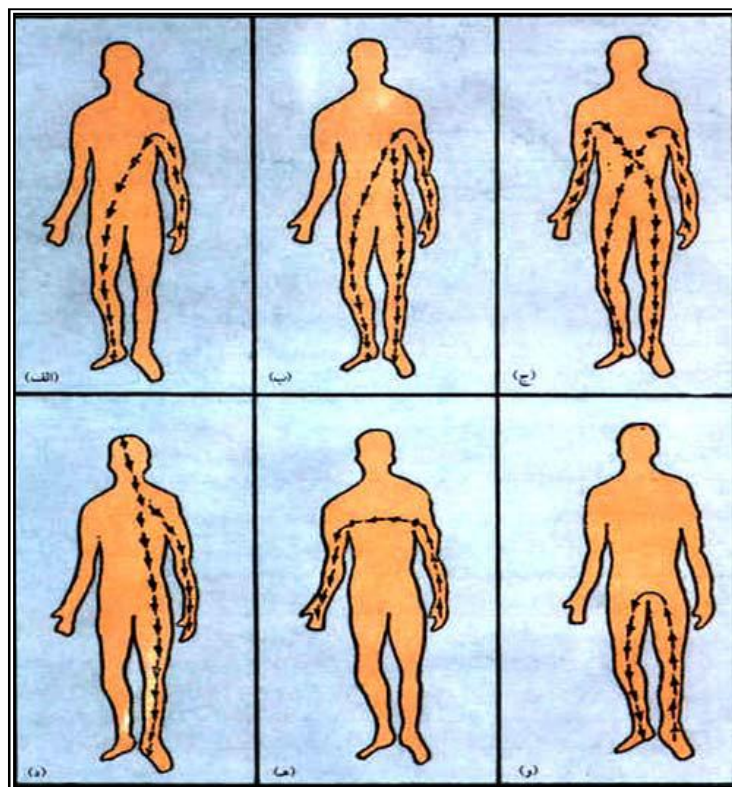
#### ۴- مسیر عبور جریان :

مسیر عبور جریان و همچنین سطحی که جریان آن از بدن می گذرد می تواند نقش بسزایی در پیامدهای حادثه داشته باشد. بعنوان مثال در صورتی که مسیر جریان دست به دست باشد شدت پیامدها بسیار وخیم تر خواهد بود، در صورتیکه برق گرفتگی در سر باشد علت اصلی مرگ خفگی است.

احتمال مرگ بر اثر جریان برق بسته به محل ورود و خروج جریان متفاوت می باشد. جدول ۱ میزان خطر و احتمال وقوع آن را بر حسب مسیر جریان نشان می دهد.

جدول (۱) میزان خطر و احتمال وقوع آن را بر حسب مسیر جریان برق

مسیر جریان	میزان خطر مرگ	احتمال وقوع
از سر به اندامهای دیگر	خیلی زیاد (مرگبار)	خیلی کم
از یک دست به دست دیگر	زیاد	متوسط
از دست به پا	خیلی زیاد	زیاد
از یک پا به یک دست	کم	کم



مسیرهای احتمالی عبور جریان از بدن شخص در برق گرفتگی

نمونه از حالت های مختلفی که جریان برق ممکن است از بدن عبور کند به قرار زیر است:

**- تماس دست راست با برق و اتصال پاها به زمین:**

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

**- تماس دست چپ با برق و اتصال پاها به زمین:**

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

**- اگر دو دست با برق تماس حاصل نمایند:**

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

**- اتصال به سر:**

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

## - قسمتهای دیگر بدن:

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

## -۵- زمان برق گرفتگی:

هر قدر زمان عبور جریان در بدن بیشتر باشد خطر و عوارض آن بیشتر خواهد بود، به همین جهت سرعت عمل در قطع جریان و جدا کردن اتصال از بدن شخص برق گرفته، نقش حیاتی در نجات او دارد. در نخستین لحظات عبور جریان از بدن مقاومت پوست بدن زیاد است، ولی با عبور جریان گرما ایجاد شده و در لایه بالایی پوست که قسمت عمده مقاومت پوست را دارا می‌باشد سوراخهای متعددی ایجاد گردیده مقاومت پوست را سریعاً کاهش می‌دهد. در نتیجه گسترش یافته و عوارض متعدد بعدی را شامل می‌شود.

## -۶- فرکانس:

فرکانس جریان یکی از تعیین کننده ترین عوامل در شدت جریان برق گرفتگی ها می باشد که دلیل آن توانایی اعصاب در فرکانسهایی مختلف است. بطور کلی فرکانسهایی ۵۰ تا ۶۰ هرتز فرکانسهایی هستند که باعث بیشترین تحریک اعصاب می گردند این شدت تحریک با کاهش و افزایش فرکانسها به شدت تغییر پیدا می کند. برای مثال برای احساس جریان الکتریسیته در فرکانس ۵۰ هرتز، شدت جریانی در حدود ۳ / ۱ میلی آمپر کافی خواهد بود. در حالی که فرکانسهایی ۱۰۰۰ هرتز برای احساس برق گرفتگی و تاثیرات آن ممکن است شدتی معادل ۸۰ میلی آمپر لازم باشد. فرکانس بالای یکی از عللی است که باعث می شود صاعقه منجر به مرگ نشود، چون هرچه فرکانس برق بالاتر رود برق از سطوح بدن بیشتر عبور می کند تا درون عمق بدن علاوه بر عوامل یاد شده پارامترهای نظیر سن افراد، شرایط جوی، رطوبت بدن، خستگی، جنسیت و..... می تواند بر شدت برق گرفتگی تاثیر گذارد در جدول زیر نتیجه آزمایشاتی را که بر روی سگها با فرکانس های مختلف صورت گرفته جهت اطلاع آورده شده است.

فرکانس بر حسب هرتز	فشار الکتریکی بر حسب ولت	تعداد سگ های مورد آزمایش	درصد مرگ
50	120-117	10	100
100	120-117	21	45
125	121-100	10	20
150	125-120	10	0

## \* خطرات ناشی از برق گرفتگی به انسان

### ۱- سوختگی ناشی از عبور جریان الکتریکی

سوختگی ناشی از جریان برق و ضایعات ناشی از آن هنوز به عنوان یک مشکل در جوامع مدرن امروزی مطرح است. برای کاهش عوارض و مرگ و میر ناشی از آن نیاز به اقدامات درمانی طبی و جراحی خاص می باشد. سوختگی الکتریکی یکی از علت های شایع سوختگی است که با سوختگی حرارتی وجه مشترک داشته ولی تفاوت هایی نیز دارد. سوختگی الکتریکی حدود ۶-۳٪ بیماران بستری در بخش های سوختگی را به خود اختصاص می دهد.

سوختگی پوست بر اثر برق گرفتگی به مراتب کمتر از دیگر سوختگی ها مانند مواد شیمیایی و حرارت مستقیم است اما چون این آسیب های سطحی اغلب با آسیب گسترده ی بافت عمقی همراه است اهمیتی ویژه دارند.

**بطور کلی سوختگی های ناشی از عبور جریان به سه دسته تقسیم می شوند:**

#### الف) سوختگی ناشی از خود جریان الکتریکی:

سوختگی ناشی از خود جریان الکتریکی کمترین اثر را بر روی پوست ایجاد کند گاهی تنها آسیب ها در جای ورود و خروج جریان یافت می شود. بیشتر آسیب ها در محل ورود جریان، از گونه ی سوختگی درجه سه است.

#### ب) سوختگی ناشی از قوس الکتریکی:

اگر یک هادی زمین شده یا هادی دیگری که دارای ولتاژ بالایی است تماس یابد، ممکن است عایق هوای بین آنها شکسته و باعث ایجاد جرقه شود، این عمل موجب یونیزه شدن هوا شده و مقاومت آن را پایین می آورد، که این به نوبه خود باعث افزایش جریان برق در نتیجه ایجاد قوس الکتریکی یا آرک می شود. حال اگر انسان را یک هادی زمین شده فرض کنیم که به یک خط با ولتاژ بالا بسیار نزدیک شود به وسیله قوس الکتریکی بدون تماس با هادی می سوزد. زیرا مقاومت الکتریکی هوا کاهش می یابد و سطح وسیعی از پوست می سوزد. قوس های الکتریکی معمولاً با انرژی زیاد، جابجایی آمپراژ بالا و قوسی که در هوا روی می دهد همراه هستند.

هر ساله بیش از ۲۰۰۰ نفر کارگر، که در نتیجه قوس الکتریکی دچار جراحت شده اند، در مراکز سوختگی درمان می شوند. شعله و درخشندگی، سریع اتفاق می افتد، اما آثار جراحت سخت آن برای ماه ها، سالها یا حتی تمام عمر می تواند باقی بماند. قوس الکتریکی تولید اشعه ماورای بنفش می کند که باعث جراحتی شبیه به آفتاب سوختگی می شود. اشعه ماورای بنفش می تواند به نوبه خود باعث حساسیت پوستی و به ویژه حساسیت چشم ها شود.

**مکانهایی که دارای پتانسیل این حوادث هستند عبارتند از:**

- تابلوهای برق

- بدنه سلول کلیدهای قطع کننده

- ترانسفورماتورها
  - راهاندازهای موتور و محفظه فلزی آنها
  - جداکننده های فیوز
  - هر مکانی که احتمال خطای عملکرد تجهیزات الکتریکی در آن باشد. اپراتورها، تکنسین ها و افرادی که با تجهیزات ولتاژ قوی کار می کنند از جمله افرادی هستند که در معرض آسیب قوس الکتریکی قرار دارند.
- اثرات یک قوس الکتریکی می تواند ویران کننده باشد. انرژی زیاد و نور شدید آن می تواند در یک ثانیه باعث سوختگی های شدید نابودی پوست و بافت ها شود.
- قوس الکتریکی می تواند لباس را سوزانده و متلاشی کند و در نتیجه باعث سوختگی شود. قربانیان در بعضی موارد نیاز به پیوند پوست داشته یا اینکه باید قطع عضو شوند. البته بسته به درصد سوختگی و سن می تواند باعث مرگ نیز شود.
- آرک ناشی از آمپراژ بالا موج انفجاری، که نیرویی بیش از ۱۰۰۰ پوند دارد، ایجاد کرده که می تواند قربانی را پرتاب کرده و در نتیجه آن، مجروح از جایی سقوط کرده یا با اشیاء نزدیک خود برخورد کند.
- فشار امواج می تواند قطعات آزاد و شل، تکه های تجهیزات آسیب دیده، ابزار و دیگر اشیاء را به هوا پرتاب کند. همچنین حرارت شدید ممکن است باعث ذوب اجزای فلزی الکتریکی و انفجار باعث پرتاب قطعات مذاب به فواصل قابل توجهی منجر شود و این قطعات تیز، می توانند با لباس هر شخصی اصابت کرده، که ضمن سوزاندن لباس به پوست و حتی به ریه شخص آسیب برسانند.
- قربانیان قوس الکتریکی این حوادث، ممکن است درد سخت و سوختگی را تحمل کنند، اما برای ورود به جمع و برگشتن به شرایط قبلی خود مشکلاتی از قبیل دلواپسی تجربه گذشته، افسردگی یا دیگر علائم روانی را دارند. بعضی از کارگران ممکن است دیگر قادر نباشند به کار قبلی خود برگردند

### - جراحتهای ناشی از قوس الکتریکی

**سوختگی های مستقیم:** در فواصلی از قوس الکتریکی، حرارت آنقدر هست که بتواند پوست و بافت را تخریب کند و شدت این آسیب به مدت زمان و مقدار حرارت تماس بستگی دارد. مطالعات نشان می دهد که حرارت بیش از ۲۰۵ درجه فارنهایت در مدت ۰/۱ ثانیه اثری غیر قابل ترمیم می گذارد، که به آن سوختگی علاج ناپذیر می گویند.

حرارت اولیه پوست با شدت فلاش، فاصله از قوس و زمان انفجار تعیین می شود. هوای گرم و مواد مذاب حاصل از قوس تجهیزات الکتریکی، سبب از هم پاشیدن لباس های معمولی که حتی مستقیماً با قوس تماس نداشته، می

شوند. لباس های جنس الیاف مصنوعی همچون نایلون و پلی استر ممکن است ذوب شده و به پوست بچسبند و در نتیجه سوختگی تشدید شود.

**جراحات های چشم و آسیب به سیستم شنوایی:** قوس الکتریکی حتی با استفاده مستمر از حفاظ چشم و عینک، ممکن است آسیب جدی به چشم زده و یا موجب کوری شود. اشعه شدید ماورای بنفش ناشی از قوس الکتریکی نیز می تواند به شبکه چشم آسیب بزند. اثر اشعه ماورای بنفش بر چشم همراه علائمی است مثل اینکه تصور می شود ریگی وارد چشم شده و دید فرد تیره، حس سوختگی داشته و از چشم اشک آمده و حتی فرد دچار سردرد می شود. فشار امواج ناشی از انفجار می تواند آسیب جدی به چشم زده و چنانچه چشم مسلح نباشد، پرتاب اشیاء و قطعات ریز و برخورد آنها با چشم منجر به حوادث جبران ناپذیری شود.

**صدای فشار زیاد ناشی از انفجار قوس الکتریکی:** این عامل نیز می تواند بر شنوایی اثر بگذارد.

### ج) سوختگی ناشی از شعله به دلیل آتش گرفتن پوشاک فرد

سوختگی گونه ی سوم به دلیل آتش گرفتن پوشاک آسیب دیده ناشی از دما، ایجاد شده است و گاهی جدی ترین بخش آسیب را شامل می شود.

### سوختگی الکتریکی به لحاظ سطح ولتاژ در دو گروه اصلی شامل:

- سوختگی با جریان ولتاژ بالای ۱۰۰۰ ولت و
- سوختگی با جریان ولتاژ پایین تر از ۱۰۰۰ ولت قرار می گیرند

### تشخیص سوختگی الکتریکی

ممکن است موارد زیر وجود داشته باشند:

- بی هوشی
- سوختگی های ضخیم همراه با تورم
- دوده زدگی و زغالی شدن محل های ورود و خروج جریان برق

\* ذوب فیوز و پاشیدن جرقه و مواد مذاب به روی بدن شخص سوختگی هایی در سطح پوست بوجود می آید که گاه ممکن است خطرناک و کشنده باشد.

## ۲- شوک الکتریکی

**شوک الکتریکی یک تحریک ناگهانی و اتفاقی سیستم عصبی بدن بر اثر عبور جریان الکتریکی**

است. جریان برق بر اثر اختلاف پتانسیل (ولتاژ) عبور می کند. بدن انسان در برابر جریان الکتریکی به چند طریق از خود واکنش نشان می دهد که احساس شوک الکتریکی تنها یکی از این اثرات است و می تواند فوق العاده دردناک

باشد. وقتی انسان دچار شوک الکتریکی می شود ممکن است جریان برق چندین مسیر را در داخل بدن پیش بگیرد که پیش بینی شدت و اثرات آن در هر منطقه از بدن بسیار مشکل است و تقریباً غیرممکن می باشد. تقریباً همه شوکهای الکتریکی شدید بوسیله جریانهای متناوب و به ندرت بوسیله جریانهای مستقیم ایجاد می گردد. شوکهای الکتریکی همواره با خسارت به اندامهای بدن یا بافتهای بدن همراه نیست و بیشتر همراه با سوراخ شدن یا تیر کشیدن شدید و درد و بی حسی (کریخ شدن) در نقاط ورودی و خروجی جریان و بعضی اوقات در طول مسیری است که جریان از بدن عبور می کند. ممکن است فرد در نتیجه یک شوک شدید، هادی و یا ابزاری را بگیرد و دیگر قادر به رها کردن آن نباشد و یا اگر یک هادی برق داری را لمس کند ماهیچه های قوی پشت و پاهایش به شدت منقبض می شود و بطور غیراداری به عقب پرتاپ شده به زمین بیافتد.

لذا برای برق گرفتگی دو مرحله می توان تعریف نمود:

آستانه احساس

آستانه انقباض

عبور جریان کم آستانه احساس و گذشتن از حد معین جریان و عکس العمل عضلانی بدن، آستانه انقباض را بسیار خواهد داشت. آستانه احساس برای قسمتهای مختلف بدن متفاوت است. بطور مثال آستانه احساس زبان  $0.45\text{mA}$  و آستانه احساس برای پوست بدن در حدود  $1\text{mA}$  که آستانه احساس پوست هر یک از اعضا متفاوت است. آستانه انقباض اعضا باهم یکی نیستند، در شدت جریان حدود  $9\text{mA}$  دستها به سختی تکان می خورند، ولی  $99.5\%$  در صد افراد سالم می توانند سیم برق دار را رها کنند

عارضه های مهم شوک الکتریکی عبارتند از:

۱- انقباض ماهیچه ها ۲- خفگی ۳- فیبریلاسیون قلب ۴- سوختگی و از بین رفتن بافت های بدن

- آستانه تقریبی ولتاژهای بروز شوک الکتریکی در فرکانس  $50\text{Hz}$

حداقل آستانه احساس ----- ۱۰ الی ۱۲ ولت

حداقل آستانه درد ----- ۱۵ ولت

حداقل آستانه درد شدید ----- ۲۰ ولت

حداقل ولتاژ نگاه دارنده ----- ۲۰ الی ۲۵ ولت

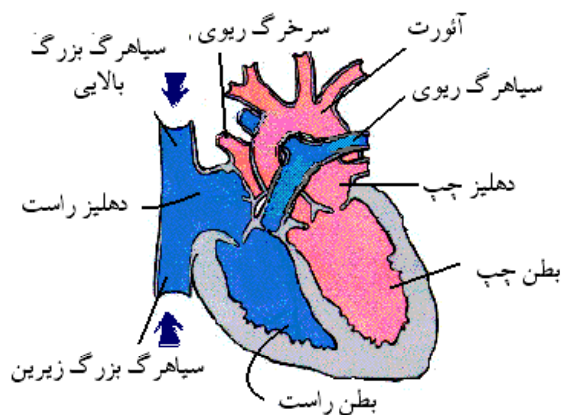
حداقل ولتاژ کشنده ----- ۴۰ الی ۵۰ ولت

محدوده ولتاژ برای فیبریلاسیون ----- ۵۰ یا ۶۰ تا ۲۰۰۰ ولت

## – اثرات فیزیولوژیک ( Effects Physiological ) و اختلالات و عوارض بعدی پس از برق گرفتگی:

### ۱ – تاثیر روی قلب:

قلب انسان چهار حفره دارد و دارای ۲ دهلیز و ۲ بطن است



خون در قلب انسان به دو مسیر پمپاژ می شود مسیر اول که مسیر گردش خون کوتاه است، در سمت راست قلب خون از سیاهرگ های زیرین و زیرین وارد دهلیز راست می شود و سپس از طریق دریچه سه لختی که در بین دهلیز و بطن راست قرار دارد وارد بطن شده و بر اثر انقباض بطن از طریق سرخرگ ششی (تنه ریوی) به شش ها برده می شود و خون در شش ها به تبادل اکسیژن و دی اکسید کربن با هوای داخل شش ها می پردازد و سپس خون تصفیه شده دوباره توسط سیاهرگی وارد قلب می شود ولی این بار به قسمت چپ قلب وارد می شود یعنی ابتدا وارد دهلیز چپ و سپس توسط دریچه میترا ل وارد بطن چپ می شود و با انقباض بطن خون وارد آئورت (بزرگترین سرخرگ بدن) می شود و در تمام قسمت های بدن خون در رگ ها و مویرگ ها حرکت می کند و در مویرگ ها در میان سلول های بدن جریان می یابد و مواد و اکسیژن و دی اکسید کربن و سایر مواد را با سلول ها مبادله می کند.

انقباض دهلیز و انقباض بطن و استراحت قلب به ترتیب  $0/1$  ،  $0/3$  و  $0/4$  ثانیه طول می کشد. جالب است بدانید قلب ما با هر انقباض ۱۴۰ میلی لیتر خون را وارد سرخرگها می کند.

طول مدت هر تپش قلب انسان، کمی بیش از ۰٫۸ است. بنابراین، قلب روزی صدهزار بار می تپد و در فاصله هر یک تپش به مدتی برابر زمان یک تپش، به استراحت می پردازد. پس قلب روزانه حدود ۶ ساعت آرامش دارد. این که می گوئیم «تپش» قلب، مقصودمان بسته و باز شدن آن است؛ یعنی انقباض و انقباض آن. تلمبه قلب در حالت انقباض (بسته شدن) خون را بیرون می راند؛ اما در حالت انقباض (باز شدن) خون را به درون قلب می کشد.

ضربان قلب بستگی به فیزیک بدنی انسان دارد. هر چه انسان بزرگتر باشد ضربان قلب کمتر خواهد بود. همچنین ضربان قلب بستگی به سن افراد نیز دارد. هر چه سن افراد کمتر باشد ضربان بیشتر می باشد و بر عکس. به عنوان مثال قلب یک نوزاد هشتاد بار در دقیقه و یک شخص ۴۰ ساله شست بار در دقیقه می زند.

ضربان قلب در حالت‌های استراحت و عادی کار و تلاش تعریف می‌شود. در حالت استراحت به صورت درازکش، ضربان تقریباً ۶۰ الی ۶۵ بار در دقیقه تعریف می‌شود. در حالت عادی، حالتی شبیه نشستن یا راه رفتن، ضربان بین ۶۵ تا ۷۰ قابل تعریف می‌باشد و در حالت سوم، زمانی که بدن در حالت کار و فعالیت باشد، ضربان بیش از هفتاد بار تعریف می‌شود.

توجه داشته باشید که ضربان قلب با حساسیت بدن در برابر الکتریسیته رابطه مستقیم دارد یعنی هر چه ضربان قلب بیشتر باشد، خطر برق گرفتگی بیشتر است.

در موقع برق گرفتگی ابتدا ضربان‌های بی‌موقع (غیر عادی و ناهماهنگ) پیدا می‌شود، بعد ریتم‌هایی مضاعف یا چهار برابر تولید می‌گردد و گاهی تعداد ضربانها تا هشت برابر ضربان‌های طبیعی می‌رسد. پس از آن قلب به رعشه یا لرزش بطن می‌افتد، که هر گاه لرزش بطن پیدا شود، خطرات برق گرفتگی بسیار زیاد بوده و ممکن است منجر به از کار افتادن قلب، تنفس، نفروز و مرگ گردد (نفروز ناراحتی کلیوی است، این بیماری سبب ازدیاد اوره در خون شده و عوارض زیادی را سبب می‌گردد).

## ۲- تأثیر روی سلسله اعصاب و تنفس

جریان متناوب با ولتاژ کم اختلال مهمی در اعصاب تولید نمی‌نماید، حتی اگر شدت جریان باعث ضایعات قلب شود. اما جریان‌های با ولتاژ زیاد مرکز تنفس واقع در پیاز نخاع را از بین می‌برد، بدون آنکه قلب متوقف شود و مرگ در

اثر تورم ریوی روی می‌دهد. جریان مستقیم به اندازه جریان متناوب ایجاد تشنج می‌نماید و اگر جریان مستقیم بیش از

2.5A از بدن عبور کند، روی سلسله اعصاب اثر گذاشته و امکان شوک و فلج زیادی می‌شود

بر اثر جریان الکتریکی روی اعصاب محیطی قابلیت تحریک و هدایت خود را از دست می‌دهند و همچنین سیستم عضلانی که تحت تأثیر برق قرار گیرد دارای انقباضات متوالی می‌شود و هنگامی که جریان قطع شود این انقباض نیز از بین می‌رود، که در اینحالت آستانه انقباض هر عضله فرق می‌کند و اگر ولتاژ زیاد باشد، قدرت انقباض و انبساط عضلانی از بین می‌رود. گاهی در اثر جریان برق روی عضله مخصوص استفرغ‌های متوالی پدید می‌آید که ممکن است باعث خفگی گردد.

## ۳- اختلالات حسی (شنوایی و بینایی) :

اختلالات بینایی که بیشتر اتفاق می‌افتد متورم شدن ته چشم شخص که عارضه آن به زودی مرتفع می‌شود و عبور مستقیم جریان از چشم آب مروارید بوجود می‌آورد و یا عوارض مانند کم شدن قدرت بینایی و تورم عصب چشم را بوجود می‌آورد.

اختلالات شنوایی عبارت است از کم شدن شنوایی که ممکن است منجر به کری کلی شود ممکن است در نزد افراد برق گرفته اختلالات عصبی و اختلالات بینایی و شنوایی تواما بوجود آید. همچنین سایر عوارض دیگری نظیر عوارض کلیوی، پخته شدن عضلات و ... را بوجود می آورد

### **\*\*\* راههای ایمنی:**

۱- **عایق نمودن (ایزوله) خود از زمین:** مثل پوشیدن کفش های عایق یا ایستادن بر روی اجسام عایق مثل چوب خشک و ...

۲- **استفاده از سیم ارت (earth):** برای داشتن یک ارت درست و حسابی، وجود یک چاه ارت الزامی است چاه ارت همانطور که از نامش پیداست؛ چاهی است که در زیر زمین با رعایت قوانین خاصی حفر می شود، سپس درون آن یک شبکه فلزی قرار می دهند و آن را با استفاده از سیم های ضخیم به تمام پریزهای برق می رسانند. این سیستم برای وسایلی موثر است که دارای سیم ارت باشند. (دو شاخه آنها دارای سه سیم است: فاز، نول، ارت) آن گونه وسایل در صورت اتصالی داخلی و یا هر مشکل الکتریکی دیگر کاملاً ایمن هستند چون برق بدنهی آنها از طریق همان سیم ارت به زمین اتصال کوتاه می شود؛ که اگر این اتصال کوتاه کامل باشد، فیوز عمل کرده و جریان برق را قطع می کند.

۳- **استفاده از ترانسفورماتور ایزوله:** ترانسفورماتور وسیله ای است برای تبدیلات ولتاژ متناوب؛ ترانسفورماتور ها را با نسبت تبدیلهشان معرفی می کنند، یکی از مزایای ترانسفورماتور های ایزوله، جدابودن ورودی و خروجی آنهاست. همین امر باعث ایجاد یک نول جدید جدا از نول اولیه می شود.

۴- **استفاده از کلید خطای جریان:** این کلید در ورودی برق سیستم قرار می گیرد و در صورتی که شخصی دچار برق گرفتگی شود به صورت اتوماتیک برق سیستم را قطع می نماید و بهترین وسیله برای جلوگیری از برق گرفتگی محسوب می شود.

**احتمال مرگ بر اثر جریان برق بسته به محل ورود و خروج جریان متفاوت می باشد.**

### **\* رعد و برق**

در برخی از فصول سال (معمولاً اواخر زمستان و یا فصل بهار) اتفاق می افتد و در اثر برخورد توده های باردار ابر با یکدیگر و آزاد شدن مقادیر زیاد الکتریسیته ساکن موجود در این ابرها ایجاد می گردد. رعد و برق تخلیه الکتریکی است که در اثر الکتریسیته ساکن بین دو ابر یا بین ابر و زمین ایجاد می شود.

**- رعایت نکات ایمنی در داخل ساختمان:**

- ۱- وقتی رعد و برق رخ می دهد ، در منزل بمانید و بیرون نروید ، مگر آنکه لازم باشد .
  - ۲- به منظور جلوگیری از خطر آتش سوزی ناشی از صاعقه ، یک برق گیر بر روی ساختمان های بلند نصب کنید .
  - ۳- از درها و پنجره ها ، بخاری های دیواری ، شوفاژها و یا دیگر هادی های الکتریکی دور شوید .
  - ۴- دو شاخه و وسایل برقی مانند تلویزیون و رادیو را از برق بیرون بکشید .
  - ۵- دو شاخه تلفن را نیز بیرون بکشید و از کار کردن با تلفن خودداری کنید .
  - ۶- چراغ برق را برای داشتن روشنایی مناسب روشن نگاه دارید . برخلاف عقیده ی عموم مردم این کار خطر برخورد صاعقه با منزل شما را افزایش نخواهد داد .
  - ۷- پرده ها را بکشید و از ایستادن در نزدیکی پنجره ها خودداری کنید .
- رعایت نکات ایمنی در خارج از ساختمان :**

- ۱- از ایستادن در مناطق مرتفع ، روی ساختمان های بلند ، تپه ، کوه یا هر ناحیه ی مرتفع دیگر به شدت پرهیز کنید
  - ۲- از تجهیزاتی که هادی جریان الکتریسیته هستند استفاده نکنید و در صورت وقوع رعد و برق از آنها دوری کنید . مانند تراکتور ، موتور سیکلت ، دوچرخه ، بیل های فلزی و ...
  - ۳- از درختان ، سیم های برق ( خصوصاً کابل های فشار قوی برق ) ، لوله ها یا دیگر سازه های فلزی دوری کنید . از حصارهای فلزی ، خطوط برق و تلفن دور شوید .
  - ۴- از پناه گرفتن زیر درختان پرهیز کنید . ( زیرا به علت برخورد برق و حرارت حاصل از آن ، امکان آتش سوزی وجود دارد ، لذا باید از این کار خودداری کنید )
  - ۵- زیر سیم های برق هوایی ، مخازن و شیشه ها پناه نگیرید ، زیرا احتمال فروریختن و افتادن آنها وجود دارد .
  - ۶- در صورتی که داخل قایق یا در حال شنا کردن هستید ، به سرعت از آب خارج شوید و بدن خود را خشک کنید .
  - ۷- در صورتی که در اتومبیل هستید ، از درختانی که ممکن است روی آن بیفتند ، دور شوید و سپس در جایی مناسب پارک کنید ، و تا پایان خطر از وسیله نقلیه خود خارج نشوید . اما از دست زدن به قسمت های فلزی اتومبیل خودداری کنید .
  - ۸- اگر در جنگل هستید ، به سرعت از آنجا خارج شوید یا در زیر درختان کوتاه پناه بگیرید .
- با رعایت نکات ایمنی امکان برخورد صاعقه با شما بسیار کم است و هیچ جای نگرانی نخواهد بود
- نکته: بدنی که دچار صاعقه زدگی شده ، حاوی الکتریسیته نیست و می توانید کمک های اولیه ی ضروری را برای وی انجام دهید . بنابراین از دست زدن به بدن افراد صاعقه زده هراس نداشته باشید**

## \* توصیه های ایمنی برای مقابله با برق گرفتگی

- در تعمیرات لوازم برقی از افراد مجاز استفاده نمایید
- پریزهای برق را با در پوش ایمنی محافظت نمایید تا بچه ها آسیب نبینند کلید دست نزنید
- با دست مرطوب و خیس به اجزاء برق مثل پریز ، کلید دست نزنید
- در موقع آتش سوزی لوازم الکتریکی مثل کامپیوتر سعی شود یک کیپسول ۲ کیلو گرمی دی اکسید کربن در منزل باشد و همیشه بخاطر داشته باشید در اطفاء حریق لوازم برقی اول قطع و سپس اقدام به اطفاء حریق شود و مناسب ترین وسیله کیپسول گاز منواکسید کربن می باشد
- همیشه از لوازم برقی خانه در زمان های مختص بازدید و وضعیت روکش سیم ها دو شاخه را بازدید و رفع نقص نمایید
- در موقع خارج کردن سیم وسیله برقی همیشه دو شاخه مربوطه را از پریز جدا کنید و هیچ وقت سیم را نکشید چون خطر جدا شدن اتصال و خطرات بعدی وجود دارد
- در شوقاژ خانه به دلیل سیم کشی های غیر اصولی که امکان دارد در کف زمین احداث شده باشد و بدلیل وضعیت مرطوب و لوله آب همیشه در تعمیرات خطر برق گرفتگی برای افراد وجود دارد مراقبت کامل نمایید
- از سه شاخه برای دستگاههای پر مصرف استفاده نکنید خطر گرم شدن محل اتصال و مسایل آتش سوزی وجد دارد
- در مواقعی که احتمال انتشار گاز در آشپزخانه است از قطع و وصل کلید خودداری نمایید ابزاری مثل دریل خطرات متعددی دارد مثل وضعیت چرخشی در صورت درگیر شدن با شال گردن و حتی موی سر و حادثه جدی ایجاد نماید در ضمن خطر دیگر مته کردن است که امکان دارد در مسیر سیم برق باشد مشکل بعدی شکسته شدن نوک مته است که بر اثر عدم مهارت و استفاده صحیح از مته بخصوص شکسته می شود
- در موقع تعویض لامپ سوخته بعلت استفاده از نردبان یا صندلی نا مناسب و احتمال وجود برق همیشه خطر سقوط وجود دارد این مسئله را جدی بگیرید
- در مواقع آتش سوزی توجه نمایید آسانسور وسیله مناسبی جهت جابجایی نیست

- از دست زدن به بدنه فلزی تاسیسات برقی نظیر تابلوهای برق، پایه های فلزی، تسمه های متصل به بدنه پایه ها و سیمهای مهار، جدا خودداری نمائید
- در صورتیکه درب تابلوهای برق به هر دلیل باز باشد مراتب را به اداره برق اطلاع دهید و از دست زدن به تجهیزات داخل تابلوهای برق اکیدا خودداری فرمائید.
- فیوزها تنها وسیله حفاظتی منزل شما هستند، از دستکاری آنها خودداری نمائید.

### \* دستورات ایمنی و حفاظت برقکاران

- ۱- برقکاران موظفند هنگام کار تمام اشیاء فلزی از قبیل ساعت انگشتر گردنبندها و از خود دور نمایند
- ۲- در گروههای دو نفره انجام کار همزمان در ارتفاع و یا روی تابلو برای بیش از یک نفر ممنوع می باشد و فرد دوم باید مراقب بر چگونگی اجرای صحیح کار باشد
- ۳- قطع و وصل مدار بصورت غیر استاندارد و به هر گونه روش شخصی ممنوع می باشد
- ۵- در مدت زمان انجام کار گروه تعمیرات روی تجهیزات الکتریکی بایستی وسیله نقلیه گروه در محل کار آماده باشد
- ۵- در محیط کار باید نور به حد کافی موجود باشد
- ۶- در شرایط جوی غیر عادی انجام کار روی خطوط برقدار ممنوع است (رعد و برق)
- ۷- هر گونه تغییر در لوازم ایمنی استاندارد شده ممنوع می باشد
- ۸- در صورت نیاز به کار نفر دوم روی یک پایه صعود و فرود تا استقرار نفر اول ممنوع است
- ۹- در صورتیکه شبکه به طریقی احداث شده باشد که انجام کار بصورت برقدار میسر نباشد لازم است قبل از هر گونه عملیات روی شبکه مورد نظر فرم قطع و وصل مدار دریافت گردد
- ۱۰- افراد اجرایی بایستی از لوازم ایمنی و ابزار کار سالم استفاده نمایند
- ۱۱- هنگام کار حضور سرپرست گروه در محل کار الزامی است
- ۱۲- در صورت استفاده از خودرو موتورسیکلت ماشین آلات و ماشین آلات سنگین رعایت مقررات ایمنی و خاص آن الزامی است
- ۱۳- در صورت استفاده از موتورسیکلت بایستی از کلاه ایمنی استفاده شود
- ۱۴- خودرو اتفاقات باید مجهز به بی سیم آژیر چراغ گردان پرژکتور کپسول اطفاء حریق و کمربند ایمنی باشد
- ۱۵- در صورت استفاده از نردبان مقررات ایمنی و خاص مربوطه الزامی است

- ۱۶- مجریان موظف می باشند قبل از اجرای کار و بعد از آن موضوع قطع و وصل نمودن برق مدار را به اطلاع مشترکین برسانند
- ۱۷- چنانچه وضعیت شبکه به طریقی باشد که برای افراد اجرایی اهالی و یا تاسیسات خطر آفرین باشد بایستی شبکه بلافاصله از نزدیکترین محل قطع گردد
- ۱۸- برقکار گروه اتفاقات هنگام عزیمت به ماموریت حق رانندگی خودرو و اتفاقات را ندارد
- ۱۹- در صورت کار با شبکه بی برق پس از جدا نمودن شبکه از منبع تغذیه و قطع کلید راه انداز معابر و آزمایشات بی برقی مدار بایستی طرفین محل کار اتصال زمین گردد

## فصل ۴: حفاظت در مقابل برق گرفتگی

برخی از حوادث الکتریکی مستقیم یا غیر مستقیم موجب از دست رفتن زندگی انسان می شود. خطرات الکتریکی به چشم دیده نمی شوند، یک سیم برق دار با یک سیم بدون برق از نظر ظاهری هیچ تفاوتی ندارند. و از طرفی انسان نیز دچار اشتباه می شود. برق گرفتگی می تواند در عرض چند ثانیه منجر به مرگ شود. بنابراین پیشگیری از حوادث برق گرفتگی و رعایت اصول و روش های حفاظتی و ایمنی می تواند حوادث ناشی از کار را به نحو قابل ملاحظه ای کاهش دهد.

### - حفاظت الکتریکی:

حفاظت الکتریکی مجموعه اقداماتی است که باید در تأسیسات الکتریکی انجام گیرد، تا خطرات و خسارات ناشی از جریان برق به افراد و تأسیسات به حداقل برسد. در تمام تأسیسات الکتریکی، حفاظت افراد در مقابل خطر برق گرفتگی باید با دقت هر چه بیش تر و مطابق با قوانینی که به این منظور وضع شده، انجام شود.

### - خطر برق گرفتگی به دو صورت به وقوع می پیوندد:

#### ۱- تماس مستقیم:

هنگامی که سیستم کاملاً سالم است و انسان به سهو یا بر اثر بی توجهی و بی مبالاتی با هادی برق دار در یک نقطه تماس حاصل کند، به این گونه برق گرفتگی تماس مستقیم گویند.

#### روشهای حفاظت در مقابل برق گرفتگی مستقیم

##### - عایق بندی قسمت های برقدار:

✓ می توان قسمتی از سیم برقدار در دسترس را بوسیله نوار چسب عایق برق، عایق کرد تا از تماس افراد با آن جلوگیری کرد

✓ پوشش های مانند رنگ و وارنیش و لاک و نظایر آن به تنهایی برای عایق کردن مناسب نیست و باید جسم عایق مقاوم و استاندارد باشد

✓ محللهای که احتمال تماس وجود دارد عبارتند از: ترمینالها، انتهای کابل ها، بست ها و محل اتصال کابل ها

##### - محصور کردن تجهیزات:

✓ جهت ایمن کردن قسمت های برقدار معمولاً آنها را محصور می نمایند تا دور از دسترس باشد

✓ بعضی از وسایل را در داخل کیسول محصور می نمایند

✓ حصار بایستی دارای محفظه یا سوراخهای جهت خنک کردن داخل باشد

✓ این سوراخها طوری باشد که بسته به شرایط حالت غیر ایمن ایجاد نماید

- استقرار در خارج از دسترس:

✓ قسمت های برقدار بایستی طوری قرار گیرند که دسترسی به آنها با دراز کردن دستها امکان پذیر

نباشد

تعریف حدود دسترسی: عبارت از حدی است که در محل های مورد استفاده بتوان بدون

هیچگونه وسیله اضافی از محل ایستادن به آن دسترسی پیدا کرد

- کلید جریان نشستی به زمین:

✓ این کلید به وسیله مقایسه جریانهای که از فاز و نول عبور می کند جریان نشستی به زمین را مشخص

می کند

✓ این وسیله به اندازه ای حساس است که کوچکترین جریان نشستی را تشخیص داده (فیوز نمی تواند

تشخیص دهد) و عمل می کند

تذکر: این کلید شخصی که بین دو فاز یا فاز و نول دچار شوک شود محافظت نخواهد کرد

۲- تماس غیر مستقیم:

هنگامی که در اثر خراب شدن عایق بندی یا هر علت دیگر، یک هادی برق دار با سطوح فلزی در دسترس

مربوط به سیستم با بدنه هادی مانند، بدنه موتور، تابلوی برق یا دستگاه دیگری تماس حاصل کند و در عین حال

انسان با همان سطح فلزی در تماس باشد. به این گونه برق گرفتگی، تماس غیر مستقیم گویند

روش های حفاظت در مقابل برق گرفتگی غیر مستقیم

- قطع خودکار مدار تغذیه با استفاده از اتصال زمین

- عایق بندی مضاعف یا دوبل

- عایق کردن محیط

- هم ولتاژ کردن بدون اتصال زمین

- جدا کردن منبع تغذیه از زمین (ایزوله کردن)

**\*\* روش های حفاظتی در مقابل برق گرفتگی عبارتند از:**

۱- سیستم حفاظت توسط سیم زمین

۲- حفاظت توسط عایق کاری

۳- حفاظت توسط ولتاژ کم

۴- حفاظت توسط ترانسفورماتور جدا کننده

۵- حفاظت توسط کلید خطای جریان یا FI

### ۱- سیستم حفاظت توسط سیم زمین

در این سیستم به منظور حفاظت از جان تمامی افراد و کارکنانی که از وسایل، ابزارها و دستگاه های برقی استفاده می کنند در برابر برق گرفتگی اقدامات زیر انجام می شود.

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

ب - بدنه یا محفظه فلزی کلیه وسایل، ابزار، دستگاه ها، ماشین آلات و تابلو های برقی و همچنین اسکلت و اجزای فلزی داخلی هر یک که حامل جریان برق نمی باشد، به سیستم اتصال زمین ساختمان مربوطه وصل می شود. این سیستم به طور کلی اتصال زمین وسایل نامیده می شود.

### - اتصال زمین یا ارت:

در تمامی تأسیسات الکتریکی، بخصوص تأسیسات فشارقوی، زمین کردن یکی از مهم ترین و اساسی ترین اقدامی است که برای رفاه و سلامتی و اصولاً ادامه زندگی اشخاصی که به نحوی با این پست هادرتماس هستند و حتی در خارج از پست در رفت و آمد می باشند، باید بادقت هر چه تمام تر و با توجه به قواعد و قوانینی که بدین منظور تحریر شده است انجام می گیرد.

به طور خلاصه اهداف بکارگیری اتصال زمین (سیستم ارتینگ یا گراندینگ) عبارتند از:

الف - حفاظت و ایمنی جان انسان

ب - حفاظت و ایمنی وسایل و تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی

ج - فراهم آوردن شرایط ایده‌ال جهت کار

د - جلوگیری از ولتاژ تماسی

ه - حذف ولتاژ اضافی

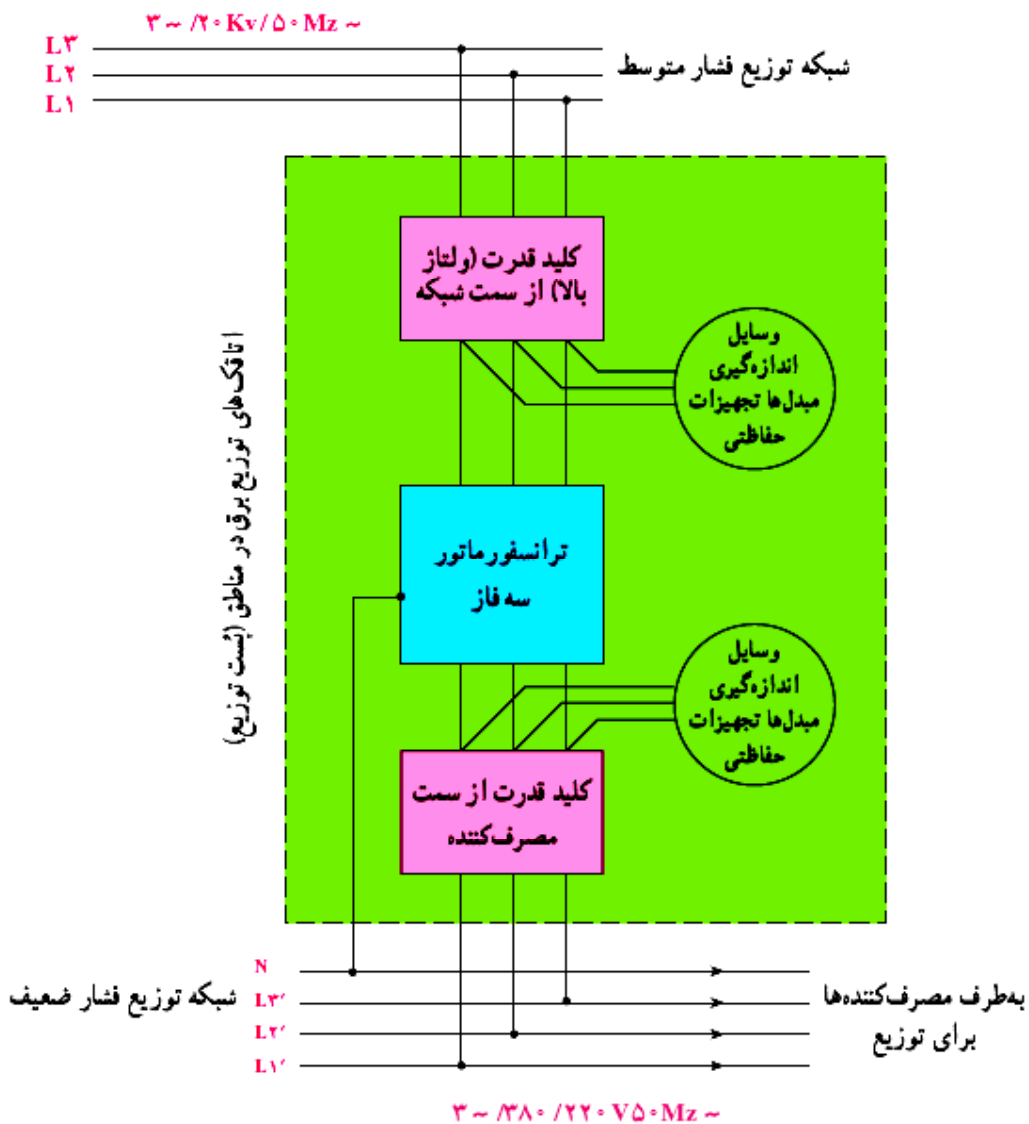
و - جلوگیری از ولتاژهای ناخواسته و صاعقه

ز - اطمینان از قابلیت کار الکتریکی

\* در تأسیسات برقی دو نوع زمین کردن وجود دارد که مایکی را « زمین کردن الکتریکی » و دیگری را « زمین کردن حفاظتی » می نامیم

### الف- زمین کردن الکتریکی (سیستم الکتریکی)

ولتاژ ۲ کیلوولت شبکه های توزیع سه فاز، توسط ترانسفورماتور به ولتاژ ۴۰۰ ولت بین دو فاز و ۲۳۱ ولت بین فاز و نول کاسته می شود و در اختیار مصرف کننده ها قرار می گیرد. (از به هم وصل شدن یک سر سه سیم پیچ ثانویه ترانسفورماتور نقطه مرکزی N یا نول به وجود می آید.) در این نوع ترانسفورماتورها نقطه ی مرکزی (N) به زمین وصل می شود. شکل زیر، شبکه ی سه فاز توزیع و اتصال نقطه ی مرکزی ترانسفورماتور به زمین را نشان می دهد.



شبکه ی توزیع و ترانسفورماتور محلی و چگونگی اتصال نقطه ی نول

اتصال یک قسمت از شبکه ی الکتریکی، مستقیماً یا توسط امدانس، را با زمین « زمین کردن الکتریکی » می نامند. هدف اصلی از اتصال نقطه ی مرکزی ترانسفورماتور (N) به زمین، این است که پتانسیل (N) در مقدار صفر ولت تثبیت شود.

شگت چیزی نیست جز دست کشیدن از تلاش

## ب - زمین کردن حفاظتی (سیستم حفاظتی) :

در این سیستم قسمت های فلزی وسایل الکتریکی، که ارتباطی به شبکه‌ی تغذیه ندارند، توسط سیم به زمین اتصال می‌یابند. چنانچه به بدنه‌ی وسیله‌ی الکتریکی، سیم دارای ولتاژ متصل نشده باشد، پتانسیل بدنه‌ی این وسیله، با پتانسیل زمین برابر است. اگر در اثر پیدا شدن عیب، سیم دارای ولتاژ (فاز) به بدنه وصل شود، جریانی از طریق زمین و سیم متصل به زمین و قطه‌ی MP ترانسفورماتور و سیم فاز جاری می‌شود. مقدار این جریان باید به اندازه‌ای باشد که جریان خطا، در کم‌تر از ۵/۰ ثانیه وسیله‌ی حفاظتی (مثلاً فیوز) را قطع کند. این جریان را جریان قطع  $I_A$  می‌نامند و مقدار آن بستگی به جریان نامی فیوز، که در مسیر دستگاه قرار گرفته، دارد و برابر است با :

$$I_A = K \cdot I_N$$

در این رابطه  $I_N$  جریان نامی فیوز و  $K$  ضریبی است که مقادیر آن در جدول زیر مشخص شده است.

K	نوع
۱/۲۵	کلیدهای محافظ مغناطیسی سریع
۲/۵	کلیدهای محافظ خانگی (HLS) تا ۲۵ آمپر
	محافظت کابل‌ها، سیم‌های هوایی و تابلوهای منازل
۳/۵	کلیدهای (LS) تا ۲۵A
	فیوزهای تندکار و کندکار تا ۵۰A
۵	فیوزهای کندکار از ۶۳A به بالا

مقدار جریان قطع که باید باعث قطع فیوز شود بستگی به مقاومت سیم زمین و مقاومت محدوده‌ی محل تماس سیم با زمین دارد ( $R_S$ ). همان‌طور که ذکر شد، ولتاژ تماس نباید از ۶۵ ولت بیش‌تر باشد:  $U_B < 65V$   
از طرفی مقدار ولتاژ تماس  $U_B$  برابر است با مقاومت مسیر ضرب‌در جریان اتصالی؛ یعنی:  $U_B = R_S \cdot I_A$ . پس می‌توان نوشت:

$$R_S \cdot I_A = U_B \leq 65$$

از رابطه‌ی بالا می‌توان مقدار مجموع مقاومت زمین و مقاومت محل تماس سیم با زمین را به دست آورد.

$$R_S \leq \frac{65 (V)}{I_A (A)}$$

موارد استفاده‌ی این سیستم حفاظتی، برای مصرف‌کننده‌های کم‌قدرت است. زیرا، در صورت بالا بودن جریان مصرف‌کننده، باید مقدار مقاومت زمین بسیار کم باشد، که می‌دانیم تأمین چنین مقاومتی مشکل است.

مثال: اگر مصرف‌کننده‌ای با فیوز کندکار ۵۰A حفاظت شود. مقاومت زمین در نظر گرفته شده برای این مصرف‌کننده چه مقدار باشد تا جریان خطا باعث قطع سریع فیوز شود؟

حل: چون ضریب  $k$  برای فیوز کندکار برابر ۳/۵ می‌باشد،

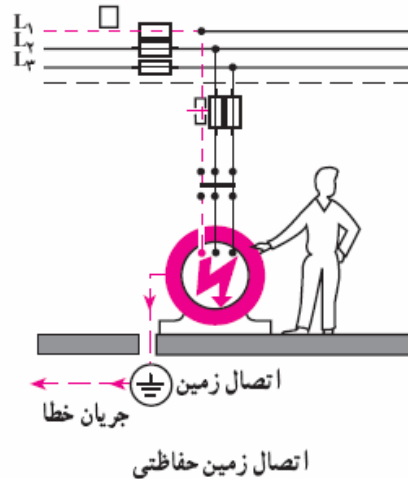
$$I_A = K I_N = 3/5 \times 50 = 175A \quad \text{داریم:}$$

و مقاومت زمین برابر است با:

$$R_S \leq \frac{65}{I_A} \Rightarrow R_S \leq \frac{65}{175} = 0/37 \Omega$$

شگت چیزی نیست جز دست کشیدن از تلاش

از طرفی چون با گذشت زمان، مقاومت زمین بیشتر می‌شود، لذا بهتر است که مقاومت زمین از ۳۷/۰ اهم نیز کم‌تر انتخاب شود. به دست آوردن مقاومت زمین با این مقدار کم مشکل است و می‌توان با جایگزین کردن سیستم‌های حفاظتی دیگر، از خطرات احتمالی اتصال بدنه‌ی مصرف‌کننده‌های پر قدرت جلوگیری کرد (شکل زیر). طریقه‌ی استفاده از سیستم حفاظت زمین را برای مصرف‌کننده نشان می‌دهد.



اگر شخصی با بدنه‌ی دستگاه تماس داشته باشد و همزمان سیم فاز به طریقی به بدنه‌ی دستگاه وصل شود، جریان اتصالی جاری شده در بدنه‌ی دستگاه، دو مسیر برای عبور پیدا می‌کند، یکی عبور از بدن شخص و زمین و دیگری مستقیماً به زمین. چون مقاومت بدن اشخاص به طور متوسط حدود ۱۱۳۰۰ اهم است، بنابراین جریان از طریق مقاومت کم‌تر، یعنی زمین عبور می‌کند و نهایتاً باعث قطع سریع فیوز می‌شود. اتصال زمین می‌تواند توسط لوله یا میله‌ی فلزی، نوار، سیم فلزی و صفحه‌ی فلزی انجام پذیرد که معمولاً توسط یک رشته سیم با مقطع مناسب (با توجه به جریان نامی مصرف‌کننده) به اتصال زمین وصل می‌شود.

### — ولتاژ تماس

در صورت اتصال یک فاز به بدنه‌ی فلزی دستگاه، اختلاف پتانسیلی بین بدنه و زمین به وجود می‌آید. حال اگر شخصی بدنه‌ی دستگاه را لمس کند، مدار بسته‌ای شامل سیم فاز، بدن شخص، زمین و اتصال بین زمین و نقطه‌ی مرکزی ترانسفورماتور تشکیل می‌شود. جریان به وجود آمده در این مدار، از بدن شخص عبور می‌کند و چنانچه مقدار این جریان از ۰/۰۵ آمپر بیش‌تر شود، خطرناک خواهد بود و ممکن است سبب برق‌گرفتگی و مرگ آن شخص شود. شکل زیر، مسیر عبور جریان از بدن شخص برق‌گرفته را نشان می‌دهد.



هر چه مقدار جریان عبوری از بدن زیادتر شود، خطر مرگ ناشی از برق گرفتگی بیش تر می شود. ولتاژ تماس عبارت است از :

اختلاف پتانسیلی که در بدن شخص در هنگام برق گرفتگی ایجاد می شود و آن را با  $U_B$  نشان می دهند و مقدار آن از طریق رابطه ی زیر قابل محاسبه است :

$$U_B = R_B \times I_B$$

که در آن :

$R_B$ : مقاومت بدن انسان

$I_B$ : حداقل جریان خطرناک

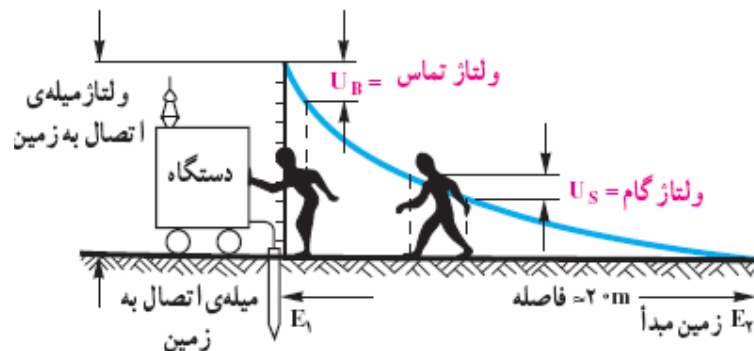
از آن جا که حداقل مقاومت بدن  $13000$  اهم و حداقل جریان خطرناک  $0.005$  آمپر است، می توان گفت حداقل ولتاژ تماس خطرناک برابر است با :

$$U_B = R_B I_B = 13000 \times 0.005 = 65V$$

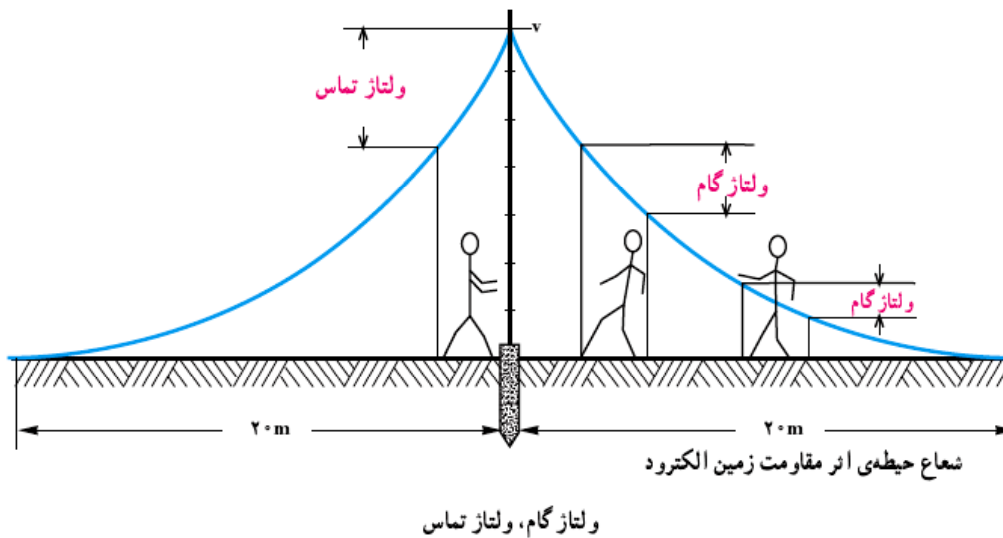
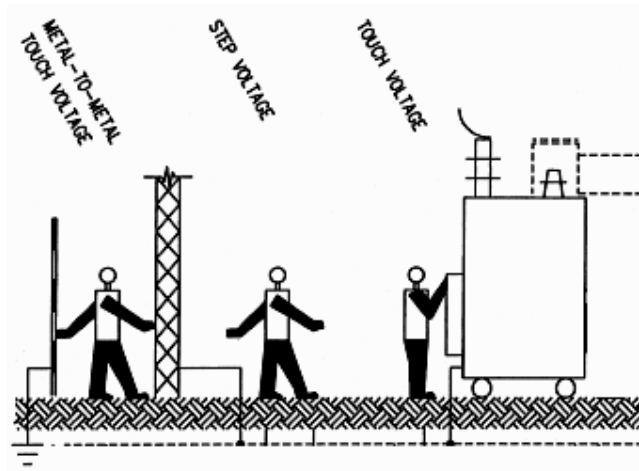
ولتاژ بیش از  $65$  ولت برای انسان خطرناک می باشد.

## – ولتاژ گام

نقطه ای که سیم فاز با زمین ارتباط برقرار می کند، دارای بیش ترین پتانسیل الکتریکی است و هر چه از آن نقطه (در جهات مختلف) دور شویم، افت پتانسیل بیش تر و در نتیجه پتانسیل الکتریکی کم تر می شود



با توجه به شکل بالا ، هر چه از محل اتصال، دور شویم پتانسیل الکتریکی کم تر می شود و در فاصله ی تقریباً  $20$  متری به صفر می رسد. چنان چه شخصی در داخل دایره ای به مرکز نقطه ی اتصال سیم فاز به زمین و به شعاع تقریباً  $20$  متری ایستاده باشد، بین دو پای این شخص اختلاف پتانسیل  $V = V_1 - V_2$  برقرار می شود که جریانی را در داخل بدن شخص عبور می دهد. این اختلاف پتانسیل را، ولتاژ گام می نامند. چنان چه ولتاژ گام از  $65$  ولت تجاوز کند، برای شخص خطر برق گرفتگی شدید ایجاد می شود.



برخی مواقع بدون ارتباط شخص با سیم فاز شبکه‌ی الکتریکی، خطر برق‌گرفتگی ایجاد می‌شود. به عنوان مثال، می‌توان از اصابت صاعقه به زمین نام برد. هنگام اصابت صاعقه به زمین مقدار بسیار زیادی بار الکتریکی، در جهات مختلف و با سرعت بسیار زیاد، در زمین جاری می‌شود و — چنان که می‌دانیم حرکت بار همان جریان الکتریکی است. در نتیجه محل وقوع صاعقه بیش‌ترین پتانسیل را داراست و نقاط زمین، به تدریج که از محل وقوع صاعقه دور شویم، در اثر افت پتانسیل (در زمین) دارای پتانسیل الکتریکی کم‌تری می‌شوند. در این حالت، چنان‌چه شخصی مستقیماً در محل اصابت صاعقه قرار گیرد، مرگ او حتمی خواهد بود و چنان‌چه در دایره‌ی خطر محل اصابت صاعقه قرار گیرد، ولتاژ گام به وی اعمال می‌شود.

از زمین کردن الکتریکی اغلب در موقعی که دستگاه‌ها و شبکه برق رسانی بدون عیب نیز می‌باشد جریان عبور می‌کند. در صورتیکه از زمین حفاظتی فقط در موقع ارتباط فازها با زمین جریان عبور می‌کند.

به طور مثال اگر یک مقره عبور که در دیوار مرطوبی نصب شده است، بشکند و سیم فشار قوی بادیوار تماس پیدا کند و جریان اتصال زمین در این حالت ۲۵ آمپر و مقاومت هر متر دیوار ۱۰ اهم باشد، مابین دو نقطه از دیوار که انسان با آن تماس دارد (فاصله دست و پات تقریباً ۲ متر) اختلاف سطحی برابر با:

$$V = I.R = 25.2.10 = 500 \text{ volt}$$

شگت چیزی نیست جز دست کشیدن از تلاش

به وجود می آید که مسلماً برای انسان خطرناک است ولی اگر پایه فلزی مقرر که به دیوار محکم شده به وسیله یک سیم نسبتاً ضخیم به زمین وصل شود، در موقع اتصال بدنه یا اتصال زمین، قسمت عمده جریان اتصالی از این سیم عبور خواهد کرد و کلیه قسمت های دیوار هم پتانسیل سیم در آن نقطه قطع خواهد شد. لذا افت ولتاژ در امتداد دیوار ناچیز شده و برای انسان خطری ایجاد نخواهد کرد.

### به طور کلی یک سیستم اتصال زمین از چند قسمت مهم تشکیل شده است :

#### - چاه زمین

چاه مهمترین بخش ایجاد یک سیستم زمین است. ماهیت چاه ارت به نوع خاک منطقه بستگی دارد. به عنوان مثال در استانی مثل مازندران و یا گیلان این مقدار در حد ۲ الی ۵ متر است اما در استان یزد برای ایجاد یک چاه مناسب ارت باید عمق بیشتری حفاری داشته باشیم.

خاک دارای یک مقاومت ویژه الکتریکی است که با استفاده از روشهای متداول اندازه گیری مقاومت زمین قابل اندازه گیری است. به طور کلی نحوه حفر چاه به این صورت است که نخست در قسمتی از زمین که احتمال می رود کمترین مقدار کلوخ را داشته باشد اقدام به حفاری میکنیم تا جایی که خاک به رطوبت کافی برسد. سپس چاه را به مدت ۲ روز به فاصله زمانی مشخص آبیاری میکنیم تا رطوبت به حد کافی برسد.

چاه ارت را باید در جاهایی که پایین ترین سطح را داشته و احتمال دسترسی به رطوبت حتی الامکان در عمق کمتری وجود داشته باشد و یا در نقاطی که بیشتر در معرض رطوبت و آب قرار دارند مانند زمینهای چمن، باغچهها و فضاهای سبز حفر نمود

با توجه به مقاومت مخصوص زمین، عمق چاه از حداقل ۴ متر تا ۸ متر و قطر آن حدوداً ۸۰ سانتیمتر می تواند باشد. در زمین هایی که با توجه به نوع خاک دارای مقاومت مخصوص کمتری هستند مانند خاکهای کشاورزی و رسی عمق مورد نیاز برای حفاری کمتر بوده و در زمینهای شنی و سنگلاخی که دارای مقاومت مخصوص بالاتری هستند نیاز به حفر چاه با عمق بیشتر می باشد. برای اندازه گیری مقاومت مخصوص خاک از دستگاههای خاص استفاده می گردد. در صورتی که تا عمق ۴ متر به رطوبت نرسیدیم و احتمال بدهیم در عمق بیشتر از ۶ متر به رطوبت نخواهیم رسید نیازی نیست چاه را بیشتر از ۶ متر حفر کنیم. بطور کلی عمق ۶ متر و قطر حدود ۸۰ سانتیمتر برای حفر چاه پیشنهاد می گردد.

محدوده مقاومت مخصوص چند نوع خاک در جدول زیر آمده است .

مقاومت مخصوص زمین ( اهم. متر )	نوع خاک
۵۰-۵	باغچه‌ای
۵۰-۸	رسی
۴۰-۲۵	مخلوط رسی ، ماسه‌ای و شنی
۱۰۰-۶۰	شن و ماسه
۱۰۰۰۰-۲۰۰	سنگلاخی و سنگی

### - میله زمین ( Ground Rod )

میله زمین معمولاً از جنس مس روی اندود و یا مس خالص است . البته در مناطقی که خاک دارای خاصیت خوردندگی میباشد میتوان از میله فولادی و یا گالوانیزه هم استفاده کرد . متداول ترین میله زمین به شکل میخ است و ارتفاعی در حدود ۱ تا ۱,۵ متر دارد نوک این میله فوق العاده تیز است و علت آن هم تمایل حرکت بار در قسمت نوک تیز میباشد .

اتصال زمین لوله‌ای یا میله‌ای: در اتصال زمین لوله‌ای یا میله‌ای، می‌توان از لوله یا میله‌های فلزی، به قطر یک تا دو اینچ و به طول یک تا ۶ متر، که قلع‌اندود باشند و به صورت عمودی در زمین کوبیده شوند، استفاده کرد. در صورتی که امکان کوبیدن لوله‌ها نباشد، می‌توان از چند لوله که مجموع طول آن‌ها برابر طول مورد نیاز باشد استفاده کرد. در این حالت باید لوله‌ها را با فاصله‌ی بیش‌تر از طول هر لوله از یکدیگر کوبید و سر آن‌ها را به یکدیگر وصل کرد (اتصال موازی). طول عامل لوله‌ای از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

$$L = \frac{0.9\rho}{R_s}$$

که در آن :

$\rho$  : مقاومت مخصوص زمین برحسب  $\Omega.m$

L : طول لوله‌ی مورد نیاز برحسب متر

اتصال زمین صفحه‌ای: در اتصال زمین صفحه‌ای، از صفحه‌ی آهنی قلع‌اندود به ابعاد حداقل ۵/۵ متر و ضخامت ۳ میلی‌متر و یا از صفحه‌ی مسی به ابعاد ۵/۵ متر و ضخامت ۲ میلی‌متر استفاده می‌شود. این صفحه باید به صورت عمودی و طوری نصب شود که لبه‌ی بالایی صفحه حداقل یک متر از سطح زمین فاصله داشته باشد. ابعاد عامل صفحه‌ای از رابطه‌ی زیر قابل محاسبه است :

$$L = \frac{0.25\rho}{R_s}$$

البته مدل‌های چمبره ای و تسمه ای و یا حتی شبکه ای هم وجود دارد که باتوجه به شرایط منطقه مورد استفاده قرار میگیرند. میله زمین در انتهای چاه قرار داده شده و به وسیله تیر چوبی و پتک به داخل زمین فرو برده میشود

عامل زمین نواری			عامل زمین لوله‌ای	عامل زمین صفحه‌ای
شعاعی	حلقوی	شبکه‌ای		

انواع عامل‌های زمین

استاندارد رسمی توانیر مقاومت‌های زیر را برای چاه ارت الزامی دانسته است

مصارف خانگی: ۳ الی ۵ اهم - متر

مصارف صنعتی. نیروگاهی و شبکه قدرت: ۲ الی ۳ اهم - متر

مصارف مخابراتی و الکترونیکی: ۰,۵ الی ۲ اهم - متر

#### - سیم اتصال زمین

این سیم هم معمولاً یک سیم مسی است که توسط کابلشو و کلمپ به میله زمین متصل شده و به بیرون چاه منتقل میشود. سیم زمین ارتباط بین میل و قطعاتی که باید زمین شوند را برقرار می‌کند و باید حتی المقدور طوری کشیده شود که قابل رویت باشد. در موقع انتخاب سطح مقطع سیم زمین باید در نظر گرفت که در موقع اتصال کابل زمین، اغلب جریانی معادل جریان اتصال کوتاه از آن عبور می‌کند و سیم زمین باید بتواند این جریان را از خود عبور دهد، بدون اینکه ایجاد فشار تماس زیاد کند. در هر حال نباید سطح مقطع سیم زمین از مقادیر زیر کوچکتر انتخاب گردد

سیم فولادی روی اندود 50mm

سیم آلومینیومی 35mm

سیم مسی 16mm

سیم‌هایی که در زمین و بدون روپوش و عایق کشیده می‌شوند، جزئی از میل محسوب می‌شوند. در

ضمن باید هر یک از سیم‌های زمین که از دستگاهی منشعب می‌شود مستقیماً به شین زمین وصل شود

## - خاک چاه

تمامی زحمات ما به این قسمت بستگی دارد. اگر ترکیبات خاک درست انتخاب نشوند مقاوت چاه بعد از مدتی بالا خواهد رفت و نهایتاً سیستم غیر قابل استفاده خواهد شد. معمولاً چاه را با خاک ذغال پر میکنند دلیل آن این است که خاک ذغال قابلیت جذب رطوبت را دارد و دیر رطوبت را خارج میکند (رطوبت اصلی ترین عامل برای حفظ مقاومت مناسب چاه است) جدیداً در چاههای ارت در مناطق خشک و کوهستانی از ترکیبات منیزیم هم استفاده میشود که اثر مطلوبی هم دارد

## ۲- حفاظت توسط عایق کاری

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

یکی از روشهای اساسی حفاظت کارگران جدا کردن فرد به وسیله دست کش، کلاه، پوشاک و کفش حفاظتی است که از مواد عایق ساخته شده و فرد را در برابر ورود جریان الکتریکی به بدن محافظت می کند. هم چنین برای جلوگیری از خروج جریان الکتریکی از بدن کف محل کار را با مواد عایق مانند فرش لاستیکی پوشانیده و یا از زیر پایی یا چهار پایه با پایه های عایق استفاده گردد

پوششها، توریهای حفاظتی و حصارها باید از مواد غیر آتشگیر ساخته شده و دارای مقاومت مکانیکی کافی بوده و بطور محکم و مطمئن نصب شوند. جهت نصب پوشش و حصار بایستی اطمینان حاصل گردد که برقدار نخواهند شد. برداشتن و جابجائی حصارهای اطراف قسمتهای حامل جریان برق نباید بدون استفاده از ابزارهای خاص امکان پذیر باشد

## ۳- حفاظت توسط ولتاژ کم

در حفاظت توسط ولتاژ کم از ترانسفورماتور کاهنده با دو سیم پیچ مجزا استفاده می شود. ولتاژ ثانویه ترانسفورماتور باید کمتر از ۴۲ ولت باشد.

## ۴- حفاظت توسط ترانسفورماتور جدا کننده

در این نوع حفاظت از ترانسفورماتور با دو سیم پیچ مجزای یک به یک و یا کاهنده استفاده می شود که ولتاژ خروجی آن بیش از ۴۲ ولت است در ترانسفورماتور یک به یک ولتاژ ثانویه برابر ولتاژ شبکه می باشد. ترانسفورماتور ولتاژ تغذیه مصرف کننده را از نظر الکتریکی از شبکه جدا می کند. به ثانویه ترانسفورماتور حفاظتی اتصال بیش از یک مصرف کننده مجاز نمی باشد زیرا در صورت اتصال بدنه همزمان دو مصرف کننده احتمال خطر برق گرفتگی وجود دارد ثانویه این نوع ترانسفورماتور نباید اتصال زمین داشته باشد.

- **ترانسفورماتورهای ایمنی** : این ترانسفورماتورها ، ترانسفورماتورهای جدا کننده با شرایط ایمنی بیشتر هستند و برای تغذیه مدارهای الکتریکی به کار برده می شوند . ترانسفورماتورهای جدا کننده و ترانسفورماتورهای ایمنی علاوه بر اساس جدا کردن ، ایمنی و حفاظت ، متناسب با سفارشات و بر حسب تقاضا با یکدیگر متفاوتند.

ترانسفورماتورهای جدا کننده و ترانسفورماتورهای ایمنی	
ترانسفورماتور جدا کننده و ایمنی	برای مثال بطور کلی : برای تامین برق اتاقهای بیمارستان (اتاق عمل) برای تجهیزات و وسایل الکتریکی برای وسایل خانگی و منظورهای شبیه آن برای تجهیزات فضا های مربوط به رایانه و انفورماتیک
ترانسفورماتور جدا کننده	مثال: برای ترانسفورماتورهای مخصوص ماشین ریش تراش
ترانسفورماتور ایمنی	مثال: ترانسفورماتور مخصوص در باز کن ترانسفورماتور مخصوص چراغ دستی ،

با توجه به اهمیت ایزولاسیون برق اتاقهای عمل و همچنین بخشهای مهم در بیمارستانها و کلینک های تخصصی ، امروزه استفاده از تابلو های ترانس الزامی می باشد.



##### ۵ - حفاظت توسط کلید خطای جریان یا FI

کلید خطای جریان برای حفاظت شخص در مقابل ولتاژهای تماس به کار می رود. اصول کار این کلید به این ترتیب است که دو هادی با جریان هایی در جهت مخالف هم و یکسان در داخل یک هسته آهنی که روی آن سیم پیچی تعبیه شده قرار گرفته اند. میدان های حاصله از آن ها در هسته ، مخالف هم بوده و همدیگر را خنثی می کنند . در نتیجه در

سیم پیچ روی هسته نیروی محرکه القا نمی شود. و رله جریانی که به سیم پیچ وصل است تحریک نمی شود. یعنی کلید در حالت عادی کاری انجام نمیدهد.

در صورتی که از یکی از دو هادی جریان عبور نکند یا جریان هادی ها یکسان نباشد میدان حاصل باعث ایجاد نیروی محرکه در سیم پیچ شده و رله جریانی که توسط این سیم پیچ تغذیه می شود را تحریک می کند. این رله خود می تواند باعث قطع کنتاکت های کلید و در نهایت قطع کلی مدار گردد.

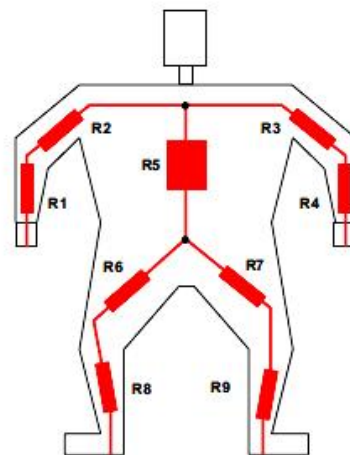
در نوع سه فاز این کلید تمامی هادی های فاز و نول از داخل هسته عبور می کند و با توجه به اینکه در این سیستم مجموع جریان ها در هر لحظه صفر است ولتاژی در سیم پیچ روی هسته القا نمی شود. چون در حالت بار نامتعادل از سیم نول جریان عبور می کند در سیستم های یک فاز و سه فاز باید سیم نول از داخل هسته آهنی عبور داده شود. در صورتی که یکی از فازهای مصرف کننده به بدنه اتصال یابد در این صورت مجموع جریان های لحظه ای سه فاز و نول در داخل هسته آهنی صفر نشده و میدان مغناطیسی متغیر هسته باعث ایجاد نیروی در سیم پیچ دور هسته و در نهایت باعث تحریک رله جریان و قطع مدار خواهد شد. برای آزمایش کلید FI از شستی آزمایش روی کلید استفاده می شود.

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

## - بررسی روش حفاظتی با وجود RCCB :

ساختمان بدن انسان و هر جانور زنده در مقابل جریان برق از مقاومت های زیادی تشکیل شده است که بطور ساده می توان بشکل زیر نشان داد. کل مقاومت بدن انسان مساوی است با جمع کل مقاومت ها:

$$R1 + R2 + R3 + R4 + R5 + R6 + R7 + R8 + R9$$



کمترین مقاومت های بدن انسان عضلات و ماهیچه ها و ماهیچه ها و حساسیت و ظریفترین آنها دریچه های قلب - کبد - کلیه - ریه غیره می باشند بزرگترین این مقاومت ها از مقاومت پوست بدن می باشد که در مقابل جریان برق با سوختگی های ناگواری مواجه می شود.

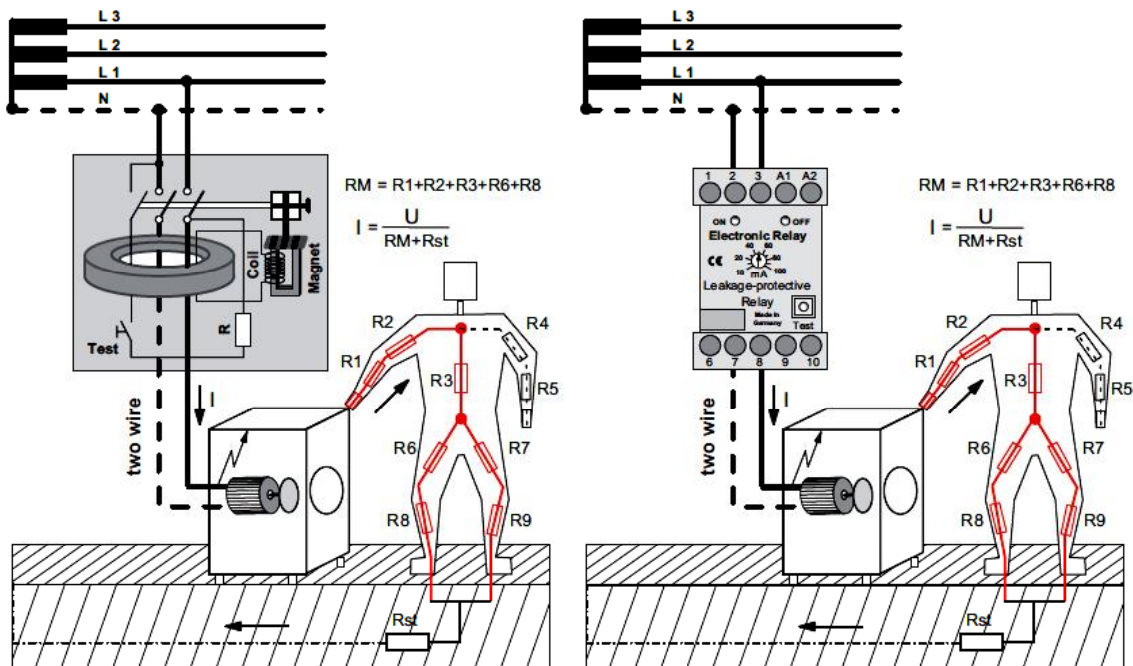
برق گرفتگی در ولتاژ های بالا تقریباً غیر قابل علاج می باشد زیرا قوس های الکتریکی حرارتی بیش از دو هزار درجه تولید می کنند که در اثر آن تمام عضلات و ماهیچه ها و استخوان ها و سلول هل را سوزانده و از بین می برد و به همین خاطر نباید هرگز به سیم های هوایی نزدیک شد. زیرا فشار و اختلاف سطح این سیم ها بقدری زیاد است که می تواند از فاصله دوری قوس الکتریکی را از طریق هوا ایجاد نماید و خطرات ناگواری برای انسان و حیوان همراه بیاورد که حتماً باعث مرگ خواهد شد

#### - نصب رله RCCB :

با نصب RCCB (رله های مکانیکی و یا الکترونیکی) که بنام رله کنترل نشتی نامیده می شوند می تواند از خطرات برق جریان نشتی در صورت وجود سیستم زمین حفاظتی در ساختمان جلوگیری کند و در غیر اینصورت با وجود رله کنترل نشتی امکان برق گرفتگی و مرگ و میر در ساختمان باز هم وجود خواهد داشت، این رله ها دارای یک ترانسفورماتور جریان بسیار حساسی هستند و قادرند اختلاف جریان نشتی بسیار کمی را سنجیده و به فتری که هنگام وصل شارژ شده فرمان قطع را صادر نماید چنانچه این نوع رله ها برای کل مدار نصب شده باشند احتمال قطعی های بی مورد بعلت ایزوله نبودن سیم کشی ناقص زیاد است

از انواع کلید حفاظتی گفته شده می توان در شرایط عادی برای حفاظت در برابر برق گرفتگی در تماس مستقیم (تماس مستقیم بدن با یک هادی برقدار) فقط به عنوان یک حفاظت اضافی استفاده نمود. یعنی به صرف استفاده از این وسایل، نمی توان از دیگر مقررات صرف نظر کرد در برخی موارد مانند تماس همزمان با دو هادی فاز یا یک هادی فاز و هادی خنثی، این کلیدها ممکن است کارآیی نداشته باشند. بنابراین استفاده از این کلیدها در سیم کشی های سستی بدون هادی حفاظتی (PE) به طور کلی ممنوع است.

به خاطر همین موضوع به آنها رله حفاظت - نشتی زمین (Earth Leakage - protective Relay) هم می گویند.



(شکل ۱)

در شکل شماره ۱ ماشین رختشویی فقط با سیم فاز و نول به برق شهر وصل شده است و چنانچه در اثر عیب در ایزولاسیون الکتروموتور و یا سایر قسمت های دیگر اتصالی با بدنه رخ دهد و انسانی با آن برخورد بکند امکان برق گرفتگی وجود خواهد داشت مقدار جریان برقی که از بدن انسان در این سانحه عبور می کند عبارت است از ولتاژ شهر تقسیم بر جمع مقاومت های زمین ( $R_{st}$ ) و بدن انسان ( $R_M$ ):

$$I = \frac{U}{R_{st} + R_M}$$

$$R_M = R_1 + R_2 + R_3 + R_6 + R_8$$

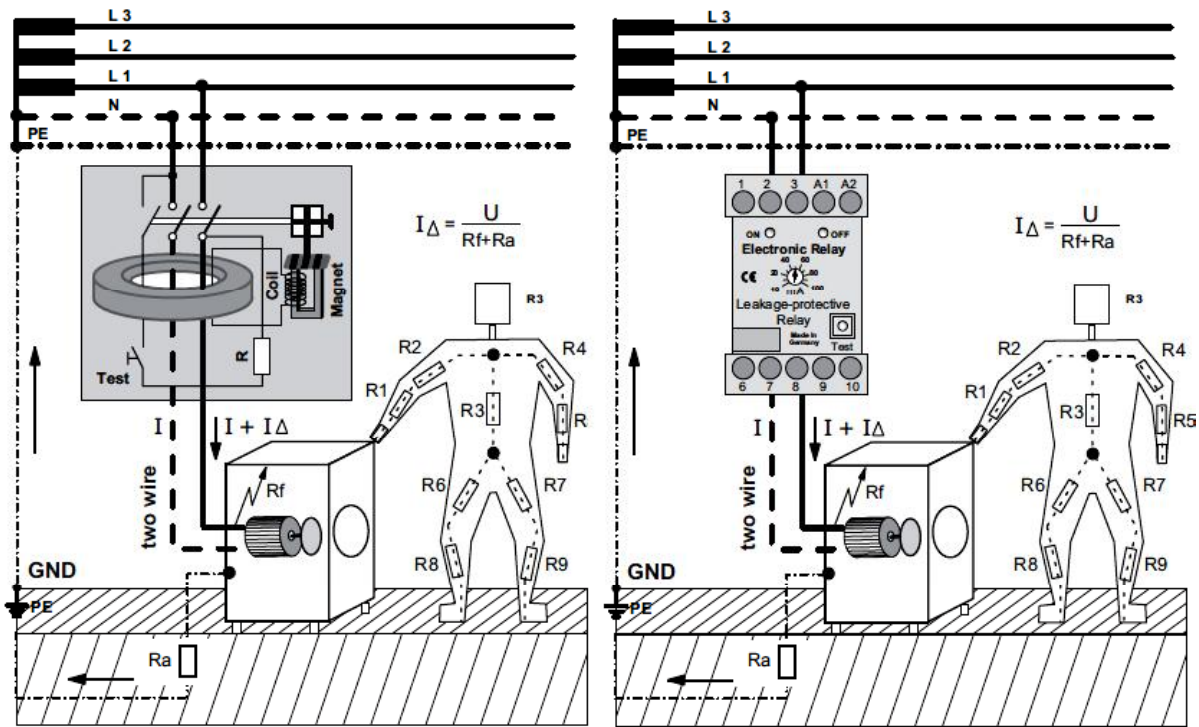
که جریان بسیار خطرناکی می باشد.

در شکل ۲ چنانچه مقاومت زمین کم باشد جریانی از بدن انسان عبور نمی کند و خطراتی را با خود به همراه نمی آورد زیرا که وسیله مزبور با مقاومت  $R_a$  زمین شده است. (که ناقص می باشد؟). در مواقعی که مقاومت زمین زیاد باشد حتما هم جریانی از بدن انسان نسبت به زمین عبور خواهد نمود.

مقاومت ایزولاسیون =  $R_f$

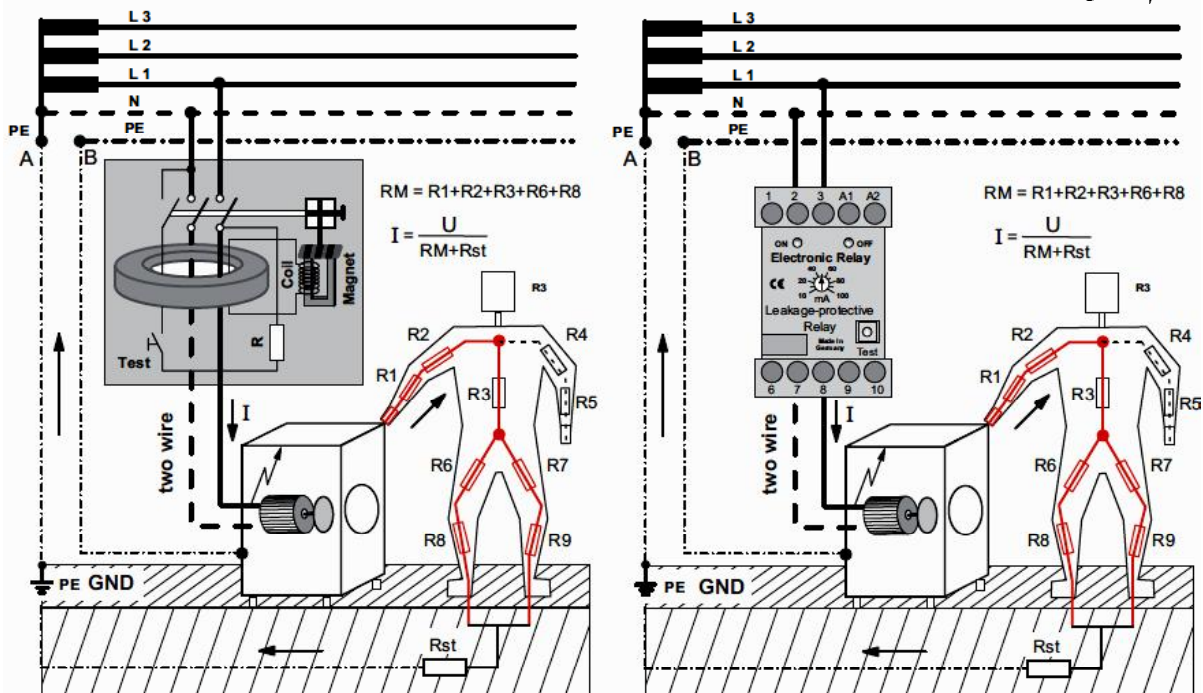
مقاومت زمین =  $R_a$

$$I_{\Delta} = \frac{U}{R_f + R_a}$$



(شکل ۲)

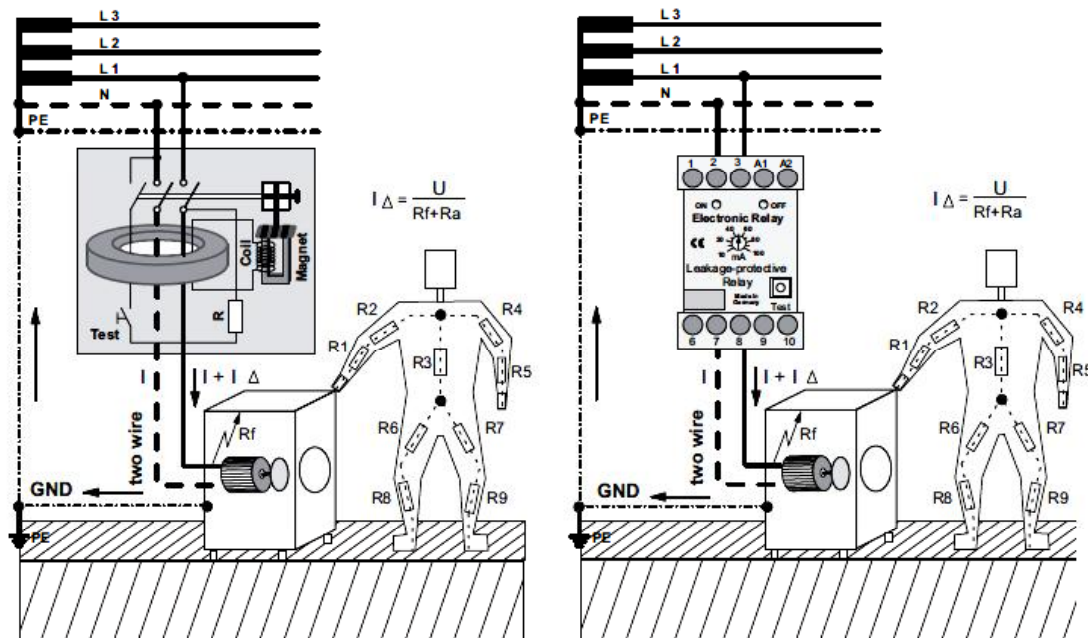
در شکل ۳ دستگاه مذکور هم ارت و هم شینه PE وجود دارد و رله حفاظتی نیز کاملاً صحیح نصب گردیده است ولی به علت نقصی که در مدار ارت وجود دارد برای انسان خطرناک بوده و انسان دچار برق گرفتگی می شود زیرا در نقطه های A و B قطع سیستم ارت بوجود آمده است، جهت رفع این مشکل باید نقطه A و B توسط کابلی به هم متصل شوند.



(شکل ۳)

شکست چیزی نیست جز دست کشیدن از تلاش

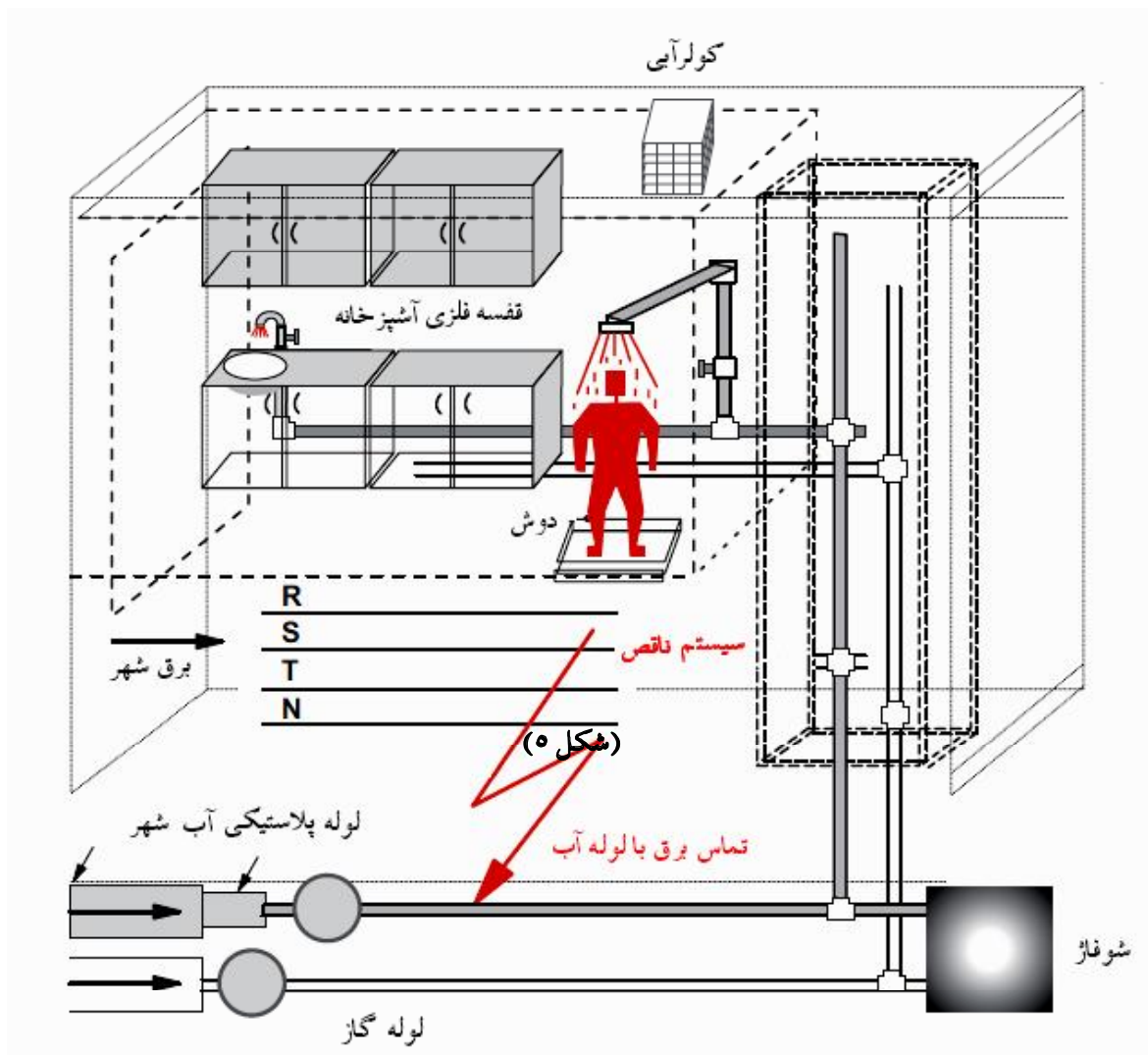
در شکل ۴ ارت کامل برقرار و مابین شینه  $PE$  و  $N$  هم بندی (تساوی) ولتاژهای ارت وجود دارد و اتفاقاتی برای انسان در اثر عیب در ایزولاسیون دستگاہ مربوطه اتفاق نخواهد افتاد. در این سیستم بخاطر وجود ارت جریانی از بدن از بدن انسان عبور نخواهد کرد و هر گونه جریانی نشتی به زمین توسط رله مزبور شناخته شده و جریان برق قطع خواهد شد



(شکل ۴)

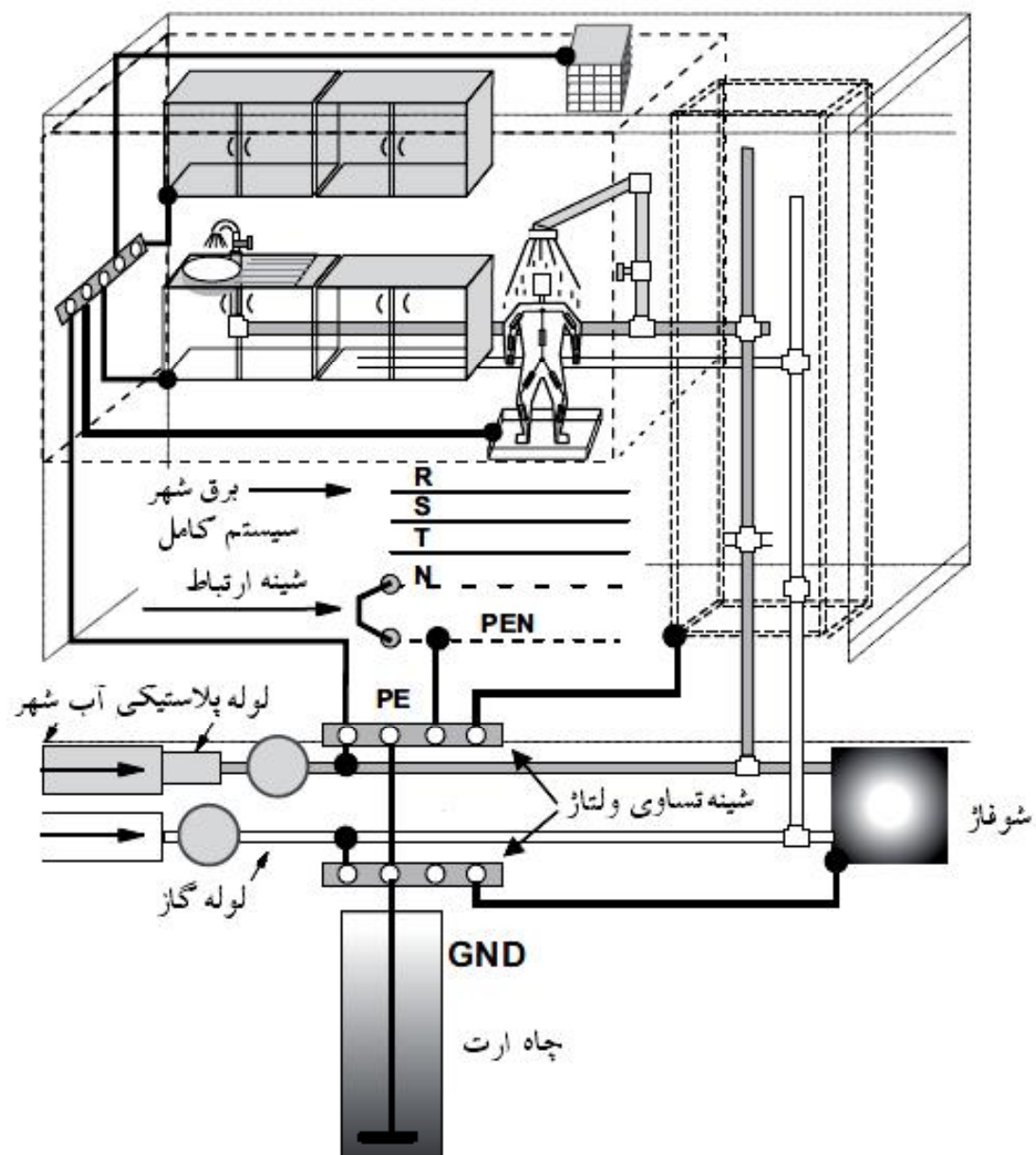
با وجود نصب رله های حفاظتی حتی برای هر آپارتمان خطرات برق گرفتگی در آپارتمان باز هم وجود دارد و تصور آن برای هر فرد و حتی مهندسین تاسیسات نیز غیر ممکن می باشد. تجربیات و تحقیقات و بازدیدها در این زمینه نشان داده است که این حوادث در بعضی کشورها به وقوع پیوسته که نتایج و اثرات آن با مرگ روبرو بوده است زیرا نصب رله های حفاظتی یک فاز و یا سه فاز هیچگونه ارتباطی با مدارهای الکتریکی دیگر مجتمع مسکونی ندارند و بانصب رله های حفاظتی در آپارتمان فقط مدارهای پشت رله در داخل ساختمان حفاظت شده اند و چنانچه ولتاژ دیگری خارج از این مدار وارد آپارتمان بشود خطرات برق گرفتگی در حمام و آشپزخانه وجود دارد.

همانطور که در شکل ۵ نمایان است چنانچه یکی از فازهای برق شهر به لوله آب کشی و یا دیگر فلزات ساختمان برخورد کند کلیه فلزات و لوله کشی کل ساختمان دارای ولتاژ خطرناکی برای انسان می شوند. چنانچه در این مواقع از حمام و دوش و آشپزخانه استفاده شود انسان با مرگ حتما روبرو خواهد شد.



(شکل ۵)

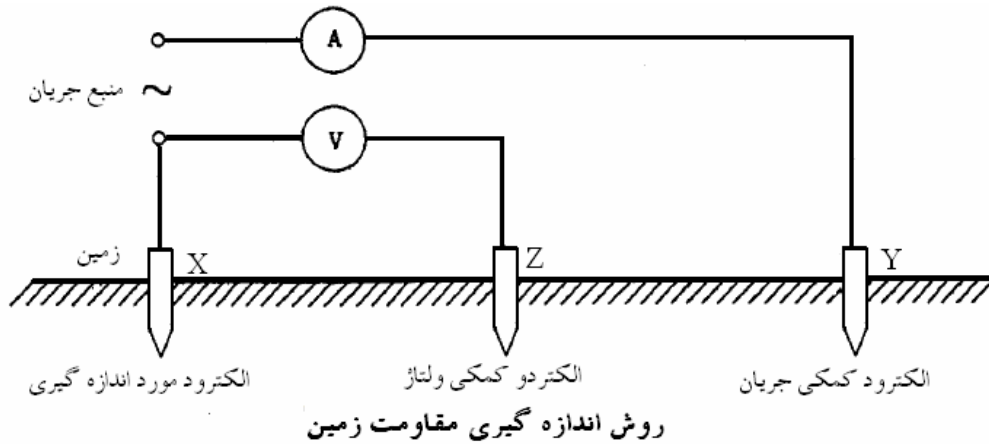
بخطرات جلوگیری از سوانح برق گرفتگی و حفظ جان انسان فقط یک راه جود دارد و آن وصل نمودن کلیه فلزات در ساختمان و اماکن عمومی به سیستم حفاظتی زمین است. اجرا و پیاده سازی سیستم حفاظتی زمین در برق ایران احتیاج به هیچگونه هزینه ای ندارد و با مخارج بسیار کم قابل اجرا است .



شکل ۶ سیستم کامل

## - انجام اندازه گیری مقاومت زمین

با توجه به شکل زیر :



اگر الکتروود مورد اندازه گیری X از انواع ساده یعنی یک میله کوبیده شده یا صفحه ای دفن شده در زمین باشد الکتروود جریان Y را می توان بر فرض در فاصله ۳۰ متری از الکتروود اصلی X قرار داده و الکتروود ولتاژ را در وسط این دو نصب کرد. در این حالت مقاومت را اندازه گیری و یادداشت کرده و الکتروود ولتاژ را جابجا می کنند: یک بار به طول حدود ۶ متر نزدیکتر به الکتروود اصلی X و بار دیگر به همین مقدار نزدیکتر به الکتروود 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.

حال مقاومت الکتروود X به زمین از تقسیم ولتاژ بر جریان اندازه گیری شده بدست می آید.

## فصل ۵: کمک های اولیه در برق گرفتگی

کمکهای اولیه شامل اقداماتی است که هنگام وقوع حوادث برای جلوگیری از مرگ، پیشگیری از صدمات و عوارض بعدی و یا کاهش درد و رنج مصدوم پیش از رسیدن به پزشک و یا انتقال وی به مراکز درمانی به عمل می آید. با توجه به ازدیاد روز افزون حوادث مختلف، بخصوص جنگ، تصادفات رانندگی، سوختگیها، خفگی به دلایل مختلف، برق گرفتگی، سقوط از ارتفاعات، گزش حیوانات و حشرات، مسمومیتهای مختلف و غیره، اصولیترین کار کسب آمادگی به منظور مقابله با حوادث و سوانح و بکارگیری آن جهت حفظ سلامتی و نجات جان خود و اطرافیان در لحظات اولیه وقوع یک حادثه است.

### اهداف کمکهای اولیه

- \* نجات و زنده نگهداشتن شخص مصدوم یا بیمار
- \* جلوگیری از شدت یافتن عارضه
- \* کمک به بهبود حال بیمار تا رسیدن و یا انتقال او به مراکز درمانی

### خصوصیات امدادگر

- \* شخص کمک دهنده نیازی به داشتن اطلاعات پزشکی یا پرستاری ندارد. همه افراد می توانند با آموختن اصول کمکهای اولیه و انجام کمک صحیح و به موقع، چه بسا باعث جلوگیری از مرگ حتمی مصدومین و یا ازدیاد و شدت یافتن عوارض مختلف گردند.
- \* امدادگر باید سرعت عمل داشته و در هر حادثه به سرعت از وضع بیمار و نوع حادثه اطلاعاتی کسب نموده و اقدام به نجات بیمار نماید.
- \* در هر حادثه خونسردی خود را حفظ نموده و با آرامش دست بکار شود.
- \* به روحیه بیمار توجه نموده و سخنانش تسلی بخش بوده و رفتارش اطمینان بخش و توأم با دلسوزی می باشد.
- \* در کارش وارد بوده و با اصول کمکهای اولیه آشنا باشد و بداند که در هر حادثه به چه نحو باید عمل کند.

### وظایف اصلی امدادگر

در هر حادثه آنچه بسیار ضروری بوده حفظ ترتیب عمل در کمکهای اولیه است. بدین ترتیب که امدادگر باید هنگام رسیدن به بالین مصدوم یا بیمار به ترتیب زیر اقدام نماید:

۱. دور کردن شخص مجروح یا مصدوم از محیط خطر در صورت لزوم (مثل سیم برق دار، آتش سوزی و

غیره

۲. بازرسی راههای تنفسی و کنترل علایم حیاتی بدن (مثل نبض ، فشارخون و تنفس)

۳. جلوگیری از خونریزی

۴. کنترل علایم مسمومیت و اقدام به نجات مسموم

۵. کنترل شکستگیها و انجام کمکهای اولیه لازم

در هر حادثه باید نوع عارضه را تشخیص دهید تا بتوانید اقدام صحیح را انجام دهید. برای تشخیص ابتدا باید از سابقه مصدومیت آگاه شد و اینکه چگونه اتفاق افتاده و یا شروع شده است. در صورتیکه فرد بیهوش باشد، وضع ظاهری محل حادثه هم ممکن است به تشخیص کمک کند. ممکن است در جیبهای بیمار کارت یا مدارکی وجود داشته باشد که نشاندهنده بیماری قلبی و یا بیماری قند (دیابت) باشد که دانستن این موضوع در امر درمان و کمک به ادامه حیات حادثه دیده نقش مهمی دارد.

افرادی که با مدارها و ابزارهای الکتریکی کار می کنند باید روشهای نجات و کمکهای اولیه در حوادث برقی را بدانند. اکثر اوقات تلاش برای نجات در حوادث برق گرفتگی باعث می شود تا فرد نجات دهنده نیز دچار برق گرفتگی شده و قربانی بعدی باشد.

### - ارزیابی مصدومین برق گرفتگی

#### الف - شکایات و علائم

مصدومی که دچار برق گرفتگی می شود ممکن است یکی یا تمام شکایات و علائم زیر را داشته باشد :

- سوختگی های محل ورود و خروج جریان برق از بدن
- قطع راههای عصبی که به صورت فلج اندام ظاهر می کند .
- درد و حساس شدن ماهیچه ها
- افزایش فشار خون یا کاهش فشار خون همراه با علایم و شکایات ناشی از شوک
- مشکل شدن تنفس یا ایست تنفسی ( ممکن است زبان ورم کند و راه هوایی را مسدود نماید)
- ضربانات نامنظم قلب یا ایست قلبی.
- بی قراری و تحریک پذیری ، اگر مصدوم هوشیار است .
- بیهوش شدن .
- اختلالات بینایی .
- شکستگی استخوانها ( از جمله ستون مهره ها ) و دررفتگی مفاصل به علت انقباضات شدید عضلات یا پرت شدن .
- تشنج ( در موارد شدید )

#### ب- مراقبت از مصدوم

شکست چیزی نیست جز دست کشیدن از تلاش

## مراحل مراقبتهای اورژانس

- مطمئن شوید که خود و مصدوم در یک منطقه بی خطر قرار دارید .
- برای مصدوم یک راه هوایی مطمئن برقرار کنید و اگر لازم است ( در موارد ایست قلبی - تنفسی ) عملیات احیای قلبی - تنفسی مقدماتی را شروع کنید .
- در صورت وجود ضایعات نخاعی و ستون فقرات ، آسیب های سر و شکستگی شدید ، مراقبتهای اولیه مربوط به آنها را انجام دهید .
- سوختگی های الکتریکی را ارزیابی کنید . در جستجوی حداقل دو محل سوختگی خارج باشید : یکی محل تماس با منبع انرژی الکتریکی و دیگری محل تماس با زمین .
- محل های سوختگی را سرد کنید .
- بر روی مناطق سوخته پانسمان استریل خشک قرار دهید .
- مراقب شوک باشید .
- مصدوم را هر چه زودتر منتقل کنید . بعضی از عوارض سوختگی ( مثل تورم راههای هوایی و در نتیجه خفگی ، نارسایی کلیه ، اختلالات قلبی و شوک ) شروع تدریجی دارند . بنابراین باید مصدوم را سریعاً به مرکز مجهز منتقل کرد و او را تحت نظر قرار داد .

توجه کنید : آسیب های الکتریکی سبب تخریب وسیع عضلات شده ، که این باعث آزاد شدن مواد سمی ( مثل میوگلوبین ) به داخل خون می شود . این مواد از راه خون به کلیه ها رسیده و در ادرار ترشح می شوند و رنگ آن را قرمز می کنند و از طرفی با رسوب در کلیه ها سبب نارسایی کلیه خواهند شد . بنابراین برای جلوگیری از این عارضه به مصدومین برق گرفتگی که ادرار قرمز دفع می کنند باید حجم زیادی از مایعات داخل وریدی ( ترجیحاً حاوی بی کربنات سدیم ) تزریق کرد تا با شسته شدن کلیه ها ، آسیب کلیوی تقلیل یابد .

## احیاء :

بدن برای ادامه حیات نیازمند به اکسیژن کافی می باشد تا وارد ریه ها شده و از طریق جریان خون به تمام سلولهای بدن برسد. مخصوصاً در مورد مغز که ارگان کنترل کننده تمامی اعمال بدن است اگر تامین اکسیژن کافی صورت نپذیرد بعد از سه الی چهار دقیقه موجب افت عملکرد آن خواهد شد. بدون اکسیژن شخص هوشیاری خود را از دست داده ضربان قلب و تنفس دچار اختلال شده و در نهایت می تواند منجر به مرگ گردد.

## روشهای احیاء :

اولویت در درمان هر فرد برقراری و نگهداری تنفس موثر و گردش خون کافی می باشد، توالی تکنیکهایی که برای بقای حیات در غیاب تنفس خود به خود و ضربان قلب بکار برده می شود بنام احیای قلبی ریوی یا CPR ( cardiopulmonary resuscitation ) خوانده می شود.

## الفبای احیاء

A=Airway (ایجاد راه باز هوایی)

بالا بردن چانه و متمایل ساختن سر رو به عقب باعث بازگرداندن مجرای عبور هوا می شود این کار موجب جابجایی و برداشته شدن زبان مصدوم از روی ناحیه انتهایی حلق می گردد و در نتیجه مسیر گذر هوا مسدود نخواهد بود.

B = Breathing (بهبود وضع تنفس)

اگر یک مصدوم نفس می کشد شما می توانید عمل تنفس و اکسیژن رسانی به خون وی را انجام دهید که این امر با تنفس مصنوعی (به روش دمیدن بازدم شما بدون ریه های مصدوم انجام شود)

C = Circulation (ایجاد جریان خون مناسب)

در صورت توقف ضربان قلب شما می توانید با انجم فشردن سینه (ماساژ قلبی) خون را در قلب به جریان انداخته و با خروج خون از قلب و رانده شدن آن به عروق خونی بدن موجب تداوم جریان خون گردید. شما باید همزمان با ماساژ قلبی از تنفس مصنوعی هم برای اکسیژن دار شدن خون استفاده نمائید.

### - شیوه های مختلف تنفس مصنوعی

منظور از تنفس مصنوعی آنست که شخص را با وسایل و ابزارهای غیر از آنچه طبیعت در اختیار او قرار داده است به تنفس واداریم. این عمل را به روشهای مختلفی چون

#### در صورت سالم بودن صورت و دهان:

۱. تنفس مصنوعی دهان به دهان

۲. دهان به بینی،

#### در صورت صدمه دیدن صورت و دهان و یا عدم امکان استفاده از روش های قبل:

۳. به طریقه فشار بر سینه و کشیدن بازو (روش سیلوستر، Silvester)،

۴. بطریقه فشار بر پشت و کشیدن بازو روش هولگر نیلسن (Holger Nielsen)

۵. روش شیفر (یک نفره)

۶. و غیره می توان انجام داد. از میان روشهای فوق، دو روش دهان به دهان و دهان به بینی دارای اهمیت

بیشتری است. رجحان این دو روش بر روشهای دیگر بقدری است که عملاً نیاز به استفاده از روشهای

دیگر، جز در موارد استثنایی را منتفی می کند

### - تنفس مصنوعی دهان به دهان (همراه با ماساژ قلبی)

تنفس مصنوعی به روش دهان به دهان بهترین و مؤثرترین نوع تنفس مصنوعی است چرا که میتوان مقدار اکسیژن لازم

را به آسانی به مصدوم رسانید. اما اگر صورت و دهان مصدوم آسیب شدید دیده باشد و یا دهان وی قفل شده باشد می

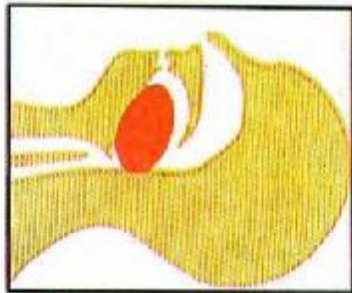
توان از روش تنفس مصنوعی دهان به بینی استفاده کرد.

## کمک‌های اولیه

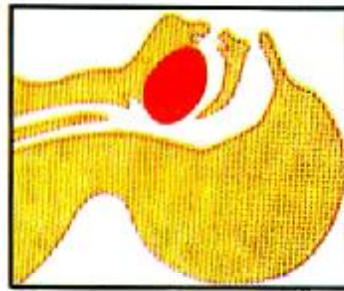
بررسی علائم حیاتی مصدوم و در صورت نیاز عملیات احیای قلبی ریوی مصدوم را به آرامش تشویق کنید .

### - باز کردن راه هوایی Airway

اولین قدم باز کردن راه هوایی فرد است . در فرد بیهوش تمامی ماهیچه‌ها شل شده اند. عضلات زبان و گردن هم از این قاعده مستثنی نیستند و احتمال دارد که زبان به طرف حلق بر گردد و راه هوایی را مسدود کند . کف دست را روی پیشانی مصدوم گذاشته و سر او را به طرف عقب برگردانید . همزمان با این کار دست دیگر را زیر چانه او قرار داده و به سمت بالا فشار دهید به طوری که دندانهای فک بالا و پایین در مقابل هم قرار گیرند . در صورت انجام صحیح این مراحل شما موفق به باز کردن راه هوایی مصدوم خواهید شد . مراقب باشید که دهان فرد را بیش از حد باز نشود چون در این صورت ممکن است زبان به عقب برگردد و راه هوایی را مسدود کند



راه هوایی مسدود شده: بیهوشی سبب شدن عضلات میشود و زبان بسمت عقب افتاده و گلو را مسدود کرده و مانع تنفس میگردد.



راه هوایی باز: بالا بردن چانه و عقب بردن سر موجب بالا و کنار رفتن زبان از روی مدخل مسیر هوایی میگردد.



### - دادن تنفس مصنوعی Breathing

پس از باز کردن راه هوایی باید از وضعیت تنفس مصدوم آگاه باشید. ابتدا قفسه سینه فرد را برهنه کنید. اگر صورت مصدوم کیود و رنگ پریده باشد نه جریان هوا از بینی و دهان فرد حس شو د و نه صدایی که نشانگر جریان هوا باشد به گوش برسد. قفسه سینه حرکت نداشته باشد. تنفس وی قطع شده است و باید تنفس مصنوعی را آغاز کنید حتی اگر

شکست چیزی نیست جز دست کشیدن از تلاش

نتوانستید تشخیص دهید که فرد مذکور تنفس دارد یا نه نفس مصنوعی را آغاز کنید چون اگر فرد تنفس داشته باشد شما در هنگام تنفس مصنوعی متوجه می شوید.

### تکنیک دادن تنفس مصنوعی

سر را به عقب متمایل کنید به صورتیکه دهان کمی بازتر باشد با انگشتان دستی که روی پیشانی مصدوم است سوراخهای بینی فرد را ببندید .

دهان خود را روی دهان مصدوم بگذارید بطوریکه ، لبهای شما کاملاً اطراف دهان او را بگیرد. با یک بازدم عمیق هوار وارد دهان فرد مصدوم کنید. همزمان از گوشه چشم خود به قفسه سینه فرد نگاه کنید و ببینید آیا هنگامی که درون مجاری هوایی اومی دمید قفسه سینه بالا می رود یا نه ؟



وقتی قفسه سینه فرد بالا می آید تنفس را قطع کنید و دهان خود را از دهان فرد جدا کرده و بینی او را آزاد بگذارید و خودتان برای تنفس بعدی نفس بگیرید.

هنگام تنفس موثر سینه و شکم مصدوم بالا و پایین می آید ، به تدریج رنگ پوست فرد از زردی و کبودی به صورتی تغییر می یابد.

### ماساژ قلبی Circulation

پس از دادن یک یا دو تنفس مصنوعی در صورتیکه فرد تنفس خود را باز نیابد باید نبض فرد را کنترل کرد.

#### طریقه کنترل کردن نبض :

پس از آنکه تنفس مصنوعی تمام شد کف دست را از روی پیشانی فرد بردارید و دو انگشت دست دیگر را در وسط گردن بالای نای و حنجره روی برآمدگی جلوی گردن ( سیب آدم ) بگذارید .

انگشتان خود را به آرامی به سمت پایین و کنار آن قسمت بلغزانید و سپس کمی فشار دهید . به مدت ۵-۱۰ ثانیه این کار را ادامه دهید تا مطمئن شوید که نبض را حس میکنید یا نه ؟

کنترل کردن نبض احتیاج به مهارت و دقت خاصی دارد شما نیز میتوانید با تمرین کردن و شرکت در کارگاههای عملی احیا تنفسی این مهارت را کسب نمایید.

اگر فرد نبض داشت به تنفس مصنوعی با اندازه دوازده بار در دقیقه ادامه دهید

بیشتر اگر فرد نبض نداشت باید بی درنگ ماساژ قلبی را همراه با تنفس مصنوعی آغاز کنید. زیرا فرد دچار ایست قلبی شده و احتمال دارد صدمات جبران ناپذیری به مغز وی برسد.

برای دادن یک ماساژ قلبی موثر علاوه بر اینکه باید ماساژ را با تکنیک صحیح انجام داد لازم است که وی را در وضعیت مناسبی بخوابانید.

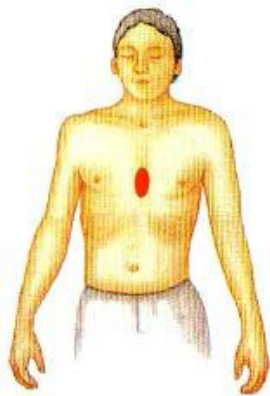
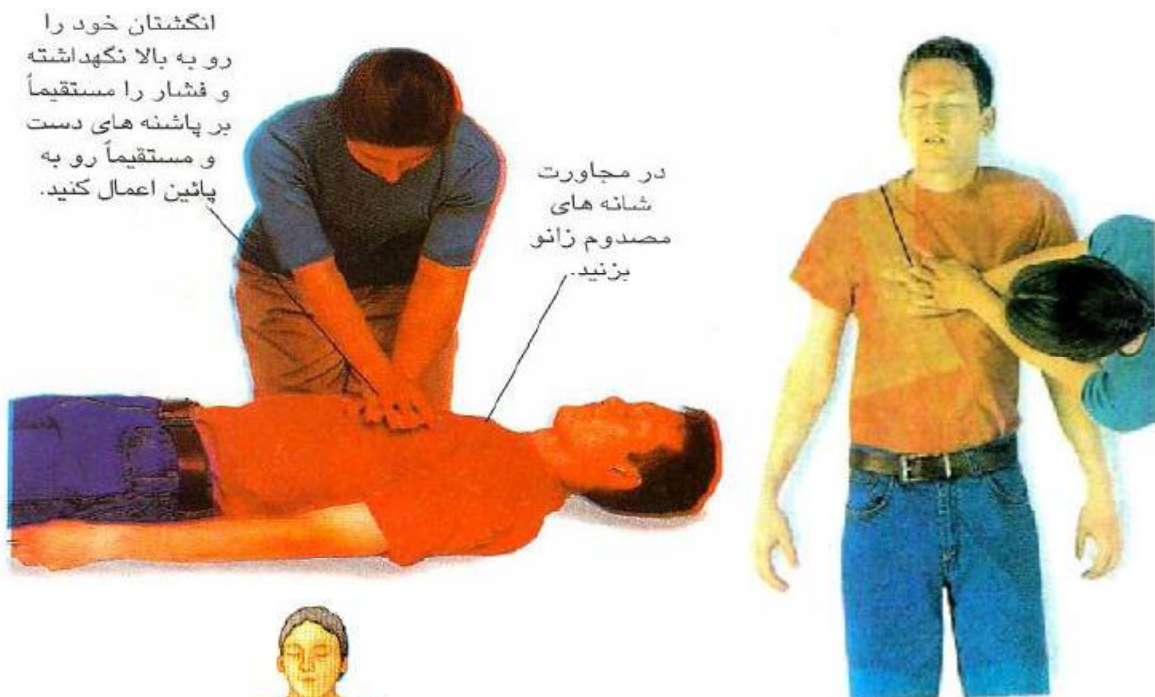
- بیمار را به پشت خوابانده، مطمئن شوید که وی روی یک سطح سخت قرار گرفته است. اما اگر فرد در رختخواب یا هر سطح نرم دیگری است وقت را تلف نکنید و فقط کافیست که او را روی روی زمین بلغزانید یا اینکه یک تخته یا هر شی صاف و سخت را از بین پشت او و ملحفه قرار دهید.

- کنار مصدوم زانو زده و پاشنه دستتان را در میانه استخوان جناغ و پستان قرار دهید. این محل نقطه ای است که شما باید روی آن فشار وارد کنید.

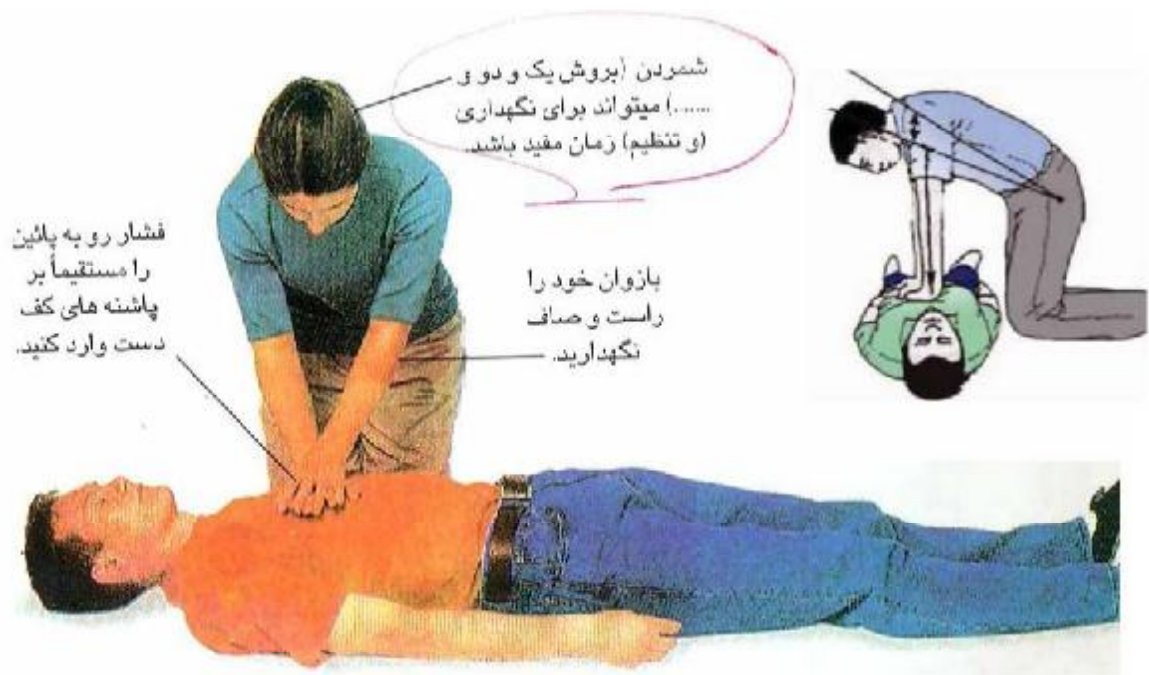
- پاشنه دست دیگرتان را روی دست اول قرار دهید و انگشتان دو دستتان را در هم قفل کنید.

- در حالیکه بخوبی روی مصدوم خم شده اید (و البته با کشیده نگهداشتن امتداد ساعدها و بازوانتان) با فشاری روی به

پائین، استخوان جناغ را حدود یک و نیم الی دو اینچ (چهار الی پنج سانتیمتر) رو به پائین برانید سپس بدون برداشتن و با تغییر محل دستها فشار را متوقف کنید.



شکست چیزی نیست جز دست کشیدن از تلاش



- سرعت و ریتم انجام ماساژ قلبی باید حدود ۸۰ الی ۱۰۰ بار در دقیقه باشد و پس از آنکه ۱۵ بار این عمل را انجام دادید باید در ادامه آن دوباره تنفس مصنوعی انجام داده و این سیکل (دوره) ماساژ قلبی با اضافه ۲ تنفس مصنوعی را تا زمان رسیدن کمک ادامه دهید.

#### علت کارایی ماساژ قلبی (فشردن قفسه سینه)

فشردن جناغ سینه بصورت عمودی و رو به پائین قلب را بر روی ستون فقرات می فشارد، در نتیجه خون درون حفرات قلبی را خارج کرده و آنرا با فشار بسمت : بافت ها میراند. پس از آنکه فشردن سینه متوقف گردید قفسه سینه بالا می آید و در نتیجه خون جدید به صورت مکیده شدن مجدداً حفرات قلب را پر می کند. با فشرن بعدی ، این خون نیز از درون قلب مجدداً به سمت بافتها رانده می شود.



\* در اجرای طریقه یک نفره، یعنی زمانی که یک نفر به تنهایی مسئول اجرای ماساژ قلبی و تنفس مصنوعی است، در هر دوره که قریب ۱۵ ثانیه طول می کشد، ۲ تنفس پشت سر هم و سپس ۱۵ مرتبه ماساژ قلبی پی در پی ضروری است. اگر دو نجات دهنده با هم کار می کنند، بازاء هر ۵ بار فشار روی قلب که یکی از نجات دهندگان انجام می دهد، یک بار تنفس مصنوعی توسط دیگری صورت می گیرد. در این حالت چنانچه میزان سرعت کار برابر ۶۰ ماساژ

و ۱۲ تنفس مصنوعی در دقیقه باشد متناسب است. عملیات بایستی تا برقراری شرایط طبیعی در بیمار ادامه یابد.

- وقتی مصدوم به هوش آمد بایستی او را گرم نگهداشت و مایعات گرم به او داد و درحالت استراحت کامل ضمن جلوگیری از حرکت کردن مصدوم، او را تحت درمان پزشکی قرار داد.

- هنگام انجام تنفس مصنوعی درمورد اطفال می توان بینی و دهان را با دهان پوشانده و عمل دمیدن را انجام داد.

- شدت دمیدن هوا در دهان مصدوم بستگی به وضع جسمی و سن و سال او دارد. در بزرگسالان دمیدن شدید تر و قوی تر و در اطفال ضعیف تر است.

### - تنفس مصنوعی به روش سیلویستر (کششی)

از تنفس مصنوعی به روش سیلویستر هنگامی استفاده می شود که صورت، دهان و فک مصدوم دچار خونریزی شده باشد و ماهیچه های تنفسی وی بر اثر عواملی از کار بیفتد مصدوم حالت استفراغ نیز داشته باشد به طوری که بر اثر صدمات وارده به صورت و باتوجه به حالت استفراغ نتوان از روشهای دهان به دهان و دهان به بینی استفاده کرد و به علت از کار افتادن ماهیچه های تنفسی امکان انجام تنفس مصنوعی به روش هولگریلسن و یا شیفر وجود نداشته باشد. برای انجام تنفس مصنوعی به روش سیلویستر یاری دهنده ابتدا کمر بند و دکمه های پیراهن و کت مصدوم را آزاد میکند و یقه البسه وی را شل می نماید و اشیاء سفت و تیز از جیب های وی خارج میکند.

### کمکهای اولیه

- وی را بر سطح صاف و سفتی به پشت می خوابانند به گونه ای که صورت وی به طرف بالا باشد. دهان مصدوم نیز بازدید می شود.



امدادگر کت، متکا، لباس را زیر شانه های مصدوم قرار می دهد که طوری بالای سروی زانو می زند که سر مصدوم در میان زانوهای وی قرار گیرد و خط فرضی بالای گوشهای مصدوم از زانوهای وی بگذرد، سپس مچ دست های مصدوم را میگیرد و تا حد امکان به صورت نیم دایره بالا می آورد و بعد مستقیم همطراز بدن وی قرار می دهد و ۲ ثانیه صبر میکند. در این وضعیت هوا وارد ریه های مصدوم میشود و در حقیقت عمل دم انجام می شود. در این حالت یاری دهنده کاملاً روی ران های خود می نشیند.



امدادگر دهنده دست های مصدوم را بلند می کند و بعد آنها را پایین می آورد و از آرنج خم می سازد و ساعدهای مصدوم را روی سینه وی در ناحیه انتهای قفسه سینه قرار میدهد و در حالتیکه دستهای خود را مستقیم نگه می دارد، به شکلی که از آرنج خم نشود، به جلو می خزد و بروی سینه مصدوم فشار وارد می نماید تا هوای داخل ریه وی تخلیه گردد. در این حالت یاری دهنده کاملاً از روی رانهای خود بلند می شود.



#### چند نکته:

- یک دوره حرکات کامل تنفس مصنوعی بین ۴ تا ۵ ثانیه طول میکشد که حدود ۱۲ تا ۱۵ بار تنفس در دقیقه می شود.
- تنفس مصنوعی نایستی متوقف گردد مگر این که تنفس طبیعی مصدوم شروع شده باشد و یا اینکه پزشک مرگ او را اعلام نماید.

شگت چیزی نیست جز دست کشیدن از تلاش

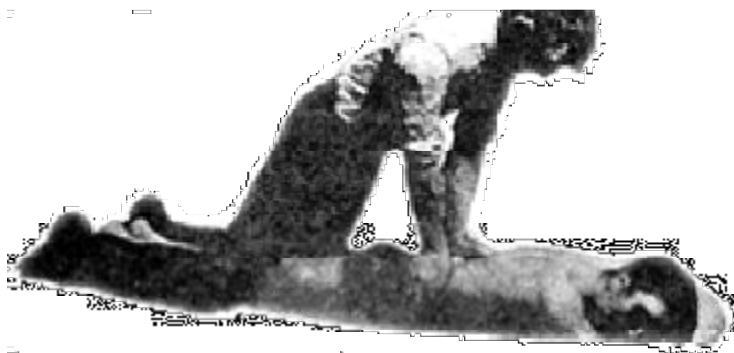
- هنگام انجام تنفس مصنوعی باید سعی گردد تا مصدوم گرم نگهداشته شود.
- هنگام انجام تنفس مصنوعی دقت شود تا هنگام بالا آوردن دستهای مصدوم سر او از زمین بلند نشود.
- هنگام انجام تنفس مصنوعی دقت شود تا هنگام بالا آوردن دستهای مصدوم و قرار دادن آنها در راستای بدن وی، مصدوم به طرف یاری دهنده کشیده نشود.
- فشار وارده و نیروی اعمال شده به سینه مصدوم بستگی به وضع جسمانی و سن و سال و جثه وی دارد و باید دقت شود تا با فشار بیش از حد به قفسه سینه مصدوم آسیب وارد نیاید

### - تنفس مصنوعی به روش شیفر (فشاری)

تنفس مصنوعی به روش شیفر هنگامی انجام می شود که دنده ها و مهره های مصدوم سالم باشد اما صورت و دهان و فک وی دچار شکستگی و خونریزی شده باشد و در کتفها، شانه ها و دست ها نیز آسیب دیدگی شدیدی دیده شود و مصدوم حالت استفراغ نیز داشته باشد به گونه ای که نتوان از روشهای دهان به دهان یا دهان به بینی استفاده کرد.

#### کمکهای اولیه

- برای انجام تنفس مصنوعی به روش شیفر امدادگر ابتدا کمر بند و دکمه ها پیراهن و کت مصدوم را آزاد و یقه لباس وی را شل میکند و اشیاء سفت و تیز را از جیبهای او خارج می نماید. سپس وی را روی سطح صاف و سفتی به شکم می خواباند یک دست او را مستقیم در راستای بدن وی قرار می دهد و دست دیگر مصدوم را از آرنج خم میکند و صورت وی را طوری روی آن قرار میدهد که راه دهان و بینی مصدوم برای تنفس آزاد باشد. در صورت امکان دهان مصدوم باز دید می شود.



- امدادگر پشت مصدوم قرار میگیرد. زانوهای خود را مقابل ابتدای استخوان ران های وی بر روی زمین می گذارد و بر روی ران های وی می نشیند.
- امدادگر از روی ران های مصدوم بلند می شود و دستهای خود را در حالی که انگشتان آنها بسته می باشد طوری روی کمر مصدوم قرار میدهد که انگشتان کوچک دستهای یاری دهنده، انتهای دنده های مصدوم را لمس نماید.

- امدادگر در حالی که دستهایش کاملاً صاف و بدون خمیدگی است به آرامی به جلو می‌خزد، به گونه‌ای که دستها و شانه‌ها در یک امتداد قرار گیرد. در این وضعیت وزن یاری دهنده به آرامی بر روی کمر مصدوم قرار می‌گیرد و فشاری به کمر وی وارد می‌شود که باعث خروج هوای داخل ریه‌های مصدوم می‌گردد و درحقیقت عمل بازدم انجام می‌شود.

- یاری دهنده بی‌درنگ به عقب بر می‌گردد و دستها را از روی کمر مصدوم بر میدارد و روی ران‌های وی می‌نشیند. در این حالت فشار وارده بر پشت مصدوم کاملاً برداشته شده و هوا وارد ریه‌های وی می‌گردد و درحقیقت عمل دم صورت می‌گیرد.

#### چند نکته:

- یک دوره حرکات کامل تنفس مصنوعی بین ۴ تا ۵ ثانیه طول میکشد که حدود ۱۲ تا ۱۵ بار تنفس در دقیقه می‌شود.
- تنفس مصنوعی نبایستی متوقف گردد مگر این که تنفس طبیعی مصدوم شروع شده باشد و یا اینکه پزشک مرگ او را اعلام نماید.
- وقتی مصدوم به هوش آمد بایستی او را گرم نگهداشت و مایعات گرم به او داد و درحالت استراحت کامل ضمن جلوگیری از حرکت کردن مصدوم، او را تحت درمان پزشک قرار داد.
- هنگام انجام تنفس مصنوعی باید سعی گردد تا مصدوم گرم نگهداشته شود.
- فشار وارده و نیرو اعمال شده به کمر مصدوم بستگی به وضع ساختمانی و سن و سال و جنه وی دارد و باید دقت شود که با فشار بیش از حد به قفسه سینه و کمر مصدوم آسیبی وارد نشود.

## - مراحل نجات شخص برق گرفته:

- در هنگام برق گرفتگی معمولا دستگاه تنفس زودتر از قلب از کار می افتد و رنگ صورت مصدوم متمایل به آبی میشود . بدین خاطر و قبل از اینکه ضربان قلب متوقف گردد، باید تنفس مصنوعی هر چه زودتر شروع گردد که این امر نیازمند سرعت عمل ، دقت و خونسردی است.
- بیشتر برق گرفتگی ها در خانه و یا اماکنی که ولتاژ برق از ۲۵۰ ولت تجاوز نمی کند صورت میگیرند . اگر شخص هنوز هم با جریان در تماس باشد باید قبل از کوشش جهت نجات وی ، نخست جریان برق را قطع نمود. در صورت عدم امکان یافتن سریع کلید برق ، باید بدون فوت وقت شخص را از برق جدا کرد



- در مورد اماکنی که ولتاژ برق کمتر از ۵۰۰ ولت است مواظب باشید که خودتان هم دچار برق گرفتگی نشوید . لذا باید از وسیله عایق و خشکی نظیر دستکش لاستیکی ، کلاه ، کت و سایر البسه خشک استفاده نمود .
- از تماس با بدن شخص برق گرفته و یا البسه اش ، بخصوص در نقاط مرطوب مانند زیر بغل وی خودداری کنید . عصای خشک ممکن است بکار بیاید اما به هیچ وجه نباید از چتر استفاده کرد زیرا دارای فلز است . چوب و طناب خشک یا روزنامه چند لا شده نیز مفید است .
- در صورت امکان جهت احتیاط بیشتر ، بهتر است هنگام جدا کردن شخص از سیم و یا هر وسیله برقی دیگر ، روی شینی عایق و خشک بایستید ، اگر شخص به سیم رادیو ، تلویزیون ، اتوو .... چسبیده باشد ، میتوان پریز را بیرون کشید
- اگر ولتاژ برق بیش از ۵۰۰ ولت باشد ( نظیر کارخانه ها و مراکز برق ) سه حالت برای مصدوم اتفاق می افتد

- ۱- شخص برق گرفته به محل بی خطری دور از کابل برق پرتاب شده است . در اینصورت نیازی به قطع برق نبوده و اقدامات بعدی باید صورت گیرد
- ۲- شخص برق گرفته در کنار کابل برق افتاده اما بدن او با جریان برق تماس ندارد. در اینحالت شخص نجات دهنده باید از نزدیک شدن به مصدوم خودداری کرده و توسط عصا، چوب، طناب عایق یا ... مصدوم را به اندازه کافی از کابل دور نموده و کمکهای اولیه را آغاز کند
- ۳- شخص برق گرفته با کابل و جریان برق در تماس مستقیم می باشد که به احتمال زیاد به هلاکت وی خواهد انجامید . در اینحالت شخص نجات دهنده پس از اطمینان کامل از قطع برق باید بوسیله چنگک عایق، زنجیری بر روی کابل بیندازد تا کابل به زمین اتصال یافته و بار الکتریسیته موجود در آن دفع گردد . سپس فوراً مصدوم را به پزشک برساند .
- بطور کلی در هنگام برق گرفتگی پس از قطع برق و جدا کردن بیمار از سیم یا وسیله برقی، در صورت قطع تنفس، باید به وی تنفس مصنوعی داده و اگر لازم باشد، این عمل برای ساعتها ادامه یابد تا تنفس عادی به بیمار باز گردد .
- در مرحله بعد اگر آثار پریدگی رنگ، کند و سریع شدن نبض، نامنظم شدن تنفس، بهم خوردن دندانها، سرد شدن بدن، دست دادن بیهوشی به بیمار، ظاهر شدن عرق سرد بر پیشانی و بینی و اطراف دهان ..... که میتواند علائم شوک باشند، مشاهده شد، باید فوراً "مصدوم را توسط آمبولانس به بیمارستان انتقال داده و در حین این عمل، وی را به پشت بخوابانید به نحوی که سر پایین تر از بدن قرار گیرد و پاها حداقل ۳۰ سانتی متر بلندتر از سر قرار داشته باشند بدن مصدوم را باید بوسیله کیسه آب گرم، پتو یا لباس، گرم نگه داشت و البسه تنگ را در اطراف گردن، سینه و کمر شل نمود، هوای تازه نیز به قنبر کافی به بیمار رسانده شود همچنین سوختگی ناشی از جریان برق نیز باید پانسمان گردد
- در هر صورت رساندن شخص آسیب دیده به بیمارستان و یا در صورت امکان، احضار پزشک به محل حادثه جهت معاینه وی ضروری است

### - چگونگی نجات فرد برق گرفته از تیر های برق:

- شایعترین علت های برق گرفتگی با جریان برق ولتاژ بالا را، بالا رفتن از تیرهای برق به خود اختصاص می دهد که جهت پیشگیری از آن نیاز به توجهات خاص منطقه ای می باشد .
- ابتدا باید بدانیم که برق گرفتگی چگونه به وجود می آید؟ همان گونه که می دانیم فرد در تماس با برق اگر با سطح زمین و دیوارها در تماس باشد با بسته شدن سیکل از طریق سیم برق، بدن وزمین دچار برق گرفتگی می شود که تیر برق به عنوان زمین محسوب خواهد شد.

- پس از تماس با ارگان های مربوط به این گونه حوادث از جمله : آتش نشانی ، اکیپ اتفاقات اداره ی برق و نیروی انتظامی و اورژانس در محل حاضر شده و به ارزیابی وضعیت خواهند پرداخت و با تعامل و هماهنگی در صدد رفع مشکل بر خواهند آمد.

- ابتدا باید عوامل خطرآفرین را از محیط دور کرد یا بر طرف کرد، بنابراین گروه اتفاقات شبکه ی برق به قطع برق مسیر مبادرت می ورزند تا راه برای نجات فرد برق گرفته هموار گردد، سپس برای اطمینان بیشتر به ارت کردن شبکه ی تحت عملیات پرداخته. بعضی از تیر برق ها خود دارای سیستم محافظت زمین ( ارت ) هستند ولی اکثر تیرهای برق فاقد این نوع سیستم بوده ، برای این منظور باید از دستگاه ارت موقت استفاده کنیم. برای ارت کردن موقت باید ابتدا میله ی ارت را در فاصله ی معین از محل عملیات در مرطوب ترین نقطه از زمین کاشته و اگر میزان مقاومت زمین در حد دلخواه نبود، باید مقداری آب به همراه موادی کاهنده ی مقاومت زمین به آن اضافه نمود تا مقاومت آن کاهش یابد.

#### لزوم ایجاد ارت را می توان به گونه ی زیر بیان نمود:

به دلیل القای جریان برق از شبکه های رو گذر یا مانور اکیپ های دیگر در مسیر و همچنین روشن نمودن موتور ژنراتور توسط مشترکین ، بیمارستان ها و کارخانه جات و غیره که ممکن است به طور اشتباه کلید برگشت برق شبکه را قطع نمایند، محل کار را در مقابل آسیب های ذکر شده برای ما ایمن می کند.

- پس از برطرف کردن عوامل خطرزا، نیروهای امداد که خود لباس های عایق و دستکش ها و چکمه های عایق به تن کرده اند از نردبان مخصوص به سمت فرد برق گرفته بالا رفته و به بررسی چگونگی وضعیت برق گرفته می پردازند.

- ابتدا باید فهمید که شخص زنده است یا مرده ، آیا بدن او به جایی گیر کرده یا خیر.

- دست های شخص برق گرفته به سیم ها، خشک شده یا خیر.

- در صورت زنده بودن دچار شوک و حمله ی قلبی شده یا خیر

- سپس تمامی اطلاعات را در اختیار سرگروه که در پایین حضور دارد و عملیات را رهبری می کند قرار می دهیم تا او با همفکری با دیگران برای هر چه سریع تر نتیجه گرفتن تلاش کند.

- سپس شخص امداد گر کمربند را به شخص برق گرفته متصل کرده و طناب نجات را به کمربند بسته، سپس گیره های طناب نجات را به تکیه گاهی محکم بسته و در این مرحله به جدا کردن فرد برق گرفته از تیر اقدام می کنیم.

- اگر بدن شخص به راحتی از تیر جدا نشود برای بریدن سیم ها و آزاد کردن شخص باید از قیچی ها و تیرهای عایقی که می تواند ولتاژ تا سقف ۲۲ کیلو ولت را تحمل نمایند استفاده کنیم.
- امداد گر، شخص برق گرفته را در هنگام پایین آوردن از تیر همراهی می نماید تا مانع از تاب خوردن مصدوم و برخورد او با تیر و سیم های برق شود.
- زمانی که مصدوم به سطح زمین می رسد، امدادگران در صورت زنده بودن شخص برای انجام کمک های اولیه در محل حاضر شده. اگر شخص دچار شکستگی شده باشد، عضو شکسته را ثابت نگاه داشته. اگر دچار ایست قلبی شده باشد عملیات احیا را انجام می دهند. سپس شخص را به مرکز درمانی می برند.
- آکیپ اداره ی برق نیز سیم های ارت موقت را جدا نموده و پس از اطمینان از سالم بودن شبکه، دستور وصل برق را صادر می کنند. آتش نشانان نیز کلیه ی وسایل به کار رفته را جمع آوری نموده و به پایگاه باز می گردند.

### - الکتریسیته ساکن

سازمان ملی حفاظت در برابر آتش سالانه میزان خسارت ناشی از آتش سوزیها را بررسی و بر حسب مورد دسته بندی می کند. میزان ضایعات ناشی از تخلیه الکتریسیته ساکن طی سالها ۱۹۹۱ تا ۱۹۹۵ سالانه بطور متوسط مبلغی حدود ۶,۷ میلیون دلار در ایالت متحده بوده است.

وقتی دو سطح ضمن تماس، نسبت به یکدیگر حرکت کنند، معمولا موجب ایجاد بار الکتریکی ساکن می شوند. این پدیده طی فرآیندهای صنایع شیمیایی بویژه وقتی که ذرات گرد هنگام جابجایی با یکدیگر برخورد می کنند یا وقتی مایعات نسبت به سطح جداره های لوله حرکت می کنند، ظاهر می شود. بار الکتریکی حاصل می تواند انرژی کافی برای شروع یک انفجار آزاد نماید. منابعی که بالقوه با ایجاد الکتریسیته ساکن موجب آتش سوزی می شوند عبارتند از تخلیه های جرقه زای که از رساناهای عایق دار و کارگران ایجاد می شوند؛ و تخلیه های جارویی که از مواد عایق کننده نظیر ظروف، کیسه و پوششهای پلاستیکی بوجود می آیند.

### چگونگی ایجاد الکتریسیته ساکن

- در اثر تماس یا قطع تماس دو جسم با یکدیگر
- در اثر وارد آوردن فشار یا اعمال کشش به آنها
- در اثر گرم شدن یا سرد شدن
- در اثر خرد شدن
- در اثر تبخیر شدن

- در اثر ساییش و اصطکاک

- در اثر القا

### - کنترل الکتریسیته ساکن

هدف از کنترل الکتریسیته ساکن، جلوگیری ذخیره شدن یا تجمع بارهای الکتریکی به وسیله ایجاد مسیری است قبل از اینکه اختلاف پتانسیل لازم جهت تولید جرقه ایجاد شود که موجب پیوستن بارها شود.

به منظور پیشگیری از بروز خطرات ناشی از تجمع و تخلیه الکتریسیته ساکن باتوجه به ماهیت کار روشهای متفاوتی ارائه شده است که در بخش زیر به تعدادی از آنها اشاره می شود:

#### ۱- مرطوب نگه داشتن هوای محیط

بارهای الکتریکی ساکن بر روی اجسام خشک بیشتر از مرطوب جمع می شود، مرطوب سازی روشی دیگر برای کاهش تجمع بارها الکتریکی روی اجسام می باشد مرطوب نگه داشتن هوا در حدود رطوبت ۷۰٪ (بوسیله استفاده از تأسیسات تهویه، دستگاه های مرطوب کننده هوا و غیره) می تواند از ایجاد شارژهای الکتریکی ساکن جلوگیری کند. در این حالت ذرات یا قشر آب بسیار ظریفی که به قدر کافی هادی الکتریسیته می باشد در سطح اجسامی که رطوبت را به خود جذب می کنند تشکیل شده و مقاومت های دی الکتریک هوا را تقلیل می دهد. در بکارگیری این روش لازم است که درجه رطوبت هوا دائماً کنترل شود. از فوران بخار یا افزودن رطوبت به سیستم تهویه برای افزایش رطوبت هوا استفاده می شود.

#### ۲- از بین بردن بارهای ایجاد شده:

برای خنثی کردن بارهای ایجاد شده متدهای متعددی معرفی شده است که برای مثال می توان به موارد زیر اشاره کرد

#### الف) همبندی و اتصال به زمین الکتروستاتیکی:

همبندی یعنی هم پتانسیل کردن و اجسامی که همبند می شوند هیچ اختلاف پتانسیلی بین آنها وجود ندارد پس جرقه ایجاد نمی کنند.

اتصال اجسام صلب به زمین برای انتقال بار الکتریکی جمع شده در آنها در مواقعی بکار گرفته می شود. سیم زمین به بدنه دستگاه ها وصل می شود که اتصال بوسیله جوش دادن با قلع یا جوش برق یا سفت کردن یا پیچ عملی می گردد. لازم است مقاومت الکتریکی کل سیستم در موقع نصب اندازه گیری شده و بطور متناوب مورد کنترل قرار گیرد تا اطمینان حاصل شود که اثربخشی آن در اثر خوردگی، خرابی مکانیکی یا باز شدن اتصالات سیم زمین از بین نرفته باشد.

شکست چیزی نیست جز دست کشیدن از تلاش

کلیه اجزاء هادی تأسیسات که ممکن است در اثر وضع ساختمان و حمل و نقل مستقیماً یا در اثر القاء برقدار شود باید به زمین ارتباط داشته باشد مگر اینکه این اجزاء به بدن اصلی دستگاه مرتبط باشد (مانند ارتباط با مخازن یا کانالها و لوله کشی زیرزمینی).

**ب) در محلهایی که ممکن است در معرض خطر اشتعال یا انفجار قرار گیرند باید از کفهای هادی استفاده کرد.**

همچنین لازم است که دستگاه های متحرک را که هادی هستند (مانند میزها و برانکاردهای از جنس هادی) و ممکن است ایجاد الکتریسیته ساکن نمایند (بوسیله غلتکها یا چرخهای هادی مجهز به روکش لاستیکی هادی) به زمین ارتباط الکتریکی داد.

#### **- اقدامات امدادی در سوختگی الکتریکی عبارتند از:**

- **حذف عامل سوختگی:** توسط یک وسیله عایق مصدوم را از جریان برق جدا کنید.
- **ارزیابی بیمار:** علائم حیاتی، شوک و ... را کنترل و عمق و وسعت و وخامت سوختگی را بررسی کنید.
- **درمان سوختگی:** محل ورود خروج برق را پانسمان و اقدامات را به عمل آورید.
- **انتقال:** مصدوم را در اسرع وقت به اولین مرکز درمانی منتقل کنید.

## فصل ۶- آتش سوزی

### آتش سوزی

اصولا الکتریسته قابلیت ایجاد دوخطر آتش سوزی و شوک الکتریکی را دارد. قوس الکتریکی و جرقه در محل‌هایی که گرد و غبار و بخارات قابل اشتغال وجود دارد آتش سوزی در پی دارد. اضافه بر آن عبور بار الکتریکی زیاد از سیم‌هایی که مقاومت زیاد و پوشش نا مناسب دارند به از بین رفتن پوشش آنها و آتش سوزی منجر می‌شود. آتش سوزی‌های الکتریکی عموماً ناشی از آتش سوزی ناشی از دستگاه‌های فرسوده، استفاده نادرست و خارج از استاندارد از دستگاه‌های الکتریکی، نصب ناقص دستگاه‌ها، رویدادهای تصادفی ناشی از بی‌توجهی‌های انسانی می‌باشد

### - تعریف آتش:

آتش یک عکس‌العمل شیمیایی همراه با شعله، حرارت و روشنائی است. به عبارت دیگر ترکیب مواد قابل اشتعال با اکسیژن را آتش می‌گویند.

### - تاثیرات آتش

#### تاثیرات آتش در جامعه :

- خسارات اساسی به ساختمان‌ها
- از دست دادن - اقتصاد، اعتبار، تسهیلات، تحقیق و از دست دادن کار

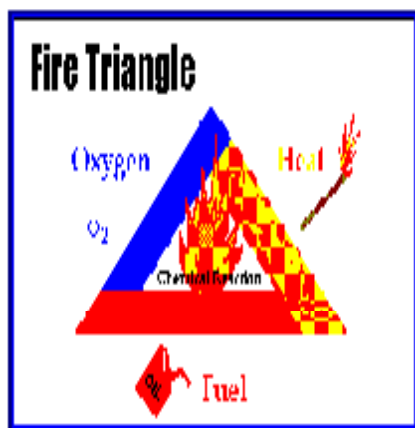
#### تاثیرات آتش در محیط زیست :

- آلودگی - آب، هوا، خاک، گیاهان و جانوران

### - شرایط بوجود آمدن آتش

۱. آتش‌گیری مستقیم
۲. تشکیل گرمای تدریجی تحت مدت زمان طولانی
۳. واکنش‌های شیمیایی
۴. اصطکاک
۵. تمرکز اشعه
۶. الکتریسته
۷. انفجار

## - عوامل بوجود آورنده آتش:



بطور کلی سه عامل برای ایجاد آتش سوزی لازم است  
یعنی اگر این عوامل که عبارتند از:

**گرما - اکسیژن و ماده سوختنی (مثل آتش)**

به میزان کافی در یک جا جمع شوند، آتش پدید می آید.

**مثال:** چوب، هوا، جرقه

برای شروع آتش نیاز به هر سه عنصر می باشد.

## - خاموش کردن آتش:

جهت خاموش کردن آتش باید یک یا دو عامل ایجاد آتش را از بین ببریم.

- چنانچه ماده سوختنی را از آتش بگیریم به آن قطع کردن یا جداسازی یا سد کردن گوئیم.

- چنانچه مانع رسیدن اکسیژن به آتش باشیم به این روش خفه کردن گویند.

- چنانچه گرما را از آتش بگیریم به آن روش سرد کردن گویند.

## - گروههای شش گانه آتش:

۱- گروه A: مواد خشک یا جامدات

- **مثال:** کاغذ-چوب-پلاستیک-پارچه-لاستیک-فرش-توتون-الیاف و...

- **ویژگی ها:** اکثراً ترکیبات کربنی دارند. موقع سوختن گازهای سمی تولید می کنند. ممکن است شعله دار و یا گدازه ای باشند. معمولاً پس از سوختن از خود خاکستر یا مواد دیگری به جای می گذارند.

- **روش اطفاء:** ۱- سرد کردن ۲- در بعضی موارد جداسازی ۳- خفه کردن

- **خاموش کننده مناسب:** انواع کپسولهای آبی و در زمانی که آتش برون سوز بوده و یا حج آن کم باشد استفاده از کپسولهای پودری

۲- گروه B: مایعات قابل اشتعال

- **مثال:** بنزین-گازوئیل-نفت-روغن-تینر-گریس-استن و...

- **ویژگیها:** اکثر مایعات نفتی موقع سوختن دود سیاه رنگ و نسبتاً سمی تولید می کنند. آتش های ناشی از آنها به آتش های سطحی معروف اند چون سطح مایع می سوزد. به علت اینکه از آب سبکتر هستند روی آن شناور می مانند و آب موجب گسترش آنها می شود.

- **روش اطفاء:** ۱- خفه کردن ۲- در بعضی موارد جداسازی

- **خاموش کننده مناسب:** انواع کپسولهای پودری و یا کپسولهای کف ساز

### ۳- گروه C: گازهای قابل اشتعال

- **مثال:** اتان-متان-بوتان-پروپان-استیلن-اکسیژن-هیدروژن و...

- **ویژگیها:** با کمترین گرما مشتعل میشوند در حجم زیاد ایجاد انفجار میکنند. ترکیب اکسیژن خالص با چربی یک واکنش گرما زا است و موجب انفجار و یا اشتعال می شود. شعله هیدروژن بی رنگ است.

- **روش اطفاء:** جداسازی

- **خاموش کننده مناسب:** انواع کپسولهای آبی-پودری و در برخی مواقع کپسولهای گازی

### ۴- گروه D: فلزات قابل اشتعال:

- **مثال:** لیتیم-سدیم-منیزیم-تیتانیم و...

- **ویژگی ها:** لیتیم با آب جوش و سدیم با آب در هر دمایی واکنش نشان می دهد و در سطح آب تولید شعله می کند.

- **روش اطفاء:** جداسازی

- **خاموش کننده مناسب:** انواع کپسولهای پودری

### ۵- گروه E: برق و الکتریسیته

- **مثال:** کلیه ادوات برقی، کابلها، سیم های برق و...

- **ویژگیها:** حریق الکتریکی مطلق وجود ندارد. معمولاً در اثر اتصال دو سیم و یا در اثر گرم شدن بیش از حد سیم ها ایجاد می شود. جریان برق به راحتی از آب یا کف آتش نشانی می گذرد.

- **روش اطفاء:** در هنگام بروز چنین حریق‌هایی در ابتدا باید به قطع برق اقدام نمود سپس از روش خفه کردن استفاده نماییم.

- **خاموش کننده مناسب:** ۱- انواع کپسول‌های گازی ۲- انواع کپسول‌های پودری

۶- گروه F: مواد منفجره

- **مثال:** باروت -T.N.T- دینامیت و ...

- **ویژگیها:** چنانچه ضربه-فشار و گرمای مناسب در یک لحظه ایجاد شوند منفجر میشود. پتن ابتدا می سوزد و سپس منفجر میشود.

- **روش اطفاء:** جداسازی

- **خاموش کننده مناسب:** انواع کپسول‌های آبی و انواع کپسول‌های پودری

- **مبارزه با حریق:**

**ابزار و سایل مورد نیاز جهت اطفاء حریق:**

۱- سطل آتش نشانی محتوی شن یا ماسه و یا آب

۲- خاموش کننده های دستی (کپسول‌های اطفاء حریق)

۳- جعبه ها و قرقره های آتش نشانی متصل به مخزن آب

۴- سیستم های خودکار اعلام و اطفاء حریق

۵- شیر آتش نشانی در معابر و خیابانها

۶- وسایل ساده و اولیه مثل پتوی خیس و یا شیلنگ آب شهری

۷- خودروهای آتش نشانی

- **خاموش کننده های دستی:**

خاموش کننده دستی به خاموش کننده ای گویند که جهت اطفاء حریق طراحی و ساخته شده است

و حداکثر ۴ کیلوگرم یا ۱ لیتر ظرفیت مواد خاموش کننده دارد و به راحتی یک نفر قادر به جابجایی و به کار گیری آن است.

**کاربرد:** از این خاموش کننده ها با توجه به مواد داخل آن و نوع آتش سوزی می توان در لحظات اولیه شروع آتش سوزی و یا جهت حریق های کوچک استفاده نمود.

## انواع خاموش کننده های دستی:

### ۱- خاموش کننده محتوی آب:

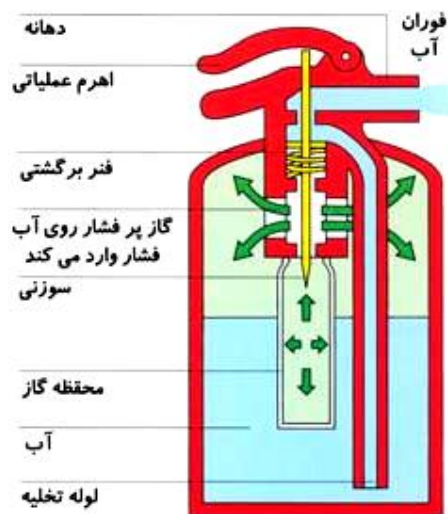
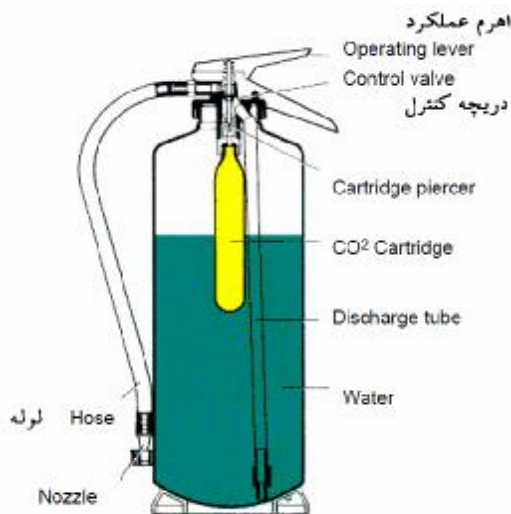


- موثر ارزان و فراوان است.
- از حالت مایع به شکل بخار در می آید و با این عمل جذب حرارت میکند
- در حریق های گروه A بسیار موثر است.
- در حریق های گروه های دیگر کم اثر و یا خطرناک است.
- می توان جهت افزایش قدرت نفوذ آب، مواد مرطوب کننده اضافه کرد.

### خاموش کننده ی آب از نوع کارتریجی:

محتوای آب موجود در این سیلندر فولادی روکش شده با پلاستیک ۶ تا ۹ لیتری است و گاز پیشران معمولاً CO<sub>2</sub> است که درون یک کارتریج در درون سیلندر قرار دارد. مایع خروجی آب خالص است گرچه ترکیبات ضد یخ و غیرخورنده می تواند به آن اضافه شود.

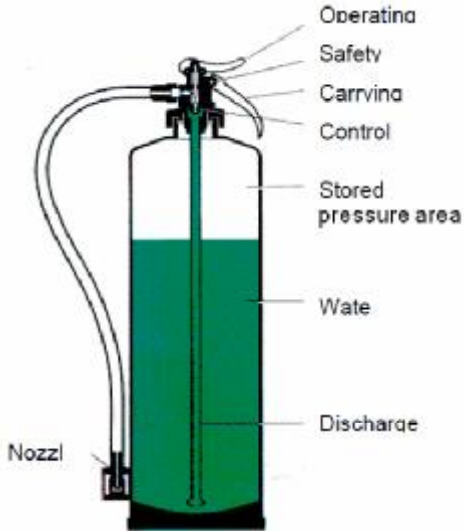
طرز کار این خاموش کننده ها شامل بیرون کشیدن یک پین یا درپوش و فشار آوردن روی اهرم عمل کننده (Operating level) که باعث می شود دیسک روی کارتریج سوراخ شود و همزمان با سوراخ شدن، یک کنترل ولو را بازمی کند گاز آزاد شده به سطح آب فشار می آورد و آن را از لوله ی تخلیه ی به سمت بالا می آورد و از هوز و نازل بیرون می راند



شگت چیزی نیست جز دست کشیدن از تلاش

## خاموش کننده ی آب از نوع تحت فشار:

این خاموش کننده ساختمان و ظرفیتی مشابه نوع کارتریجی دارد. تفاوت موجود در تحت فشار بودن تمام سیلندر آن است.



هوا یا گاز نیتروژن بوسیله ی یک تبدیل روی سر آن به درون آن تزریق می شود تا فشار درون سیلندر به ۱۰ بار برسد. برداشتن یک پین یا در پوش و فشار آوردن روی اهرم، خاموش کننده را به کار می اندازد. این عمل باعث باز شدن ولو می شود و به آب تحت فشار اجازه ی خروج می دهد. اهرم می تواند عمل تخلیه را کنترل کند.

## ۲- خاموش کننده محتوی کف (فوم)

- برای آتش های کلاس A و B استفاده می شود
- برچسب یا نوار کرم رنگی دارد
- طوری استفاده می شود که همانند یک پتو روی سطح آتش را می پوشاند و از دوباره شعله ور شدن آن جلوگیری می کند و خاصیت سر کنندگی نیز دارد



Photo



Edit by Red Star



FOAM Extinguisher by Red Star

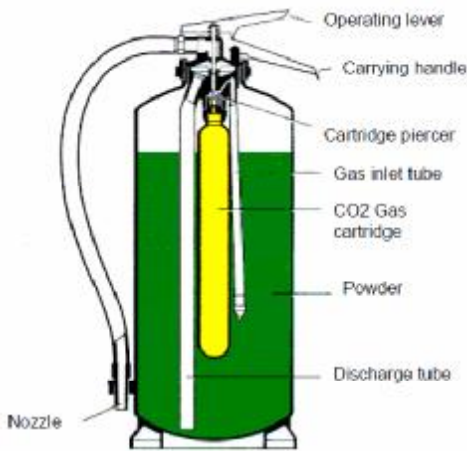
### ۳- خاموش کننده محتوی پودر



- برای آتش های کلاس A، B، C، D و E استفاده می شود
- برچسب یا نوار آبی رنگی دارد
- ذرات پودر تحت فشار می باشند
- نشانگر فشار سنج دارد

### خاموش کننده های پودری نوع کارتریجی

به طور اساسی عملکردی همچون خاموش کننده های آب و فوم دارند. با این وجود که گاز CO<sub>2</sub> از یک لوله به سمت پایین هدایت می شود تا به روان شدن پودر کمک کند



### ۴- خاموش کننده محتوی گاز کربنیک

- برای آتش های کلاس B، C، E استفاده نمایند
- برچسب یا نوار مشکی دارد
- نازل سخت و پلاستیکی دارد
- نشانگر فشار ندارد



دی اکسید کربن تحت فشار خود در دمای محیط به صورت

مایع (برف مانند) در سیلندر نگهداری می شود. بواسطه آنکه جرم

حجمی دی اکسید کربن سنگین تر از هواست، در هنگام استفاده، اطراف مواد شعله ور شده را گرفته و اصطلاحاً آتش را خفه می کند. سر لوله این خاموش کننده ها شیپوری می باشد و بدنه آن قطر بیشتری دارد.

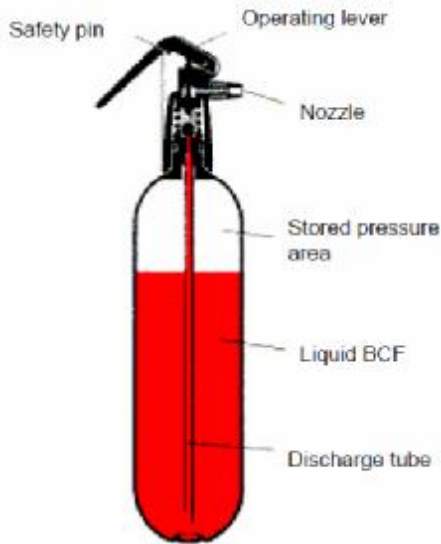
طراحی شیپور تخلیه خیلی مهم است. هدف اصلی آن جلوگیری از وارد شدن هوا به گاز، با استفاده از کاهش سرعت گاز است بدون این شیپور حرکت سریع گاز و هوا همانند یک مشعل عمل می کند و شدت آتش را افزایش می دهد.

شگت چیزی نیست جز دست کشیدن از تلاش



### ۵- خاموش کننده محتوی مواد هالوژنه

هالونها گروهی از مواد خاموش کننده هستند که تحت فشار و در حالت مایع ذخیره می شوند و هنگام آزاد شدن در محل آتش به سرعت بخار می شوند. آنها رسانای جریان برق نیستند بنابراین برای استفاده روی وسایل الکتریکی و الکترونیکی ایمن هستند و زیان کمی روی وسایل بر جای می گذارند. با توجه به تخریب لایه ازن، استفاده از آنها بسیار محدود شده است.



### محل نصب خاموش کننده های دستی:

- کپسولها را در جایی نصب کنید که دسترسی و برداشتن آن آسان بوده و به محض ورود به محل اولین چیزی باشد که توجه را جلب می کند. هر چند که ظاهر خوبی نداشته باشد.
- در نزدیکی مسیرهای منتهی به فرار ولی نه خیلی نزدیک به نقاط خطر
- ارتفاع محل نصب آنها باید در حدود ۱۱۰ الی ۱۲۰ سانتیمتر باشد.



### - روش استفاده از خاموش کننده دستی

- در موقع مشاهده آتش خونسردی خود را حفظ نموده و با برداشتن خاموش کننده مناسب به سمت آتش حرکت کنید
- به هنگام خاموش نمودن آتش همواره پشت به باد و بالای شیب مستقر شوید.

- با توجه به برد موثر خاموش کننده تا جایی که احساس ناراحتی و سوزش در نقطه حساس بدن مثل گونه ها و لاله گوش پیش نیاید به آتش نزدیک شوید.
- با کشیدن ضامن و پاره کردن پلمپ و با ضربه زدن یا فشار آوردن به دسته خروجی و یا پیچاندن شیر اقدام به خروج مواد خاموش کننده به سمت آتش نمایید.
- مواد خاموش کننده را به صورت جاروب کردن از قسمت پایین اقدام به پاشیدن نمایید.
- دقت کنید هیچ قسمت از آتش بدون پوشش باقی نماند زیرا خطر بازگشت شعله از همان محل امکان پذیر است.
- در صورتی که با مصرف مقداری از مواد خاموش کننده آتش خاموش شد از ادامه خروج مواد جلوگیری نمایید
- قبل از اطمینان از خاموش شدن آتش را ترک نکنید.
- خاموش کننده دستی استفاده شده را در جای مناسب جهت شارژ مجدد قرار دهید.
- محل حادثه را به افراد مسئول واگذار کنید تا اقدامات تکمیلی انجام شود.



## - پتو های نسوز

یک روش برای مهار آتشفهای کوچک مانند یک ماهی تابه ، استفاده ی آرام از یک پتوی نسوز است. این پتو معمولا درون یک محفظه ی مخصوص که دسترسی آسان را امکان پذیر می کند قرار داده می شود موادی که در پتوهای نسوز به کار می روند متنوع هستند اما بیشتر آنهايي که در حال حاضر استفاده می شوند از فایبر گلاس یا چرم هستند.



### - انواع خاموش کننده دستی بر حسب عامل فشار :

#### ۱- خاموش کننده تحت فشار (Stored Pressure Extinguisher) :

خاموش کننده ای است که در آن عامل اطفاء و گازی که ایجاد فشار می نماید هر دو در یک مخزن نگهداری می شوند.

#### ۲- خاموش کننده با عامل فشار درونی (Self-Expelling)



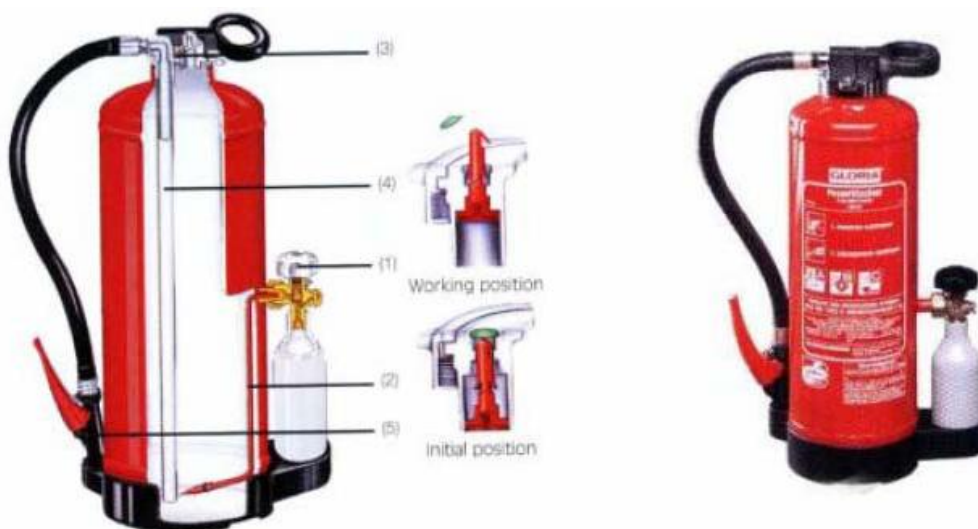
: خاموش کننده ای که در آن عامل اطفاء در

دمای نرمال کارکرد، دارای فشار بخار کافی به منظور خروج خود می باشد و خاموش کننده دی اکسید کربن و تا حدی هالون از این گروه می باشد. در هالون مقداری گاز نیتروژن به عنوان عامل فشار کمکی به سیلندر تزریق می گردد.

۳- خاموش کننده بالون داخل: عامل فشار (گاز  $\text{CO}_2$  یا  $\text{N}_2$ ) در درون یک بالون (فشنگی) و در داخل سیلندر قرار دارد و با فشار دستگیره بالایی ابتدا پولکی سربالون سوراخ شده و گاز از طریق یک لوله بداخل مخزن رها شده و مخزن تحت فشار قرار می گیرد و پس از این لحظه عملکرد آن مانند خاموش کننده تحت فشار می باشد.



- خاموش کننده بالون بغل : عامل فشار (گاز  $\text{CO}_2$  یا  $\text{N}_2$ ) در درون بالون (فشنگی) که در کنار مخزن اصلی قرار داده شده است وجود دارد و از طریق یک شیر و یک لوله فلزی رابط به مخزن اصلی ارتباط دارد. هنگام استفاده با باز کردن شیر روی بالون، عامل فشار (براساس قانون انتشار) به داخل مخزن اصلی رفته و ماده اطفایی تحت فشار قرار می گیرد و از این لحظه مانند خاموش کننده تحت فشار می باشد.



- خاموش کننده بالون بغل چرخدار : سیستم عملکرد آن همانند مورد قبلی می باشد. با این تفاوت که به علت ظرفیت بیش از ۱۲ کیلوگرم سنگین بوده و بر روی چرخ حمل می گردد و طول شلنگ آن نیز معمولاً بیشتر است.



### جدول ششگانه آتش سوزی ها

گروه	نوع آتش	مثال	بهترین راه خاموش کردن	بهترین خاموش کننده
A	جامدات	چوب ، لاستیک ، پارچه	سرد کردن	آب
B	مایعات	هیدرات های کربن (بنزین ، نفت و گازوییل )	خفه کردن	پتوی خیس ، شن و ماسه و کپسول های پودری
C	گازها	متان ، بوتان ، پروپان	جداسازی	کپسول های گاز کربنیک
D	فلزات قابل اشتعال	سدیم ، پتاسیم ، منیزیم	خفه کردن	کپسول های پودری
E	الکتریسته	ترانس برق ، کامپیوتر	جداسازی	کپسول های گاز کربنیک
F	مواد منفجره	تی ان تی ، سی ۴ ، باروت	سرد کردن	آب

1- IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding  
2- Practical Guide to Electrical Grounding- Keiith Swiitzer

- ۲- کارگاه برق تاسیسات - رشته تاسیسات - فنی حرفه ای
- ۳- مهندسی تاسیسات الکتریکی تالیف دکتر کلهر
- ۴- خطرات و اثرات برق گرفتگی در بدن انسان و طریق جلوگیری از آن - مهندس جمشید رازقی
- ۵- خاموش کننده ها ، محمد مهدی قاسمی ، شرکت نفت و گاز پارس
- ۶ - جزوه آموزشی امداد و کمک های اولیه- ابراهیم برزگر