دوره آموزشی HSE

برای نیروهای تأسیساتی

دانشگاه علوم پزشکی تبریز

تابستان ۱۳۹۹

۱) ایمنی محیط کار

ایمنی محیط کار از مهمترین شرایط اولیه ورود به محیط کار است. رعایت اصول ایمنی و حفاظتی از اساسی ترین ارکان کارهای صنعتی است. در این جهت در تمامی مکانهای صنعتی سعی بر آن شده تا آنجا که ممکن است شرایط خطر ساز را در محیط کار از بین ببرند و از طرف دیگر وسائل استحفاظی شخصی از قبیل لباس کار، کلاه ایمنی، عینک ایمنی، کفش ایمنی، دستکش ایمنی و وسائل مخصوص و مناسب با هر شغلی باید تهیه و در دسترس قرار گیرد.

هنگام کار در کارگاههای صنعتی و کار با ماشین الات و ابزار صنعتی رعایت نکات ایمنی مربوط به شغل از اصول عقلی است. عدم رعایت نکات ایمنی، بطور غیر مستقیم عامل ایجاد حادثه است .هرچند ممکن است عوامل دیگری بعنوان عوامل مستقیم محسوب شوند و در ایجاد حادثه موثر باشند.

مهمترین عوامل موثر در ایجاد حادثه بشرح زیر است:

- عدم آشنایی با محیط کار و طرز کار ماشین الات
- جابجائی نادرست وسایل و ابزار سنگین
- سقوط اشیاء
- استفاده نادرست از ابزار کار و وسایل
- روی هم انباشتن وسایل در کارگاه
- عدم بکار گیری وسایل حفاظتی
- شتاب و عجله در انجام کار

گذشته از اینها، عوامل دیگری نیز هستند که هر یک در جای خود ممکن است حوادث ناگواری را برای افراد ایجاد کنند. برای جلوگیری از حوادث ناشی از این عوامل می توان با اتخاذ روشهای صحیح و مناسب و رعایت اصول حفاظتی و ایجاد نظم وترتیب و جدی گرفتن محیط کار به اندازه قابل توجه ای حوادث را تقلیل داد.

۱-۱) ایمنی ماشین آلات

انسان از دوران اولیه زندگی خود سعی کرده ماشین را به خدمت خود بگیرد، بعد از انقلاب صنعتی استفاده بشر از ماشین آلات صنعتی رو به افزایش گذاشت . با پیشرفت صنعت و تکنولوژی و ایجاد ماشین آلات و دستگاههای جدید حوادث و آسیبهای ناشی از کار هم به همین نسبت افزایش یافته است، بطوریکه بعد از انقلاب صنعتی این حوادث آنچنان افزایش یافته که توجه دست اندرکاران را جلب نموده است و آنها را برانگیخته تا در زمینه حفاظ گذاری قسمتهای مختلف خطرناک و جلوگیری از حوادث اقداماتی انجام دهند که با گذشت زمان به تدریج ماشینها به وسایل حفاظتی مجهز گردیدند.

طبق آمارهای موجود از حوادث، بیشترین حوادث مربوط به کار با ماشین آلاتی می باشد که دارای قسمتهای متحرک و گردنده هستند؛ مانند پرس، دستگاههای تراش، پلاستیک سازی و ... . دستگاههای دیگری که در صنایع مورد استفاده قرار می گیرند عبارتند از : دیگهای بخار ، مولدهای تولید استیلن، کپسولهای محتوی استیلن

و اکسیژن که دارای مخازن و لوله های تحت فشار گازهای مختلف می باشند و عدم رعایت بعضی از انواع اصول ایمنی در این دستگاهها با ایجاد انفجار و آتش سوزی و حوادث دیگر برای افراد همراه است.
مساله ایمنی و حفاظت ماشین آلات از اولین مسایل ایمنی بوده که برای آن قوانین و مقرراتی تعیین شده است. در قانون کار کشور ما مواد ۸۵ و ۸۹ بصورت غیرمستقیم بر ایمنی ماشین آلات تاکید دارند و در آئین نامه های حفاظت و بهداشت کار نیز در فصول ۱۰ و ۱۲ و ۱۳ و ۱۴ و ۱۵ و ۱۶ و ۱۷ و ۳۶ به صورت کاملاً صریح و جزء به جزء به ایمنی ماشین آلات پرداخته شده است.
خطرزدایی در صنعت عموماً در سه عامل انسان ، ساختمان ، ماشین آلات و ابزار اعمال می شود که درانسان، دانش و اطلاعات فنی، ایمنی و بهداشت، آموزش های عملی در سرکار، تدوین مقررات و آیین نامه ها و نظارت بر اجرای آنها و در ارتباط با ساختمان، نقشه کشی و طراحی و احداث صحیح ساختمان بر طبق ضوابط مشخص شده از جمله راه های جلوگیری از خطرزدایی می باشد و در ارتباط با ماشین آلات و ابزار نیز ضوابط خطرزدایی می بایست ابتدا در هنگام ساخت و طراحی ماشین اعمال شود و در فاز دوم بعد از طراحی ماشین و بر روی قسمت های خطرناک که در تماس با شاغل می باشد انجام شود. معمولاً ماشین ها و ابزاری که در صنعت بکار گرفته می شوند به انواع و اقسام مختلف تقسیم بندی می شوند و هر یک از آنها نیز تنوع خاص خود را دارد بنابرین نمی توان برای حفاظت از همه ماشین های صنعتی برنامه ای مشخص پیشنهاد کرد. اما رفع خطر و اعمال ضوابط ایمنی در ماشین منوط به رعایت یک سری مشخصات کلی است که در صورت مورد نظر قرار گرفتن می تواند ارزش ایمن بودن آن ماشین را اثبات نماید.

۱-۱-۱) حفاظ گذاری ماشین آلات:

یکی از راههای ایجاد ایمنی برای ماشین آلات حفاظ گذاری آنها می باشد تا از دسترسی اپراتور به مناطق خطر جلوگیری بعمل آید. انواع حفاظها را می توان به صورت زیر خلاصه کرد:
حفاظ ثابت: حفاظهایی هستند که دسترسی به منطقه خطر یک دستگاه را با استفاده از نرده های فلزی ، چوبی ، پلاستیکی و یا حفاظت کننده های دائمی کاملاً محدود می کند . حفاظ باید ایمنی را بنحو مطمئن برقرار کند و چنانچه لازم است که حفاظ باز شود، فرد نتواند با وسایل معمولی آنرا باز کند . حفاظهای ثابت از دیدگاه ایمنی بهترین حفاظ محسوب می شوند، به شرطی که محدودیتی در تولید قطعات ایجاد نکند.
حفاظ خودکار : حفاظ های خودکار مانند حفاظ دستبندی ، جارویی یا پس زننده و یا حفاظهای فتوالکتریک که عمل آنها با نیروی محرک ماشین ارتباط مستقیم دارد، یعنی اگر ماشین بکار افتد حفاظ نیز عمل می کند.
حفاظ درگیرشونده: حفاظهایی هستند که به دو صورت مکانیکی و الکتریکی مانع دسترسی فرد به منطقه خطر می شود و تا بکار نیفتد ماشین کار نخواهد کرد.

مشخصات کلی حفاظ در ماشین آلات:

- حفاظت و ایمنی را به طور مثبت و کامل تامین نماید.
- حفاظت بایستی از ورود دست به منطقه خطرناک در هنگام عملیات کاری جلوگیری کند.

- حفاظ نباید موجب لطمه به تولید شده و از این راه موجب بی میلی در استفاده از آن توسط کارفرما شود.
- موجب ناراحتی و اشکال برای شخصی که از دستگاه استفاده می کند نگردد.
- به طور خودکار، یا با حداقل کوشش به کار بیفتد.
- دستگاه حفاظتی بایستی با مکانیزم خود ماشین متناسب بوده و مطابقت داشته باشد.
- بهتر است که جزئی از قسمت های اصلی ماشین باشد.
- مانع روغنکاری، بازرسی، تنظیم و تعمیر ماشین نگردد.
- حفاظ باید با حداقل تعمیر بتواند مدت زیادی کارکند و در مقابل فرسودگی و ضربات مقاومت کند.
- حفاظ باید با دوام باشد و در برابر آتش سوزی و مواد خورنده مقامت کند.
- خود عامل خطر نباشد (دارای اجزایی نباشد که موجب حادثه گردد).

۲-۱) ایمنی ماشین های ابزار:

بنا به تعریف ماشین ابزار ماشینی است که بوسیله نیروی برقی که از الکتروموتور تأمین می شود، تسمه و یا چرخ دنده ها را به حرکت درآورده و به محور اصلی کار یا ابزار برش منتقل کرده و به آن حرکت دورانی یا حرکت خطی می دهد. در ایمنی ماشین های ابزار باید قسمتهای مختلف زیر مورد توجه قرار گیرد:

- نکات ایمنی در طراحی ماشین.
- نکات ایمنی در طراحی کارگاه (از نظر روشنایی، تهویه، فضای لازم برای هر دستگاه و ...)
- نکات ایمنی مربوط به متصدی دستگاه (از جمله انتخاب مناسب افراد و آموزش آنها در مورد نحوه کار با دستگاه و ...)
- رعایت قوانین و مقررات حفاظتی که متناسب با نوع ماشین تدوین می شود.

۳-۱) ایمنی ابزار:

ابزار دستی و ابزار برقی قابل حمل در انجام کارها به شما کمک می کند اما همین ابزار می تواند برای شما خطر آفرین باشد . اقدامات ایمنی خوب، به شما این اجازه را خواهند داد تا مخاطرات را کنترل کرده و خطرات را به حداقل برساند . استفاده از ابزار خراب و معیوب ، استفاده از ابزار به روش غلط ، نامناسب بودن ابزار و نگهداری و انبار کردن نامناسب آنها مکررا باعث جراحات می شود . اگر چه ممکن است در بسیاری از موارد شدید و عمیق نباشد عمدتاً موجب غیبت در کار و کاهش کارایی کارکنان خواهد شد.

جهت جلوگیری از حوادث ناشی از ابزار آلات دستی نکات زیر توصیه می گردد:

- انتخاب درست : ایمنی ابزار زمانی شروع می شود که شما ابزار دستی و برقی کارتان را بطور صحیح انتخاب کنید.

- کیفیت : بهترین ابزاری را که می توانید تهیه کنید، انتخاب نمایید. ابزار ارزان قیمت که از جنس نامرغوب ساخته شده اند شکسته و باعث خراب شدن کاریکه انجام می دهید شده و ایجاد صدمه به خودتان یا همکارانتان خواهد کرد.
- ایمنی : به تمهیدات ایمنی که در ساخت ابزار بکار رفته اند توجه نمایید. این مورد شامل توجه به سویچ های ایمنی ، حفاظ ، قطعات تیز و گردنده ، محافظ های دست ، عایق های پوششی و غیره می باشد.
- تناسب : یک وسیله خوب با ساختار مناسب مانند یک جسم محکم دردست شما احساس می شود . همواره چاقوها ، پیچ گوشتی ها ، انبردستها ، قیچی ها و ابزار برقی مورد نیازتان را از بین انواعی انتخاب کنید که بر طبق اصول ارگونومی (مهندسی انسانی) طراحی شده اند. این قبیل ابزار طوری ساخته شده اند که هیچ گونه فشاری به انگشتان و کف دست شما نیاورده ، خمیدگی و پیچ و تاب نداشته و خوب در دستهای شما جا بگیرد.
- کارایی : ابزار مطمئن، برای انجام وظایف ویژه طراحی شده اند. این ابزار می توانند کار شما را آسانتر کرده و از خستگی شما جلوگیری نمایند.

۱-۳-۱) مته برقی:

این دستگاهها علاوه بر اینکه خطر فرو رفتن بدست یا قسمتهایی از بدن را دارند خطر سقوط و آسیب رساندن به پاها را نیز دارند لذا پوشیدن کفش ایمنی هنگام کار با این ابزار الزامی است. از نکات دیگر در زمینه ایمنی این دستگاه موارد ذیل است.

- هنگام کار با مته به هیچ وجه از دستکش نباید استفاده کرد ولی استفاده از عینک حفاظتی الزامی است
- حتی الامکان از مته هایی استفاده شود که سرعت آنها به مرور زمان اضافه می شود چون ایمن تراند.
- هنگام کار جهت جلوگیری از حرکت قطعه باید آنرا با گیره محکم کنید.
- رعایت نکات ایمنی برق در هنگام کار با این دستگاه الزامی است.

۱-۳-۲) ایمنی کار با دستگاه پرس

در کار با دستگاه پرس رعایت موارد ایمنی زیر الزامی است:

- از شال گردن و لباس گشاد و آستین بلند و باز ماندن دکمه ها در موقع کار با دستگاه جدا خودداری نمایید و از لباس آستین کوتاه استفاده کنید.
- برنامه دوره ای را در خصوص تعمیر و نگهداری دستگاه اجرا کنید.
- نظم و نظافت کارگاهی را در اطراف دستگاه به خوبی رعایت کنید.
- به کارگران تازه وارد آموزش های لازم را در خصوص خطرات موجود در محل کار و استفاده از وسایل حفاظت فردی بدهید.
- دقت کنید سیم اتصال به زمین (ارت) دستگاه وصل باشد.
- در صورت نیاز و کم بودن روشنایی کارگاه از روشنایی موضعی استفاده کنید.
- قبل از شروع به کار دستگاه را مورد بازبینی قرار دهید.

- دستگاه می بایست در محلی قرار گیرد که اطراف دستگاه برای انجام کار و عبور و مرور و فعالیت های مختلف مناسب باشد.
- حفاظ دستگاه باید مجهز به میکروسوئیچ بوده تا در صورت باز کردن آن دستگاه متوقف شود.
- دستگاه باید به سیستم تک ضربه مجهز بوده به نحوی که در حین فرمان پس از هر ضربه متوقف گردد.
- دستگاه باید مجهز به وسیله فرمان دو دکمه (برقی یا پنوماتیکی) باشد که به طور همزمان و به صورت تک ضربه عمل کند.
- به خطرات ناشی از قطعات متحرک و دورانی و همچنین قرار گرفتن دست در نقاط فشار و شکستن و ... توجه نمایید.
- جهت تغذیه و خارج کردن قطعات کار از دهانه ی عملکرد ماشین از ابزار مناسب استفاده نموده و از وارد کردن دست به منطقه خطر خودداری کنید.
- مواردی از قبیل فشار بیش از حد و عدم نگهداری صحیح و روغن کاری نا مناسب نیز می تواند سبب وقوع حادثه شود.

وسایل حفاظت فردی در استفاده از دستگاه پرس عبارتند از:

- فردی که با دستگاه پرس مشغول به فعالیت است باید دارای لباس کار مناسب باشد.
- با توجه به احتمال سقوط اجسام سنگین و برنده بر روی انگشتان پا فرد پرسکار باید کفش ایمنی مناسب در اختیار داشته باشد.
- به دلیل آلودگی صوتی ناشی از فعالیت دستگاه پرس کلیه افرادی که در نزدیکی دستگاه پرس قرار دارند باید از وسایل استحفاظی گوش استفاده نمایند.
- با توجه به خطر بریدگی و خراش دست به دلیل برنده بودن لبه های ورق فرد باید از دستکش ضد برش استفاده نماید.

۱-۳-۳) ایمنی مولد بخار و دیگ های آبگرم

مولد بخار یا دیگ بخار به دستگاه یا محفظه بسته ای اطلاق می شود که در آن بخار آب با فشار بیشتر از فشار هوای خارج تولید می گردد. مولد بخار با فشار قوی یا متوسط به آن نوع از مولدهای بخار اطلاق می شود که در آن حد اعلای فشار موثر مجاز بیش از یک کیلو گرم بر سانتیمتر مربع (پانزده پاوند بر اینچ مربع) باشد. در مقابل مولدهای بخار با فشار ضعیف منحصراً به آن قسم از مولدهای بخار اطلاق می شود که فشار موثر مجاز آن از یک کیلوگرم بر سانتیمتر مربع تجاوز ننماید.

دیگهای آبگرم به آن نوع از دستگاه های گرم کننده آب اطلاق می گردد که فشار موثر داخلی آن از ۱۰ کیلو گرم بر سانتیمتر مربع تجاوز نکند و یا در صورت فشار بیشتر درجه حرارت آن از ۱۲۰ درجه سانتیگراد بیشتر نباشد در هر حال نباید در آن بخار آب تولید شود.

مقصود از فشار موثر داخلی یک دستگاه تحت فشار، اضافه فشار داخل آن نسبت به هوای خارج می باشد.

اصول کلی دیگهای بخار

اصول ایمنی ساختمان دیگهای بخار

مولد بخار و لوازم مربوطه باید طوری طرح و ساخته شود که اولا برای کار مورد نظر مناسب باشد و ثانیاً دارای مقاومت کافی در مقابل فشارهای داخلی که تحت آن قرار خواهد گرفت باشد. علاوه بر مولد بخار، لوازم و اتصالات مربوطه نیز باید از مصالح مناسب و مرغوب و بدون عیب و با وزن و ضخامت کافی برطبق مشخصات فنی و استانداردهای شناخته شده و معتبر ساخته شده باشد.

لوحه شناسایی دیگهای بخار

هر مولد بخار باید دارای لوحه فلزی نصب شده شامل اطلاعات زیر باشد:

- نام موسسه سازنده
- شماره ردیف موسسه سازنده
- سالی که ساخته شده است
- حداکثر فشار موثر مجاز
- فشار آزمایش هیدرواستاتیک
- استانداردی که دیگ آبگرم یا مولد بخار براساس آن ساخته شده است
- نوع سوخت

لوحه شناسایی باید در جلوی دیگ و یا در محلی که به سهولت قابل رویت باشد، نصب گردد و علاوه بر این مشخصات مندرج در لوحه شناسایی باید در محل مناسب دیگری نظیر اطراف دریچه آدم رو حک گردد.

مدارک و مشخصات مولد بخار

هر مولد بخار باید دارای گواهینامه ای باشد که شامل کلیه مدارک و مشخصات فنی که از طرف سازنده بکار رفته و همچنین محاسبات فنی و ابعاد و اطلاعاتی که با لوحه شناسایی تطبیق نماید.

بازرسی

مولد بخار باید از داخل و خارج به وسیله بازرسانی که از طرف مقام صلاحیتدار اجازه داشته باشند، به ترتیب زیر بازرسی گردد.

- درحین ساخت
- بعد از نصب و قبل از آنکه به کارانداخته شود
- پس از هر نوع تعمیر اساسی یا تجدید ساختمان و قبل از راه اندازی مجدد
- بصورت منظم در فواصل کمتر از ۱۲ماه

سوپاپ های اطمینان

هر مولد بخار باید لااقل مجهز به یک سوپاپ اطمینان با رعایت شرایط زیر باشد

- روی بدنه آن نصب شود
- مستقیما و بلاواسطه به دیگ مربوط باشد
- مابین آن و مولد بخار و همچنین پس از آن تا دهانه خروج بخار هیچگونه مانع و شیر دیگری قرار نگیرد
- سوپاپ یا سوپاپ های اطمینان باید جمعا بتوانند مقدار بخار اضافی را در حداکثر بار به راحتی تخلیه نمایند
- جنس نشیمن و صفحه سوپاپ های اطمینان باید از مواد مناسبی که در مقابل خوردگی و زنگ زدگی مقامت دارند ساخته شده و نشیمن مزبور طوری به بدنه سوپاپ محکم شده باشد که کنده شدن آن ممکن نباشد.

خود سوپاپ های اطمینان باید با رعایت شرایط زیر ساخته و نگهداری شوند:

- خرابی بعضی از قطعات مانع خروج آزاد کامل بخار اضافی از سوپاپ نگردد
- در اثر عمل سوپاپ هیچگونه ضربه ای که مزاحم برای خود سوپاپ یا مولد باشد ایجاد نگردد
- صفحه سوپاپ روی نشیمن بچرخد

سوپاپ های اطمینان باید:

- به طور روان و بدون ضربه کار کند
- پلمپ گردیده یا بطریقی حفاظت شود که اشخاص غیر مجاز نتوانند آنرا از تنظیم خارج نمایند
- مجهز به وسایل لازم برای برداشتن آن در مواقع آزمایش مولد باشد

شیرهای قطع جریان بخار

در مسیر هر لوله انشعاب بخار از مولد بخار باید شیرهای سد کننده بخار وجود داشته باشد که حتی المقدور در دسترس نصب شده باشد (به استثنای انشعابات دریچه اطمینان و بخار خشک کن)

فشار سنج

هرمولد بخار لازمست مجهز به یک فشارسنج بخار بوده و در محلی نصب شود که

- محفوظ از لرزش باشد
- وضع آن به راحتی قابل تنظیم باشد
- قرائت آن از محلی که معمولا متصدی دستگاه در مقابل یا در پهلوی مولد می ایستد آسان و بدون مانع باشد

وسایل آب نما

هر مولد بخار باید دارای یک یا ترجیحاً دو آب نما باشد و طوری قرار گیرد و یا با وسائلی مجهز شود که به سهولت توسط متصدی مربوطه قابل رویت باشد.

شیرهای کنترل سطح آب

مولد بخار باید لااقل مجهز به سه شیر کنترل سطح آب باشد و این شیرها در همان ارتفاع حد فاصل قسمت تحتانی و فوقانی شیشه آب نماها نصب شده باشند.

فشنگ فوزیبل

فشنگهای فوزیبل مولد بخار که به عنوان وسیله اضافی برای اعلام خطر کم شدن سطح آب به کار می رود باید در فواصلی که از ۱۲ ماه تجاوز نکند، تعویض گردد و پوسته فشنگ نباید مجدداً مورد استفاده قرار گیرد.

سیستم کنترل خود کار سطح آب

مولدهای ساخته شده باید مجهز به دو دستگاه سیستم خودکار (الکتریکی یا الکترونیکی) کنترل سطح آب باشد به طوریکه بتوانند مراحل زیر را کنترل نمایند:

- روشن کردن پمپ تغذیه جهت تامین کمبود آب و خاموش کردن آن بعد از تامین آب لازم
- در صورتی که پمپ تغذیه آب روشن نشده و سطح آب مولد از حد مجاز پایین تر برود سوخت مشعل قطع گردد
- چنانچه پس از قطع سوخت باز هم پمپ عمل ننماید منجر به قطع و خاموش نمودن کل سیستم مشعل گردد

زیر آب یا لوله های تخلیه مولدهای بخار

هر مولد بخار باید حداقل مجهز به یک لوله تخلیه یا زیر آب باشد که به پایین ترین سطح آب دیگ مربوطه بوده و روی آن یک شیر نصب شود تا به وسیله آن بتوان تمام آب دیگ را خارج نمود.

سطح آب

به منظور اطمینان از نگاهداری صحیح سطح آب درمولد بخار متصدی مربوطه لازمست:

- در ابتدای هر پست و همچنین چند دفعه در ضمن پست سطح آب را به وسیله شیشه آب نما و شیرهای کنترل سطح آب رسیدگی نماید و شیرهای شستشوی آب نما را باز کند تا از ارتباط صحیح لوله ها اطمینان حاصل نماید.
- سطح آب را در شیشه های آب نما دائماً مورد نظر قرار دهد
- شیشه های آب نما را باید تمیز نگاهداری و در صورت احتیاج آنرا تعویض نمایند به طوریکه سطح آب به سهولت تشخیص داده شود و پس از نصب شیشه جدید و قبل از راه دادن آب، کمی آنرا توسط بخار گرم نمایند (برای تمیز کردن شیشه آب نما باید آن را از محل نصب جدا نمود)
- موقعی که سطح آب در شیشه آب نما دیده نشود و یا با باز کردن شیر کنترل سطح آب معلوم گردد که سطح آب پایین افتاده لازم است فشار و نیروهای وارده به مولد به طور تدریجی کاسته شود و به هیچ وجه درصدد نباشند که با زیاد کردن آب ورودی سطح آب را دفعتاً بالا بیاورند و یا دریچه های اطمینان را به منظور تخفیف فشار باز نمایند.

کف کردن و سر رفتن آب

چنانچه آب در مولدهای بخار کف کند و همراه بخار داخل لوله ها مصرف گردد، لازمست متصدیها موارد زیر را انجام دهند:

- شیر اصلی خروج بخار را ببندند، آتش را تنظیم کنند و شیر تخلیه هم سطح، اگر وجود داشته باشد، را باز نمایند
- چنانچه آب به مقدار کافی درمولد وجود داشته باشد شیر زیر آب را چندین مرتبه موقتاً باز و بسته کرده آب تازه متناوباً وارد نمایند به طوریکه قسمتی از آب دیگ تعویض شود. چنانچه تدابیر فوق موثر واقع نگردد مولد را از بهره برداری خارج نمایند تا اصلاحات لازم به عمل آید
- چنانچه آثار وجود روغن در مولد دیده شود در صورتی که شیر تخلیه هم سطح آب وجود داشته باشد، باید آنرا بازکنند تا روغنهای گسترده خارج شود و چنانچه از این عمل نتیجه گرفته نشد باید هر چه زودتر و با احتیاط لازم دستگاه را خاموش نموده و داخل مولد را با محلول سودا بشویند

۲) عوامل زیان آور محیط کار:

به هر عاملی در محیط کار به مقداری وجود داشته باشد که در حضور آن سلامت نیروی کار به خطر بیافتد، عامل زیان آور گفته می شود و شامل موارد زیر است:

- عوامل زیان آور فیزیکی محیط کار
- عوامل زیان آور شیمیایی محیط کار
- عوامل زیان آور روانی محیط کار
- عوامل زیان آور بیولوژیکی محیط کار
- عوامل ارگونومیکی محیط کار
- عوامل زیان آور مکانیکی محیط کار

۲-۱) عوامل فیزیکی زیان آور محیط کار

عوامل فیزیکی زیان آور ماهیت انرژی دارند و میتوانند در صورت تماس با مقادیر بیش از حدود مجاز آن بر سلامت کارکنان اثرات سوء به جای بگذارند. مهمترین این عوامل عبارتند از:

- صدا
- ارتعاش
- گرما و سرمای محیط کار
- تشعشعات و پرتوهای زیان آور
- روشنایی

۲-۱-۱) صدا

صدا یا صوت شکلی از انرژی است که توسط ساز و کار شنوایی قابل تشخیص است .به بیان ساده صوت هر چیزی است که شنیده می شود و به عبارت دیگر صوت نوسان فشار هوا در یک محیط کشسان است .یکی از مشکلات و مسائل ایمنی و بهداشت کار ، وجود صدای بیش از حد مجاز در اکثر محیط های کار است صدمات صدای بیشتر متوجه سیستم های شنوائی و اعصاب است و می تواند منجر به کاهش بازدهی کار، کاهش دقت و در نهایت امکان ایجاد حادثه شود.

اثرات صدا

اثرات صدا بر مکانیسم شنوایی (شامل ایجاد افت شنوایی موقت و دایم، برگشت پذیر و برگشت ناپذیر، وزوز گوش)، اثرات فیزیولوژیکی (مثل افزایش ضربان قلب، افزایش ریتم تنفس، افزایش فشار خون) و اثرات روانی (مثل کاهش تمرکز ، افزایش هیجان پذیری ، افزایش اشتباهات فردی، عصبانیت و افسردگی) میباشد.

اثرات صدا در محیط های کار را می توان به دو بخش مستقیم و غیرمستقیم تقسیم نمود.

الف) اثرات غیرمستقیم

اثر بر وضع روانی: وجود صدای بیش از حد در محیط باعث عصبانیت و تحریک پذیری فرد کارگر شده و سبب می شود که فرد یک حالت تهاجمی به خود گیرد و در برابر کوچکترین تحریکی پرخاشگری کند. وجود عصبانیت باعث به وجود آوردن مشکلاتی از قبیل منازعات بین کارگران و اختلافات خانوادگی نیز خواهد شد و بدین ترتیب ممکن است شرایط ایجاد حادثه مهیا گردد.

اثر پوششی بر شنوایی: وجود صدا در محیط باعث می شود که کارگر نتواند صداهای مفید و فرامینی را که شفاها به وی داده می شود دریافت کند و خود این امر می تواند در ایجاد حادثه دخیل باشد.

اثر بر وضع عمومی بدن: وجود سردرد، سرگیجه، ضعف عمومی، تشدید صرع در افراد مصروع، افزایش تعداد تنفس و ضربان قلب، فشارخون و کندی کار دستگاه گوارش در بین کارگران شاغل در محیط های صنعتی با آلودگی صوتی گزارش شده است.

همچنین دیده شده است که وجود سروصدا اثر منفی در میزان تولید داشته و سبب بی دقتی فرد کارگر نسبت به انجام کار می شود.

ب) اثرات مستقیم

بیشترین خطر صدای بیش از حد در محیط های کار، متوجه دستگاه شنوایی است که به صورت کری عارض میشود .کری شغلی که در اثر کار کردن در محیط های پرسروصدا به وجود می آید به دلیل از بین رفتن و در واقع فلج شدن اندام کورتی در گوش بوده و در واقع یک کری عصبی است. از این رو بعد از به وجود آمدن آن هیچگونه تدابیر درمانی در حال حاضر برای آن وجود ندارد.

لازم به ذکر است که قبل از ایجاد کری دائم، کری موقت به وجود می آید. در این حالت بعد از ترک کار پرسروصدا و یا پس از اصلاح آلودگی صوتی در محیط به تدریج قدرت شنوایی کارگر بازگردانده میشود .در حالی که در کری دائم افت شنوایی تثبیت شده بوده و پس از قطع تماس با سروصدا دیگر پیشرفت نمیکند.

عوامل موثر در افت شنوایی:

بلندی صدا: معلوم شده است که درک شنوایی انسان نسبت به تغییرات مقادیرمطلق، بصورت لگاریتمی است . احساس شنونده نسبت به مقادیر در فرکانسهای مختلف یکسان نبوده و به همین دلیل علاوه بر کمیت صدا، نحوه درک شنوایی صوت بنام بلندی صوت تعریف می گردد.

فرکانس صدا: تراز فشار صوت بالا تر از حد مجاز در فرکانس مکالمه باعث افت شنوایی میشود.

مدت تماس: افت شنوایی بصورت مزمن و در ۱۰ سال اول کار متناسب با افزایش سن بروز میکند و در اثر تماس مکرر با صدای زیاد و صداهای یکنواخت و ضربه ای ایجاد می شود.

حد مجاز مواجهه شغلی با صدا

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی با صدا و مدت مواجهه با آن به شرایطی اشاره دارد که چنانچه شاغلین به طور مکرر در مواجهه با این مقادیر قرار گیرند آثار نامطلوب در توانایی شنیداری و درک محاوره ای طبیعی آنان ظاهر نشود.

بر اساس جدول حد مجاز مواجهه شغلی با صدا بر مبنای تراز معادل فشار صوت برای ۸ ساعت کار روزانه برابر با ۸۵ دسی بل است .در صورتی که کارگر طی نوبت کاری ۸ ساعته در مواجهه با صدای بیش از حد توصیه شده قرار گیرد، می بایست اقدامات کنترلی مدیریتی و فنی جهت کاهش مواجهه با صدا در محیط کار اجرا گردد. علاوه بر این حد مراقبت(اقدام) توصیه شده صدا برای شروع برنامه حفاظت شنوایی برای ۸ ساعت کار روزانه برابر با ۸۲ dBA تعیین شده است .

راه های کاهش مواجهه با صدا تا حد مجاز:

- کاهش صدای منابع صوتی مانند سرویس و روغنکاری قطعات ماشین آلات ، تعمیر قطعات معیوب و نصب پایه های ضد ارتعاش (به دلیل آنکه معمولا ارتعاش باعث ایجاد صدا در محیط کار میشود)
- کاهش صدا در مسیر انتشار از قبیل نصب مواد جاذب در سطوح کارگاه و کاهش صدای انعکاسی، ایجاد فاصله تا منبع صدا و احداث اتاقک اپراتور
- استفاده از وسایل حفاظتی، گوشی های داخل گوش (ایرپلاگ)؛ گوشی های روی گوش (ایرماف)

وسایل حفاظت فردی در مقابل سروصدا:

ایر پلاگ (داخل گوشی): از یک ماده نرم و قابل ارتجاع به شکلی ساخته شده است که در داخل مجرای گوش قرار می گیرد. برخی یکبار مصرف و برخی نیز برای چندین بار استفاده ساخته شده اند .پلاگ ها قادرند مقدار قابل توجهی از شدت صدا با فرکانس های بالا و پائین را بکاهند و در مورد فرکانس های بالا قدرت حفاظتی بیشتری را دارند .حسن این وسیله در این است که می توان از آن به همراه وسایل حفاظتی دیگر مانند ماسک، عینک و غیره استفاده نمود. مشکلی که در ارتباط با این وسایل وجود دارد امکان تحریک پوست مجرای گوش توسط آنهاست که ممکن است در اثر تماس طولانی به وجودآید. همچنین باید به کارگر آموزش لازم در ارتباط با رعایت موازین بهداشتی و شستشوی مرتب این پلاگ ها با آب و صهابون داده شود تا کاربرد آن موجب به وجودآمدن عفونت گوش نگردد.

گوشی ایرماف (روی گوشی): این وسایل به شکل نیم کره از یک فلز سبک یا مواد پلاستیکی که در داخل آن نیز مواد جاذب صوت انباشته شده است ساخته شده اند. قدرت استحفاظی گوشی ها در فرکانس های بالا خیلی بیشتر از فرکانس های پائین است به طوری که در فرکانس ۱۰۰۰ هرتز قدرت استحفاظی پلاگ بیشتر از گوشی است. گوشی ها اصولا به علت سهولت استعمال مورد استقبال کارگران می باشند و همچنین به کارگیری آن توسط کارگر را با سهولت بیشتری در مقایسه با پلاگ می توان کنترل نمود.

کلاه کاسکت: موثرترین وسایل حفاظت از دستگاه شنوائی است و معمولا بهرای حفاظت در برابر سر و صداهای فوق العاده شدید مورد استفاده قرار می گیرد زیرا بخشی از صدای محیط از طریق استخوان جمجمه منتقل

میگردد. در صورت لزوم می توان همزمان با آن از ایر پلاگ نیز استفاده نمود تا در مجموع صدای وارد شده به گوش را تا حدود مجاز کاهش داد. علاوه بر آن، کلاه کاسکتها از نظر حفاظت سر نیز مفید بوده و مانع وارد آمدن صدمات به آن میشوند.

۲-۱-۲) ارتعاش

یکی دیگر از عوامل فیزیکی زیان آور در محیط کار، عامل ارتعاش است .ارتعاش یک موج مکانیکی است که در اثر نوسان هر ذره از جسم مادی حول نقطه تعادل خود ایجاد میشود .ارتعاش شامل انواع ارتعاش تمام بدن و ارتعاش دست و بازو است.

ارتعاش تمام بادن: کلیه دستگاهها و ماشین آلات در هنگام کار به علت حرکت موتور ایجاد ارتعاش می کنند که ممکن است به بدن کارگران انتقال یابد .به عنوان مثال در مورد رانندگان، تمامی ارتعاشات ناشی از کار موتور مستقیماً به بدن منتقل میشود. در ارتباط با افرادی که در کنار سنگ شکن ها و یا سرندها مشغول به کار هستند، قسمتی از ارتعاشات تولید شده توسط دستگاه به صورت غیرمستقیم و از طریق زمین به بدن آنها منتقل می شود و یا افرادی که با دستگاهای پنوماتیک کار می نمایند مقدار زیادی از ارتعاشات را از طریق دست خود دریافت می کنند. در تمام حالات مذکور ممکن است اثرات نامطلوبی در کارگران به وجهود آید.

اثرات ارتعاشات بر حسب فرکانس وارده به بدن تقسیم میشوند.

اثر ارتعاشات با فرکانس های خیلی پایین: این ارتعاشات در محدوده فرکانسی۰,۱ تا ۰,۶۳ هرتز بوده وعموماً به وسیله وسایل نقلیه مانند اتومبیل، هواپیما و کشتی به وجود می آیند. واکنش افرادی که در این طیف فرکانس با ارتعاش مواجه هستند به طور وسیع متفاوت بوده و به شدت ارتعاشات و حساسیت شخص و سن و شرایط جوی نیز بستگی دارد. اختلالاتی که در این مواقع ممکن اسهت ایجاد شود شامل تهوع، استفراغ، رنگ پریدگی و عرق سرد است که عموماً از دستگاه عصبی مرکزی نشأت می گیرد. این اختلالات معمولا در زمان مواجه و یا به فاصله کمی بعد از آن به وجود می آیند و بعد از یک دوره استراحت از بین می روند.

اثر ارتعاشات با فرکانس های پایین: ارتعاش تمام بدن در محدوده فرکانسی ۱ تا ۲۰ هرتز معمولا مزاحم ترین و مضرترین فرکانس ها برای کارکنان صنایع است. این ارتعاشات توسط وسایل نقلیه صنعتی مانند تراکتور، ماشین آلات خاکبرداری، کامیون و امثالهم به وجود می آیند .ارتعاشات با فرکانس بیشتر از۲۰ هرتز اگرچه باعث ناراحتی و خستگی فرد می شوند ولی اصولا سهم عمده ای را در بروز بیماری ها ندارند زیرا توسط سطح بدن و یا مواد سازنده کف کارگاه و همچنین محل نشستن فرد کارگر کاهش می یابند. به عبارت دیگر انرژی چنین ارتعاشاتی نمی تواند به بدن وارد شود.

در هر حال، این ارتعاشات به تمامی احشاء داخلی منتقل می شوند و باعث افزایش خفیف مصرف اکسیژن همراه با سریع شدن ریتم تنفس، انقباض عضلات گردن، اختلالات بینائی، مشکل در حفظ تعادل و اختلالات رفتاری می شوند. اختلالات گوارشی به صورت احساس درد همراه با بی اشتهائی و حالت تهوع و استفراغ نیز گاهی

دیده می شود. تعدادی از دردهای مزمن غالباً بین رانندگان با سابقه کار بیشتر از ۱۵ سال دیده می شود .وجود دردهای پشت و ناحیه کمری ممکن است به علت کاهش جریان خون در ناحیه کمری بوده ومنجر به آسیب نواحی پائین نخاع شود.

اثر ارتعاشات با فرکانس های خیلی بالا: برخی از دستگاه های جدید مانند دستگاه هائی که برای صاف کردن قطعات آلومینیومی در صنایع هواپیماسازی به کار می رود ایجاد ارتعاشاتی با فرکانس های بیشتر از ۲۰۰۰ هرتز می نمایند. درد اولین علامت و عارضه ناشی از این ارتعاشات است که به صورت سوزن سوزن شدن، تیرکشیدن در دست و انگشتان ظاهر شده و گاهی به شانه ها نیز کشیده می شود. اختلالات حسی، ورم، محدود شدن حرکات مفصلی و کاهش بازدهی عضلانی نیز ممکن است به وجود آید.

۲-۱-۳) اختلالات ناشی از گرما

در هنگامی که کار در محیط های گرم صورت گیرد با توجه به گرمای موجود در محیط، مقدار فعالیت عضلانی و میزان تماس فرد، ممکن است یک یا چند اختلال زیر پدیدار گردد.

اختلالات عصبی و روانی: کار در شرایط وجود گرما باعث احساس ناراحتی، بی علاقگی نسبت به انجام کار، کاهش بازده کاری، اختلال در قضاوت وافزایش تعداد اشتباه می گردد و هر یک از این حالات نیز شرایط به وجود آمدن حادثه ناشی از کار را مهیا می کند.

عوارض پوستی: کارگرانی که در محیط های گرم و مرطوب کار می نمایند دچار یک عارضه پوستی به نام میلیرقرمز می شوند که ناشی از اختلال عمل غدد ترشح کننده عرق است .این عارضه به ویژه در آن ناحیه از بدن که توسط لباس پوشیده می شود بروز می کند و به شکل بثورات قرمز رنگ و خارش داری است که در صورت عرق کردن با سوزش و احساس سوزن سوزن شدن همراه می گردد. همچنین کار در محیط های گرم باعث افزایش تعریق توسط بدن شده و از آنجا که محیط های مرطوب بدن مثل زیربغل، کشاله ران و لای انگشتان پا محل مناسبی برای رشد عوامل عفونی مثل قارچ هاست، احتمال پیدایش بیماری های عفونی پوست خصوصاً بیماری های قارچی نیز افزایش می یابد.

کرامپ عضلانی: همان طور که گفته شد یکی از مکانیسم های اساسی بدن جهت مبارزه با گرما تعریق و تبخیر آن است. همراه با عرق ، مقدار زیادی سدیم نیز از بدن دفع می شود که ممکن است مقدار آن به ۱۰ تا ۲۰ گرم در روز نیز برسد .کاهش سدیم بدن منجر به گرفتگی یا کرامپ عضلانی خواهد شد .در اکثر مواقع این گرفتگی از ماهیچه های ساق پا شروع شده و به قسمت های بالای پا و شکم گسترش می یابد .این حالت به صورت متناوب بوده و هرچند دقیقه یکبار شدت می یابد.

خستگی و بی حالی در اثر گرما: در هنگام مواجه با گرما مقدار زیادی آب بدن از راه تعریق خارج می شود. چنانچه کاهش آب بدن به ۵ تا ۸ درصد وزن شخص برسد شخص احساس خستگی و بی حالی را خواهد نمود . در این حالت فرد دچار رنگ پریدگی، سستی، گیجی، پوست سرد و مرطوب شده و حرارت بدن او ممکن است

کمی افزایش داشته باشد. علت اصلی این علائم در واقع عدم کفایت دستگاه گردش خون به علت کاهش حجم خون است .چنانچه کاهش آب بدن به ۱۰ درصد وزن بدن برسد شخص، دیگر قادر به انجام هیچ کاری نیست و اگر این کاهش به میزان ۱۵ درصد برسد مرگ فرد را به دنبال خواهد داشت.

گرمازدگی: بعد از فعالیت های خیلی شدید در محیط های خیلی گرم ممکن است به وجود آید .این اختلال با علائم از دست دادن حس جهت یابی، گیجی، تهوع، سردرد شدید، پوست داغ و خشک شروع می شود و حرارت بدن ممکن است به حدود ۵ درجه سانتی گراد بالاتر از حد طبیعی برسد .گرمازدگی یک فوریت پزشکی است و اگر بدن به سرعت خنک نشود ممکن است منجر به مرگ و یا آسیب های غیرقابل برگشت به برخی از بخشهای بدن مثل مغز، کلیه و کبد گردد.

۲-۱-۴) روشنایی در محیط کار:

امروزه مسئله روشنایی برای کارگاه های بزرگ صنعتی اهمیت ویژه ای یافته است .کمبود روشنایی در محیط کار ، افزون بر ایجاد خستگی اعصاب، آسیب های دیگری به سلامت بینایی کارگر وارد می آورد.

به طور کلی، می توان اهداف تامین روشنایی کافی و مناسب را چنین بیان کرد:

- بیشترین حفاظت از بینایی کارکنان
- کاهش عوامل ایجاد خستگی و فشار ناشی از روشنایی کافی
- پیشگیری از حوادث ناشی از کار
- افزایش بازده کار
- بهبود کیفیت فرآورده

روشنایی رضایت بخش دارای ویژگیهای زیر است:

- نور کافی باشد
- نور از نظر توزیع مطلوب باشد
- درخشندگی سطوح باعث زدگی چشم نگردد .
- سایه های مزاحم موجود نباشد.

روشنایی رضایت بخش به راحتی و آسایش انسان کمک میکند و بازده کار را بالا می برد و با کاهش حوادث ناشی از نور غیرکافی، به ایمنی کمک بسیاری می کند. شدت روشنایی مورد نیاز بر حسب لوکس (لومن بر متر مربع) انتخاب می شود. اندازه گیری مقادیر شدت روشنایی باید توسط دستگاه سنجش روشنایی با دقت ۰,۱ لوکس و به صورت کالیبره شده در ارتفاع سطح کار انجام شود. معیار تعیین ایستگاه ههای اندازه گیری روشنایی عمومی استفاده از روش الگویی مورد قبول انجمن مهندسین روشنایی آمریکای شمالیIESNA در ارتفاع عمومی سطح کار و محاسبات مربوط به آن می باشد .در اندازه گیری روشنایی موضعی باید حداقل سه ایستگاه در سطح کار (که یکی از آنها محدوده بیشترین زمان رویت باشد) مورد سنجش قرار گیرد و ارقام هیچیک از آنها از حد توصیه شده جدول حدود مجاز نباید کمتر باشد.

جدول حدود توصیه شده شدت روشنایی موضعی مورد نیاز برای مشاغل مختلف

گروه شغل	خصوصیات شغل	دقت وضوح اشیاء و تصاویر	مثال	شدت روشنایی موضعی مورد نیاز Lx
الف	کارهای معمول غیر دقیق	۵ سانتی متر	مشاغل تولیدی و تعمیرات عادی	۲۵۰
ب	کارهای نسبتاً دقیق	۱ سانتی متر	مونتاژ قطعات مکانیکی،تعمیر تجهیزات مکانیکی	۲۷۰
ج	کارهای دقیق	۵ میلی متر	مشاغل اداری،تحریری یا تایپی، تعمیرات و مونتاژ تجهیزات الکتریکی	۳۰۰
د	کارهای خیلی دقیق	۱ میلی متر	نقشه کشی، طراحی دقیق،مونتاژ یا تعمیر قطعات ریز ،قالیبافی	۵۰۰
ه	کارهای فوق العاده دقیق	کمتر از ۱ میلی متر	جراحی	۵۰۰-۱۰۰۰۰

۲-۲) لوازم حفاظت فردی

یکی از مشکلات مهم صنایع به ویژه در کشورهای در حال توسعه، مشکلات ایمنی و بهداشتی پرسنل شاغل در صنایع است. ایمنی به عنوان شاخصی در خصوص درجه نسبی فرار از خطر و بهداشت حرفه ای به عنوان مفاهیمی برای ارزیابی میزان تماس با آلاینده های مختلف و متعدد محیط های کار از جمله موارد حائز اهمیتی هستند که مدیران صنایع می بایست به آن توجه کنند. بدیهی است شناسایی و کنترل خطرات برای بالا بردن سطح بهره وری در صورت دارا بودن محیط بهداشتی، ایمن همراه با سلامت جسمانی افراد امکان پذیر خواهد بود.

از آنجایی که در مواقعی کنترل بخش مهمی از عوامل زیان آور شغلی (شامل عوامل شیمیایی، فیزیکی، مکانیکی و بیولوژیکی) در منبع تولید یا در مسیر انتقال امکان پذیر نیست تنها راه حل باقی مانده تجهیز پرسنل به وسایل حفاظت فردی مناسب و استاندارد خواهد بود. وجود طیف وسیعی از خطرات شیمیایی، فیزیکی، بیولوژیکی و مکانیکی با خصوصیات خورندگی، برندگی، سمیت، سرطانزایی، سوزانندگی، جهش زایی و... در محیط های کاری می تواند سلامت شاغلین و حتی سایر افراد مجاور محیط های شغلی را به شدت مورد تهدید قرار دهد. بنابراین به منظور حفظ منبع انسانی و هم چنین افزایش راندمان کار و بهره وری، شناسایی، ارزیابی و کنترل خطرات فوق از اهمیت بسزایی برخوردار است. وظایف یاد شده در فرهنگ ایمنی امروزی نه تنها در راستای اهداف اقتصادی و اجتماعی محسوب می شود بلکه وظیفه قانونی نیز تلقی می شود که چشم پوشی از آن می تواند باعث اعمال مجازات قانونی شود. از طرف دیگر بایستی توجه داشت که استفاده از وسایل

حفاظت فردی معمولاً آخرین روش دفاعی در مقابل شرایط خطرناک محیط های کار محسوب می شود. مقررات اداره بهداشت و ایمنی حرفه ای آمریکا استفاده از وسایل حفاظت فردی را به عنوان آخرین راه کنترل شرایط خطرناک طبقه بندی کرده و بیان می کند که کاربرد وسایل حفاظت فردی زمانی به عنوان یک راه حل جایگزین مطرح می شود که بنا به دلایل فنی و اقتصادی قابل قبول، اجرا و به کارگیری کنترل های مهندسی و مدیریتی عملی نبوده و یا نتواند سطح مواجهه با عوامل زیان آور را به حد بی خطر و یا قابل قبول کاهش دهد. در شرایطی که روش های مهندسی و مدیریتی نتوانند به طور موثر پتانسیل مواجهه با مواد یا شرایط خطرناک را کاهش دهند یا زمانی که شرایط تماس موقتی باشد یا مواردی که هزینه کنترل های مهندسی و مدیریتی آنقدر بالا باشد که نتوان آن را به کار بست و یا جایی که نیاز به یک خط دفاعی ثانویه باشد، می توان استفاده از وسایل حفاظت فردی را به عنوان یک راه حل پیشنهاد کرد. بنابراین به وضوح پیداست که کاربرد وسایل یاد شده اغلب به عنوان آخرین راه مقابله با مخاطرات متنوع محیط های کاری محسوب می شود.

به این ترتیب تجهیز پرسنل به لوازم حفاظت فردی به عنوان:

- آخرین راه کنترل عوامل زیان آور است و در صورتی قابل قبول است که نتوان از راه مهندسی و مدیریتی مشکل را حل کرد یا اقدام اساسی ایمنی مشکل و یا محتاج زمان باشد. در این صورت تامین شرایط ایمنی برای افراد به طور موقت خواهد بود
- بعنوان ابزار کار تلقی شده که بدون آن پرداختن به شغل موردنظر غیر ممکن است.
- بعنوان اقدام اساسی ایمنی بر روی محیط پیرامون شخص و آنچه در اختیار دارد.

۲-۲-۱) ارزیابی خطرات و انتخاب تجهیزات حفاظت فردی

خطر بالای سر

خطراتی که بایستی مدنظر باشند عبارتند از:

- بارهای معلقی که می توانند سقوط کنند
- تیرها، اشیا و بارهای بالای سر که امکان تماس سر با آنها وجود دارد
- سیستم ها و تجهیزات برقی که امکان تماس سر با آنها وجود دارد
- کار در ارتفاعات و محیط هایی که ممکن است در آنها اشیا و اجسام به پایین انداخته شود
- اجسام و گوشه های تیز در ارتفاع سر

خطرات چشم و صورت

خطراتی که از این منظر بایستی مدنظر قرار گیرند، عبارتند از:

- پاشش مواد شیمیایی
- گرد و غبار
- دود و دود فلزی
- آئروسل های بیولوژیکی

- پرتاب ذرات و اجسام
- عملیات جوشکاری
- تشعشعات لیزری و مرئی

خطرات دست

خطراتی که در تین زمینه بایستی مدنظر باشند، عبارتند از:

- مواد شیمیایی
- لبه های تیز، تراشه ها، غیره
- گرما و سرمای بسیار زیاد
- عوامل بیولوژیکی
- سیم های برقدار
- ابزار آلات تیز، قطعات ماشین آلات و غیره
- جابجایی مواد

خطرات پا

خطراتی که بایستی مدنظر باشند عبارتند از:

- مواد سنگین جابه جا شده توسط افراد
- لبه یا قطعات تیز (ریسک سوراخ شدن)
- مواجهه با سیم های برقدار
- شرایط لغزنده غیر معمول
- شرایط مرطوب
- ساختمان سازی یا تخریب

۲-۲-۲) تدابیر حفاظتی

تمام تجهیزات و وسایل حفاظت فردی بایستی با توجه به نوع استفاده، از طرح و ساخت ایمن برخوردار بوده و لازم است که در یک وضعیت بهداشتی و قابل اطمینان نگهداری شوند. هم چنین بایستی توجه داشت که در موقع خرید و انتخاب وسایل حفاظت فردی تنها آن دسته از آنها انتخاب شوند که مطابق با مقررات سازمان های مسئول ملی و بین المللی نظیر سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ، مقررات وزارت کار و امور اجتماعی، ANSI ، NIOSH و غیره باشند.

در انتخاب وسایل حفاظت فردی مناسب در راستای کسب اطمینان از استفاده صحیح از آنها، لازم است علاوه بر خصوصیات عملکرد آنها، به سایر عوامل دخیل نظیر اندازه، رنگ، شکل و ... نیز توجه شود.

تمیزکاری و نگهداری:

کلیه افرادی که از وسایل حفاظت فردی استفاده می کنند لازم است در زمینه استفاده و نگهداری مناسب از وسایل حفاظت فردی آموزش کافی ببینند. به همین منظور برنامه ریزی و اجرای بازآموزی های دوره ای توسط مهندسین ایمنی و بهداشت حرفه ای برای تمامی افراد امری اجتناب ناپذیر است.

فاکتورهای انتخاب لوازم حفاظت فردی

پذیرش خود فرد جهت استفاده از لوازم حفاظت فردی یک فاکتور اساسی در یک برنامه موفقیت آمیز استفاده از وسایل حفاظت فردی محسوب می شود. بعلاوه انطباق وسیله حفاظتی انتخاب شده با مواردی شامل حساسیت فرد ، قابلیت های فرد ، سایز کار متناسب با عامل زیان آور شدت ، غلظت آلاینده، زمان مواجه و نوع آلاینده نیز مهم است. از جمله فاکتورهای دیگر دخیل در انتخاب لوازم حفاظت فردی عبارتند از:

- استاندارد
- تناسب با آب و هوا
- تناسب با فرهنگ (قابلیت پذیرش جامعه)
- شکل ظاهری
- کیفیت
- سهولت استفاده
- عدم مزاحمت جهت انجام کار
- عدم ایجاد اثرات جانبی
- چندمنظوره بودن
- مدت زمان استفاده
- در دسترس بودن
- نگهداری
- نظر فرد استفاده کننده
- تاریخ انقضاء
- هزینه
- جنس (نوع ماده ای که از آن ساخته شده)

۲-۲-۳) وسائل ایمنی و حفاظت انفرادی

منجمله مهمترین وسایل حفاظت انفرادی عبارتند از:

لباس کار، پیش بند، کلاه فلزی، کلاه کار و سربند، ماسک جوشکاری و عینک، سایر انواع ماسک ها، حفاظ گوش، کمربند، انواع دستکشها، کفش ، چکمه و گتر.

لباس کار

- لباس کار بایستی با توجه به خطراتی که در حین کار برای فرد پیش بینی می شود انتخاب شده و به ترتیبی باشد که از بروز خطرات تا حد ممکن جلوگیری نماید.
- لباس کار باید مناسب با بدن شخص استفاده کننده بوده و هیچ قسمت آن آزاد نباشد. کمر آن همیشه بسته و جیبهای آن کوچک بوده و حتی الامکان تعداد جیبها کم باشد.
- اشخاصی که با ماشین کار می کنند و یا در جوار ماشین آلات مشغول کار هستند باید لباس کار داشته باشند که هیچ قسمت آن باز و یا پاره نباشد، بستن کراوات ، آویزان نمودن زنجیر ساعت و کلید و نظائر آنها روی لباس کار اکیداً ممنوع است.
- در محل کاری که احتمال خطر انفجار و یا حریق باشد استفاده از یقه نورگیر (آفتاب گردان) و زه و دسته عینک که از انواع سلولوئید ساخته شده اند و همچنین همراه داشتن سایر مواد قابل اشتعال اکیداً ممنوع است.
- در صورتی که انجام کاری ایجاب نماید که فرد آستین لباس کار خود را مستمراً بالا بزند بایستی از لباس کار آستین کوتاه استفاده نماید.
- لباس و کلاه حفاظتی باشلق مخصوص کسانی است که با مواد خورنده و یا مضر کار می کنند. باید آب و گاز در این لباس نفوذ ننموده و جنس آن مناسب با نوع ماده و یا موادی که با آنها کار می کنند باشد.
- لباس نسوز مخصوص حفاظت در مقابل حریق و یا انفجاری است که امکان دارد ناگهان در حین انجام کار پدید آید. این نوع محافظ باید لباس کاملی باشد که با شلق و دستکش و کفش از یک تکه و سر هم است ساخته شده است.
- وسایل حفاظتی افرادی که با مواد رادیواکتیو کار می کنند باید طبق نمونه های مخصوصی که به تصویب وزارت کار رسیده است باشد.

کاسک(کلاه خود یا کلاه ایمنی)

استفاده از کلاه ایمنی برای حفاظت موی سر و جلوگیری از خطرات تماس آن با وسائل متحرک مخصوصا برای افرادی که موی سرشان بلند است ضروری است . همچنین در کارگاههائی که خطر برخورد سر با لوله و اشیاء دیگر وجود دارد، استفاده از کلاه ایمنی لازم وضروری است.

در پاسخ به این سوال که "در چه مواقعی باید برای کارکنان کلاه ایمنی تهیه نمود؟" باید گفت در مواقعی که:

- احتمال افتادن اشیا از بالا و برخورد آنها با سر وجود داشته باشد.
- احتمال برخورد سر با موانعی وجود داشته باشد.
- کارگران در نزدیک قسمت های برق دار کار کنند.

استفاده از کلاه ایمنی ضروری است.

به طور کلی کلاه های ایمنی به سه دسته تقسیم می شوند:

دسته اول (Class A) : این کلاه ها برای مصارف عمومی استفاده می شوند محافظت خوبی در برابر ضربه دارند ولی در برابر ولتاژ برق محافظت محدودی دارند . این کلاه ها عمدتاً در معادن ، ساختمان سازی و کارخانجات استفاده می شوند.

دسته دوم (Class B) : این کلاه ها برای کسانی پیشنهاد می شود که در محیط های برقدار کار می کنند . این کلاه ها در برابر ضربات ناشی از سقوط اشیاء، شوک الکتریکی ولتاژ بالا و سوختگی مقاومند.

دسته سوم (Class C) : کلاه های این دسته وزن سبکی دارند و برای محافظت های محدود پیشنهاد می شوند. آنها سر کارکنان را در برابر ضربات ناشی از برخورد با اشیاء ثابت محافظت می کنند . ولی در برابر سقوط اشیاء و یا شوک الکتریکی مقاومتی ندارند.

سوال بعدی این است که "کلاه ایمنی باید دارای چه شرایطی باشد؟"

- در برابر برخورد با اشیاء مقاوم باشد
- توانایی جذب ضربات را داشته باشد و آنها را به سر فرد انتقال ندهد.
- ضد آب و کند سوز باشد.
- همچنین کلاه ایمنی باید دارای کاتالوگی باشد که در آن نام کارخانه سازنده و دسته ای (Class) که کلاه در آن قرار می گیرد و استاندارد تایید کننده آن آمده باشد. در آمریکا از سال ۱۹۹۴ به بعد اجبار گردید که تمام کلاه های ایمنی باید دارای استاندارد ANSI باشند.
- کاسک افرادی که با خطر سقوط یا پرتاب شیئی روی سرشان مواجه هستند باید از جنس فلزی باشد.
- وزن کاسک بطور کامل نباید از ۱۱۱ گرم تجاوز نماید.
- کاسک باید از مواد غیرقابل احتراق ساخته شده و در مقابل جریان برق عایق باشد.
- به منظور حفاظت سر، صورت و پشت گردن دور تا دور کاسک باید لبه دار باشد.
- برای کار در فضای نسبتاً کوچک و تنگ کاسک باید کوتاه بوده و در صورت لزوم فاقد لبه باشد.
- کاسک هایی که در فضای خیلی مرطوب مورد استفاده قرار می گیرند باید از نظر رطوبت غیرقابل نفوذ باشند.
- نوارها و چرم داخل کاسک باید به سهولت قابل تعویض باشند.
- نظافت و تمیز کردن سربندها باید به سهولت انجام گیرد.

حفاظت چشمها

هنگام کار با وسایلی مانند سنگ سنباده، جوشکاری، چکش کاری با قلم روی فلزات و ... برای محافظت چشم باید از عینک های مخصوص استفاده کرد تا از ورود اجسام خارجی، تابش نورهای زیان آور به چشم جلوگیری به عمل آید. تمام افرادی که کار آنها ممکن است ایجاد خطری برای چشمهایشان بنماید باید از وسایل حفاظتی

مخصوص چشم استفاده نمایند. افرادی که مجبور به استفاده از عینک های نمره ای هستند باید از عینک های حفاظتی به شرح زیر استفاده نمایند.

- عینک های حفاظتی که تواماً باعینک نمره ای دید و حفاظت چشم افراد راتامین نماید
- عینک های حفاظتی که روی عینک های نمره ای قرار می گیرند به شرط آنکه هیچگونه تغییری در وضع استقرار عینک اصلی ایجاد نشود.
- عینک های حفاظتی که شیشه نمره ای آن زیر شیشه حفاظتی قرار دارد.

شیشه و یا هرگونه ماده پلاستیکی شفاف که برای عینک هایی حفاظتی استفاده می شوند باید:

- درمقابل کاری که عینک به منظور آن کار اختصاص داده شده مقاومت کافی داشته باشد.
- عاری از حباب هوا ترک موج و یا هرگونه عیب دیگری باشد .
- بغیر از شیشه های نمره ای ، سطح داخلی و خارجی شیشه های حفاظتی باید موازی بوده و هیچگونه خمیدگی نداشته باشد.
- شیشه هایی که منحصراً جهت حفاظت در مقابل خطر پرتاب ذرات اجسام و ضربه اختصاص داده می شوند بایستی لااقل قدرت عبور ۸۰٪ نور سطح کار داشته باشد.
- زه های عینک باید سبک و محکم بوده و کاملاً روی صورت چسبیده باشند و در صورت لزوم مجهز به حفاظ های جانبی گردند.
- ماسک های طلقی برای حفاظت صورت و چشم در مقابل ضربات خفیف و جرقه باید کاملاً شفاف و نسوز و بدون عیب باشند به قسمی که مانع از دید فرد نشود.
- کلیه عینک ها و ماسک های طلقی درموقعی که مورداستفاده قرار نمی گیرند باید در جلد مخصوص نگهداری شوند تا در اثر تماس با روغن و چربی و سایر مواد خراب نگردند.
- عینک های حفاظتی و ماسک های طلقی مرتباً باید مورد بازدید و کنترل قرار گیرند و قسمت های آسیب دیده آنها فوراً تعویض شوند.

حفاظ گوشها

هرگاه در محیط کار صداها شدید و مداوم باشد اشخاصی که در آن محیط کار می کنند بایستی از وسایل حفاظتی پرده گوش استفاده نمایند.

حفاظ پرده گوش باید دارای شرایط ذیل باشد:

- همه روزه تمیز شود مگر انواعی که پس از یک مرتبه استعمال باید دورانداخته شود.
- قبل از آنکه شخص دیگری از آن استفاده نماید ضدعفونی گردد.
- وسیله حفاظتی جهت گوشها در مقابل جرقه ، ذرات فلزات و سایر اجسام خارجی باید از نوع توری زنگ نزن ، محکم و سبک با دوره چرمی باشد که از پشت سر توسط فنر تسمه ای قابل تنظیم روی گوشها مستقر گردد.

- در مواقعی که دستگاه حفاظ گوش مورد استفاده قرار نمی گیرد باید در جلد مخصوصی نگهداری شود تا در اثر تماس با روغن و چربی و سایر مواد خراب نشود.

کمربندهای اطمینان

کمربند ایمنی ، یکی از وسایل مهم برای استفاده پرسنل بالا رو و افرادی که در ارتفاع کار می کنند می باشد تا بتواند از بروز خطرات احتمالی که در ارتفاع وجود دارد (نظیر سقوط و...) جلوگیری کند و بتواند از جان آنها حفاظت کند . لذا جنس این کمربند ها علاوه بر سبک بودن باید محکم و قابلیت تحمل فشار های ناگهانی یا طولانی را دارا باشد. در ضمن باید طراحی این کمربندها بطوری باشد که در مواقع استفاده موجب خفگی نگردد.

وسایل حفاظتی دستها و بازوها

دستکشها باید طوری انتخاب شوند که با خطرات احتمالی ناشی از کار متناسب بوده و هیچگونه ناراحتی برای حرکت انگشتان ایجاد ننماید. افرادی که با انواع مختلف ماشین های مته ، ماشین های کله زنی و سایر ماشین ها کار می کنند که قطعات متحرک آنها احتمال گرفتن دست یا دستکش را دارند نبایستی از دستکش استفاده نمایند. افرادی که اشیاء لب تیز و برنده و یا اجسام خاردار یا عاج داری حمل می نمایند باید از دستکشهایی استفاده نمایند که مقاومت کافی داشته و در صورت لزوم مسلح به سیم های فلزی باشند. دستکشهای افرادی که فلزات داغ حمل می کنند باید از پنبه نسوز یا جنس مخصوص مشابه دیگری که درمقابل گرما مقاومت داشته و عایق حرارت باشند ساخته شوند. افرادی که با برق سر و کار دارند باید از دستکشهای لاستیکی یا جنس مخصوص مشابه دیگری که عایق الکتریسیته بوده و مقاومت الکتریکی آن متناسب با ولتاژ مربوطه باشد، استفاده کنند.

افرادی که با مواد خورنده از قبیل اسیدها و قلیاها سر و کار دارند باید از دستکش های ساخته شده از لاستیک طبیعی یا مصنوعی یا پلاستیکی نازک و نرم استفاده نمایند.

حفاظت پاها (گتر- کفش- چکمه)

گترها

- گترهای حفاظتی باید بطریقی ساخته شده باشند تا در مواقع ضروری بتوان فوراً آنها را از پا درآورد.
- افرادی که با تبر یا پتک یا ابزار مشابهی اشیایی را خرد می نمایند باید از ساق بند یا مچ پیچ هایی که مقاومت کافی داشته باشند استفاده نمایند.

کفش ها و چکمه ها

در موارد زیر لازم است از کفش ایمنی استفاده شود:

- در مواردی مانند حمل ابزار و کالاهای سنگین لازم است از کفش و پوتین های ایمنی استفاده شود تا سقوط اشیاء باعث مجروح شدن نشود.

- افرادی که کارشان روی هم گذاشتن قطعات چدنی و یا قطعات بزرگ چوبی و یا جابجا کردن بارهای فلزی سنگین و یا کارهای مشابه می باشند

شرایط کفشهای ایمنی:

- باید هنگام کار از کفش های بدون بند استفاده کرد تا از خطرات زیر پا ماندن بند کفش جلوگیری شود
- چکمه های حفاظتی به منظور حفاظت انگشتان یا باید دارای نوک فولادی یا فلزی دیگر باشد که مقاومت آن توسط وزارت کار تایید شده باشد.
- افرادی که با برق کار می کنند در کفش هایشان نباید فلز بکار رفته باشد.
- در کارگاه هایی که ایجاد جرقه بروز خطری را محتمل می نماید، کفش های افراد باید فاقد هر نوع میخ فلزی باشد.

حفاظت از سیستم تنفسی

هرگونه وسایل حفاظت از سیستم تنفسی باید از نوع و مدل مخصوص و مناسب شرایط مورد استفاده بوده و استفاده از آن در شرایط مزبور قبلاً به تصویب وزارت کار رسیده باشد.

انتخاب وسایل حفاظتی سیستم تنفسی باید با توجه به نکات زیر صورت پذیرد:

- خواص شیمیایی ، فیزیکی و بیولوژیکی موادی که باید با آنها کار شود.
- نوع کار، محل کار و فضای محدود محل کار.
- سهولت نگاه داشتن وسایل مربوطه و ارزانی هزینه تعمیرات اتفاقی آنها.

۳) ایمنی برق

۳-۱) خطرات ناشی از انرژی الکتریکی:

مهمترین عوارض ناشی از برخورد با انرژی الکتریکی عبارتست از برق گرفتگی، اختلالات قلبی، اختلالات و ضایعات عصبی، اختلالات حسی و سوختگی در اثر برقگرفتگی که شدت آن به ولتاژ، فرکانس، شدت جریان برق و میزان مقاومت بدن بستگی دارد.

عمده دلایل مرگ و میر های ناشی از برق در شبکه های فشار ضعیف عبارتند از:

- نقص تجهیزات تابلو (تماس عضو برقدار با بدنه، قرارگیری نامناسب تجهیزات، وایرینگ نامناسب و موارد مشابه)
- انجام عملیات مانور روی کلیدهای پربار توزیع (کلید اتوماتیک، فیوز کات اوت و ...)
- اضافه بار شدن فیدرها
- نامگذاری غلط فیدرهای فشار متوسط و ایجاد اشتباه بین اپراتور پست و گروه عملیات و در نتیجه ایجاد اشتباه در تشخیص فیدر بی برق
- استفاده از ابزار نامناسب جهت آزمایش فازهای شبکه فشار ضعیف
- نقص عملکرد فیوزها (عمل نکردن فیوزهای فشار ضعیف در محدوده نامی خود)
- برگشت ولتاژ از سمت مشترکین از طریق ترانس و ایجاد حادثه به علت ارت نشدن محدوده کار
- کار در شرایط بارانی و اصابت صاعقه به محدوده کار
- تشخیص غلط محدوده ایمن و غیرایمن
- جابجایی کابل فیدر داخل تابلو بدون قطع برق تابلو(قطع فیوز کات اوت)
- انجام عملیات شاخه زنی در شرایط برقدار
- عبور شبکه فشار متوسط در نقاط مختلف از روی فیدرهای مشابه دیگر و برقدار شدن خط بی برق
- دو فاز شدن شبکه مشترکین بعلت تماس پیچ راک مقره نول با هادی فاز
- شکسته شدن تیر حامل کارگر بعلت برداشت ناگهانی بار هنگام جمع آوری شبکه متصل به آنها
- برگشت موج صاعقه از طریق زمین الکتریکی (ارتینگ الکتریکی) بعلت پایین بودن فاصله بین چاه ارت الکتریکی و حفاظتی
- برقدار شدن هادی معابر در اثر عملکرد فتوسل و حادثه برای کارگر
- ایجاد کار در یک محدوده شبکه توسط گروههای ناهماهنگ
- اشتباه در تشخیص فیدر بی برق شده روی پایه حامل دو فیدر مجزا
- برقدار شدن شبکه فشار ضعیف تحت عملیات در اثر تماس هادی با شبکه فشار متوسط برقدار بالای آن
- ایجاد حریق گسترده در مزارع کشاورزی بعلت کلید زنی فشار متوسط (سکسیونر)

– تماس بوم جراثقال با شبکه فشار متوسط برقدار هنگام کار گروه زیر خط برقدار
– تماس هادی شبکه مخابرات بیابانی با شبکه فشار متوسط بعلت عدم رعایت حریم
– کابلکشی غیراستاندارد و ایجاد حادثه بعلت لختی کابل پس از برداشته شدن پوشش کابل توسط عوامل غیرمجاز
– کابلهای برقدار سرگردان (رها شده)
– تماس کامیون حامل مصالح ساختمانی با شبکه برقدار
- تماس نردبان فلزی آتش نشانان با شبکه فشار متوسط برقدار
– تماس برخی مصالح ساختمانی فلزی حمل شده توسط کارگران با شبکه برقدار
– سقوط تیر بر روی همکاران و همچنین شکستگی تیر فشار متوسط به علت نقص در تجهیزات بالابر
– استفاده از هادی برقدار بجای طناب برای خشک کردن لباس، بعلت رعایت نشدن حریم شبکه فشار ضعیف روستایی و ضعف اطلاعات مشترکین نسبت به خطرات برق
– تماس آنتنی بیسیم نظامی هنگام مانور با شبکه فشار متوسط عبوری از خیابان با ارتفاع کم از سطح زمین
- بازبودن درب تابلوهای توزیع و پست زمینی
– تداخل هادی های دو ترانس درشبکه های خروجی (استفاده از نول یک ترانس برای شبکه ترانس مجاور)
– نصب دو هادی فاز از دو ترانس مجزا بر روی شیارهای یک مقره فشار ضعیف (هر کدام روی یک شیار) در پایه انتهایی
– سقوط کارگران تعمیراتی معابر از ارتفاع بعلت نقص فنی بالابر
– سقوط شبکه ۲۰ کیلوولت تحت کشش بر روی شبکه فشار ضعیف بعلت پارگی سیم مهار

۳-۲) ترمینولوژی ایمنی در صنعت برق

ولتاژ تماس:

ولتاژی است که به هنگام بروز خرابی در عایق بندی بین قسمتهایی از هادیها، بدنه های هادی، قسمتهای هادی بیگانه و غیره که بطور همزمان در دسترس هستند، ظاهر می شود.

ولتاژ تماس احتمالی:

حداکثر ولتاژ تماسی است که احتمال دارد در صورت بروز اتصال کوتاهی با امپدانس ناچیز ، در تأسیسات الکتریکی ظاهر شود.

ولتاژ گام:

ولتاژی است که بر اثر برخورد هادی فاز با زمین ایجاد می شود. این برخورد ممکن است در اثر پارگی هادیهای فاز برق فشار ضعیف یا فشار قوی بوجود آمده و یا اینکه در اثر از بین رفتن عایقبندی سیم ها یا کابلهای برقدار و نشت جریان برق به زمین حادث شود.

۳-۳) انواع حوادث در اثر برق گرفتگی

انواع حوادث برق گرفتی در شبکه برق را می توان به سه گروه تقسیم بندی کرد:

- حوادث در زمان ساخت تاسیسات برق شامل نیروگاه، سیستمهای انتقال، توزیع، خطوط هوایی و زمینی، پست های برق، مشترکین...
- حوادث در زمان بهره برداری تاسیسات برق شامل نیروگاه، سیستم های انتقال، توزیع، خطوط هوایی و زمینی، پست های برق، مشترکین...
- حوادث در زمان نگهداری و تعمیر تاسیسات برق شامل نیروگاه، سیستم های انتقال، توزیع، خطوط هوایی و زمینی، پست های برق، مشترکین....

خود حوادث مرتبط با انرژی برق نیز عبارتند از:

حوادث برقی شامل

- سوختگی
- برق گرفتی
- قوس الکتریکی

حوادث غیر برقی شامل

- سقوط
- ماشین آلات

برق گرفتگی میتواند در عرض چند دقیقه سبب مرگ گردد. اطلاعات و آمار نشان داده است که افرادی که در مواجهه با خطر حوادث ناشی از برق هستند را میتوان به دو گروه تقسیم نمود:

- افراد ماهر(برقکار و افراد آموزش دیده)
- افراد غیر ماهر(آموزش ندیده و بدون تجربه)

شاید چنین تصور شود که چون افراد ماهر از ماهیت برق اگاه هستند و اصول کار با آن را آموزش دیده اند کمتر دچار حادثه می شوند. اما آمار نشان میدهد که تعداد حوادث در گروه افراد ماهر بیشتر از گروه دوم است. شاید بتوان از مهمترین علل آن به ماهیت کاری این گروه از کارگران اشاره نمود. معمولا کارهایی که به افراد ماهر داده می شوند دقیقتر و خطرناکتر از کار هایی است که به افراد غیر ماهر داده می شود.

۳-۴) مخاطرات الکتریکی

خطرات ناشی از جریان برق به دو دسته مخاطرات اولیه و ثانویه تقسیم می شوند:

مخاطرات اولیه

مخاطرات اولیه برق عبارتند از:

- شوک الکتریکی
- سوختگی ژول یا سوختگی ناشی از حرارت
- سوختگی ناشی از قوس الکتریکی
- افزایش حرارت یا آسیب به تجهیزات
- فعال شدن ناخواسته تجهیزات
- آتش سوزی و انفجار ناشی از جرقه یا الکتریسته ساکن
- آلودگی صوتی
- ضربه و فشار

مخاطرات ثانویه

مخاطرات ثانویه برق عبارتند از:

- سقوط از ارتفاع
- انداختن ابزار و اشیا
- برخورد با اشیاء
- از دست دادن تعادل
- گرفتگی ماهیچه ای
- کوری
- کری و افت شنوایی ناشی از موج

همانگونه که اشاره شد یکی از مخاطرات اولیه برق آتش سوزی می باشد که این خطر می تواند در اثر یکی از عوامل زیر ایجاد شود:

- Over Load : اضافه حرارت کابل ها و تجهیزات الکتریکی ناشی از اضافه بار هادی
- Loose Connection : حرارت ناشی از شل بودن اتصالات الکتریکی
- Earth Leakage : جریانات ناشی از ایزولاسیون نامناسب و ضعیف
- Short Circuit : حرارت ناشی از اضافه جریان به دلیل اتصال کوتاه در مدار
- بالا رفتن دمای مواد قابل اشتعال که در نزدیکی تجهیزات الکتریکی قرار دارد
- روشن شدن مواد قابل اشتعال بوسیله قوس یا جریان الکتریکی

۳-۴-۱) شوک الکتریکی

از دیگر خطرات اولیه برق شوک الکتریکی می باشد. همانگونه که می دانید، بافت های بدن، نظیر پوست و ماهیچه ها همانند خون و دیگر سیالات بدن به عنوان الکترولیت طبقه بندی میشوند. در نتیجه، این بافتها هادی های برق هستند که برحسب مقاومت اهم مشخص میشوند. اختلاف پتانسیل برقی اعمال شده در بافت های بدن یا در دو محل روی سطح خارجی پوست جریان هایی را ایجاد میکند که شوک الکتریکی نامیده می شود.

شوکهای الکتریکی به دو گروه تقسیم می شود:

- میکروشوک که در بحث های پزشکی رخ می دهد
- ماکرو شوک که در بحث های برق گرفتگی رخ می دهد

شوک الکتریکی یک تحریک ناگهانی و اتفاقی سیستم عصبی بدن بر اثر عبور جریان الکتریکی است و جریان برق بر اثر اختلاف پتانسیل یا ولتاژ از بدن عبور میکند.

عوارض مهمی که در اثر شوک الکتریکی یا برق گرفتگی ایجاد می شود عبارتند از:

- انقباض ماهیچه ها
- خفگی
- فیبرلاسیون قلبی
- سوختگی و از بین رفتن بافتها

دلایل شوک الکتریکی عبارتند از:

- تماس با هر دو هادی یا سیم برق (فاز و نول)
- تماس با سیم فاز مدار برقدار و زمین (جریان برق از یک نقطه به بدن وارد و از نقطه دیگر خارج می شود)
- تماس با سیم نول (یا سیم خنثی) در شرایط عدم تعادل بار فازها
- تماس با بدنه هادی (بدنه فلزی) دستگاه هایی که دارای اتصال بدنه باشند (ایجاد ولتاژهای تماسی)
- تخلیه بار الکتریکی ذخیره شده از دستگاههای برقی در موقع خاموش بودن دستگاه (اثرات خازنی)
- ایجاد اختلاف پتانسیل بین دو پا در شرایط اتصالی فاز با زمین یا تخلیه جریان به زمین بر اثر رعد و برق

در یک گروه بندی دقیقتر انواع برق گرفتگی در سیستم فشار ضعیف را می توان به ترتیب زیر برشمرد:

- تماس دو نقطه از بدن با دو فاز و یا فاز و نول (احتمال وقوع خیلی کم)
- تماس بدن با یک سیم برقدار و زمین (احتمال وقوع کم)
- تماس با جسم فلزی در معرض تماس برقدار شده (بیشترین احتمال)

همچنین انواع برق گرفتگی در سیستم فشار قوی بر این اساس عبارتند از:

- عدم رعایت فاصله مجاز از خطوط برهنه فشارقوی
- برقدارشدن تجهیزات بر اثر نقص عایقی و مناسب نبودن زمین حفاظتی (جریان نشتی)

- تماس با اشیاء فلزی زمین نشده بزرگ در مجاورت خطوط فشارقوی (القاء خازنی ولتاژ)
- برق گرفتگی به دلیل ولتاژ تماس و ولتاژ گام حین اتصال کوتاه و یا رعد و برق

ازسوی دیگر عوامل موثر در شدت برق گرفتگی عبارتند از
- ولتاژ
- شدت جریان
- مقاومت بدن
- نوع جریان
- مسیر عبور جریان و سطح تماس
- مدت زمان عبور جریان
- فرکانس
- عوامل دیگر

ولتاژ

حداکثر ولتاژ مجاز تماس در فرکانس ۵۰ هرتز در شرایط عادی و خشک مطابق استاندارد انگلیسی ۵۰ ولت و مطابق استاندارد آلمانی ۶۵ ولت و برای جریان برق مستقیم طبق هر دو استاندارد برابر ۱۲۰ ولت است.

شدت جریان الکتریکی

بر اساس استاندارد انگلستان، مقدار شدت جریان جریان بدون خطر برای انسان در فرکانسهای ۵۰ تا۶۰ هرتز در حدود ۱۰ میلی آمپر و مقدار جریانی که باعث برق گرفتگی و مرگ میشود، برابر ۲۵ میلی آمپر است و مقدار این شدت جریان در برق مستقیم برابر ۵۰ میلی آمپر میباشد.

توجه شود که عامل تعیین کننده شدت برق گرفتگی، مقدار جریان است.

پاسخهای فیزیولوژیکی بدن به مقدار جریان:

- آستانه دریافت (درک)
- حد رهایی
- فلج تنفسی
- تشنج قلبی

آستانه دریافت

ترازی را مشخص می کند که اثر جریان برای نخستین بار احساس می شود. در این تراز، تحریک با جریان متناوب احساس سوزش و خارشی در انسان به وجود می آورد.

- آستانه دریافت برای زنان ۰,۲۷ تا ۰,۸۸ میلی آمپر است
- آستانه دریافت برای مردان ۰,۴ تا ۱,۳۹ میلی آمپر است

حد رهایی

افزایش جریان از حد دریافت، موجب تبدیل احساس خارش و سوزش به احساس ناراحتی همراه با گرفتگی عضلات می شود. گرفتگی عضلات با افزایش جریان زیاد شده و در نهایت به حدی می رسد که شخص قادر به جدا کردن خود از منبع برق گرفتگی نمی باشد. جریان رهایی بیشترین جریان بی خطری است که شخص می تواند تحمل کرده در حالی که هنوز هم بتواند خود را از جسم برقدار رها سازد و برای این منظور قادر باشد که عضلاتی را که مستقیما در معرض جریان برق هستند به کار گیرد.

آستانه رهایی برای افراد مختلف عبارت است از:

- حد رهایی جریان برای زنان ۶ میلی آمپر
- حد رهایی جریان برای مردان ۹ میلی آمپر
- حد رهایی جریان برای کودکان ۵ میلی آمپر

توجه داشته باشید که ۵ میلی آمپر بیشترین جریان بی خطر برای عموم مردم در نظر گرفته می شود

آستانه فیبریلاسیون بطنی

آستانه فیبریلاسیون بطنی، عبارت از حداقل مقدار جریانی است که سبب وقوع فیبریلاسیون بطنی میگردد. این اثر از افزایش در ناهمگنی حالت تحریکی قلب در اثر جریان القأ شده از انقباضات بیش از اندازه قلب نتیجه میشود. در مورد شوک هائی با مدت زمان کمتر از ۰,۱ ثانیه فیبریلاسیون ممکن است در جریانی با دامنه بیش از۵۰۰ میلی آمپر اتفاق افتاده و احتمال وقوع آن در جریانهائی با دامنه های در حد چندین آمپر نیز وجود دارد مشروط بر آنکه شوک در خلال پریود آسیب پذیری اتفاق افتد. در مورد شوک هائی با چنین شدت و مدت زمانهای طولانی تر از یک سیکل قلب ممکن است گرفتگی برگشت پذیر قلب را سبب شود. فیبریلاسیون بطنی بعنوان علت اصلی مرگ در برق گرفتگی در نظر گرفته میشود. همچنین بعضی اتفاقات منجر به مرگ نیز وجود دارند که ناشی از خفگی یا ایستادن ضربان قلب می باشند.

مقاومت بدن

هر ماده ای دارای مقاومت الکتریکی است که اگر ولتاژ معینی به دو سر آن اعمال شود، متناسب با مقاومت آن جریانی از آن عبور میکند .در صورت بالا بودن مقاومت، جریان کمتر و در صورت پایین بودن مقاومت، جریان بیشتری از آن عبور میکند.

$$V = I \times R$$

بیشترین مقاومت بدن در برابر عبور جریان الکتریکی به وسیله پوست ایجاد میشود.

افزایش ایمنی متناسب با کاهش مقدار ولتاژ است.

درولتاژ ثابت، عامل محدود کننده جریان برق گرفتگی امپدانس بدن، امپدانس مسیر و امپدانس منبع ولتاژ است. امپدانس منبع معمولا ناچیز و قابل صرف نظر است.

امپدانس مسیر بستگی به شرایط مدار برق گرفتگی، خشکی و رطوبت محل اتصالی، مقاومت زمین، نحوه تماس با جسم برقدار و غیره می باشد.

امپدانس بدن تقریبا از نوع مقاومت خالص بوده و مشخصه آن غیرخطی نزولی است. یعنی:

- مقاومت بدن با افزایش ولتاژ کاهش می یابد
- مقاومت بدن با افزایش جریان کاهش می یابد
- مقاومت بدن با افزایش زمان برقگرفتگی کاهش می یابد

مقاومت کلی بدن = مقاومت پوست بعلاوه مقاومت داخلی بدن

عوامل موثر دیگر در تعیین مقدار مقاومت بدن: سطح تماس پوست، خشکی و رطوبت پوست، ضخامت و سلامت پوست، چاقی و یا عضلانی بودن، حجم بدن و مسیر عبور جریان

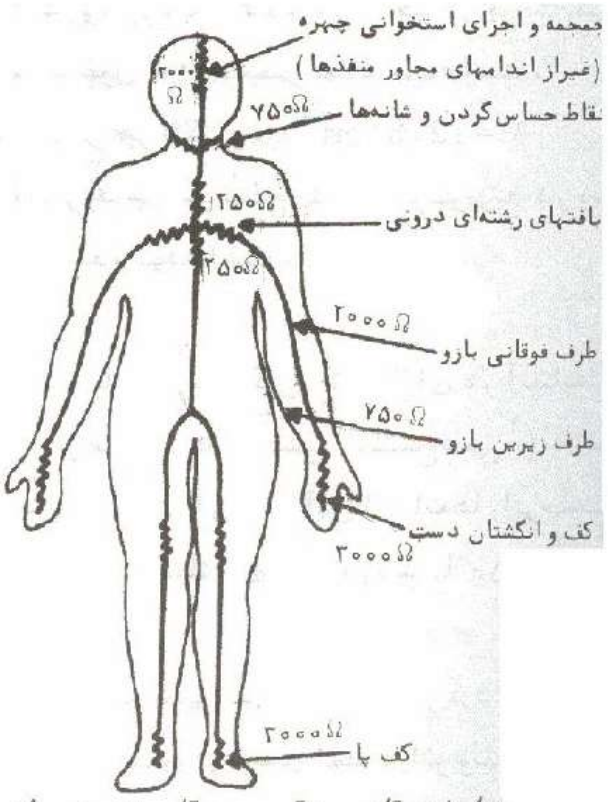
در ولتاژ فشار ضعیف با فرکانس برق شهر، پوست بیشترین مقاومت را در تماس بدن با برق دارد، اما در ولتاژ فشارقوی و ولتاژهای با فرکانس زیاد، مقاومت نقطه تماس قابل صرف نظر است، زیرا در فشارقوی، ولتاژ فورا پوست را شکافته و می سوزاند و آنچه گذر جریان را محدود میسازد، تنها مقاومت داخلی بدن خواهد بود. در فرکانسهای زیاد (بیش از ۱۰۰۰ هرتز) بدلیل اثر خازنی، جریان عمدتا توسط مقاومت داخلی بدن محدود می شود.

مقاومت پوست بیشترین اثر حفاظتی را در برق گرفتگی دارد.

پوست خشک دارای مقاومتی بین ۷۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ اهم بر سانتیمترمربع است. در حالت مرطوب این مقاومت تا یک درصد هم میتواند کاهش پیدا کند.

نتیجه آنکه در محلهای مرطوب اقدامات ایمنی شدیدتری برای پیشگیری از برق گرفتگی لازم است.

مقاومت داخلی بدن = مقاومت بافتها، اندامها و مایعات موجود در بدن(خون، ادرار، صفرا، آبهای میان بافتی) که همگی محلولهای الکترولیتی هستند.



نمایش مقادیر تقریبی مقاومت بدن انسان

نوع جریان

پوست بدن در برابر جریان مستقیم مقاومت بهتری نسبت به جریان متناوب دارد. علت اصلی مرگ بر اثر جریان متناوب به دلیل وجود فرکانس برق است که موجب انقباض ماهیچه ها و فیبرلاسیون قلب میشود. خطر عمده جریان مستقیم در صورت طولانی شدن برق گرفتگی، سوختگیهای شدید و تجزیه خون و مسمومیت است.

مسیر عبور جریان و سطح تماس

خطرناکترین مسیر جریان، عبور از قفسه سینه (قلب و ششها) است .هرچه سطح تماس بیشتر باشد خطر برق گرفتگی بیشتر خواهد بود.

مدت زمان عبور جریان برق

هرچه مدت زمان عبور جریان برق بیشتر باشد شدت و خسارتهای ناشی از برق گرفتگی بیشتر است. دلایل این امر عبارتند از:

- با توجه به انرژی ژول، ارتباط مستقیم بین زمان و میزان انرژی وجود دارد.
- فرصت کافی برای مختل کردن ضربان قلب وجود دارد.
- بخشی از جریان بطور خارجی از بدن رد میشود که می تواند روی اعصاب تاثیر بگذارد و زمان فرصت کافی را فراهم میکند.

اثر فرکانس برق

فرکانس ۵۰ و ۶۰ هرتز تقریبا فرکانسی است که باعث حداکثر تحریک در انتهای یک عصب می شود ولی در فرکانسهای بالاتر تحریک نمیشوند. در فرکانسهای بالاتر جریان برق در سطح بدن عبور میکند و از قسمتهای داخلی نمیگذرد.

در فرکانسهای بالاتر اثر ژول کاهش مییابد که به علت افزایش جریان خازنی است.

نهایتا عوامل دیگری نیز نظیر سن افراد، خستگی، تشنگی، گرسنگی، بیماری، مشکلات روانی و روحی، درجه حرارت، رطوبت، شرایط جوی در شدت و ضعف برق گرفتگی دخالت دارند.

۳-۴-۲) سوختگی

سوختگی مهمترین اثر بعدی حوادث الکتریکی است. حرارت ایجاد شده در مسیر عبور جریان مطابق قانون ژول عبارت است از:

$$W = R \times I^2 \times t$$

باتوجه به اینکه پوست بیشترین مقاومت را در برابر عبور جریان برق دارد احتمال سوختگی در پوست هنگام تماس با مدار برق بیشتر است.

۳-۵) اقدامات ایمنی در کار با تاسیسات برقی

اصول کلی برنامه ایمنی برق

- شناسایی مخاطرات
- حذف مخاطرات (هرزمان که امکان پذیر است)
- کنترل مخاطرات
- به حداکثر رساندن توانایی برای درمان آسیب
- به حداقل رساندن شدت آسیب

اقدامات کلی کنترلی برقی

- تدوین قوانین و مقررات کار
- بکارگیری سیستم مجوز کار
- بکارگیری روش های اجرایی انجام کار
- بکارگیری انواع دستورالعمل های کار
- تعمیر و نگهداری شایسته تجهیزات
- آموزش
- عایقکاری و محصور کاری بخش های برقدار

- بکارگیری استراتژی استفاده از ولتاژ های کم
- زمین کردن یا ارتینگ
- استفاده از فیوزها
- استفاده از قطع کننده های مدار
- همبند کردن تجهیزات
- جداسازی
- استفاده از دستکش های عایق
- استفاده از زیرپایی های عایق
- استفاده از لباس های مناسب
- استفاده از ابزارهای عایق
- استفاده از حفاظ های صورت
- بکارگیری استراتژی فاصله گذاری

احتیاط های ایمنی فردی در کار با تجهیزات الکتریکی

- مطمئن شوید که برق قطع است
- بکارگیری اشخاص ذی صلاح
- بکارگیری تجهیزات حفاظت فردی مناسب
- تست دایمی سیستم از نظر باردار بودن
- عدم استفاده از وسایل رسانا در حین کار
- عدم همراه داشتن وسایل شخصی رسانا مثل حلقه، جواهرالات و ...
- زمین کردن و همبند کردن درست
- بازرسی سیستم های عایق
- عدم ایستادن در جاهای مرطوب
- در صورت نیاز استفاده از وسایل اطفا کننده مناسب
- استفاده از وسایل ضد انفجار
- حفاظت در برابر برق گرفتگی
- فراهم نمودن کمک های اولیه و احیای قلبی عروقی
- محصورکاری مناسب برای هادیهای لخت
- پیشبینی وسایل غیر هادی برای جداسازی افراد مصدوم از هادی برقدار
- استفاده از چک لیست های بازرسی برای اطمینان از مطابقت با استانداردها

- عدم کار روی تجهیزات برقدار که روشنایی مناسبی برای آنها فراهم نشده است یا با موانع برای دید همراه است

۳-۶) روش های حفاظت در برابر برق گرفتگی

۳-۶-۱) روش های حفاظت در مقابل برق گرفتگی مستقیم

- عایق بندی قسمت های برقدار با مقاومت عایقی بیش از یک مگا اهم
- محصور کردن تجهیزات یا حفاظت توسط بازدارنده ها و موانع نظیر حصار، نرده
- حفاظت توسط ایجاد فاصله یا استقرار در خارج از دسترس فرد (از بالا ۲/۵ متر و از پایین و طرفین ۱/۲۵ متر می باشد)
- حفاظت اضافی بوسیله کلیدهای خودکار ایمنی یا نصب کلید جریان نشتی به زمین
- حفاظت به وسیله پوشش فلزی یا عایق (باس داکت تابلوهای برق)

۳-۶-۲) روش های حفاظت در مقابل تماس با برق غیر مستقیم

- قطع خودکار مدار تغذیه با استفاده از اتصال زمین
- حفاظت توسط سیم زمین (ارت)
- عایق بندی دوبل یا مضاعف
- عایق کردن محیط
- هم ولتاژ کردن بدون اتصال زمین

۳-۶-۳) نصب علامت مشخصه (پلاک مشخصات)

تجهیزات الکتریکی باید یک صفحه یا پلاک مشخصات داشته باشند که دارای نام تولیدکننده ، علامت تجاری یا علایم تشریحی دیگر باشند تا مقام مسئول تولید کننده آن تجهیزات معین باشد.

- ولتاژ، جریان، توان و سایر مشخصات نامی تجهیزات الکتریکی باید به یک روش مناسب روی آن نصب شود.
- جنس صفحه مربوط به مشخصات دستگاه (پلاک) باید در برابر شرایط محیطی مقاوم باشد.
- صفحه مربوط به مشخصات دستگاه نباید از روی دستگاه برداشته شود ، روی آن نباید پوشانده و یا نقاشی شود.

۳-۶-۴) رله های نشت جریان (کلیدهای محافظ جان RCD)

رله های نشت جریان (کلیدهای محافظ جان) برای حفاظت از افراد در برابر تماس مستقیم و غیر مستقیم بکار میرود و در صورت تشخیص نشتی جریان، برق را قطع میکند . این رله از بخشهای زیر تشکیل شده است:

– آشکارساز جریان نشتی: وظیفه ی ردیابی جریان نشتی را برعهده دارد این قسمت توسط یک ترانس جریان (CT) انجام وظیفه می نماید.

– اندازه گیری جریان نشتی: جریان نشتی در مدار را با جریان حد که همان حساسیت کلید و یا آستانه قطع است، مقایسه می کند.

–واحد قطع مدار: اگر نشتی اندازه گیری شده، بیشتر از حساسیت کلید محافظ جان باشد، مدار را قطع می کند.

سیم کشی رله RCD

استفاده از RCD به عنوان جایگزین سیستم اتصال به زمین برای حفاظت در برابر برق گرفتگی ممنوع است و فقط به عنوان حفاظت مضاعف میتوان از آنها استفاده نمود.

مقادیر استاندارد جریانهای نامی RCD ها عبارتند از ۱۰ mA ، ۳۰ mA ، ۱۰۰ mA و ۳۰۰ mA که حداکثر مقدار این جریان برای حفاظت افراد باید ۳۰ میلی آمپر در نظر گرفته شود و حداکثر مقدار جریان نامی RCD برای جلوگیری از آتش سوزی باید ۳۰۰ میلی آمپر باشد.

در انتخاب RCD ها باید به موارد زیر توجه شود:

- نوع سیستم اتصال به زمین
- فرکانس و ولتاژ تغذیه
- ماگزیمم جریان باری که RCD به آن متصل است
- نوع بار
- نوع حفاظت مورد نیاز ؛ منظور از حفاظت مورد نیاز یکی از موارد ذیل است ؛

جلوگیری از آتش سوزی ، حفاظت در برابر تماس مستقیم و غیر مستقیم ، حفاظت در برابر جریانهای نشتیAC و یا حفاظت در برابر هر دو نوع جریان نشتی AC و DC

- نیاز یا عدم نیاز به استفاده از RCD های مختلف و پیاپی برای مدارهای مختلف

نکاتی دیگر در استفاده از رله های جریان نشتی:

- RCDها قبل از استفاده و پس از نصب در فواصل زمانی معین و منظم باید آزمایش شوند تا از صحت عملکرد آنها اطمینان حاصل شود
- تمام تجهیزات سیار الکتریکی در کارگاههای ساختمانی باید به یک RCD ثابت با جریان نامی حداکثر۳۰ میلی آمپر مجهز شوند.
- در مکانهای مرطوب که احتمال شوک الکتریکی بالاست ، باید از RCD ها به عنوان حفاظت مضاعف (به همراه اتصال به زمین) استفاده کرد . مانند ماشین های رختشویی (از جمله رختشویخانه های بیمارستانها و هتل ها) ،کتریهای برقی، دستگاههای یخ ساز، دستگاههای موجود در آشپزخانه ها و همچنین حمامهای کارخانه ها
- در جوشکاری دستی، جریان نشتی بین سیم الکترود جوشکاری و سیم برگشتی به زمین منجر به قطع شدن پیاپی RCD خواهد شد. لذا در جوشکاری دستی استفاده از RCD مجاز نیست

۳-۷) نصب و استفاده از تجهیزات الکتریکی و سیم کشی:

- تجهیزات مورد استفاده برای هدف یا کابرد معین باید متناسب با آن هدف یا کاربرد خاص باشند و با استانداردهای الکتریکی مطابقت داشته باشند.
- تجهیزات و دستگاههای الکتریکی باید از نظر نوع ، اندازه ، ولتاژ ، ظرفیت جریان و موارد استفاده خاص مشخص و طبقه بندی شوند.
- مشخصات تجهیزاتی که برای قطع جریان در سطوح جریان ناشی از عیب مدار بکار می روند ، باید با ولتاژ نامی مدار و جریانی که در ترمینالهای خط تجهیزات جاری است ، مطابقت داشته باشند.
- هیچ یک از سیمها ، هادیها و یا تجهیزات الکتریکی نباید در مکانهای مرطوب یا خیس قرار داده شوند مگر اینکه به طور مشخص برای کاربرد در چنین محیطهایی ساخته شده باشند . مثل تجهیزات مجاور استخرهای شنا و نواحی ساحلی.
- هیچ یک از سیمها ، هادیها یا تجهیزات الکتریکی نباید در معرض گازها ، بخارات ، مایعات یا عوامل خورنده دیگر قرار گیرند ؛ مگر اینکه به طور مشخص برای کار در چنین محیط هایی طراحی و ساخته شده باشند . مثل محیطهای بسته بندی گوشت ، انبار کودهای شیمیایی ، نمک و مواد اولیه شیمیایی
- هرگونه درب و پنجره و منافذ بلااستفاده در جعبه تقسیم ها ، تابلوهای برق ، کابینتها و محافظهای دیگر تجهیزات الکتریکی باید بسته شوند تا حفاظت لازم تامین شود.
- قسمتهای داخلی تجهیزات الکتریکی شامل شینه های اصلی ، ترمینالهای سیم کشی، عایقها و سطوح دیگر نباید صدمه دیده باشند و یا با مواد خارجی مثل رنگ ، پاک کنندهها ، گچ ، ساینده ها یا مواد خورنده دیگر آلوده شوند.
- تجهیزات الکتریکی که دارای منافذ تهویه هستند، باید طوری نصب شوند که دیوارها و موانع دیگر مانع گردش آزاد هوا نشوند.
- اتصال سیمها به ترمینالها باید یک اتصال مطمئن باشد و به هادیها صدمه نزند
- اتصال سیمها یا کابلها به یکدیگر باید با ابزار مناسب انجام شود
- اتصال سیمها یا کابلها به کمک جوش یا لحیم با یک فلز یا آلیاژ زودگداز مجاز است
- همه اتصالات و انتهای آزاد سیمها باید با یک ماده عایق متناسب با آن سیم پوشانده شوند
- در محل ورود به اتاقها یا محلهای حفاظت شده دیگر که قسمتهای برقدار روباز دارند ، باید علایم هشدار دهنده مبنی بر ممنوع بودن ورود افراد غیر مجاز نصب شود.
- محل قرار گرفتن تجهیزات الکتریکی با ولتاژهای فشار ضعیف مثل پستها ، محل نگهداری ترانسفورماتور و ... نباید برای انبار کردن اشیاء متفرقه استفاده شود.
- در اطراف تجهیزات الکتریکی باید فضای کار مناسب برای عملکرد ایمن و نگهداری آنها در نظر گرفته شود.

- برای دسترسی به فضای کار اطراف تجهزات الکتریکی حداقل باید یک ورودی مناسب در نظر گرفته شود.

۳-۸) وسایل حفاظت فردی افراد برق کار:

- لباس کار افراد برقکار باید از پارچه نخی و بدون دکمه و زیپ فلزی باشد.
- لباس کار افراد برقکار تا حد امکان باید فاقد الیاف پلاستیکی یا دارای درصد بسیار کمی باشد تا قابلیت اشتعال آن پایین آید.
- لباس کار باید تا حد امکان دارای آستین بلند و دکمه سرمچ باشد و هنگام کار آستینها و دکمه های لباس بسته باشد.
- کفش کار افراد برق کار باید بدون پنجه آهنی یا فولادی باشد و تا حد امکان از رویه چرمی و کف لاستیکی آجدار استفاده شود و ساق آن نیمه چکمه یا پوتین باشد تا پا ها را بپوشاند.
- کلاه ایمنی برق کاران باید در مقابل جریان الکتریسیته عایق لازم را داشته باشد تا از ایجاد شوک الکتریکی در ناحیه سر پیشگیری شود.
- برای کار بر روی شبکه های برق باید از دستکش لاستیکی عایق با قدرت عایقی مناسب استفاده شود.
- برای کار بر روی شبکه های برقدار دستکش باید دارای ساق بلند باشد تا مچ و قسمت بالای آن را بپوشاند

۴) ایمنی حریق

۴-۱) اهمیت مقابله حریق

آتش عبارت از یک سری عملیات شیمیایی و اکسیداسیون سریع و حرارت زای مواد قابل اشتعال (واکنشهای اگزوترمیک) است .در گذشته آتش سوزی های بزرگی در دنیا اتفاق افتاده که تلفات زیادی را در بر داشته است . بطور مثال در سال ۱۷۵۰ ده هزار خانه در شهر قسطنطنیه در آتش سوخت. در مسکو در ۱۷۵۶ پانزده هزار خانه و در نیویورک در سال ۱۸۳۵ کلیه خانه های واقع در ۱۳ هکتار زمین در اتش سوخت. درشیکاگو در ۱۸۷۱ تعداد ۱۷۴۵۰ واحد ساختمانی طعمه حریق گردید. در سال ۱۹۶۶ در لندن ۱۳۳۰۰ ساختمان ویران شد. طبق آمار در انگلستان در سال ۱۹۸۰ بیش از ۳۸۰ هزار آتش سوزی رخ داده است و یک سوم خسارت و بزرگی حریق مربوط به تنها ۶۰۰ فقره آن بوده است. در ۱۹۹۶ در همان کشور بیش از ۵۳۲ هزار فقره آتش سوزی ثبت شده که یک سوم آن درمحیط های کار اتفاق افتاده که باعث بیش از ۶۰۰ مورد مرگ و ۱۶۰۰۰ جراحت به افراد شده است . در ایران آتش سوزی جلفا در ۱۳۵۵ یک میلیارد تومان خسارت برجای گذاشت. طبق بررسی های انجام شده در هر سال بین ۶۰ تا ۹۰ مورد آتش سوزی به ازای هر یکصد هزار نفر جمعیت در شهرهای کشور رخ می دهد که بسیاری از آنها مربوط به محیط های کار است. آتش سوزی چاه های نفت کویت در جریان جنگ خلیج فارس علاوه بر خسارت مالی بسیار بزرگ، باعث الودگی بخش وسیعی از آب و هوا گردید. هم چنین جنگل سوزی اخیر اندونزی که یک مشکل قاره ای قلمداد گردید از نمونه های بارز خسارات حریق است. آمار نشان داده است که حریق های بزرگ معمولا برای اولین بار و بدون پیش آگاهی ملموسی برای ساکنین و شاغلین رخ می دهد و این در حالی است که طبق بررسی ها حداقل ۷۵٪ از مواد حریق قابل پیشگیری می باشد.

۴-۲) ماهیت حریق

وقوع هر آتش نیاز به زمینه های فیزیکی و شیمیایی محل وقوع دارد. اصولا عوامل موثر در ایجاد آتش سوزی متعدد می باشد ولی برای ایجاد آتش وجود چهار عامل زیر که به هرم آتش معروف است، ضروری است و در صورت حذف تنها یکی از آنها ادامه حریق ممکن نیست

- **اکسیژن:** حداقل تراکم اکسیژن لازم در هوا برای آتش گیری ۱۶٪ می باشد. بیشتر حریق ها در ۱۵٪ اکسیژن هم تا حدودی برقرار می باشند، برخی مواد مثل HNO,R-O-O-R, و اکسید های الی نیز در حین حریق بخشی از اکسیژن مورد نیاز خود را تامین می کنند. برای کنترل این گونه حریق ها اقدامات ویژه لازم است.
- **مواد قابل اشتعال:** تمام موادی که به نحوی قابلیت تجزیه و اکسیداسیون اگزومتریک را دارند به عنوان ماده سوختنی قلمداد می شوند. این مواد می توانند جامد، مایع یا گاز با منشا طبیعی یا مصنوعی باشند. سرعت سوختن یا گسترش شعله در مواد مختلف متفاوت است لذا برخی مواد ممکن است بتوانند اکسیده شوند اما در شرایط عادی ماده سوختنی تلقی نمی گردند.
- **واکنش های زنجیره ای**

- **حرارت:** برای هر آتش سوزی لزوما نیاز به درجه حرارت کافی می باشد، حتی در مواقعی که حریق شروع شده باشد، اگر حرارت کاهش یابد دامنه حریق محدود و بالاخره خاموش می گردد. حرارت لازم در مطالعه آتش گیری مواد با دو اصطلاح تعریف می گردد:
  - نقطه شعله زنی
  - درجه آتش گیری

۴-۲-۱) نقطه شعله زنی

درجه حرارتی است که در آن درجه حرارت یک ماده سوختنی مایع (یا در حال تبدیل به مایع) به اندازه ای بخار می گردد و به محض نزدیک شدن شعله یا جرقه به آن باعث شعله ور شدن و شروع حریق می گردد. اگر برخی جامدات بتوانند مستقیما یا با واسطه تبدیل به بخار شوند نیز این اصطلاح در مورد آنها صادق است.

در مورد بخارات و گازها علاوه بر تعریف نقطه شعله زنی، حداقل و حداکثر تراکم قابل انفجار برای آنها نیز تعریف می شود. در صورتی که تراکم گاز یا بخار به آن حد برسد، با تماس شعله یا در حرارت شعله زنی، گاز یا بخار سریعا آتش می گیرد و در محفظه های بسته سبب انفجار می گردد .این حدود تراکم شامل حداقل تراکم قابل انفجار و حداکثر تراکم قابل انفجار است. مشخص گردیده است که فشار هوا در تعیین نقطه شعله زنی موثر است و در فشار های کمتر نقطه شعله زنی پایین تر می باشد. در تراکم کمتر از حداقل تراکم قابل انفجار به دلیل کمبود سوخت در هوا و در تراکم بیش از حداکثر تراکم قابل انفجار به دلیل کمبود اکسیژن مورد نیاز در هوا امکان انفجار نیست اما در شرایطی آتش سوزی امکان وقوع دارد.

در صورتی که گرمای مورد نیاز برای تداوم آتش وجود نداشته باشد، در آتش گیری سوخت ها در درجه حرارت مربوط به نقطه شعله زنی، حریق ادامه نخواهد داشت لذا برای ادامه حریق نیاز به حرارت بالاتری است که به آن درجه آتش گیری می گویند.

۴-۲-۲) درجه آتش گیری

درجه آتش گیری کمترین درجه حرارتی است که جهت ادامه حریق ماده سوختنی مورد نیاز می باشد. درجه آتش گیری برای هر سوخت درجه حرارتی است که انرژی محرکه آن اجزا متشکله مولکول های ماده را از هم جدا می سازد. این درجه برای جامدات، مایعات و حتی بخارها قابل تعمیم است. در این حرارت بخار کافی برای ادامه حریق تولید می شود. مثلا در سوختن بنزین درجه آتش گیری درجه ای از حرارت است که می تواند باعث شکستن پیوندهای آن برای تشکیل شعله گردد. لازم به ذکر است که درجه آتش گیری از نقطه شعله زنی هر ماده بالاتر است.

۴-۲-۳) خود بخود سوزی

آتش گیری مواد همیشه نیاز به جرقه یا شعله ندارد بلکه در درجات حرارت معینی ممکن است آتش گیری انجام و حتی خود بخود سوزی اتفاق افتد. این عمل ممکن است پس از رسیدن به درجه آتش گیری یا واکنش شیمیایی بین مواد یا بالا رفتن تراکم گازهای ارگانیسمی محیط قابل اشتعال (ضایعات آلی و حیوانی) نیز به وجود می آید.

۴-۳) علل و شرایط بروز حریق:

عوامل و شرایط متعددی می توانند در بروز حریق ایفای نقش کنند که مهمترین آنها شامل موارد زیر است:

- آتش گیری مستقیم : مانند نزدیک نمودن شعله به مواد سوختنی
- افزایش تدریجی دما : افزایش دما در یک توده زغال سنگ یا مواد آلی و حیوانی که بتدریج دمای آنها در اثر فشار و فعل و انفعلات بالا رفته و شروع به سوختن می کنند.
- واکنش های شیمیایی : واکنش های نظیر ترکیب آب و اسید، پتاسیم و آب ، فسفر با اکسیژن هوا ، اسید نیتریک با کاغذ می تواند عامل شروع حریق گردد.
- اصطکاک : مالش بین دو جسم آتش گیر مانند دو قطعه چوب خشک یا ترمز شدید چرخهای هواپیما روی باند فرودگاه از نمونه های این شرایط است.
- تمرکز پرتوهای مرئی و غیرمرئی : در این حالت بدلیل خاصیت ذره بینی تمرکز نور روی اشیاء باعث حریق می گردد.
- جریان الکتریکی: حرارت حاصل از عبور جریان برق از یک هادی دارای مقاومت بالا می تواند سبب حرارت و آتش گردد.
- الکتریسیته ساکن : به دلیل ایجاد جرقه ی ناشی از اختلاف پتانسیل درمکان هایی که دارای گاز یا بخار مواد آتش گیر باشند می تواند اهمیت داشته باشد.
- صاعقه :صاعقه دارای صدها هزار ولت اختلاف پتانسیل الکتریکی است و می تواند براحتی سبب بروز حریق گردد.
- انفجار ناشی از مواد منفجره: دینامیت یا TNT و بسیاری از مواد منفجره دیگر در حین انفجار می توانند آتش سوزی های وسیعی را ایجاد نمایند.
- تراکم بیش از حد ماده سوختنی: تراکم بیش از حد مواد سوختنی در حالت بخار یا گاز مشابه آنچه که در موتور های درون سوز اتفاق می افتد، همراه با یک عامل راه انداز مانند جرقه می تواند سبب بروز حریق گردد.

عوامل موثر بر گسترش حریق

عوامل زیر می تواند بر گسترش حریق موثر باشد:

- افزایش دسترسی حریق به اکسیژن : این عامل توسط جریان هوا امکان پذیر می گردد همچنین در موادی که در حین سوختن می توانند اکسیژن آزاد نمایند ، حریق گسترش بیشتری خواهد داشت.
- ثبات شیمیایی ماده سوختنی: هرچه ثبات ماده از نظر حالت و ترکیب شیمیایی کمتر باشد بر شدت حریق می افزاید.

- سطح ماده سوختنی : هرچه سطح ماده قابل احتراق گسترده تر باشد شدت و سرعت حریق بیشتر می شود . مثلا طبقه بندی مواد در انبار های بزرگ ، منابع سوخت با سطح بزرگ و پراکندگی مواد در سطح زمین ، پوشش گیاهی و امثال آن از این جمله اند .گسترش حریق در سطوح عمودی سریعتر از سطوح افقی است.

۴-۴) محصولات احتراق

احتراق نه تنها انرژی آزاد می نماید بلکه موادی نیز از احتراق حاصل می شود که گاه صدمات آنها به تجهیزات و افراد از خود حریق بیشتر می باشد. عمده ترین آنها عبارتند از:

- **گازها و بخارات حاصل از حریق:**

یکی از خطرناک ترین محصولات آتش که در تلفات انسانی نقش مهمی دارد گازها و بخارات ناشی از آتش می باشد. عمده ترین مواد سوختنی و گازها و بخارات حاصل از آنها در جدول ۴-۱ آمده است:

نام ماده سوختنی	نوع گاز یا بخار سمی
نایلون- ملامین- پلی اورتال	NH_3-HCN-CO-NO_2
سوخت های سنگین یا مواد گوگرد دار	SO_2
پلی وینیل کلرایدPVC	بخارات کلرایدو HCL
مواد آلی گوگرد دار مثل گوشت یا پشم و مو	H_2S
فیلم فلئوردار	HBr-HF-گازهای اسید هالوژنه
بنزین سرب دار	PbO_2-Pb_2O_3-CO

- **ذرات:**

آنچه که تحت عنوان دود در اثر حریق عنوان می گردد در واقع ذراتی هستند که دارای دامنه قطر بیش از طول موج نور بوده و در عبور نور ایجاد مزاحمت نموده و بسیاری از آنها برای سلامتی افراد نیز خطرناک می باشند . اصولا ذرات در اثر احتراق ناقص و در دماهای پایین ایجاد می گردند. اما در حریق گسترده که مواد اکسیژن کافی برای سوختن کامل در اختیار ندارند نیز دود زیادی تولید می گردد.

- **شعله:**

شعله قسمت قابل رویت حریق است که شدت گرمای آن وابسته به میزان اکسیژنی است که به آن می رسد و رنگ آن بستگی به ماهیت ماده سوختنی دارد مثلا در مواد حاوی سدیم به رنگ زرد و گازهای مواد آلی به رنگ آبی است.

- **گرما (انرژی):**

یکی از فراوانترین محصولات حریق حرارت می باشد که بسته به مدت زمان شروع حریق و نوع ماده سوختنی و نیز میزان گسترش آتش می تواند متفاوت باشد. اغلب در هنگام گسترش حریق دما به ۷۰۰ درجه سانتیگراد می رسد. هرچه بهسوزی ماده سوختنی بیشر باشد دما بیشر خواهد بود.

۴-۵) فازهای حریق

فاز اول (شروع حریق)

در این مرحله اکسیژن کافی در دسترس می باشد و بیشترین محصولات آن CO_2,CO, است .حرارت شعله در این مرحله حدو ۵۵۰ درجه سانتیگراد می باشد. گسترش حریق در این مرحله تصاعدی بوده و مدت زمان رسیدن به اوج حرارت کوتاه و کمتر از نیم ساعت است.

فاز دوم (سوختن آزاد)

در این مرحله علاوه بر هوای داخل محوطه حریق، جریان هوای بیرون نیز بدلیل اختلاف حرارت به داخل آتش کشیده و همین هوا به دلیل گرم شدن باعث گسترش حریق می گردد. درجه حرارت در ارتفاع و طبقات بالای حریق تا ۷۰۰ درجه سانتیگراد می رسد.

در این فاز به تدریج درصد اکسیژن رو به کاهش رفته و به حدی می رسد که حریق بدون شعله می گردد. تداوم فاز دوم وابسته به وسعت فضا و دسترسی به هوا و سوخت می باشد و می تواند از یک ساعت تا چندین روز ادامه داشته باشد. گسترش حریق به سایر مناطق برای دسترسی به ماده سوختنی در این مرحله انجام می گردد.

فاز سوم (سوختن کند)

این مرحله بنام فاز آخر موسوم است و حریق آن شعله ندارد. وسعت حریق در این مرحله محدود شده و مراکز آتش تبدیل به نقاط منفصل می گردد. در این مرحله حرارت در اطراف حریق حدود ۵۵۰ درجه سانتیگراد می باشد که به تدریج رو به کاهش می گذارد. نکته اساسی در این فاز تراکم و فشار زیاد گازها است. در پایان این مرحله به تدریج مواد قابل احتراق تبدیل به زغال یا خاکستر شده و حریق به تدریج سرد می گردد.

فاز برگشت شعله

این فاز الزاما در تمام حریق ها وجود ندارد ولی اگر تراکم گازهای قابل احتراق در هوا بالا باشد به دلیل اختلاط با هوا مجددا آتش گرفته و سبب برگشت شعله می گردد که لزوما تداوم زیادی نخواهد داشت. این فاز در صورتی خطر آفرین است که منابع سوختنی جدیدی در دسترس آتش قرار گیرد. در عملیات اطفاء حریق پس از خاموش کردن آتش باید یک اکیپ عملیاتی برای برگشت آتش یک تا دو ساعت در محل باقی بماند.

چگونگی گسترش شعله با سرعتی که میزان حرکت شعله بر روی سطوح مشخص می کند و با عددی مشابه آن بیان می کنند. این سرعت وابسته به جنس مواد مشتعل و شرایط حریق است. به طور کلی می توان گسترش شعله را بصورت عدد یا سرعت طولی بیان نمود.

نمره گسترش شعله در مواد مختلف نیز تعیین می شود که بر اساس نمره مبنا می باشد. نمره مبنا مربوط به آزبست و برابر صفر است. بر اساس نمرات آتش گیری هر ماده درجه بندی از یک تا پنج انجام شده است که شامل مواد غیر قابل احتراق تا تندسوز می باشد .این درجه بندی در جدول ۴-۲ و نمونه هایی از مواد آتش گیر نیز در جدول ۴-۳ آمده است.

درجات مواد از نظر گسترش حریق	نمره
درجه 1 یا غیر قابل احتراق	0-15
درجه 2 یا دیر سوز	16-30
درجه 3 یا کند سوز	31-75
درجه 4 یا سوختنی	76-200
درجه 5 یا تند سوز	بالاتر از 200

جدول ۴-۲: درجه بندی مواد از نظر آتش گیری

نوع ماده	نمره گسترش حریق
نمد	35
فرش آکریلیک	39
فرش پشمی	70
چوب بلوط قرمز	100
الوارکاج سفید	130
بافته های پنبه ای	1600-2500

جدول ۴-۳: نمونه هایی از درجه بندی مواد آتش گیر

۴-۶) دسته بندی انواع حریق

برای سهولت در پیشگیری از آتش سوزی حریق ها را بر حسب ماهیت مواد سوختنی به دسته های مختلفی تقسیم بندی می کنند. در آمریکا و ژاپن توسط مراجع رسمی حریق در چهار دسته (A, B, C, D) و در اروپا و استرالیا به پنج دسته (A, B, C, D, E) تقسیم بندی شده است. دسته A در همه تقسیم بندی ها مواد جامدی

است که خاکستر بجا می گذارد. دسته B مواد نفتی و مایعات قابل اشتعال است. دسته D شامل فلزات قابل اشتعال می باشد. در تقسیم بندی آمریکایی دسته C شامل حریق های الکتریکی منظور شده است اما در تقسیم بندی اروپایی این دسته شامل گازهای آتش گیر مانند گاز مایع، گاز طبیعی، گاز طبیعی مایع شده و مایعاتی است که به سرعت تبخیر می شوند و دسته E شامل حریق الکتریکی است. اخیرا دسته جدیدی تحت نام F یا K اضافه شده است که بعلت وسعت حریق ها جای خود را باز نموده است. این دسته مربوط به حریق آشپزخانه و روغن های آشپزی است.

آتش دسته A

این نوع آتش سوزی از سوختن مواد معمولی قابل احتراق عموما جامد و دارای ترکیبات آلی طبیعی یا مصنوعی حاصل می شود. این منابع کاغذ، پارچه، چوب، پلاستیک و امثال آن است که پس از سوختن از خود خاکستر به جا می گذارند. خاموش کننده هایی که برای کنترل آن بکار می روند علامت مثلث شکل و سبز رنگ با نشان A دارند. مبنای اطفاء آنها بر خنک کردن است.

آتش دسته B

این آتش در اثر سوختن مایعات قابل اشتعال یا جامداتی که براحتی قابلیت مایع شدن دارند (عموما مواد نفتی و روغن های نباتی)، پدید می آید. برخی از این مواد ممکن است حلال در آب نیز باشند (مانند الکل، استون و ...) لیکن استفاده از آب به دلایلی که در ادامه خواهد آمد به هیچ وجه برای اطفاء این دسته از آتشها توصیه نمی شود. خاموش کننده هایی که برای این دسته مناسب هستندد دارای برچسب مربع قرمز رنگ با علامت B هستند . اطفاء این حریق عموما مبتنی بر خفه کردن حریق است.

آتش دسته C

این دسته شامل آتش سوزی ناشی از گازها و مایعات یا مخلوطی از آنهاست که براحتی قابلیت تبدیل به گازها را دارند مانند گاز مایع و گاز شهری. این گروه نزدیک ترین نوع حریق به دسته B است و خاموش کننده های مربوطه با علامت C در مربع آبی رنگ مشخص می شوند. راه اطفاء این حریق خفه کردن و سد کردن مسیر نشت می باشد.

آتش دسته D

حریق های این دسته ناشی از فلزات سریعا اکسید شونده مانند منیزیم، سدیم، پتاسیم و امثال آن می باشد و خاموش کننده های مناسب برای اطفاء آنها با علامت ستاره زرد رنگ با نوشته D مشخص می شوند.

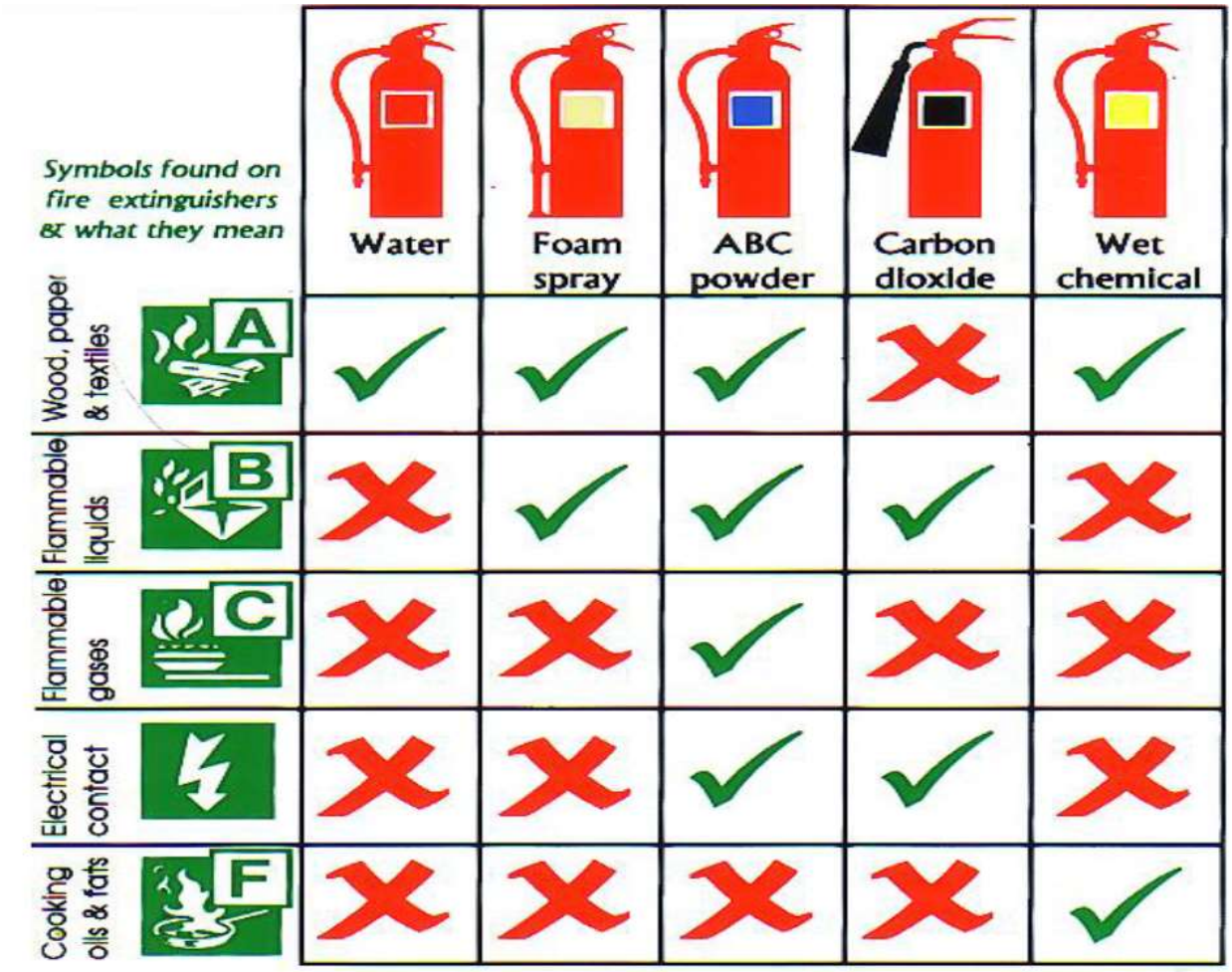
آتش دسته E

این دسته شامل حریق های الکتریکی می باشد که عموما در وسایل الکتریکی و الکترونیکی اتفاق می افتد مانند سوختن کابلهای تابلو برق یا وسایل برقی و حتی وسایل کامپیوتری. نامگذاری این دسته نه بخاطر متفاوت بودن نوع ماده سوختنی بلکه بخاطر مشخصات وقوع و نوع دستگاه هایی است که حریق در آنها رخ می دهد. راه اطفاء

این دسته قطع جریان برق و خفه کردن حریق با گاز CO_2 یا هالون و هالوکربن می باشد. خاموش کننده هایی که قابلیت کنترل آن را دارند با حرف E نشان داده می شود.

آتش دستهF

این گروه بخاطر اهمیتشان به طور مجزا تقسیم بندی گردیده اند و شامل حریق آشپزخانه ها و مواد سوختنی مهم آن یعنی چربی ها و روغن های آشپزی می باشد. اخیرا خاموش کننده مناسبی نیز برای این گروه تولید گردیده است.



۴-۷) روشهای عمومی اطفاء حریق

اصولا اگر بتوان یکی از اضلاع هرم حریق (حرارت، اکسیژن، مواد سوختنی یا واکنش زنجیره ای) را کنترل و محدود نموده یا قطع کرد حریق مهار میشود. اگرچه واکنش های زنجیره ای لازمه بروز حریق است ولی در درجه اول اهمیت نیست.

روشهای عمومی بر اساس ماهیت حریق به اشکال زیر می باشد:

– **سرد کردن :** یک روش قدیمی و متداول و موثر برای کنترل حریق سرد کردن است. این عمل عمدتا بوسیله آب انجام می گیرد. یکی از خواص گاز دی اکسید کربن نیز سرد کردن آتش می باشد. میزان و روش بکارگیری آب در اطفاء حریق اهمیت دارد این روش برای حریق های دسته A مناسب است.

– **خفه کردن :** خفه کردن پوشاندن روی آتش با موادی است که مانع رسیدن اکسیژن به محوطه آتش گردد . این روش اگرچه در همه حریق ها موثر نیست ولی روش مطلوبی برای اکثر حریق ها می باشد. مورد استثنا موادی است که در حین سوختن اکسیژن تولید می کنند مانند نیترات و زنجیره های آلی اکسیژن دار مثل پراکسیدهای آلی $R\text{-}O\text{-}O\text{-}H$, $R\text{-}COOR$,$R\text{-}NO_3$. هم چنین مواردی که سرعت آتش گیری در آنها زیاد است مانند دینامیت، سدیم و پتاسیم که از این قاعده مستثنی هستند. موادی که برای خفه کردن بکار می روند بایستی سنگین تر از هوا و یا حالت پوششی داشته باشند. ضمنا خاک، شن و ماسه و پتوی خیس نیر این کار را می توانند انجام دهند.

– **سد کردن یا حذف ماده سوختنی :** این روش در ابتدای بروز حریق امکان پذیر بوده و با قطع جریان، جابجا کردن مواد، جداکردن منابعی که تاکنون حریق به آنها نرسیده، کشیدن دیوارهای حائل و یا خاکریز و همچنین رقیق کردن ماده سوختنی مایع را شامل می گردد.

– **کنترل واکنش های زنجیره ای :** برای کنترل واکنشهای زنجیره ای استفاده از برخی ترکیبات هالن و جایگزین های آن و برخی ترکیبات جامد مانند جوش شیرین($NaHCO_3$) ، کلر و پتاسیم (KCl) و پتاسیم بنفش یا کربنات پتاسیم (K_2CO_3) موثر می باشد. این عمل برای کنترل حریق مشکل تر و گرانتر از سایر روشها است ولی می تواند بصورت مکمل برای مواد پر ارزش بکار رود.

۴-۷-۱) مواد خاموش کننده آتش

موادی که به عنوان ماده خاموش کننده آتش بکار می روند در چهار دسته قرار می گیرند. بدلیل لزوم سرعت عمل و افزایش پوشش خاموش کننده ها می توان از دو یا چند عنصر خاموش کننده بطور همزمان استفاده نمود . طبعا هر کدام از مواد یاد شده در اطفاء انواع حریقها دارای مزایا و معایبی می باشند. این مواد شامل گروههای زیر است:

- مواد سرد کننده مانند آب و CO_2
- مواد خفه کننده مانند کف و CO_2 و ماسه و خاک
- مواد رقیق کننده مانند هوا و N_2 و CO_2
- مواد محدود کننده واکنش های زنجیره ای شیمیایی مانند هالن و پودرهای مخصوص

آب

استفاده از آب برای کنترل حریق یکی از ساده ترین و در عین حال موثرترین روش هایی است که تمام افراد با آن اشنا می باشند. همان اندازه که استفاده از آب می تواند در خاموش کردن آتش مفید باشد به همان اندازه هم می تواند در استفاده نابجا ایجاد مخاطره و گسترش حریق یا خسارت نماید.

کف آتش نشانی

کف بصورت محلول تهیه می گردد و هنگام پاشیده شدن توسط سر لوله های کف ساز با آب و هوا مخلوط شده و حباب سازی می گردد .کف در هنگام استفاده با گسترش فراوانی که دارد می تواند روی حریق را پوشانده و مانع رسیدن اکسیژن و صعود گازهای ناشی از حریق گردد. نکته مهم در استفاده ازکف توسعه خوب آن و پخش شدن روی سطح ماده احتراقی مخصوصا مایعات قابل اشتعال بدلیل سبکی آن می باشد.

زمان ماند قابل توجه کف روی آتش نیز از مزایای آن می باشد .کف در دو گروه عمده تهیه می گردد:

- **کف شیمیایی:** کف شیمیایی از واکنش بین دو ماده شیمیایی در آب حاصل می گردد که معمولا محلول سولفات آلومینیوم ۱۳٪ و محلول بیکربنات سدیم ۸٪ (جوش شیرین) است .یک ماده تثبیت کننده کف نیز به محلول اضافه می شود تا به پایداری کف کمک کند.
- **کف مکانیکی :**کف مکانیکی یا کف هوایی امروزه بطور وسیعی متداول می باشد و طرز تولید آن داخل کردن آن به درون آبی است که مقداری ماده غلیظ کف کننده در آن حل شده است. این عمل معمولا توسط سرلوله های کف ساز انجام می گردد . درجه و توسعه کف وابسته به نسبت حجم هوا به محلول کف و غلظت ماده کف کننده در آب خواهد بود .توسعه این نوع کف بسیار زیاد می باشد و حتی در نوع کف پر توسعه تا یک هزار برابر حجم محلول کف ساز نیز می رسد.

کف مکانیکی به سه گروه تقسیم می شود:

- LX (کف سنگین یا کم توسعه با نسبت افزایش حجمی تا ۲۰ برابر محلول کف ساز)
- MX (کف متوسط با نسبت افزایش حجمی ۲۰ تا ۲۰۰ برابر محلول کف ساز)
- HX (کف سبک یا پرتوسعه با نسبت افزایش ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ برابر محلول کف ساز)

برای رسیدن به نسبت بالاتری از توسعه کف شرکتهای سازنده مداوم در حال پژوهش و نوآوری می باشند. مهم ترین خصوصیات کف نسبت توسعه و مدت ماندگاری آن برروی حریق است. ترکیبات کف موجود در بازار اغلب بصورت اسامی تجاری معرفی می گردند و ترکیبات آنها مخفی است. لیکن باید مشخصات مربوط به نحوه محلول سازی، نسبت توسعه و ملاحظات کاربردی آن معلوم باشد. اغلب ترکیبات یا انواع کف مکانیکی شامل مواد زیر است:

- کف پروتئینی
- کف فلورو پروتئین
- کف نازک
- کف مقاوم

پودرهای خاموش کننده

استفاده از پودر برخی مواد شیمیایی که معمولا دارای بنیان کربنات، سولفات یا فسفات می باشند یکی از راههای متداول و ساده برای خاموش کردن آتش از طریق خفه کردن آن است. این ترکیبات براحتی جهت اطفاء انواع حریق A و B و C بکار می روند. به همین دلیل در استفاده های عمومی معمولا این ترکیب خاموش کننده توصیه می گردد. به این ترکیبات پودر شیمیایی گفته می شود. نام ذکر شده نباید با پودر خشک اشتباه گرفته گردد زیرا پودر خشک دارای ترکیبات متفاوت و استفاده از آن برای اطفاء حریق فلزات می باشد. پودر شیمیایی اگرچه برای حریق دسته A کاربرد دارد ولی بدلایل اقتصادی توصیه نمی گردد مگر اینکه مواد در حال اشتعال پربها باشند یا استفاده ازآب ماهیت آنها را تغییر دهد.

پودر شیمیایی روی حریق پاشیده شده و باعث پوشاندن آتش و جلوگیری از رسیدن اکسیژن می گردد. پودرها در حرارت های بالای ۶۰ درجه سانتیگراد پایداری خوبی ندارند و امکان چسبندگی آنها در کپسول زیاد می گردد. قطر دانه های پودر بسته به نوع ماده و شرکت سازنده حدود ۱۰ تا ۷۵ میکرون می باشد. هرچه قطر ذرات ریزتر باشد پودر موثرتر است. پودرهای شیمیایی تحت فشار ازت یا CO_2 در سطح قاعده حریق بصورت جارویی پاشیده شده و در صورتی که فرد آموزش دیده باشد براحتی آتش را خاموش می نماید.

فرمولاسیئن پودرها عمدتا بشرح زیر است:

- کربناتها :که ترکیبات آنها کربنات و بیکربنات سدیم و پتاسیم است که ترکیب فراوانتر کربنات پتاسیم میباشد.
- سولفاتها : شامل سولفات سدیم و سولفات پتاسیم.
- فسفاتها : شامل منوآمونیوم فسفات و دی آمونیوم فسفات.
- پودر مانکس : ترکیبی از اوره و بیکربنات یا کربنات دوپتاس و مواد دیگری است که از حدود ۱۴ عامل تشکیل شده و ۶ برابر پودرهای خاموش کننده دیگر موثر می باشد. سمیت آن کم و قدرت پاشش و روانی آن زیاد است.

ترکیبات هالوژنه (هالن)

مواد هالوژنه از مشتقات CH_4 یا C_2H_6 می باشند که بجای یک یا چند هیدروژن یک یا چند عنصر هالوژنه (شامل I-Cl-Br-F) جایگزین شده است. وجود فلوئور در این ترکیبات بر پایداری و بی اثر بودن آنها می افزاید. هالن در هنگام اطفاء بدون بجاگذاشتن اثرات تخریبی و باقیمانده بر روی مواد و دستگاهها می تواند بطور بسیار موثری ایفای نقش نماید. برخی از سیستم های اتوماتیک اطفاء نیز با استفاده از هالن طراحی گردیده است. مکانیسم اثر هالن تا حدودی مشابه CO_2 بوده و چون سنگین تر از از هوا هستند می توانند بسرعت روی حریق را پوشانده و مانع رسیدن اکسیژن گردند.

۴-۷-۲) تجهیزات خاموش کننده

بر اساس شیوه اطفاء حریق، میزان گسترش حریق و نوع حریق تجهیزات متنوعی وجود دارد. انواع تجهیزات شامل دو گروه عمده زیر می باشد:

- تجهیزات متحرک
- تجهیزات ثابت

تجهیزات متحرک

- وسایل ساده مانند سطل شن، سطل آب، پتوی خیس و پتوی نسوز آتش نشانی.
- خاموش کننده های دستی با حداکثر ظرفیت ۱۴ کیلوگرم یا ۱۴ لیتر خاموش کننده در انواع مختلف
- خاموش کننده های چرخدار (تا ظرفیت ۹۰ کیلوگرم)
- خاموش کننده های بزرگ خودرویی یا قابل حمل توسط قایق، کشتی، هلیکوپتر و هواپیما. این تجهیزات با قابلیت امدادی نیز بوده و کارایی بسیار وسیعی دارند.

تجهیزات ثابت

- جعبه اطفاء حریق (شیلنگ با آب تحت فشار)
- شبکه ثابت خاموش کننده مبتنی بر آب (شبکه افشانه ای)، کف، پودر و ترکیبات هالوژنهCO_2
- شیرهای برداشت آب آتش نشانی (ایستاده و دریچه دار)

خاموش کننده های دستی

فراگیرترین وسیله خاموش کننده شامل این دسته می باشد زیرا در لحظات اولیه بروز حریق می تواند به طور موثری توسط افراد عادی بکارگرفته شوند. این دستگاه ها ساده و ارزان بوده و در دسترس می باشند و نیاز به آموزش پیچیده ندارند و در لحطات اطفاء حریق های کوچک یا شروع حریقهای بزرگ کاملا مناسب هستند.

علائم و برچسب ها

کلیه خاموش کننده ها بایستی داری علائم و مشخصات سازنده بوده و علاوه بر رنگ مناسب دامنه عمل آنها با کد مربوطه برروی آنها حک یا توسط برچسب دائمی الصاق شده باشد. رنگ استاندارد برای خاموش کننده ها و هم چنین قابلیت آنها برای خاموش نمودن حریق با استفاده از مشخصات مربوطه در جدول زیر آمده است.

محتوی کپسول	کد حریق مرتبط برای اطفاء	رنگ بدنه
آب	A	قرمز
کف	A-B-C	قرمز با باند کرم
پودرشیمیایی	A-B-C	قرمز با باند آبی
CO_2	A-B-C-E-F(TOTAL)	قرمز با باند سیاه
هالن	A-B-C-E-F(TOTAL)	قرمز با باند سبز

خاموش کننده های حاوی آب

این دسته خاموش کننده قدمت زیادی داشته و شامل چهار گروه می باشند:

خاموش کننده سودا اسید

ظرفیت این خاموش کننده معمولا ۲ گالنی و ۷۵٪ ظرفیت آن شامل محلول بیکربنات سدیم ۷٪ درآب [معادل ۷۰۰ تا ۸۰۰ گرم در ۲ گالن] است

خاموش کنده آب و گاز

نحوه آزاد کردن گاز بصورت فلکه ای برای مدل بالن خارج و با استفاده از اهرم مربوطه برای نوع بالن داخل می باشد. لذا این نوع خاموش کننده به دسته تحت فشار دائم و بالن دار قابل تقسیم بندی میشود.

امروزه نوع بالن دار تجاری نیست و بجای آن از نوع تحت فشار دائم استفاده می گردد.

خاموش کننده آب و گاز تحت فشار دائم

مخزن این خاموش کننده ها تحت فشار مداوم ازت، CO_2 یا هوای فشرده با فشار Psi ۱۵۰-۶۰ می باشد. مشخصه ظاهری این کپسول ها وجود فشار سنج (مانومت) عقربه ای برروی آن می باشد.

خاموش کننده آیفکس

آیفکس اگرچه حاوی آب است اما مکانیسم پاشش آن با گروههای قبلی متفاوت می باشد. در این دستگاه آب بصورت ذراتی با قطر حدود ۰,۲ میکرون و فشار بسیار بالا در حدود Psi ۳۶۰ (برابر با bar ۲۵) و سرعت ۴۲۰- ۷۲۰ km/h بصورت ضربه ای پاشیده می شود که در نتیجه می تواند با حجم ناچیزی از آب محدوده نسبتا وسیعی را پوشش دهد بطوری که با کمتر از ۱۰ لیتر براحتی یک خودرو درحال اشتعال را خاموش می کند.

خاموش کننده های کف شیمیایی

این خاموش کننده ها در ساختمان خود دارای یک استوانه داخلی محتوی سولفات آلومنیوم با غلظت ٪۱۳ و استوانه خارجی حاوی بیکربنات سدیم با غلظت ٪۸ و مقداری ماده تثبیت کننده کف می باشند. هنگام استفاده، توسط شیر یا دستگیره مربوطه دریچه استوانه داخلی باز شده یا با واژگونی باعث می گردد تا امتزاج مواد بخوبی صورت گیرد .تحت واکنش شیمیایی مواد کف زا تولید و با استفاده از فشار گاز CO_2 ناشی از واکنش ، کف به خارج رانده می شوند.

خاموش کننده های کف فاقد لوله و نازل بوده و به طریقه واژگونی عمل می کنند. امروزه این نوع خاموش کننده ها به علت عدم کارایی کاربرد ندارند.

خاموش کننده های کف مکانیکی

خاموش کننده کف مکانیکی یا کف هوایی در دو نوع بالن داخل و تحت فشار دائم ساخته شده اند. در نوع بالن داخل در درون محفظه کپسول خاموش کننده یک محفظه گاز فشرده CO_2 قراردارد و در موقع استفاده، سوزن مربوطه توسط دسته اهرمی فعال شده و مجرای گاز را آزاد می کند. در این حالت فشار گاز برای رانش محلول کف و عبور آن از درون مایع کف ساز استفاده شده و نحوه ی پاشش از سرلوله باعث تولید کف انبوه متناسب با درجه انبساط آن می گردد. لازم به توضیح است در نوع تحت فشار دائم محفظه اصلی با فشار معینی از هوا یا نیتروژن بصورت دائم پر می گردد.

این نوع از خاموش کننده ها بر خلاف دستگاه های کف شیمیایی دارای شیلنگ مخصوص و سرلوله کف ساز برای پاشش کف می باشد .ویژگی سرلوله ی کف ساز ، مخلوط نمودن هوا با مایع کف برای حباب سازی می باشد.

خاموش کننده های پودر شیمیایی

یکی از متداولترین خاموش کننده های دستی ، نوع پودر شیمیایی است. از نظر ساختمانی دو گروه عمده را شامل می شوند:

خاموش کننده پودر و گاز با فشار مداوم :

این نوع خاموش کننده دارای یک محفظه استوانه می باشد که وزن معینی پودر در آن ریخته و تحت فشار یک گاز مناسب به خارج رانده می شود. فشار لازم برای عمل دستگاه با استفاده از گاز ازت یا CO_2 تامین می گردد . این دستگاه دارای شیلنگ و سرلوله ساده بوده و راه اندازی آن توسط یک اهرم صورت می گیرد. با فشردن آن یک سوزن که مجرای خروج پودر را بسته است، آزاد می گردد و تحت فشار گاز پودر به خارج پاشیده می شود . ابتدای لوله خروج پودر در نزدیکی کف مخزن قرار دارد تا بر اثر فشار گاز تمام پودر خارج گردد.

خاموش کننده پودر و گاز بالن دار(فشنگ دار)

منبع تامین فشار در این خاموش کننده گاز CO_2 مایع شده است که به آن فشنگ یا بالن می گویند .در هنگام استفاده گاز CO_2 آزاد شده و سبب پاشش پودر به خارج می گردد. این نوع خاموش کننده ها خود بر دو نوع می باشند:

- بالن داخل
- بالن خارج

خاموش کننده های حاوی CO_2

خاموش کننده های CO_2 بدلیل قابلیت بالای خنک کنندگی ، خفه کنندگی آتش، رقیق کنندگی اکسیژن هوای اطراف حریق ، عدم بجای گذاری اثر بر روی دستگاه و مواد و عدم صدمه مکانیکی به تجهیزات بسیار مناسب هستند. تنها عیب این سیستم قیمت بالای آن نسبت به پودر می باشد. از مزیت های عمده ی این خاموش کننده طول عمر و قابلیت اطمینان بالای آن است. این دستگاه ها از یک سیلندر حاوی CO_2 مایع و یک شیرفلکه ، شیلنگ و سرلوله شیپوری تشکیل شده اند. علت شیپوری بودن سرلوله ، جلوگیری از یخ زدن گاز در حین عبور از مسیر می باشد .منبع تامین فشار پاشش ، تغییر فاز گاز CO_2 بوده و طول پرتاب آن بین ۲ تا ۴ متر می باشد.

خاموش کننده های مواد هالوژنه

دستگاه های حاوی هالن اگر چه گران هستند، اما برای تجهیزات پر ارزش و الکتریکی بسیار موثر می باشند. این دستگاه ها قدرت خاموش کنندگی بسیار بالایی دارند و مکانیسم آنها شبیه CO_2 است به طوری که هم رقیق

کننده اکسیژن هوا و هم سنگین تر از هوا هستند بعلاوه این مزیت که به خاطر کنترل واکنش ها ی زنجیره ای ، قدرت خاموش کنندگی آنها ۲ تا ۳ برابر CO_2 است.
فشار پاشش بخار هالن از تغییر فاز خود هالن و تبدیل آن به فاز گازی تامین می شود اگر چه به کارگیری فشار کمکی از یک گاز مناسب مانند CO_2 نیز کارایی و سرعت آنرا افزایش می دهد.

نکات مهم در بکارگیری خاموش کننده های دستی

- تعداد آنها بایستی متناسب با نوع حریق و فضا مورد نظر باشد.
- فاصله دو کپسول نبایستی از ۳۰ متر بیشتر باشد. به عبارت دیگر فاصله دسترسی آزاد به خاموش کننده نباید از ۳۰ متر بیشتر باشد.
- ارتفاع قرارگیری نباید خیلی بالا یا نزدیک زمین باشد. بهتر است ارتفاع قاعده کپسول از سطح زمین ۱,۱متر بوده و بیشتر از متوسط ارتفاع آرنج افراد نباشد.
- برای هر محل باید بیش از یک دستگاه خاموش کننده پیش بینی شود.
- بلافاصله پس از هر بار استفاده از کپسول باید آن را شارژ نمود زیرا احتمال حریق مجدد منتفی نیست.
- هنگام استفاده از خاموش کننده برای اطفاء حریق ، بایستی پاشش مواد بصورت جارویی در سطح قاعده حریق انجام گردد.
- افراد هنگام خاموش کردن حریق بایستی پشت به باد باشند.
- پرسنل تیم عملیاتی یا کارکنانی که برای اطفاء در نظر گرفته شده اند باید تحت آموزش مداوم و تمرینات دوره ای قرار گیرند.

چگونه با یک کپسول آتش نشانی کار کنیم؟

- در ابتدا نوع آتش سوزی را تشخیص دهید تا بتوانید با استفاده از برچسب روی کپسول ها، کپسول مناسب را برای خاموش نمودن آتش انتخاب کنید. بعد از انتقال کپسول به محل آتش سوزی، عملیات زیر را به ترتیب انجام دهید:

۱- میله ضامن را بکشید.
۲- سر شیلنگ کپسول را به سمت آتش قرار دهید.
۳- دستگیره را فشار دهید
۴- شیلنگ کپسول را به سمت مرکز آتش قرار دهید

۴-۷-۳) تجهیزات کشف و اعلام حریق

در کنترل و اطفاء حریق زمان نقش تعیین کننده ای دارد. در صورتی که مامورین اطفاء یا سیستم های اطفاء بموقع خبر نشوند به علت گسترش تصاعدی حریق ، مهار آن دشوار می گردد. کشف و اعلام به موقع حریق در لحظات اولیه نقش مهمی در کنترل خسارات دارد. تجربه نشان داده است که بسیاری از حریق ها در خارج ساعات کار و در مواقعی که افراد حضور ندارند ، اتفاق می افتد. در برخی از اماکن که حضور افراد بطور دائم میسر نیست بایستی تجهیزاتی برای کشف و اعلام حریق پیش بینی گردد.

روش های کشف و اعلام حریق

کشف و اعلام به موقع حریق می تواند از بسیاری از صدمات به افراد و از بین رفتن سرمایه جلوگیری نماید. روش ها و وسایل اعلام خطر متنوع بوده و بنا به امکانات مالی و اهمیت موضوع از یکی از روش های دستی یا اتوماتیک استفاده می گردد.

روش دستی اعلام حریق

در این روش ، کشف و اعلام حریق توسط افراد شاغل یا ساکن انجام می گردد. مزایای این روش ارزانی و سادگی آن است. سیستم های خبردهی دستی مبنتی بر امکانات موجود محل بوده و شامل موارد زیر است.

اعلام دستی از طریق آژیر دستی: این وسایل جزء روش های قدیمی بوده و امروزه متداول نیست .آژیر دستی در گذشته متداولتر بوده است و فرد دستگیره ی آژیر دستی را چرخانده و در اثر چرخش آن آژیر بصدا در می آمده است.

اعلام توسط سیستم الکتریکی : در این روش به فواصل مختلف کلیدهای مخصوص که دارای درپوش شیشه ای می باشند، نصب می گردد. معمولا کنار این کلید ها چکش مخصوصی قرار دارد که پس از شکستن شیشه بطور خودکار یا توسط فشار دادن شستی آن ، آژیرهای اعلام حریق به صدا در می آید. در این روش ممکن است چراغهای هشدار دهنده نیز روشن گرددد یا مرکز عملیات آتش نشانی با توجه به کد های مربوط با خبر گردد.

اعلام توسط بلند گو : تنها تفاوت آن با روش قبل ، امکان ارسال پیام از طریق بلندگو یا آژیر توسط سیستم صوتی مجموعه است.

استفاده از تلفن : تلفن بایستی به فواصل مناسب در کارگاه نصب شده و شماره مرکز آتش نشانی روی آن قید شده باشد.

روش اتوماتیک اعلام حریق

سیستم های اعلام حریق اتوماتیک سه نوع اند: مرسوم یا متعارف ، آدرس پذیر، هوشمند

سیستم اتوماتیک کشف حریق

سیستم اتوماتیک شامل کاشفهای حریق ، کابل های رابط و منبع تغذیه است . این سیستم به دلیل حساسیت بالا می تواند در مراحل اولیه، آتش را شناسایی و به مرکز کنترل و اعلام حریق ، گزارش دهد.

انواع کاشف های اتوماتیک حریق

کاشف های حرارتی : این نوع کاشف های آتش با توجه به مکانیسم و ساختمان خود به صورت اپتیکی یا حرارتی حریق را شناسایی می کنند و در دو نوع ساخته شده اند:

- کاشف حرارتی ثابت : این نوع دستگاه ها وقتی به کار می افتند که حرارت معینی برای تحریک گیرنده ی آن در موقعیت کاشف حریق ایجاد شده باشد.
- کاشف حرارتی متغیر : در نوع حرارتی متغیر ، هرگاه روند افزایش درجه حرارت هوای محدوده کاشف با روند قابل قبول دستگاه متناسب نباشد ، دستگاه عمل می کند.

کاشف های دودی: این نوع از کاشف ها برای تشخیص انواع ذرات حاصل از آتش سوزی مناسب بوده و بر دو نوع می باشند:

- کاشف یونیزه : این کاشف طوری طراحی شده که می تواند حضور ذرات ۰,۰۱ تا یک میکرون را تشخیص دهد. محفظه نیمه هادی دستگاه بطور مرتب هوای عبوری را یونیزه می کند.

- کاشف فتوالکتریک : در محفظه این کاشف یک منبع تولید نور مرئی یا لیزر که بطور مستقیم یا تحت زاویه ۹۰ درجه با انعکاس از روی آینه ، بر چشم الکترونیک می تابد قرار دارد. در صورت وجود تیرگی ناشی از ذرات تیره، با توجه به محدوده ی تشخیص تعریف شده برای کاشف ، جریان نور کاهش پیدا نموده و باعث تحریک کاشف و اعلام حریق می گردد.

- کاشف های شعله ای **:** همانگونه که از اسم این کاشف ها پیداست ، به نور مرئی شعله که دارای طول موج ۳۸۰ تا ۷۶۰ نانومترمی باشد، حساس هستند و جزء کاشف های سریع و مطمئن به حساب می آیند. در این نوع به جای منع نور عمل کننده ، پرتوهای نور مرئی ناشی از حریق توسط عدسی هایی متمرکز و یا سلول فتوالکتریک تابانده و دریافت می شوند.

- کاشف های گازیاب : کاشف های گازیاب نوع ویژه ای هستند که برای تشخیص گازهای قابل انفجار یا گازهای ناشی از حریق به کار می رند. این وسایل در واقع نوعی از دستگاه های اندازه گیری گازها می باشند که کاربرد ویژه داشته و در تراکم خاصی برای جلوگیری از انفجار گاز اعلام خطر می نمایند. این نوع کاشف معمولا برای یک گاز یا بخار بوده و در تراکم معینی فعال می گردند.

۴-۷-۴) سیستم اطفاء حریق

روش دستی برای کنترل حریق در لحظات اولیه و حریق های کوچک بسیار مطلوب است .حریق های متوسط را نیز می توان با تجهیزات متوسط و بطور دستی اطفاء نمود. هرچه دسترسی ساده تر و گسترش حریق کمتر باشد مهارت مورد نیاز هم پایین تر است. البته در صورت بالا بودن بار حریق و وسعت آن یا دسترسی مشکل به محدوده آتش، لازم است افراد با تجربه به کار گرفته شوند. در روش دستی اطفاء، با توجه به اطلاعات بدست آمده در مورد نقشه ها، بار حریق و نوع حریق، بهترین ماده اطفا کننده در هر محل انتخاب و پس از انتخاب خاموش کننده، باید با توجه به روش موردنظر در اطفاء محاسبات لازم انجام گیرد.

اطفاء حریق دستی بر مبنای آب

برای خاموش کننده آب بایستی با توجه به محدودیت های منبع ، تغذیه ی دائم آب که نیاز ۶۰ دقیقه آب را برای اطفاء حریق تامین نماید پیش بینی گردد. برای اطفاء دستی توسط افراد باید از تجهیزات موسوم به جعبه آتش نشانی استفاده گردد. در جعبه آتش نشانی یک شیر برداشت با قطر ۱٫۵اینچ بصورت فلکه ای یا اهرمی و شیلنگ های برداشت آب از جنس لاستیک یا کتانی که بر روی یک قرقره نصب شده اند قرار دارد. سرلوله مورد استفاده می تواند آب را بصورت جت یا اسپری بپاشد.

استفاده از دستگاه خاموش کننده دستی آب با توجه به نحوه عملکرد فقط برای حریقهای محدود کارایی دارد.

اطفاء حریق دستی بر مبنای پودر

برای خاموش کننده پودر و گاز چون روش خاموش کردن به کمک خفه کردن سطحی است فلذا سطح حریق مهم بوده و لازم است با توجه به جدول محاسباتی وزن مورد نیاز پودر تعیین می شود.

اطفاء حریق دستی بر مبنای CO_2

مبنای خاموش کردن توسط CO_2 و هالن به روش خفه کردن بصورت دستی یا اتوماتیک است. لذا در محاسبات مقدار ماده خاموش کننده حجم احتمالی حریق مهم می باشد . از عوامل مهم دیگر زمان تخلیه و چگونگی پاشش ماده اطفائی روی آتش است.

اطفاء حریق دستی بر مبنای کف

موارد استفاده از کف برای ظروف باز سوخت ، محفظه ها ، تانکرهای مواد سوختی و محیط های نسبتا بسته می باشد .روش اطفاء حریق توسط کف ، خفه کردن سطحی حریق است لذا با توجه به گستردگی سطح حریق و نوع کف مورد استفاده از نظر میزان توسعه کف ، محاسبات لازم انجام می گیرد.