

## حوادث

هدفهای رفتاری: در پایان این فصل، فراگیر باید بتواند:

حادثه را تعریف کند.

هریک از علل سهیم در حادثه و علل اصلی بدون واسطه‌ای حادثه را شرح دهد.

پیامدهای حادثه را مشروحاً توضیح دهد.

با ذکر یک یا دو نمونه از حوادث اتفاق افتاده، علل اصلی آنها را به طور کامل توضیح دهد.

استراتژی پیشگیری از وقوع حوادث را شرح دهد.

روشهای کاهش پیامدهای حادثه را شرح دهد.

خطرهای استفاده از نیروی برق را شرح دهد.

روشهای پیشگیری از تبدیل خطر به حادثه در برق را شرح دهد.

روشهای پیشگیری و کاهش پیامدهای ناشی از برق‌گرفتگی را شرح دهد.

خطرهای گازهای مایع شده را شرح دهد.

روشهای ایمنی استفاده از وسایل گازسوز را که منجر به کاهش حوادث می‌شوند توضیح دهد.

خطرهای وسایل تیز و برنده را شرح دهد.

راههای کنترل خطرهای وسایل تیز و برنده را شرح دهد.

انواع روشهای حمل و نقل را توضیح دهد.

روش صحیح بلند کردن بار را شرح دهد.

حریق یا آتش‌سوزی را تعریف نموده، فرآیند آن را مختصراً شرح دهد.

مثلث و هرم حریق را توضیح دهد.

راههای عمومی کنترل حریق را که در نهایت منتهی به اطفای آن می‌شوند، شرح دهد.

راههای پیشگیری از حریق را مختصراً شرح دهد.

### ۱-۶- کلیات

(یک کار) را مختل می‌سازد و همواره در اثر یک عمل یا اقدام

غیرایمن یا در اثر شرایطی غیرایمن یا در اثر ترکیبی از این دو

به وقوع می‌پیوندد. حادثه، ممکن است در اثر عدم یا ضعف در

تعریف حادثه: حادثه عبارت است از واقعه یا رویداد

برنامه‌ریزی نشده‌ای که انجام و پیشرفت یا ادامه طبیعی یک فعالیت

۱- برای حادثه هیچ وقت از قبل برنامه‌ریزی نمی‌کنند. مثلاً قبل از شروع به حرکت، راننده اتومبیل هیچ وقت برنامه‌ریزی نمی‌کند که چه نکاتی را رعایت کند و

چه نکاتی را رعایت نکند تا مثلاً فلان ساعت و در فلان محل دچار حادثه گردد. بعضیها حادثه را یک رویداد غیرقابل پیش‌بینی تصور می‌کنند که تصور درستی نیست.

اگر دقیق نگاه کنیم صاف بودن لاستیک اتومبیل و وجود اشکال و عیب در سیستم جلونبندی اتومبیل از یک طرف و خواب‌آلود بودن راننده یا بی توجه بودن وی به سرعت مجاز و سایر مقررات از طرف دیگر، همه مواردی هستند که امکان پیش‌بینی وقوع حادثه را به راحتی فراهم می‌سازند. بنابراین می‌توان گفت که حوادث قابل پیش‌بینی

هستند ولی برنامه‌ریزی شده نیستند.

تشخیص یک خطر، یا در اثر بعضی نارساییها در سیستم کنترل خطر اتفاق افتد.

حادثه همیشه موجب صدمه یا خسارت نمی شود یعنی بعضی مواقع حادثه اتفاق می افتد ولی پیامدی ندارد. این حالت را معمولاً با عبارت «بخیر گذشت» یا «از بغل گوشمان رد شد» بیان می کنند.

برای درک بهتر مفاهیم فوق، در زیر به چند نمونه حادثه اشاره می شود:

۱- حادثه اول مربوط به یک کپسول گاز است که فرد آن را به دلیل سنگینی نمی توانست بلند و حمل کند و روی زمین می کشید. در اثر مالش و داغ شدن بدنه کپسول بالاخره کار به انفجار کپسول منتهی گردید. کار این فرد یک عمل غیر ایمن بود که منجر به حادثه شد.

۲- حادثه دوم مربوط به فردی است که به دلیل دسترسی نداشتن به انبردست سالم، از انبردستی که عایق دسته هایش ترک برداشته و معیوب بود استفاده کرد و یک تعمیر الکتریکی را در روی سیمهای برق دار انجام داد که منجر به عبور برق از طریق محل شکستگی عایق دسته انبر به دست وی گردید. در این حادثه نبود انبردست سالم یا وجود انبردست ناسالم، جزو شرایط نایمن بود که منجر به حادثه شد.

۳- حادثه سوم درباره راننده ای است که با علم به اینکه لاستیک ماشینش صاف است و باید تعویض شود آن را تعویض نکرده، به مسافت طولانی رفته است و ضمن رانندگی با سرعت غیرمجاز، ناگهان به دلیل ترکیدن لاستیک دچار حادثه شده است. در این حادثه صاف بودن لاستیک ماشین شرایط نایمن را نشان می دهد که همراه با عمل نایمن راننده (حرکت با سرعت زیاد در جاده خارج از شهر) مشترکاً باعث ایجاد حادثه شده اند.

۴- حادثه چهارم در مورد انفجار گرد و غبار گندم در آسیا یا سیلو می باشد که مسؤولان محل، به علت ناآشنایی به اینکه

گرد و غبار گندم همانند گرد و غبار بسیاری از مواد دیگر و عیناً مثل یک گاز منفجر می شوند هیچ گونه برنامه ای در مورد کنترل پخش گرد و غبار در فضای محیط کار و جمع آوری گرد و غبار نشسته بر روی سطوح مختلف معمول نداشته بودند و در نتیجه انفجار مهیبی رخ داد که منجر به کشته شدن چندین نفر انسان و بروز خسارات مالی فراوان گردید.

اگر به دقت به حوادث مذکور توجه شود معلوم می گردد که علل بروز آنها چیزی جز اعمال نایمن، شرایط نایمن (تک به تک یا به صورت مشترک) و ضعف در شناسایی خطر انفجار گرد و غبار گندم در زمان طراحی کار و قبل از وقوع حادثه، نبوده است.

بهترین راه برای درک علل بروز حادثه توجه به نمودار گردشی<sup>۱</sup> حادثه است.

در این نمودار گردشی که در نمودار گردشی ۱-۶ نشان داده شده است، خانه های بالایی تحت عنوان نگرش مدیریت به مسایل ایمنی، شرایط روحی کارگر و شرایط فیزیکی کارگر به نام گروه علل اصلی سهیم در حادثه هستند. مثالهایی از تک تک این علل به شرح زیر است:

#### الف - نگرش مدیریت به مسایل ایمنی

۱- ناکافی بودن مقررات و دستورالعملهای ایمنی وضع شده در محیط کار.

۲- اجباری نبودن قوانین ایمنی.

۳- طراحی نشدن ایمنی به عنوان بخشی از کار (یعنی هنگام طراحی کار، ایمنی در نظر گرفته نشده است).

۴- اصلاح نشدن خطرات شناخته شده (یعنی برنامه شناسایی خطر اجرا شده ولی در مورد خطرات شناخته شده اقدامی صورت نگرفته است).

#### ب - شرایط روحی کارگر

۱- پایین بودن سطح آگاهیهای ایمنی کارگر.

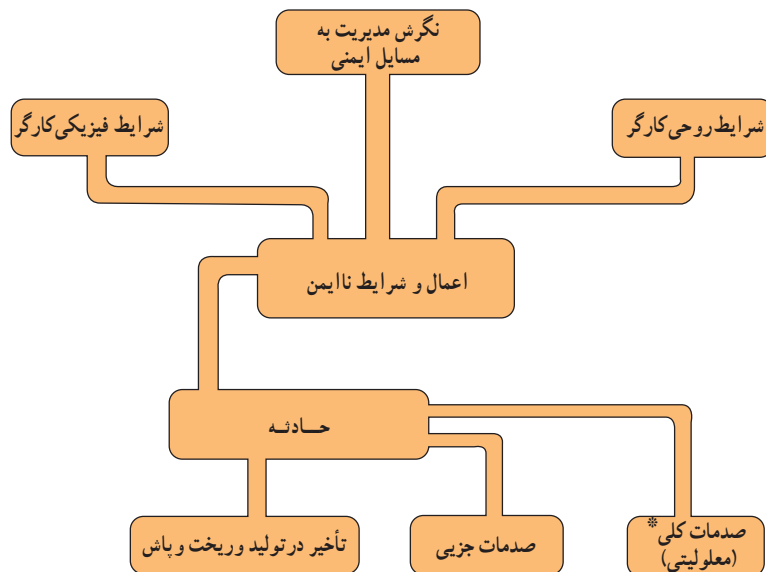
۱- در انگلیسی به نام Near miss معروف است و به معنی واقعه نامطلوبی است که تحت شرایط کمی متفاوت می تواند موجب صدمات جانی یا خسارات مالی یا از بین رفتن نامطلوب منابع گردد. مثلاً وقتی که دو هواپیما آنچنان از نزدیک هم رد می شوند که می توانستند به هم برخورد کنند.

۲- نمودار گردشی ترجمه لغت Flowchart است که در صنعت بسیار معمول است. در دنیای پزشکی کلمه آناتومی را به همین منظور به کار می برند.

۴- عکس العمل کند روحی و روانی (یعنی کارگر در محیط کار وقتی علامت یا سیگنالی زده می‌شود - مثلاً چراغی روشن می‌شود - عکس العمل به موقع نشان نداده، کاری را که باید به‌هنگام زدن علامت انجام می‌داد کمی دیر انجام می‌دهد).

۲- عدم همکاری (یعنی کارگر خصلتاً طوری است که با پیشنهادها و اصلاحی و دستورهای مافوق، همکاری مناسبی نشان نمی‌دهد).

۳- نگرشها یا عادات ناصحیح.



نمودار ۱-۶- نمودار گردش حادثه

آینده است عمل نایمن می‌گویند. به‌عنوان مثال، می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- ۱- استفاده نکردن از تجهیزات حفاظتی یا حفاظ در دسترس قرار گرفته (شکل ۱-۶).
- ۲- استفاده از روشهای خطرناک برای جابه‌جایی مانند بلند کردن بار به‌طور ناصحیح.
- ۳- استفاده از ابزار یا تجهیزات نامناسب در حالی که ابزار یا تجهیزات مناسب فراهم شده است مانند استفاده از کارد به‌جای پیچ‌گوشتی موجود.
- ۴- حرکات خطرناک مانند دویدن، جهیدن و ... در حین کار (شکل ۲-۶).
- ب- شرایط نایمن<sup>۴</sup>: هرگونه حالت فیزیکی (از نظر رساندن صدمات جانی و خسارات مالی در گذشته یا از نظر داشتن توان

### ج- شرایط فیزیکی یا جسمی کارگر

- ۱- خستگی دایمی
  - ۲- ضعف بینایی
  - ۳- نداشتن شرایط جسمی مناسب شغل خاص
  - ۴- نارسایی قلب
- همان‌طوری که در شکل پیداست در بین علل اصلی و حادثه مخزنی<sup>۱</sup> به نام اعمال و شرایط نایمن وجود دارد که آنها را علل بدون واسطه<sup>۲</sup> یا چسبیده به حادثه می‌نامند. برای آشنایی بیشتر در اینجا به نمونه‌هایی از اعمال و شرایط نایمن اشاره می‌شود.
- الف- اعمال نایمن<sup>۳</sup>: خروج رفتاری یا انجام ندادن دقیق یک روش یا عمل مورد قبول واقع شده، عادی یا صحیح که در گذشته باعث صدمات جانی و خسارات مالی شده است یا اینکه دارای توان بالقوه<sup>۴</sup> صدمه‌رسانی یا خسارت واردکنی در

\*- طبق قانون آمریکا هرگونه جراحت یا صدمه جانی که منجر به حداقل سه روز غیبت ضروری از کار بشود جزو صدمات کلی تلقی می‌گردد.

۱- Reset Voir

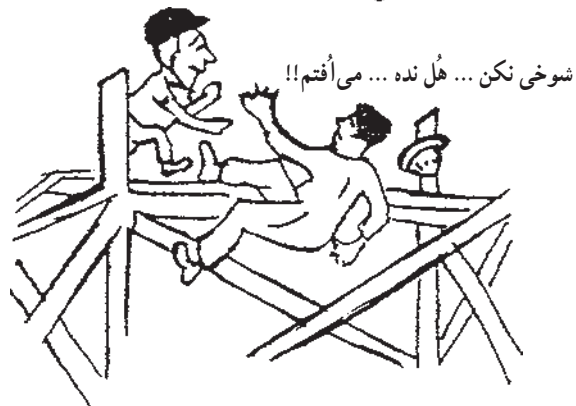
۲- Immediate Causes

۳- Unsafe Acts

۴- Unsafe Conditions



شکل ۱-۶- نمونه‌ای از اعمال نایمن - عدم استفاده از عینک حفاظتی در دسترس



شکل ۲-۶- نمونه‌ای از اعمال نایمن - دویدن و شوخی کردن در محیط کار

بالقوه برای رساندن صدمات جانی و خسارات مالی در آینده) را که متفاوت با حالت قابل قبول، عادی یا صحیح باشد «شرایط نایمن» می نامند. به عبارت دیگر شرایط نایمن یعنی هرگونه حالت فیزیکی که منجر به کاهش ایمنی موجود در حالت عادی یا صحیح گردد. به عنوان مثال می توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱- به کارگرفتن دستگاه ایمنی<sup>۱</sup> معیوب (کارنکن) یا بی تأثیر مانند شیرفلکه ایمنی جلوگیری کننده<sup>۲</sup> از زیاد شدن نامطلوب فشار که در اثر زنگ زدگی کار نمی کند یا همان شیرفلکه وقتی که مخصوص تنظیم فشار مثلاً  $50 \text{ psi}$  است ولی در محلی نصب شده که فشار خطرناکی که باید شیرفلکه مزبور از به وجود آمدنش جلوگیری کند برابر مثلاً  $40 \text{ psi}$  است. در این حالت وجود این شیرفلکه بی تأثیر است.

۲- فراهم نکردن یا استفاده نکردن از حفاظهای مختلف لازم؛ مانند دستگاه پرسی که حفاظ لازم برای جلوگیری از ورود دست به منطقه خطر را ندارد (شکل ۳-۶). یا ماشین تراشی که حفاظ شفاف روی منطقه کاری را ندارد (شکل ۴-۶).



شکل ۳-۶- نمونه ای از شرایط نایمن - دستگاه پرس حفاظی برای جلوگیری از ورود دست به منطقه خطرناک ندارد.



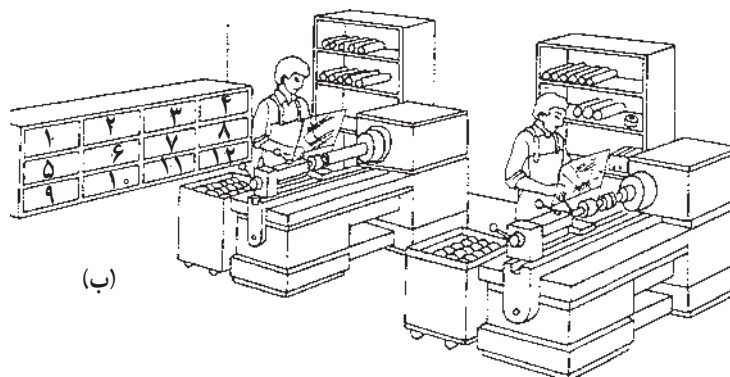
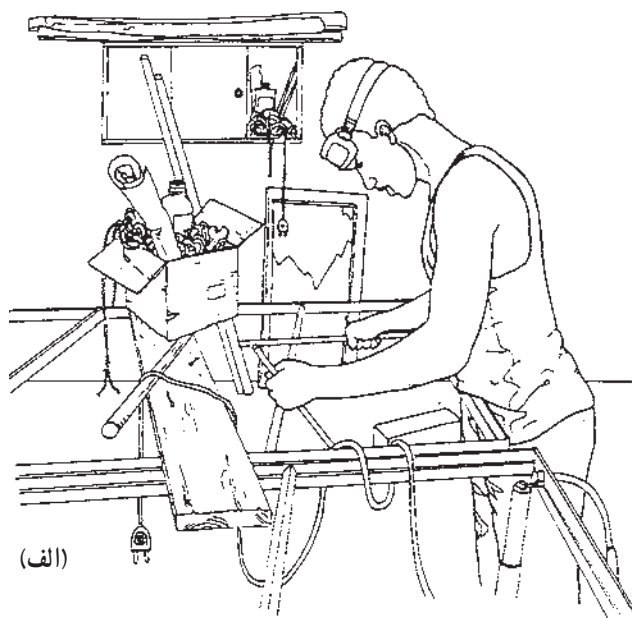
شکل ۴-۶- نمونه ای از شرایط نایمن - ماشین تراش حفاظ شفاف بر روی منطقه کاری ندارد و فرد از عینک حفاظتی استفاده نکرده است.

۱- Safety Device یعنی دستگاهها و وسایلی که برای تأمین ایمنی در یک سیستم یا دستگاه تعبیه می شوند مانند انواع سوپاپها.

۲- Safety Valve

۳- psi مخفف Pound Per Square Inch (پوند بر اینچ مربع) است.

۳- نبودِ ضبط و ربط<sup>۱</sup> درست در محیط کار مانند وجود مواد یا ابزار در بعضی از نقاط محیط کار که نباید باشند. گماردن نیروی کار در مشاغل و پستهایی که تخصص آنرا ندارند یا



شکل ۵-۶- الف) نمونه‌ای از شرایط نایمن - نبودِ ضبط و ربط درست در محیط کار  
ب) ضبط و ربط درست را در محیط کار نشان می‌دهد.

۴- وجود تجهیزات و ابزار معیوب مانند در دسترس بودن انبردست مخصوص کارهای برقی در حالی که عایق دسته آن ترک خورده است.

۵- نامناسب بودن روشنایی و تهویه در محیط کار: از نمودار گردشی حادثه می‌توان دریافت که برای جلوگیری از وقوع حادثه بهترین روش، بستن راه ارتباطی بین مخزن اعمال و شرایط نایمن و حادثه است. اما این روش در عمل به دلیل آنکه جلوگیری از اعمال نایمن مستقیماً به چگونگی ارتباط با انسانها بستگی دارد بسیار مشکل است. نیروی کار مخصوصاً نیروی کار جوان در قرن حاضر رفتارهای بسیار متفاوتی دارد و آموزش و ترغیب وی برای انجام ندادن عملی نایمن واقعاً کار مشکل و در اکثر مواقع غیرممکن است. آمار حوادث کشور انگلستان در، سالهای دهه ۱۹۹۰ میلادی نشان می‌دهد که بیش از ۸۶ درصد حوادث در اثر اعمال نایمن نیروی کار به وقوع می‌پیوندد. بنابراین

۱- HouseKeeping یا ضبط و ربط خوب یعنی هر چیز به‌طور کلی در زمان لازم و به مقدار مطلوب مورد نظر، در محل واقعی یا اصلی خود باشد.

متخصصان ایمنی به این نتیجه رسیده‌اند که مناسبترین راه پیشگیری از وقوع حوادث که در ضمن ممکن‌ترین آن نیز هست قطع سه لوله ورودی به مخزن اعمال و شرایط نایمن می‌باشد. یعنی اگر مدیریت به‌طور کلی، نگرش و عملکرد صحیح ایمنی داشته باشد و شرایط فیزیکی و روحی نیروی کار قبل از استخدام و در زمان کار به‌طور دایم کنترل گردد و در حد قابل قبول نگهداشته شود، می‌توان به امر پیشگیری از حادثه دسترسی پیدا کرد.

## ۲-۶- نکات اساسی در ایمنی برق

استفاده از انرژی الکتریکی با توجه به خصوصیات سیستمهایی که امروزه مورد استفاده بشر است عمدتاً به صورت‌های زیر ایجاد خطر می‌نماید:

۱- خطرهای ناشی از تولید حرارت

۲- خطرهای برق‌گرفتگی

۳- خطر شوک الکتریکی

خطرهای ناشی از تولید حرارت بر دو نوع است:

نوع اول مانند بخاری برقی که خطرهای آن از راه تماس

مثلاً تماس دست با المنت یا بدنه داغ بخاری و سوختگی موضعی

و تماس پارچه یا پرده یا موکت با قسمتهای داغ و ایجاد آتش‌سوزی می‌باشد. برای پیشگیری از این‌گونه خطرات، باید مشابه سایر منابع تولید حرارت عمل نمود که در بحث‌های ایمنی حریق و ... مطرح شد و شامل بحث ایمنی برق نمی‌گردد. خطرات نوع دوم مربوط به حرارتی است که در اثر برخورد اتفاقی و ناخواسته هادیها در ولتاژهای مختلف به وجود می‌آید. اصطلاحاً آن را «اتصال کوتاه» می‌نامند. در اتصال کوتاه، جریان بزرگی از هادی عبور کرده، اگر وسایل حفاظتی به موقع عمل نکنند و جریان برق را قطع نمایند حرارت تولیدشده عایق‌بندی هادیها و دستگاه‌های مسیر عبور جریان را در درجه اول و سپس اجزای هادی دستگاهها را در درجه دوم در اثر دمای زیاد خراب می‌کند و اصطلاحاً می‌سوزاند.

خطر دیگری در این مورد وجود دارد که به نام «اضافه بار» معروف است. این خطر حالت خفیفتر خطر اتصال کوتاه است و در اثر عبور جریان بیش از ظرفیت هادی و دستگاه‌های قرار گرفته در مسیر (مانند کابلها، سیمها و ترانسفورماتورها) به وجود می‌آید. این خطر به مرور زمان باعث خراب شدن عایق‌بندی شده، در بیشتر مواقع تبدیل به خطر اتصال کوتاه می‌گردد.

## مطالعه آزاد

برای توضیح بیشتر، دو نوع کلی از هادیهای مورد مصرف عمومی را مد نظر قرار می‌دهیم. هادیهایی هستند که در داخل تابلوهای برق به کار می‌روند و معمولاً به صورت یک تسمه فلزی اند و در صنعت برق به نام شین یا شینه خوانده می‌شوند. در اثر اضافه بار این نوع هادیها که عایقی به دور خود ندارند گرم می‌شوند و اگر ساطع شدن انرژی

۱- بنا به تعریف، جریان برق همان حرکت الکترونهاست. با توجه به ساختمان اتم و الکترونها دور هسته اتم می‌توان گفت که حالت الکتریکی را الکترونهاست که در مدار آخر اتم هستند و وجود می‌آورند. وقتی، در یک اتم تعداد الکترونها آخرین مدار برای تکمیل مدار کافی نیست (مثل آخرین مدار فلزات هادی نظیر مس)، این الکترونها میل به جابه‌جایی و خارج شدن از اتم و رفتن به اتم دیگر را دارند. جابه‌جا شدن الکترونها همان تکنیک ترکیب مواد است. الکترونها مورد بحث را «الکترونها آزاد» می‌نامند. الکترونها آزاد وقتی در اثر یک انرژی خارجی از اتم خارج می‌شوند در واقع جریان الکتریسته را هدایت می‌کنند. الکترونها آزاد هنگام حرکت در راه خود با اتمها برخورد می‌کنند. هرچه اتمها متراکمتر و به هم نزدیکتر باشند این برخورد بیشتر خواهد بود و حرکت الکترونها کندتر صورت می‌گیرد. در سیمی که اتمها خیلی به هم نزدیک هستند در مقابل عبور الکترونها مانع بزرگتری موجود خواهد بود. از طرف دیگر تعداد الکترونها که در عبور جریان الکتریکی شرکت می‌کنند بستگی زیادی به تعداد الکترونها آزاد جسم دارد. هرچه تعداد الکترونها آزاد جسمی بیشتر باشد تعداد الکترونها در عبور جریان شرکت خواهند داشت و در نتیجه مقدار جریان بیشتر می‌شود. نقره، طلا و مس دارای الکترونها آزاد زیادی هستند و به همین دلیل، مقاومت الکتریکی آنها کمتر است. این دسته از اجسام هادی جریان برق هستند. مواد عایق یا غیرهادی دارای الکترونها آزاد کمتری هستند. به عنوان مثال، مقاومت مس در برابر عبور جریان برق  $10^{-6} \times 1/7$  اهم بر سانتیمتر و مقاومت شیشه  $10^{14}$  اهم بر سانتیمتر است. یعنی شیشه بسیار عایقتر از مس یا برعکس مس بسیار هادی‌تر از شیشه است.

حرارتی در داخل تابلو مشکل دیگری به وجود نیارد به تدریج حرارت بالا رفته، ممکن است باعث نرم شدن و متعاقباً تغییر شکل دادن (آویزان شدن در اثر وزن) هادی شود و بالاخره ممکن است قبل از ذوب شدن فلز در اثر نزدیک شدن به هادیهای دیگر اتصال کوتاه رخ بدهد. اما در سیمها و کابلها که عایقی به دور هادی کشیده شده است اضافه بار و حرارت ایجاد شده در سیم ممکن است باعث نرم شدن و در نهایت ذوب شدن ماده عایق دور هادی شود و لخت شدن هادی منجر به اتصال کوتاه یا برق گرفتگی گردد. بعضی از مواد عایق دور سیم در اثر حرارت زیاد بتدریج تغییر رنگ داده، آرام آرام سفت می شوند و حالت انعطاف پذیری خود را از دست می دهند. در چنین حالتی، اگر سیم جابه جا و حرکت داده شود عایق سفت شده می شکند و به اصطلاح ترک برمی دارد. از محل ترک خوردگی امکان جرقه زدن با هادیهای دیگر (اتصال کوتاه) و برق گرفتگی برای انسان فراهم می گردد.

از آنجا که اغلب مواد عایق پوشاننده سیمها نوعی پلی مر هستند خرابی آنها در اثر اضافه بار که معمولاً به صورت سفت شدن و تغییر رنگ معلوم می گردد ممکن است منجر به از بین رفتن قدرت یا درجه عایقی آنها در برابر الکتریسیته شود که این حالت می تواند منشأ برق گرفتگی انسان در اثر تماس با آنها گردد. در بعضی مواقع هادیهای مذکور، با بدنه های فلزی وسایل و دستگاهها تماس حاصل نموده، تماس انسان با این بدنه ها ایجاد برق گرفتگی می نماید.

ضمناً دمای بالایی که در اثر اضافه بار در هادیها به وجود می آید یا جرقه ای که در اثر اتصال کوتاه ایجاد می شود ممکن است منشأ آتش سوزی و انفجار گردد.

### خطر شوک الکتریکی: شوک الکتریکی به دلیل ناگهانی

بودن تماس برق با بدن حاصل می شود و تفاوت آن چنانی با شوکهای دیگر نظیر شوک کنترل نشده آب سرد در حمام خیلی داغ<sup>۱</sup> ندارد. شوک یا ضربه الکتریکی با ناپودی قوه ادراک (هوش) و ظهور تشنج، منجر به قطع حرکات تنفسی و اعمال قلب گشته و امکان دارد شخص را از بین ببرد. به طور کلی، شوک الکتریکی باعث بروز عکس العملهای ناگهانی در نسوج و اعضای بدن می گردد و براساس همین اصل است که شخص مشغول به کار در ارتفاع در اثر شوک الکتریکی ناگهان به اطراف می افتد یا به عبارتی تعادل خود را از دست داده، به زمین سقوط می کند.

استفاده از اتصال زمین ایمن می تواند از خطرات برق گرفتگی، شوک الکتریکی و تا حدودی اتصال کوتاه جلوگیری نماید. شکل ۶-۶ اتصال زمین ایمن را بخوبی نشان می دهد.

### خطرات برق گرفتگی: عبور جریان برق از بدن موجودات

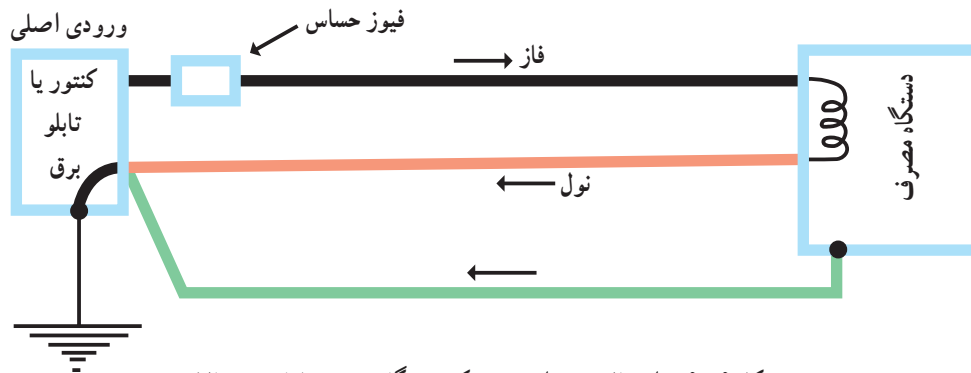
زنده در زمانی که شدت آن از مقدار معینی بیشتر باشد موجب بروز حالت برق گرفتگی می گردد که در بسیاری موارد ممکن است کشنده باشد. بدن انسان مانند یک هادی فلزی با مقاومت کم در مقابل برق عمل نمی کند بلکه بدن عمدتاً از موادی نیمه مایع و الکترولیتیک<sup>۱</sup> ساخته شده است که مقاومت آن زیاد است و به همین دلیل جریان برق در حین عبور از آن افت پیدا کرده، حرارت قابل ملاحظه ای ایجاد می کند. در اثر این حرارت، آب موجود در گوشت بدن تبخیر شده، باعث پخته شدن گوشت می گردد. این حالت را «سوختگی از برق» می نامند.

اگر جریان برق از طریق قلب انسان عبور کند در حالات برق گرفتگی شدید بطن قلب ضربان بیشتری (۳۰۰ تا ۵۰۰ بار در دقیقه) انجام داده، خون را از بطن خارج ساخته، پس از مدتی از کار باز می ماند. این حالت را «فیبریلاسیون بطنی» می نامند.

۱- مواد الکترولیتیک (Electrolytic) یعنی موادی که وقتی جریان برق از آنها عبور می کند در آنها فعل و انفعال شیمیایی اتفاق می افتد.

۲- مانند حمام سونا





شکل ۶-۶- اتصال زمین ایمن در یک دستگاه مصرف (مانند یخچال)

پای شخص در زمین که خود هادی خوبی برای برق است قرار داشته باشد، مسیر دوم برای عبور برق از دستگاه مصرف تا کنترلر برق کامل می‌شود (در صنعت برق بخشی از تکنیک کار این است که در منبع تولید برق و در فواصل معینی از مسیر همواره اتصال به زمین ایجاد شود تا زمین در مواقع اضطراری نقش خود را به‌عنوان هادی برق برگشتی ایفا نماید). حالا برق برای عبور دو مسیر دارد یکی سیم نول و دیگری بدنه یخچال به‌اضافه بدن شخص به‌اضافه زمین. چنانچه مقاومت مسیر دوم کمتر باشد (که معمولاً چنین است) برق به‌جای عبور از سیم نول، از طریق بدنه، بدن انسان و زمین عبور می‌کند و در نتیجه منجر به برق‌گرفتگی انسان می‌شود.

سیم سبز اتصال زمین ایمن طوری انتخاب می‌شود که مقاومت آن  $\frac{1}{\omega}$  سیم نول باشد. بنابراین وقتی بدنه یخچال با برق تماس پیدا می‌کند بلافاصله مسیر بدنه با سیم سبز، چرخه عبور برق را کامل می‌کند و برق به دلیل آنکه مقاومت در سیم سبز کمتر از سیم نول است مسیر بدنه به‌اضافه سیم سبز را برای عبور انتخاب می‌کند. بدین ترتیب حتی بدون آمدن انسان و دست زدن او به یخچال، برق بدنه برای خود مسیر عبور دارد. در عمل با توجه به مقاومت سیم نول مصرفی در منازل مقاومت سیم سبز آن‌چنان کم است که با دست زدن انسان به یخچال هم برق از بدن او عبور نخواهد کرد.

اما نکته دیگری هم هست که مربوط به رابطه ولتاژ با مقاومت است. می‌دانیم که بین ولتاژ برقی که به خانه ما می‌آید با مقاومت مسیر مصرفی و شدت جریان برق رابطه‌ای به شکل زیر وجود دارد؛

$$V = R \cdot I$$

وجود دارد؛

برای روشن شدن نقش سیم اتصال زمین ایمن (سیم سبزرنگ در شکل فوق) بهتر است به دو مورد زیر اشاره کنیم.

۱- جریان برق (همانطوری که در توضیح هادیها در زیر صفحه ۱۳۵ اشاره شد) همان حرکت الکترونهاست که طبق تعریف، از منبع تولید برق از طریق سیم فاز حرکت کرده، پس از عبور از دستگاه مصرف از طریق سیم نول به منبع تولید برمی‌گردند. این چرخه حرکتی الکترونها اگر در نقطه‌ای از مسیر قطع شود الکترونها دیگر نمی‌توانند به حرکت خود ادامه دهند یعنی جریان برقی عبور نمی‌کند. طبیعی است وقتی جریان برق عبور نکند خواص آن (مثل ایجاد حرارت یا نور) نیز ظاهر نخواهد شد.

۲- اگر برای برق دو مسیر عبور در نظر گرفته شود طبیعت برق طوری است که همواره از مسیری عبور می‌کند که مقاومت آن کمتر است یا به عبارتی حرکت الکترونها در آن مسیر راحتتر و آسان تر است.

با توجه به دو مطلب فوق به شکل ۶-۶ برمی‌گردیم که برق پس از عبور از سیم فاز و دستگاه مصرف از طریق سیم نول خود را به منبع یا کنترلر ورودی می‌رساند. البته این کار به‌منظور استفاده از انرژی و خواص برق انجام می‌گیرد. مثلاً اگر دستگاه مصرف یخچال باشد برق به هنگام عبور از آن، فرآیند سرد شدن داخل یخچال را ممکن می‌سازد. حالا اگر در داخل یخچال به دلیل بروز اشکال فنی سیم برق با بدنه تماس پیدا کند در واقع برای عبور برق دو راه ایجاد می‌شود. تا زمانی که بدنه یخچال به یک هادی دیگر متصل نباشد برقی از طریق بدنه عبور نخواهد کرد ولی وقتی انسان برای استفاده از یخچال به بدنه آن دست می‌زند مسیر از طریق بدن شخص امتداد پیدا می‌کند و چنانچه

V نشاندهنده ولتاژ برق برحسب ولت، R نشاندهنده مقاومت برحسب اهم، I شدت جریان عبور برق برحسب آمپر است. در حالت عادی، ولتاژ برق ورودی (که تقریباً ثابت است) و مقاومت سیم فاز و نول مشخص است در نتیجه شدت جریان معینی در مسیر وجود دارد. ولی وقتی سیم سبز نصف چرخه عبور برق را تشکیل می دهد مقاومت ده برابر کمتر از سیم نول شده، شدت جریان، ده برابر حالت عادی می گردد (ولتاژ تقریباً ثابت است). شدت جریان زیاد شده را فیوز حساس موجود در مدار تحمل نکرده، بلافاصله می سوزد (مدار را قطع می کند).

بنابراین، وجود سیم اتصال زمین ایمن نه تنها از عبور برق موجود در بدنه دستگاه از طریق بدن شخص جلوگیری می کند بلکه وجود اتصال برق به بدنه یخچال را با قطع جریان برق خیر می دهد.

برای پیشگیری و کاهش پیامدهای ناشی از برق گرفتگی باید به مسایل مختلفی نظیر نکشیدن بار بیش از ظرفیت هادیها؛ استفاده از ابزار سالم و مناسب؛ استفاده از دستگاههای ایمنی مانند اینترلاکها، استفاده از وسایل حفاظت فردی مانند دستکش و زیرپایی عایق جریان برق پرداخته شود.

## ۳-۶- گاز و ایمنی وسایل گازسوز

از آنجا که گاز مایع یعنی همان گازی که در کپسول تهیه می کنیم نسبت به گاز شهری که با لوله کشی به دست مصرف کننده

می رسد خطرات بیشتری دارد توجه خود را به آن معطوف می داریم. گاز مایع جزو گروه مایعات سرمازاست و از نظر خطرات و ملاحظات ایمنی عیناً مانند این گروه از مایعات تحت کنترل قرار می گیرد. خطرات مایعات سرمازا<sup>۲</sup> در سه دسته طبقه بندی می شوند.

۱- خطرات فیزیکی که عبارت اند از تغییر فاز<sup>۳</sup>، انتقال گرما، تبخیر و ایجاد سرما.

۲- خطرات شیمیایی که عبارت اند از اشتعال، احتراق و انفجار.

۳- خطرات سلامتی که عبارت اند از خفگی و مسمومیت.

با شناختن خطرات مذکور، ایمنی وسایل گازسوز و کپسولهای گاز روشن تر می گردد. مثلاً با دور نگه داشتن کپسول گاز از منابع گرمایی می توان خطر افزایش حجم و ترکیدن کپسول را کنترل نمود یا با طراحی و ساخت اجاق گاز به نحوی که شیرهای گاز بتوانند بدون عیب کار کرده، مخصوصاً در حالت بسته بودن، گاز از خود عبور ندهند.

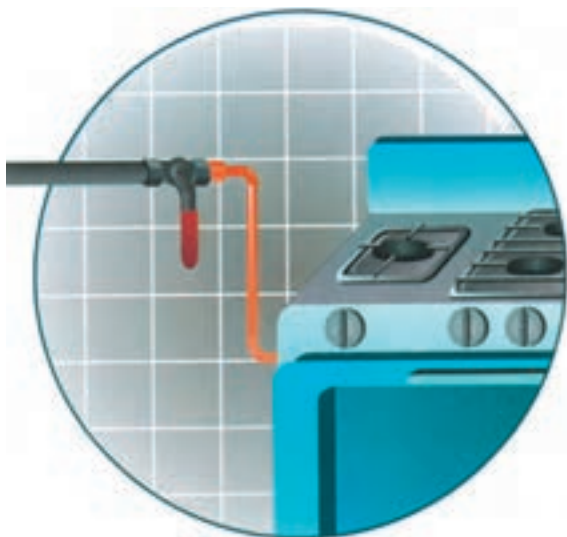
در یک مطالعه تحقیقی که در دهه ۱۹۹۰ میلادی در آمریکا انجام شد معلوم گردید که تنها حدود ۱۰ درصد حوادث مربوط به تجهیزات و معیوب بودن آنهاست و بقیه، یعنی ۹۰ درصد حوادث به مسایل انسانی مربوط می شوند<sup>۴</sup>. بنابراین در ایمنی گاز و وسایل گازسوز بهتر است توجه زیادی هم به نحوه کار و رفتار انسانها با وسایل گازسوز پرداخته شود. مثلاً اگر مردم بتوانند به هنگام خاموش کردن اجاق گاز روشن اول شیر فلکه اصلی گاز را که قبل از اجاق گاز قرار دارد بسته، سپس کلیدهای خود اجاق گاز را ببندند (شکل ۷-۶) و همچنین به هنگام روشن کردن اول شیر

۱- اینترلاک Interlock یعنی وسیله یا دستگاهی که با یک دستگاه یا مکانیسم دیگر ارتباط درونی دارد تا با هم انجام یک عمل یا موفقیت عملیاتی را فراهم سازند. مثلاً اینترلاک مربوط به درپوش یا حفاظ ماشین تراش از کار کردن ماشین تا زمانی که حفاظ در سر جای خود بسته نشده جلوگیری می کند. اینترلاک در آسانسور، از حرکت آسانسور تا زمانی که درب آن به طور کامل بسته نشده باشد، جلوگیری می کند. در تأسیسات برقی نیز تا زمانی که درب دستگاه بسته نشود، یا برق کار از محل خطرناک خارج نشود یا برق کار دست خود را از محوطه خطرناک دور نکند اینترلاک از ارتباط یا وصل جریان برق جلوگیری می کند.

### ۲- Cryogenic Liquids

۳- مایعات سرمازا در واقع گازهایی هستند که تحت فشار به صورت مایع درآمده اند. وقتی حادثه نشت یا ترکیدن و انفجار برای کپسول یا ظروف تحت فشار پیش بیاید مایع خارج شده بلافاصله به صورت گاز درمی آید. این تغییر فاز، از نظر ایمنی حادثه ای جدا از حادثه نشت یا ترکیدن کپسول تلقی می گردد. تغییر فاز مایع به فاز گازی با کاهش زیاد درجه حرارت و افزایش زیاد حجم همراه است. فاز گازی به راحتی با هوا مخلوط شده، محیط بسیار خطرناک قابل اشتعال و قابل انفجار به وجود می آورد. به همین دلیل تغییر فاز به عنوان یک خطر فیزیکی مطرح است.

۴- آمار فوق به نقل از کتاب:



شکل ۷-۶- هنگام خاموش کردن گاز، اول شیر فلکه اصلی گاز و سپس شیر یا کلیدهای خود اجاق گاز را ببندید.



شکل ۸-۶- هنگام روشن کردن گاز، اول شیر فلکه اصلی گاز را باز کرده، سپس کبریت را روشن کنید و آنگاه شیر یا کلید خود اجاق گاز را باز نمایید.

#### ۴-۶- ایمنی در وسایل تیز و برنده

از وسایل تیز و برنده می‌توان به نمونه‌هایی مانند انواع اره‌ها، چاقو، قیچی‌ها، فرزها، مته‌ها، قطعات ناتمام فلزی، خیشهای کشاورزی، تیر و ... اشاره کرد. خطر وسایل مزبور بریدن انگشت، دست، پا و ... و فرورفتن نقاط نوک تیز وسایل در چشم یا ... می‌باشد.

برای کنترل این خطرات، دو راه زیر وجود دارد:

۱- استفاده از حفاظها و دستگاههای ایمنی: حفاظها انواع مختلفی دارند که از آن جمله هستند: ۱- حفاظهای ثابت

(مانند توری فلزی که در روی پنکه وجود دارد و حفاظی که در شکل ۹-۶ نشان داده شده است) ۲- حفاظهای اینترلاک شده<sup>۱</sup> (مانند پوشش یا حفاظ شفاف در ماشین تراش که با موتور ماشین اینترلاک شده است یعنی تا زمانی که حفاظ در سر جای خود قرار نگرفته باشد موتور ماشین تراش کار نمی‌کند). (شکل ۱۰-۶)، ۳- حفاظهای قابل تنظیم (شکل ۱۱-۶) (مانند پوشش یا حفاظ قسمت بالای اره دوار که با توجه به ضخامت چوب بالا یا پایین کشیده شده، تنظیم می‌گردد) و ۴- حفاظهای خودتنظیم شونده (شکل ۱۲-۶)، (مانند پوششهای انعطاف پذیر یا صفحات سختی

۱- قبلاً در زیرنویس صفحه ۱۳۶ توضیح داده شده است.