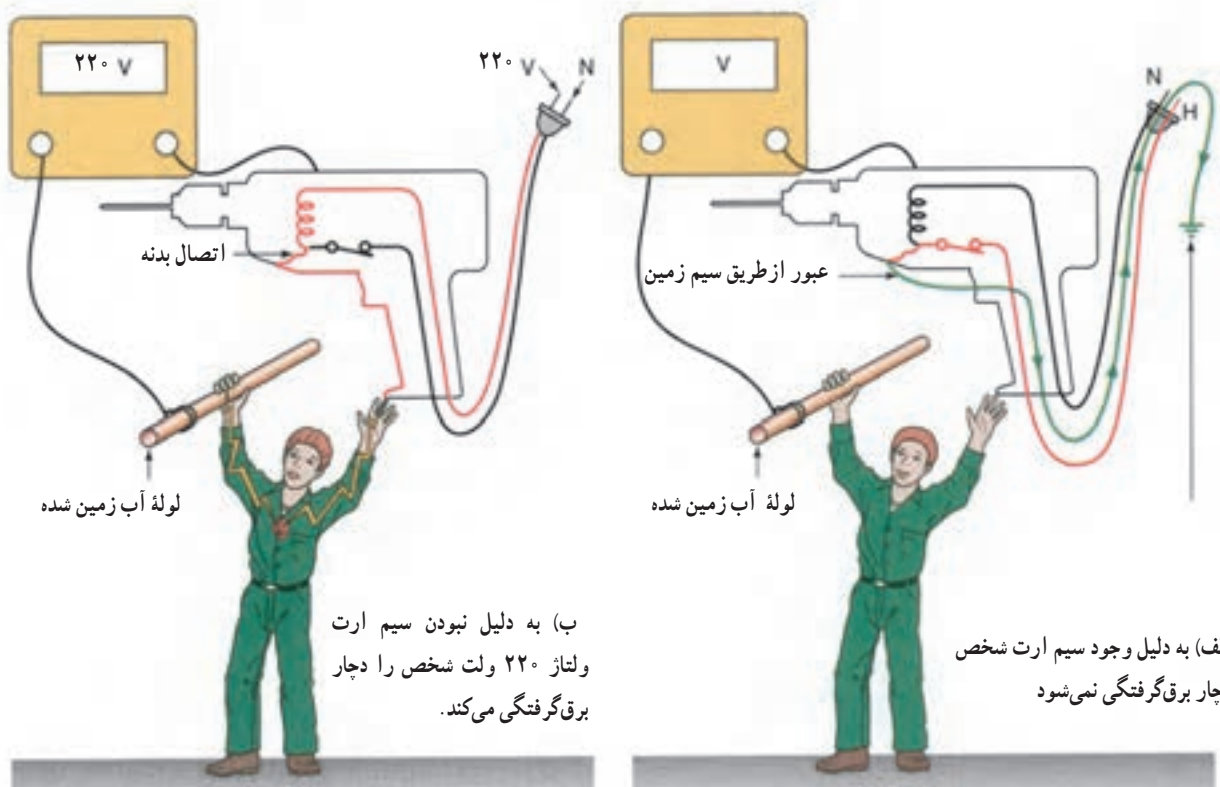


## حفاظت الکتریکی

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

- ۱- حفاظت الکتریکی را تعریف کند.
- ۲- انواع حفاظت الکتریکی را توضیح دهد.
- ۳- هر یک از انواع حفاظت شخص را توضیح دهد.
- ۴- توصیه‌های ایمنی مربوط به استفاده از وسایل الکتریکی را بیان کند.



## سیمای فصل ۱۰

- حفاظت الکتریکی
- انواع حفاظت الکتریکی
- حفاظت سیم و کابل
- حفاظت مصرف‌کننده‌ها و دستگاه‌های الکتریکی
- حفاظت اشخاص
- برق گرفتگی
- انواع روش‌های حفاظت اشخاص
- حفاظت توسط سیم زمین
- حفاظت توسط عایق‌کاری
- حفاظت توسط ولتاژ کم
- حفاظت توسط کلید محافظ جان
- توصیه‌های ایمنی



## آشنایی با دانشمندان

### آمپر

(Andre Marie Amper / ۱۸۳۶ — ۱۷۷۵)

آندره ماری آمپر در سال ۱۷۷۵ در شهر لیون فرانسه به دنیا آمد. او کودک نابغه‌ای بود که تا سن ۱۲ سالگی تمام ریاضیات را آموخته بود. او در سال ۱۸۰۱ به‌عنوان استاد فیزیک و شیمی در دانشگاه بورگ مشغول به کار شد و در سال ۱۸۰۹ به‌عنوان استاد ریاضیات در دانشگاه پلی‌تکنیک ایکل شروع به کار کرد. آمپر در اوایل سال ۱۸۲۰، فرضیه الکتریسیته و خاصیت آهن‌ربایی را مطرح کرد که مبنای پیشرفت این فرضیه در قرن نوزدهم شده است. او اولین کسی بود که دستگاه اندازه‌گیری جریان الکتریکی را ساخت. واحد جریان الکتریکی به احترام او به نام «آمپر» نامیده شده است.



## ۱۰- حفاظت الکتریکی



الف) مینیاتوری



ب) فشنگی



ج) اتوماتیک

شکل ۱-۱۰

### ۱-۱-۱۰- حفاظت مصرف‌کننده‌ها و دستگاه‌های

الکتریکی: مصرف‌کننده‌ها و دستگاه‌های الکتریکی باید در مقابل خطاهای احتمالی، از قبیل اتصال کوتاه و اضافه جریان، حفاظت شوند. برای حفاظت این دستگاه‌ها معمولاً قبل از مصرف‌کننده، از فیوزها و رله‌های حرارتی طوری استفاده می‌شود که در صورت بروز خطا مصرف‌کننده به طور کلی از برق جدا شود. کلیدی که

به اقداماتی که باید در تأسیسات الکتریکی انجام داد تا خطرات ناشی از جریان برق باعث صدمه زدن به اشخاص و دستگاه‌های الکتریکی نگردد، «حفاظت الکتریکی» می‌گویند.

## ۱-۱۰- انواع حفاظت الکتریکی

### ۱-۱-۱- حفاظت سیم‌ها و کابل‌ها: وقتی برای

مدت زمانی از سیم‌ها جریان بیش از حد طبیعی (جریان اضافی) و یا در مدت زمان بسیار کمی جریان بسیار شدیدی (جریان اتصال کوتاه) عبور کند، سیم‌ها گرم می‌شوند. این گرمای بیش از حد باعث صدمه دیدن عایق آن‌ها می‌شود و می‌تواند باعث آتش‌سوزی و خسارت‌های زیادی به تأسیسات الکتریکی شود برای حفاظت سیم می‌توان از رله و فیوزها استفاده نمود.

### فیوز

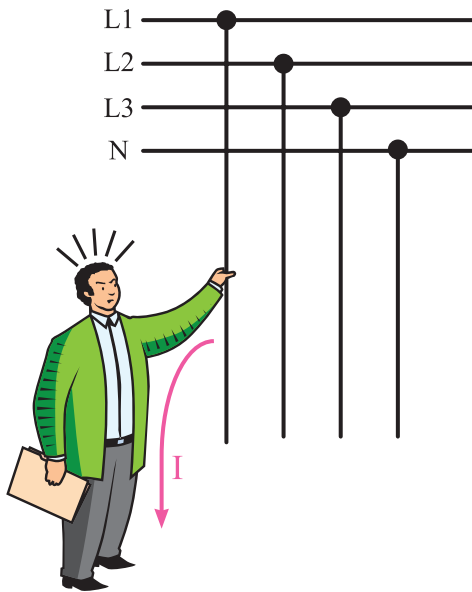
در همه تأسیسات الکتریکی برای جلوگیری از صدمه دیدن و معیوب شدن وسایل و نیز برای قطع کردن دستگاه معیوب از شبکه برق، از فیوز استفاده می‌شود. این وسیله باید طوری انتخاب شود که در اثر اتصال کوتاه، در کوتاه‌ترین زمان ممکن و قبل از این که صدمه‌ای به سیم‌ها و تأسیسات الکتریکی برسد، مدار را قطع کند. در شکل ۱-۱۰ چند نمونه فیوز را مشاهده می‌کنید. فیوزها از نظر زمان قطع به دو نوع کندکار و تندکار تقسیم می‌شوند.

**الف) فیوز تندکار:** این فیوز در کوتاه‌ترین زمان، برق مصرف‌کننده را قطع می‌کند. به همین دلیل در مصارف روشنایی استفاده می‌شود.

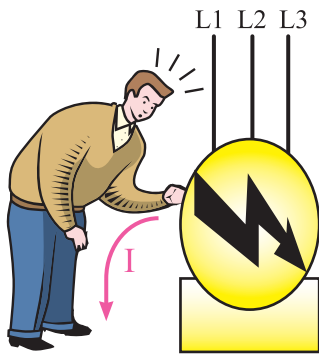
**ب) فیوز کندکار:** زمان قطع فیوز نسبت به فیوز

تندکار بیش‌تر است و برای راه‌اندازی موتورهای الکتریکی استفاده می‌شود (زیرا موتورها در ابتدای راه‌اندازی جریان زیادی می‌کشند و پس از آن جریان به حالت عادی خود برمی‌گردد).

می‌تواند هر دو حفاظت اتصال کوتاه و اضافه‌بار را انجام دهد، کلید محافظ موتور نام دارد (شکل ۱۰-۲).

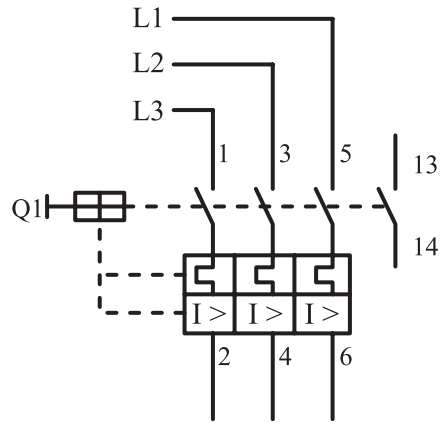


الف) تماس مستقیم با سیم برق



ب) تماس با بدنه فلزی دستگاه که اتصال بدنه پیدا کرده است.

شکل ۱۰-۳



به طرف مصرف‌کننده

شکل ۱۰-۲- کلید ظاهری کلید محافظ موتور و نحوه اتصال آن به شبکه برق

تحقیقات نشان می‌دهد که پنجاه درصد از برق گرفتگی‌ها در اثر تماس مستقیم با سیم حامل برق در حمام، استخر، حیاط، زیرزمین، پارک‌ها یا مکان‌های مرطوب بوده که جریان برق مستقیماً از بدن افراد عبور کرده است. بقیه برق گرفتگی‌ها به علت فرسودگی سیم‌ها، عایق نبودن صحیح دستگاه‌های برقی صنعتی و خانگی و سیم‌کشی‌های غلط اتفاق افتاده است.

در صورت اتصال یک سیم به بدنه فلزی دستگاه، ولتاژی بین بدنه دستگاه و زمین به وجود می‌آید. حال اگر شخصی بدنه دستگاه را لمس نماید، بین محل تماس بدن و زمین ولتاژی به

### ۱۰-۱-۳- حفاظت اشخاص: برق گرفتگی یک

تحریک ناگهانی و اتفاقی سیستم عصبی بدن بر اثر عبور جریان الکتریکی است. به عبارتی دیگر عبور جریان برق از بدن را برق گرفتگی می‌گویند. برق گرفتگی در شخص زمانی به وجود می‌آید که شخص در مسیر عبور جریان برق قرار گیرد. شکل ۱۰-۳ دو نوع برق گرفتگی را نشان می‌دهد.

وجود می‌آید (ولتاژ تماس) که اگر مقدارش از ۶۵ ولت بیشتر باشد برای او خطرناک خواهد بود. همچنین جریان خطرناک برای انسان ۵٪ آمپر است. مقاومت بدن انسان حدود ۱۳۰۰ تا ۳۰۰۰ اهم است.

## ۱-۲ انواع روش‌های حفاظت اشخاص

برای کاهش امکان برق‌گرفتگی افراد از سیستم‌های ایمنی استفاده می‌شود. سیستم‌های ایمنی بسیار متنوع‌اند. متداول‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از:

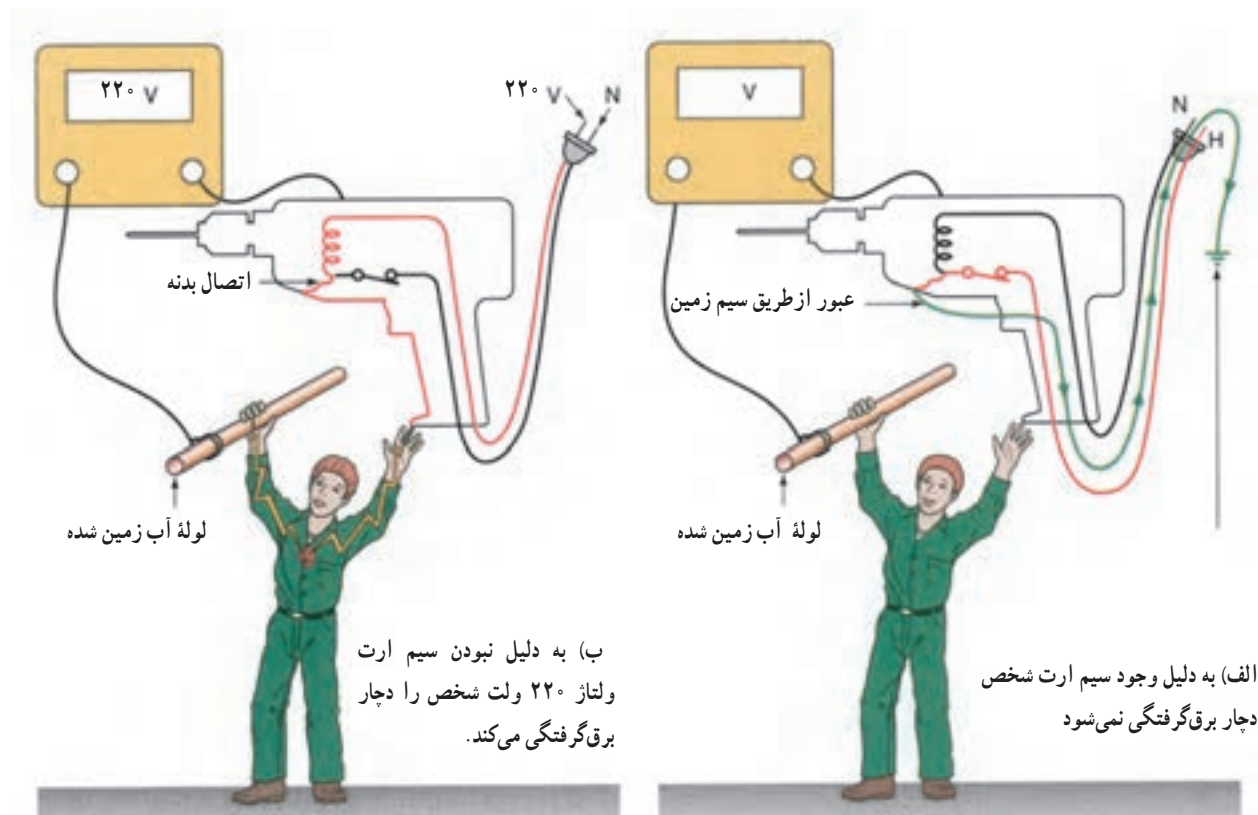
(الف) حفاظت توسط سیم زمین

(ب) حفاظت توسط عایق کاری

(ج) حفاظت توسط ولتاژ کم  
(د) حفاظت توسط کلید محافظ جان (FI)  
هر کدام از انواع حفاظت شخص دارای خصوصیتی هستند، که به شرح آن‌ها می‌پردازیم:

### ۱-۲-۱- حفاظت توسط سیم زمین: در این

روش قسمت‌های فلزی بدنه دستگاه‌های برقی توسط یک سیم موسوم به سیم ارت به زمین وصل می‌شود. در این صورت اگر دستگاهی اتصال بدنه پیدا کند، جریان برق به‌جای عبور از بدن شخص از طریق سیم ارت به زمین متصل می‌شود. زیرا مقاومت سیم زمین (سیم ارت) بسیار کم‌تر از مقاومت بدن شخص است (شکل ۴-۱).



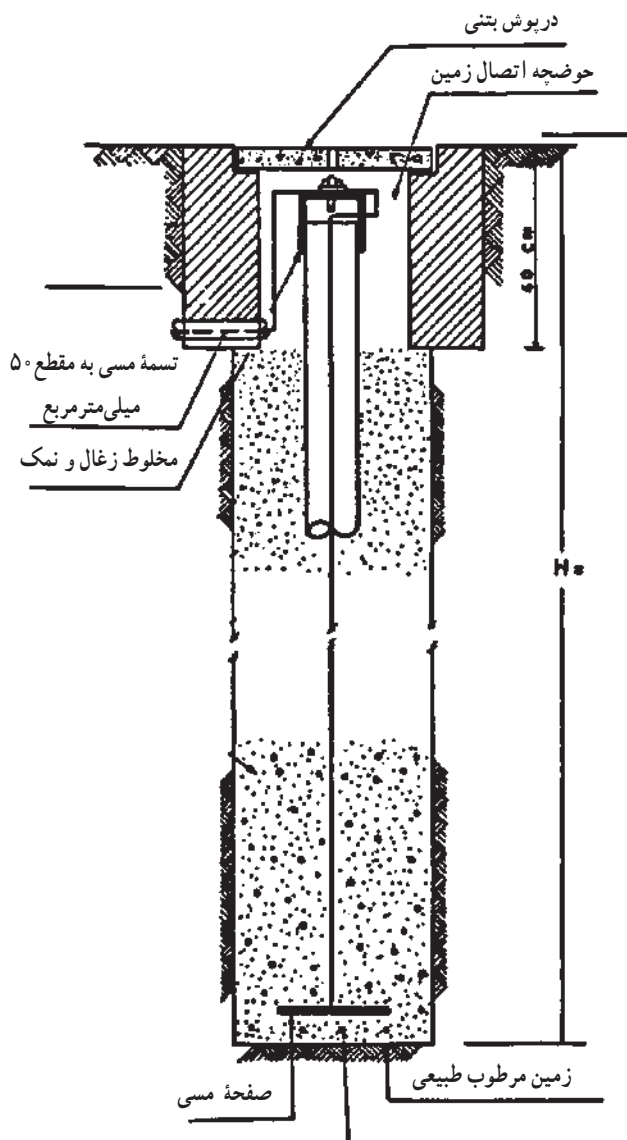
شکل ۴-۱

که عمق آن در مناطق مختلف به دلیل خصوصیات خاک منطقه متفاوت است. ولی بهترین چاه آن است که به قسمت نمناک و

سیستم اتصال زمین (چاه ارت): برای این که سیم اتصال بدنه دستگاه را به زمین متصل کنند، چاهی حفر می‌شود

با مواد کاهنده مقاومت مانند زغال و نمک و خود چاه را با ماسه پر می‌کنند. سیم خروجی از این چاه را به بدنه فلزی دستگاه‌ها متصل می‌کنند (شکل ۵-۱۰).

مرطوب زمین رسیده باشد. زیرا چنین خاکی دارای مقاومت الکتریکی کم‌تری است. سپس صفحه یا تسمه موسوم به الکترود را در انتهای چاه قرار دهند و آن را با یک سیم مسی قطور با مقاومت الکتریکی کم به بیرون چاه هدایت کنند. اطراف صفحه را



شکل ۵-۱۰

ج) میله‌ها یا لوله‌های مسی یا فولادی قلعه اندود شده به شکل‌های شبکه‌ای، حلقه‌ای یا شعاعی.  
شکل ۶-۱۰ انواع الکترودهای زمین را نشان می‌دهد.

الکترودها در انواع مختلف ساخته می‌شوند.  
الف) صفحات فلزی قلعه اندود  
ب) نوارهای تابیده شده مسی (در مکان‌هایی که به علت سفتی زمین دستیابی به عمق زمین غیرممکن یا سخت است).

عامل زمین نواری			عامل زمین لوله ای	عامل زمین صفحه ای
شعاعی	حلقوی	شبکه ای		

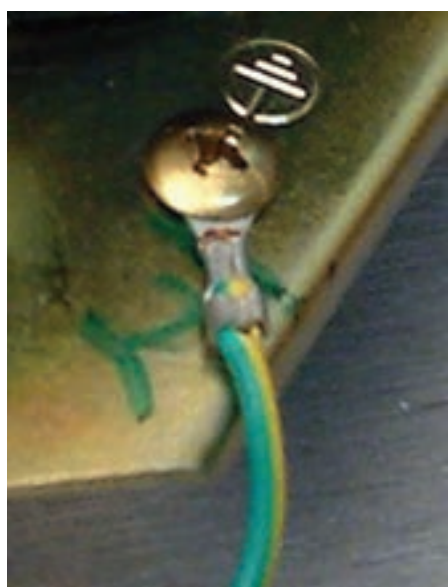
شکل ۶-۱۰- انواع الکترودهای زمین

- وسایلی که اتصال سیم ارت به آن‌ها الزامی است عبارت‌اند از:
- لوازم خانگی برقی مانند سماور، پلوپز، بخاری برقی، ماشین لباس شویی، کولر و سایر لوازم فلزی آشپزخانه
  - چراغ و پایه چراغ‌های حیاط و روشنایی پارک‌ها، وسایل فلزی از قبیل پل و نرده و غیر آن‌ها در معابر عمومی و وسایل تفریحی در پارک‌ها.
  - پریزهای منازل و کارگاه‌ها؛
  - ماشین‌آلات در صنایع و وسایل دیگر الکتریکی؛
  - دستگاه‌های بیمارستان و اتاق عمل.

### تحقیق کنید

از سیستم اتصال زمین هنرستان خود یا یک مرکز صنعتی بازدید کنید و گزارش آن را به کلاس ارائه دهید.

رنگ استاندارد روکش سیم ارت سبز و زرد است و در وسایل الکتریکی این سیم به بدنه دستگاه‌ها پیچ می‌شود (شکل ۷-۱۰).



(ج)



(ب)

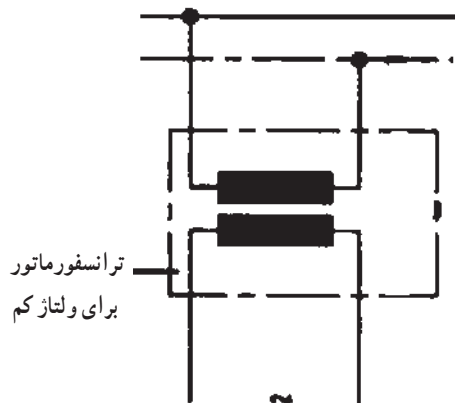


(الف)

شکل ۷-۱۰- اتصال سیم ارت به بدنه دستگاه‌ها و دوشاخه

۳-۲-۱ حفاظت توسط ولتاژ کم: در این روش از ولتاژهای کم تر از ۵۰ ولت، که برای انسان خطرناک نیست، برای حفاظت استفاده می‌شود. این ولتاژ توسط یک ترانسفورماتور کاهنده با دو سیم پیچ جداگانه ایجاد می‌شود. کاربرد این روش در دستگاه‌های یزشکی، اسباب‌بازی‌های الکتروموتوری و ... کاربرد دارد (شکل ۱-۱۰).

**380/220V 50Hz**



شکل ۱-۱۰- ترانس کاهنده ولتاژ

۴-۲-۱ حفاظت توسط کلید محافظ جان (FI): اساس کار این کلید بر پایه اختلاف جریان بین سیم‌های رفت و برگشت یک دستگاه الکتریکی است. طبق شکل ۱-۱۱ در صورت کار عادی دستگاه، اختلاف جریانی بین سیم‌های رفت و برگشت وجود ندارد. اما در صورتی که دستگاه اتصال بدنه پیدا کند، اختلاف جریانی بین سیم‌های رفت و برگشت به وجود می‌آید که میدان مغناطیسی ایجاد می‌کند و به رله فرمان می‌دهد تا مدار را قطع نماید.

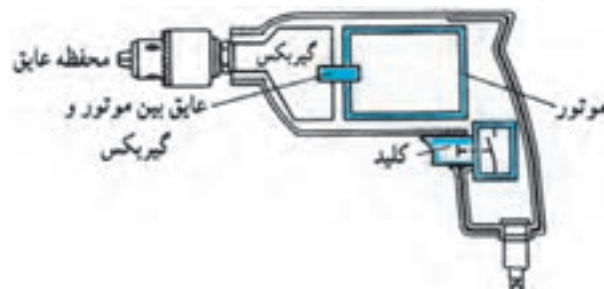
این وسیله به اندازه‌ای حساس است که می‌تواند جریان‌های نشتی کوچک را، که باعث عملکرد فیوز نمی‌شود ولی می‌تواند برای شروع یک آتش‌سوزی یا برق‌گرفتگی کافی باشد، حس نماید و منبع تغذیه را در چند دهم یا صدم ثانیه قطع کند.

هم‌چنین کلیه وسایل الکتریکی پس از تولید، تست عایقی می‌شوند تا هیچ‌گونه ارتباط الکتریکی بین سیم‌های هادی آن با بدنه فلزی دستگاه وجود نداشته باشد (شکل ۸-۱۰).



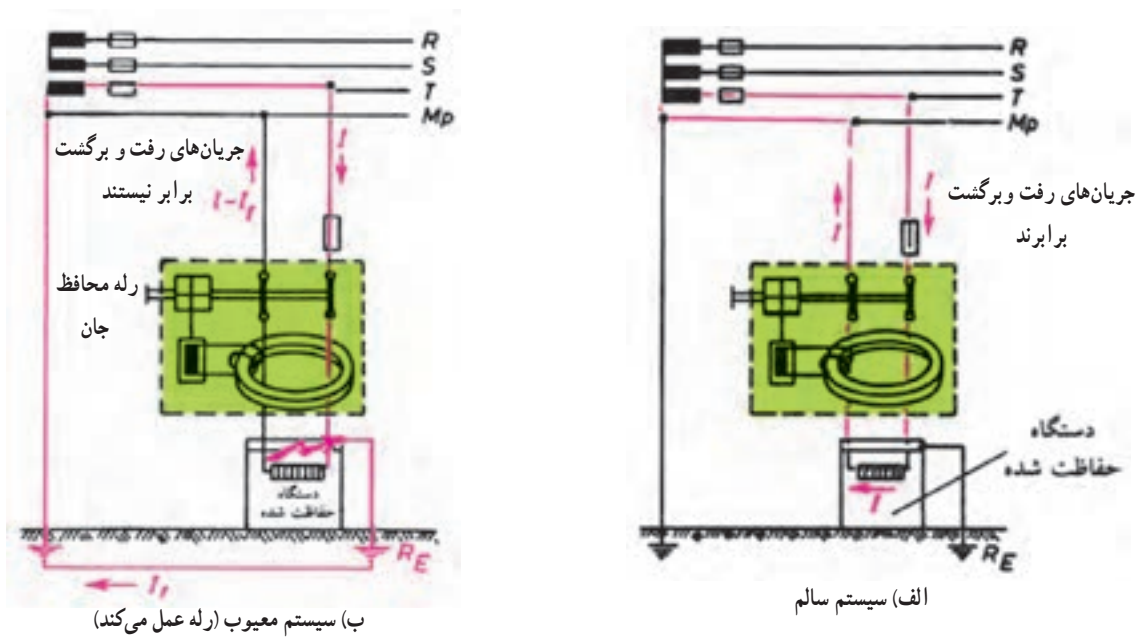
شکل ۸-۱۰- تست اتصال بدنه

۲-۲-۱ حفاظت توسط عایق کاری: در این روش تمام قسمت‌هایی را که امکان اتصال برق با بدن انسان دارد عایق می‌کنند. در مورد دستگاه‌هایی که ساکن هستند، می‌توان کف زمین را عایق کاری نمود. ولی در دستگاه‌های قابل حمل یا متحرک مانند دریل برقی، ریش‌تراش و جاروبرقی، کارخانه سازنده برای جلوگیری از برق‌دار شدن بدنه فلزی آن‌ها، آن دستگاه را با یک لایه اضافی دیگر عایق می‌کند. در این روش نیازی به اتصال زمین وجود ندارد (شکل ۹-۱۰). این نوع حفاظت دارای علامت مشخصه □ روی وسایل الکتریکی است.



شکل ۹-۱۰- عایق مضاعف در دستگاه‌های متحرک





شکل ۱۱-۱۰ مدار الکتریکی کلید محافظ جان

در شکل ۱۲-۱۰ تصویر ظاهری کلید محافظ جان نشان داده شده است.



شکل ۱۲-۱۰ شکل ظاهری کلید محافظ جان

### ۳-۱۰- توصیه‌های ایمنی



۱- هرگاه بر روی تابلو برق علامت را مشاهده کردید از باز کردن در تابلو و دست زدن به قسمت‌های داخلی آن خودداری کنید.

۲- در حال کار با برق دقت کنید که دست‌ها و زیرپایتان مرطوب نباشد (از چوب خشک یا مواد پلاستیکی که عایق خوبی هستند، استفاده کنید).

۳- اگر دو شاخه یک وسیله برقی شکسته است هرچه سریع‌تر سالم آن را تهیه کنید (شکل ۱۳-۱۰).



شکل ۱۳-۱۰

۴- از کشیدن سیم از کف منزل یا زیر فرش، که احتمال برخورد پای افراد با آن یا پوسیدن سیم وجود دارد، خودداری کنید.

۵- هنگام تعویض لامپ سوخته یا شکسته حتماً کلید چراغ را خاموش کنید و با استفاده از فازمتر از قطع جریان برق مطمئن شوید.

۶- در محیط‌های مرطوب مانند حمام و دست‌شویی از وسایلی مثل بخاری برقی، سشوار، ریش تراش یا ماشین لباس‌شویی استفاده نکنید.

۷- هنگام شست‌وشوی کف آشپزخانه وسایل برقی را از برق جدا کنید و سعی کنید آب روی کلیدها و پریزها و همچنین وسایل برقی پاشیده نشود.

۸- سیم‌های برق باید دارای روپوش عایق باشد و از پیچیده شدن آن‌ها به دور اشیای تیز و برنده جلوگیری کنید (شکل ۱۴-۱۰).



شکل ۱۴-۱۰

۹- در هنگام طوفان و رعد و برق، لوازم برقی حساس مثل تلویزیون، یخچال و کامپیوتر را خاموش و از پریز جدا کنید.  
۱۰- از یک پریز برق برای چند وسیله برقی استفاده نکنید (شکل ۱۵-۱۰).



شکل ۱۵-۱۰

۱۱- سیم‌های پوسیده و زخمی وسایل الکتریکی را تعویض کنید (شکل ۱۶-۱۰).



شکل ۱۶-۱۰

◀ پرسش‌های چهار گزینه‌ای

- ۱- کدام یک از گزینه‌های زیر جزء حفاظت الکتریکی است؟  
 (الف) حفاظت سیم و کابل  
 (ب) مصرف‌کننده  
 (ج) حفاظت شخص  
 (د) همه موارد
- ۲- کلید محافظ موتور مصرف‌کننده را در برابر چه خطاهایی حفاظت می‌کند؟  
 (الف) اتصال کوتاه (ب) اضافه بار (ج) گزینه‌های الف و ب (د) هیچ کدام
- ۳- در کدام یک از انواع روش‌های حفاظت شخص، ولتاژ کم‌تر از ولتاژ خطرناک برای انسان است؟  
 (الف) حفاظت توسط سیم زمین  
 (ب) حفاظت توسط عایق کاری  
 (ج) حفاظت توسط ولتاژ کم  
 (د) حفاظت توسط کلید محافظ جان (FI)

◀ پرسش‌های پرکردنی

- ۴- فیوزهای کند کار برای مصارف ..... به کار می‌رود.
- ۵- مقاومت بدن انسان حدود ..... تا ..... اهم است.
- ۶- رنگ استاندارد روکش سیم ارت ..... است.
- ۷- حفاظت توسط عایق کاری دارای علامت مشخصه ..... روی وسایل الکتریکی است.

◀ پرسش‌های درست و نادرست

- ۸- فیوزهای تندکار برای راه‌اندازی موتورهای الکتریکی به کار می‌رود.  درست  نادرست
- ۹- ولتاژ ۶۵ ولت و جریان ۵/۰ آمپر برای انسان خطرناک است.  درست  نادرست
- ۱۰- اساس کار کلید محافظ جان بر پایه اختلاف جریان بین سیم رفت و برگشت یک دستگاه الکتریکی است.  درست  نادرست

◀ پرسش‌های تشریحی

- ۱۱- روش‌های حفاظت الکتریکی را نام ببرید.
- ۱۲- برق‌گرفتگی را تعریف کنید.
- ۱۳- انواع حفاظت شخص را نام ببرید.
- ۱۴- سیستم اتصال زمین را شرح دهید.
- ۱۵- انواع اتصال زمین را نام ببرید و توضیح دهید.
- ۱۶- نحوه کار رله محافظ جان در حفاظت شخص را بیان کنید.
- ۱۷- چرا تماس شخصی با بدنه دستگاهی که دارای سیم ارت می‌باشد، خطرآفرین نیست؟