

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

# مبانی تکنولوژی برق صنعتی

رشته‌های صنایع چوب و کاغذ - چاپ - متالورژی - سرامیک - معدن

زمینه صنعت

شاخه آموزش فنی و حرفه‌ای

شماره درس ۱۵۲۴

فیطرائی، فریدون	۶۲۱/۳
مبانی تکنولوژی برق صنعتی/مؤلفان: فریدون فیطرائی، فتح‌الله نظریان، محمدحسن	م ۹۷۸ ق
اسلامی - تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۲	۱۳۹۲
۱۵۵ ص: مصور - (آموزش فنی و حرفه‌ای؛ شماره درس ۱۵۲۴)	
متون درسی رشته‌های صنایع چوب و کاغذ - چاپ - متالورژی - سرامیک - معدن، زمینه صنعت	
برنامه‌ریزی و نظارت، بررسی و تصویب محتوا: کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی رشته الکتروتکنیک دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش وزارت آموزش و پرورش	
۱ برق ۲ برق - مهندسی الف نظریان، فتح‌الله ب ایران وزارت آموزش و پرورش دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش ج عنوان د فروست	

همکاران محترم و دانش آموزان عزیز :

پیشنهادات و نظرات خود را درباره محتوای این کتاب به نشانی  
تهران- صندوق پستی شماره ۴۸۷۴/۱۵ دفتر برنامه ریزی و تألیف آموزش های  
فنی و حرفه ای و کار دانش، ارسال فرمایند.

tvoccd@medu.ir

پیام نگار (ایمیل)

www.tvoccd medu.ir

وب گاه (وب سایت)

## وزارت آموزش و پرورش

### سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی

برنامه ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : دفتر برنامه ریزی و تألیف آموزش های فنی و حرفه ای و کار دانش

نام کتاب : مبانی تکنولوژی برق صنعتی - ۳۵۶/۱ و ۴۹۸/۸

مؤلفان : فریدون قیطرانی، فتح الله نظریان و محمدحسن اسلامی

آماده سازی و نظارت بر چاپ و توزیع : اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

تهران : خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن : ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب سایت : [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir)

صفحه آرا : معصومه چهره آرا ضیابری

طراح جلد : مریم کیوان

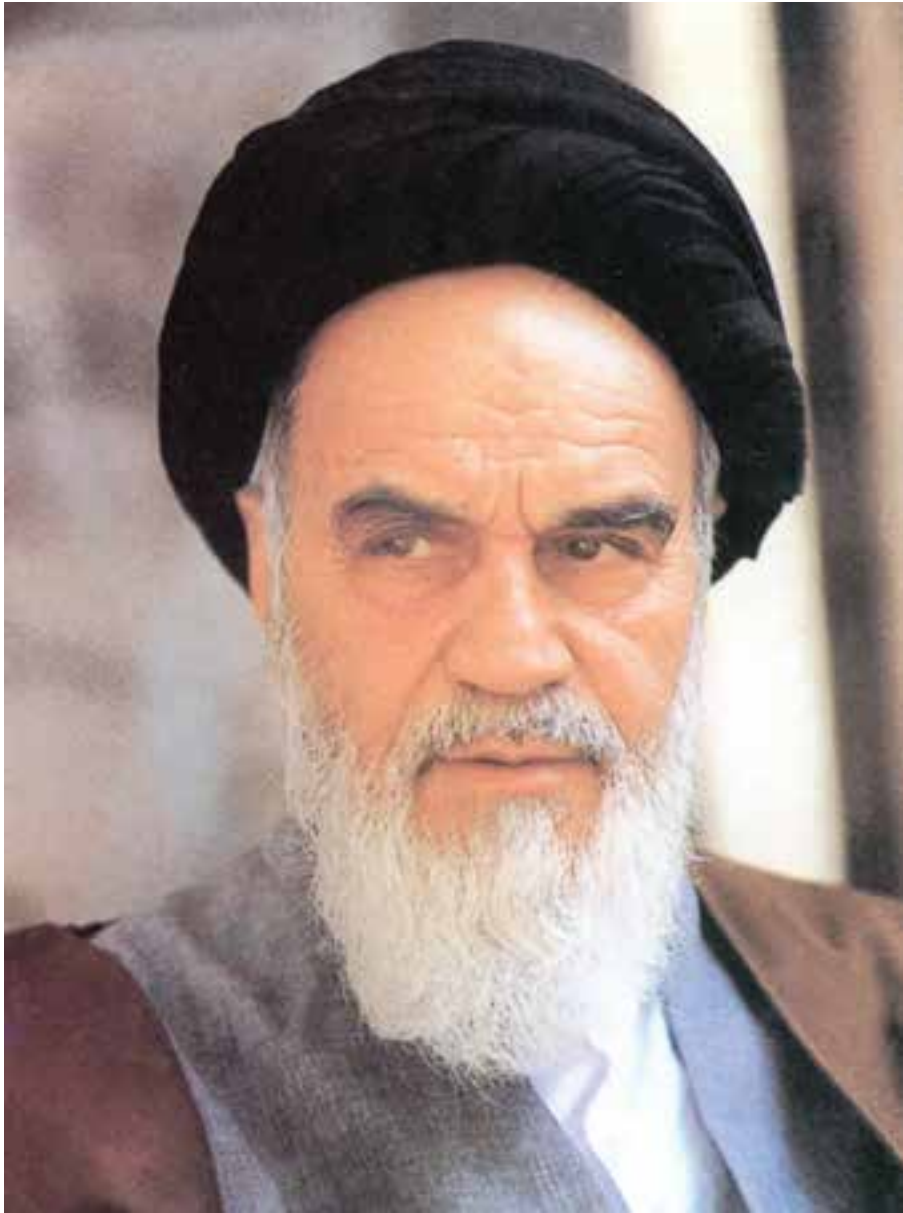
ناشر : شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران : تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش)

تلفن : ۴۴۹۸۵۱۶۱-۵، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۳۷۵۱۵-۱۳۹

چاپخانه : شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران «سهامی خاص»

سال انتشار : ۱۳۹۲

حق چاپ محفوظ است.



شما عزیزان کوشش کنید که از این وابستگی بیرون آید و احتیاجات کشور خودتان را برآورده سازید، از نیروی انسانی ایمانی خودتان غافل نباشید و از اتکای به اجانب پرهیزید.  
امام خمینی «قدس سرّه الشریف»



# فهرست مطالب

$$\frac{E}{R} = I \quad \frac{E}{R} = I \quad \frac{E}{R} = I$$

۱

فصل اول – کمیت‌های الکتریکی



۱۱

فصل دوم – حفاظت و ایمنی در برق



۲۳

فصل سوم – ابزارشناسی



۳۴

فصل چهارم – سیم‌ها و کابل‌ها



۵۵

فصل پنجم – مدارات روشنایی



۸۸

فصل ششم – مغناطیس



۹۳

فصل هفتم – موتورهای الکتریکی



۱۰۹

فصل هشتم — راه اندازی موتورهای الکتریکی  
با کلیدهای دستی و مغناطیسی (کنتاکتور)



۱۴۳

فصل نهم — تجهیزات تابلو

۱۵۵

منابع

## سخنی با هنرجویان

شاید کمتر کسی در زندگی روزمره خود با برق سروکار نداشته باشد شما در موقع تاریک شدن هوا به راحتی می‌توانید با زدن یک کلید و روشن شدن یک یا چند لامپ محل زندگی یا کار خود را روشن کنید، یا هر وسیله الکتریکی دیگری را در صورت نیاز روشن و یا خاموش نمایید. شاید بارها این سؤال برای شما پیش آمده است که این چه پدیده‌ای می‌تواند باشد که برای بشر آن قدر کارساز و مفید واقع می‌شود، به طوری که امروزه نیروی الکتریکی جزء لاینفک ابزار زندگی انسان به حساب می‌آید.

درس مبانی تکنولوژی برق صنعتی یکی از دروسی است که می‌تواند شما هنرجویان عزیز را تاحدودی با این علم و تکنولوژی به کار رفته در آن آشنا کند. با گذراندن این واحد درسی شما قادر خواهید بود تا در صورت نیاز بعضی از کارهای برقی را در حرفه‌ای که متناسب با رشته شغلی شماست انجام دهید و در ضمن با بسیاری از مفاهیم الکتریکی نظیر ولت، آمپر و ... که مرتباً می‌شنوید نیز آشنا شوید و با دید و شناخت بهتری به آن‌ها بنگرید. توصیه ما به شما هنرجویان عزیز این است که ضمن یادگیری آن‌چه که در این کتاب آمده است به نکات ایمنی ذکر شده توجه کامل مبذول دارید، زیرا در تمام دنیا شعار «اول ایمنی بعد کار» در رؤس کارهای فنی قرار دارد، و این خود بیانگر اهمیت مطلب نیز هست.

مؤلفین

## سخنی با همکاران

کتاب مبانی تکنولوژی برق صنعتی که هم اکنون پیش روی شماست با توجه به اهداف رفتاری تعیین شده به تصویب دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کار دانش رسیده، به عنوان یک درس دو واحدی کارگاهی تدوین گردیده است. هدف از این درس نگرش عمیق به مطالب کاملاً تخصصی برق نبوده بلکه بیش‌تر جنبه شناختی با مباحث عمومی برق مدنظر است. لذا همکاران ارجمند توجه داشته باشند که فقط در چارچوب آن‌چه که در این کتاب آمده است برای هنرجویان تدریس کنند و توجه داشته باشند که هنگام تدوین کتاب و طراحی هدف‌های رفتاری سطح معلومات و نیاز دانش‌آموزان دقیقاً رعایت شده است. در قسمت‌های مربوط به کار عملی هنرجویان را دقیقاً با نکات عملی حفاظت (شخصی و سیستم) آشنا کنید و آنان را از خطرات احتمالی برق‌گرفتگی مصون نمایید.

از آن‌جا که این کتاب قطعاً از مشکلات و ایرادات نگارشی و تکنیکی عاری نیست لذا برای مؤلفین مایه کمال مسرت خواهد بود که پیشنهادها و نظرات سازنده خود را در راستای اهداف آموزشی به آدرسی که در ابتدای کتاب آمده است، یادآوری کنند.

با آرزوی موفقیت برای همگی شما

مؤلفین

## هدف کلی

آشنایی با کاربرد برق در صنعت



## کمیت‌های الکتریکی

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که:

- ۱- ولتاژ، جریان، مقاومت، توان و انرژی را تعریف کند.
- ۲- جریان مستقیم را تعریف کند.
- ۳- جریان متناوب را تعریف کند.
- ۴- قانون اهم را تعریف کند و فرمول آن را بنویسد.
- ۵- چگونگی تولید انرژی الکتریکی، انتقال و توزیع آن را بیان کند.
- ۶- بیک مصرف برق را توضیح دهد.
- ۷- برحسب انرژی را معرفی کند.

W- کار انجام شده (ژول)

q- مقدار الکتریسیته (کولن)

### ۱-۲- جریان الکتریکی

حرکت جهت‌دار الکترون‌های تحت تأثیر نیروی محرکه را جریان می‌گویند. مقدار جریانی که از سیم عبور می‌کند به وسیله تعداد الکترون‌هایی که از یک نقطه معین در ثانیه می‌گذرند تعیین می‌شود. بنا بر تعریف اگر در یک ثانیه از یک نقطه سیم یک کولن الکتریسیته بگذرد، جریانی معادل یک آمپر عبور کرده است.

$$I = \frac{q}{t}$$

I - جریان (آمپر)

q - مقدار الکتریسیته (کولن)

t - زمان (ثانیه)

### ۱-۱- نیروی محرکه الکتریکی (ولتاژ)

نیروی که باعث حرکت الکترون‌های آزاد موجود در یک مدار بسته می‌شود را نیروی محرکه می‌نامند و مقدار آن را برحسب ولت اندازه‌گیری می‌کنند.

یک ولت مقدار نیروی محرکه‌ای است که توسط یک منبع الکتریکی تولید می‌شود تا الکتریسیته معادل یک کولن<sup>۱</sup> جابه‌جا شود و کاری برابر یک ژول<sup>۲</sup> را انجام دهد. به عنوان مثال باتری خشک ۱/۵، باتری اتومبیل ۱۲، برق مصرفی منازل ۲۲۰ و بالاخره برق صنعتی ۳۸۰/۲۲۰ ولت استاندارد شده و موجودند.

$$E = \frac{W \text{ (ژول)}}{q \text{ (کولن)}}$$

E - نیروی محرکه (ولت)

۱- کولن معادل  $6.28 \times 10^{18}$  الکترون است (واحد بار الکتریکی)

۲- ژول (واحد کار الکتریکی) = یک کولن در یک ولت

### ۳-۱- مقاومت الکتریکی

مفید یا غیرمفید باشد. در هر دو حالت سرعت کار انجام شده را به وسیله توان اندازه گیری می کنند. گردش یک موتور الکتریکی و ایجاد گرما توسط یک بخاری برقی کار مفید است، درحالی که گرمای ناشی از عبور جریان در داخل سیم های الکتریکی را کار تلف شده می خوانند، زیرا هیچ کار مفیدی انجام نمی دهد و آن را توان تلف شده می نامند. واحد توان مقدار کار انجام شده در واحد زمان است. شما واحد زمان را برحسب ثانیه می شناسید اما ممکن است واحد کار را ندانید. در اینجا، فقط به تعریف واحد کار می پردازیم. واحد کار الکتریکی ژول است و آن مقدار کاری است که توسط یک کولن در اختلاف پتانسیل<sup>۱</sup> یک ولت انجام می شود. یعنی

$$W = q \cdot E$$

W- انرژی برحسب ژول

q- بار عبوری برحسب کولن

E- اختلاف پتانسیل برحسب ولت

بهرتر است در مورد کار در مدارها بیشتر به آمپر توجه شود تا به کولن و اهم. همان طور که می دانید یک آمپر برابر است با عبور یک کولن از یک نقطه در یک ثانیه، بنابراین یک ژول کار در ثانیه توسط جریانی معادل یک آمپر با ولتاژ یک ولت حاصل می شود. پس یک ژول کار در ثانیه را واحد توان در نظر می گیرند و آن را وات می نامند. پس یک وات عبارت است از توان مصرف شده برای عبور یک آمپر جریان که توسط ولتاژی معادل یک ولت جاری می شود. بنابراین

$$q = I \times t$$

$$W = E \times I \times t$$

$$p = \frac{W}{t}$$

$$p = E \times I$$

q- مقدار بار برحسب آمپر ثانیه

E- اختلاف پتانسیل برحسب ولت

I- جریان برحسب آمپر

مقاومت الکتریکی عبارتست از ایستادگی ذرات تشکیل دهنده ی هادی در مقابل عبور جریان و واحد اندازه گیری آن اهم است. به طوری که اگر به دو سر یک مصرف کننده نیروی محرکه ای برابر یک ولت اعمال شود و جریانی برابر یک آمپر از آن بگذرد در این حالت می گویند که مقاومت مدار برابر یک اهم است. برای محاسبه مقاومت یک سیم از رابطه زیر استفاده می شود:

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

R- مقاومت سیم برحسب اهم که با علامت  $\Omega$  نشان

داده می شود.

$\rho$ - مقاومت مخصوص سیم که به جنس آن بستگی دارد

برحسب  $\frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}}$  بیان می شود.

l- طول سیم برحسب متر (m)

A- سطح مقطع سیم برحسب میلی متر مربع ( $\text{mm}^2$ )

تذکر- در بعضی موارد به جای  $\rho$  عکس آن داده می شود،

و با  $\kappa$  (کاپا) نمایش داده می شود.

$$\kappa = \frac{1}{\rho}$$

به عنوان مثال مقدار مقاومت مخصوص و هدایت مخصوص مربوط به مس در صورتی که مقدار  $l = 1 \text{m}$  و  $A = 1 \text{mm}^2$  باشد برابر است با

$$\rho_{\text{Cu}} = 0.0178 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}}$$

$$\kappa_{\text{Cu}} = 56 \frac{\text{m}}{\Omega \text{mm}^2}$$

### ۴-۱- توان الکتریکی

مقدار کار انجام شده به وسیله بار الکتریکی در زمان یک ثانیه را توان الکتریکی می نامند. نکته مهمی که باید به خاطر داشت این است که کار انجام شده در یک مدار ممکن است کار

۱- نام دیگر ولتاژ اختلاف پتانسیل است.

t - زمان برحسب ثانیه

W - کار انجام شده

p - توان برحسب وات

توان مکانیکی را معمولاً برحسب اسب بخار (HP) اندازه

می گیرند. برای تبدیل وات به اسب بخار آن را بر ۷۳۶ تقسیم

می کنند.  $1\text{HP} = 736\text{W}$

کالری به دست آید.

$$Q = 0.24RI^2t$$

Q - انرژی حرارتی برحسب کالری

I - جریان برحسب آمپر

R - مقاومت برحسب اهم

t - زمان برحسب ثانیه

## ۱-۵- انرژی الکتریکی

انرژی الکتریکی عبارت از توان الکتریکی مصرف شده

در یک زمان معین، که معمولاً این نوع انرژی مصرف شده را در

لوازم خانگی برحسب کیلووات ساعت محاسبه می کنند.

$$1\text{kWh} = 1000\text{Wh} = 1000 \times 3600\text{Ws} = 36 \times 10^5$$

انرژی مصرفی در وسایل حرارتی مانند آبگرمکن و یا

کتری برقی را برحسب ژول محاسبه می کنند. به طوری که هر

ژول تقریباً  $1/18$  کالری و یا هر کالری معادل  $0.24$  ژول است.

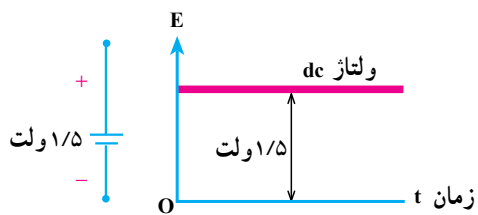
پس می توانیم انرژی مصرفی را برحسب ژول حساب کنیم، سپس

عدد حاصل را در  $0.24$  ضرب کنیم تا انرژی حرارتی برحسب

## ۱-۶- جریان مستقیم (DC)

جریانی که مقادیر لحظه‌ای آن نسبت به زمان ثابت باشد

جریان مستقیم نام دارد (شکل ۱-۱).



شکل ۱-۱- نمایش ولتاژ dc یک باتری با ولتاژ ثابت ۱/۵ ولت

### نتیجه

در جریان مستقیم همیشه جهت (پلاریته) منبع ثابت باقی می ماند. مانند باتری اتومبیل و باتری رادیو.

## ۱-۷- جریان متناوب (AC)

جریانی که مقادیر لحظه‌ای آن نسبت به زمان تغییر کند و

جهت آن به صورت قرینه تغییر جهت دهد جریان متناوب نامیده

می شود. یکی از معمولترین آن‌ها جریان متناوب سینوسی است.

به عنوان مثال برق شهر جریان متناوب سینوسی است (شکل ۱-۲).

از آنجا که ولتاژ باعث جاری شدن جریان الکتریکی در

مدار بسته می شود و مقاومت با عبور جریان مخالفت می کند،

رابطه‌ای بین ولتاژ، جریان و مقاومت وجود دارد. این رابطه

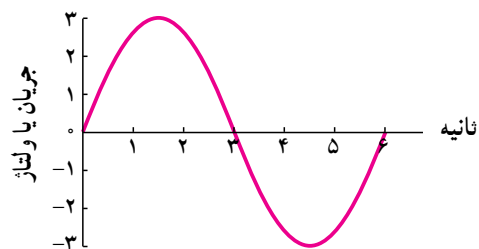
برای نخستین بار طی آزمایش‌های متعددی توسط گئورگ سیمون

اهم پیدا شد.

$$E = IR$$

$$\frac{E}{R} = I \quad I R = \frac{E}{I}$$

شکل ۱-۳- نمودار قانون اهم



شکل ۱-۲- نمایش یک موج متناوب (سینوسی)



شکل ۴-۱- توزیع انرژی الکتریکی تولید شده به وسیله سد



شکل ۵-۱- تولید انرژی الکتریکی به وسیله انرژی آب

مختلف یکی از شیوه‌های معمول در تولید انرژی الکتریکی است و به دو طریق انجام می‌شود:

الف - انرژی حاصل شده از سوخت مازوت، گازوئیل، بنزین و زغال سنگ و ... در ماشین‌های احتراقی مستقیماً به انرژی حرکتی تبدیل می‌شود. این انرژی از طریق اتصال به محور مولد برق انتقال می‌یابد و انرژی الکتریکی در خروجی

**تعریف قانون اهم:** در یک مدار جریان مستقیم مقدار جریان با ولتاژ نسبت مستقیم و با مقاومت نسبت عکس دارد. با توجه به رابطه فوق نتیجه‌گیری می‌شود که:

- اختلاف پتانسیل (E) با جریان (I) و مقاومت (R) نسبت مستقیم دارد.
- مقاومت (R) با اختلاف پتانسیل (E) نسبت مستقیم و با جریان (I) نسبت معکوس دارد.

## ۹-۱- چگونگی تولید، انتقال و توزیع

گفته می‌شود نقش انرژی الکتریکی در صنعت مانند جریان یافتن خون در رگ‌های موجود زنده است. این توصیف اهمیت نقش تولید، انتقال و توزیع نیروی برق را بیان می‌کند.

برای تولید انرژی الکتریکی به یک انرژی مکانیکی نیاز است تا بتوان مولد الکتریکی را به حرکت درآورد. این انرژی مکانیکی می‌تواند نیروی آب، نیروی بخار آب، نیروی یک موتور احتراقی و غیر آن‌ها باشد. انرژی الکتریکی بعد از تولید، به وسیله کابل‌های زمینی و یا هادی‌ها (سیم‌های هوایی)، به کمک پایه‌ها به محل توزیع می‌رسد و از آنجا به بعد در مکان‌های مصرف مانند کارخانه‌های مختلف، فروشگاه‌ها، خیابان‌ها، پل‌های عبور و به خصوص واحدهای مسکونی، به مصرف می‌رسد. شکل ۴-۱-۴ دیگرام ساده‌ای از تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی را نشان می‌دهد که در زیر به شرح مختصر آن می‌پردازیم.

### ۹-۱-۱- تولید انرژی الکتریکی: تولید انرژی

الکتریکی به روش‌های زیر امکان پذیر است:

اول - با استفاده از انرژی آب: یکی از ساده‌ترین

روش‌های تولید انرژی الکتریکی استفاده از انرژی آب است که از طریق احداث سد و انباشته کردن آب در پشت آن به دست می‌آید. چون سد در محلی احداث می‌شود که معمولاً دور از مناطق مسکونی است، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی تولید شده به محل مصرف هزینه‌ی زیادی دارد. با وجود این، هنوز تولید انرژی الکتریکی به وسیله‌ی آب مقرون به صرفه است (شکل ۵-۱).

دوم - با استفاده از سوخت: استفاده از سوخت‌های



مولد ظاهر می شود.

ب- انرژی حرارتی حاصل شده از سوخت در دیگ های بخار باعث تبخیر آب می شود. ابتدا به وسیله ی دستگاهی ذرات معلق آب را می گیرند، سپس برای جلوگیری از زنگ زدگی قطعات داخلی توربین، «بخار خشک» تولید می کنند. بخار خشک با فشار به پره های توربین برخورد می کند و توربین را به حرکت درمی آورد. این حرکت به محور مولد منتقل می شود و انرژی الکتریکی تولید می کند (شکل ۱-۶).

شکل ۱-۶- تولید انرژی الکتریکی به کمک انرژی حرارتی حاصل از احتراق

### آیا می دانید؟

جایگزینی ۱۰ میلیون لامپ کم مصرف در کشور حدوداً معادل ظرفیت یک نیروگاه ۲ هزار مگاواتی یا تقریباً برابر ظرفیت نیروگاه شهید رجایی است.

معرفی پایگاه اینترنتی: در پایگاه اینترنتی سازمان انرژی های نو (سانا) به نشانی [www.suna.org](http://www.suna.org) می توانید به اطلاعات بیشتر در مورد انرژی های نو دسترسی پیدا کنید.

سوم- با استفاده از انرژی های نو: در این روش از انرژی های خورشیدی، باد، گرمای زمین که بسیار پاکیزه و بدون آسیب به محیط زیست هستند، استفاده می شود. منبع این انرژی های خدادادی از بین نمی رود و همیشه وجود دارد.



شکل ۱-۷

۲-۹-۱- انتقال انرژی الکتریکی: همان طور که گفته شد نیروگاه‌ها به دلیل شرایط طبیعی از مراکز مصرف فاصله دارند. به همین سبب برای انتقال انرژی الکتریکی تولید شده در نیروگاه‌ها به مراکز مصرف، احتیاج به هادی‌هایی با قطر زیاد است. علاوه بر آن، به دلیل مقاومت اهمی هادی‌ها و عبور جریان زیاد از آن‌ها در مسیر انتقال، تلفات انرژی زیادی به وجود خواهد آمد. از این رو متخصصان سعی کرده‌اند روش‌هایی برای انتقال پیدا کنند که هزینه‌ی انتقال و نیز تلفات انرژی به حداقل برسد. آنان به این نتیجه رسیده‌اند که اگر در انتقال انرژی الکتریکی ولتاژ را افزایش دهند می‌توان با جریان کم، انرژی زیادی را منتقل کرد. در این صورت کاهش جریان سبب کوچک شدن سطح مقطع هادی‌ها و هم‌چنین کاهش تلفات انرژی می‌شود. افزایش ولتاژ تولید شده در نیروگاه به وسیله‌ی دستگاهی به نام ترانسفورماتور انجام می‌گیرد. ترانسفورماتور یک مبدل

مخصوص استفاده کنیم که هر چند سبب بالا رفتن هزینه‌ی احداث شبکه می‌شود، ولی در عوض با کوچک شدن سطح مقطع هادی‌ها و کم شدن تلفات، هزینه‌ی کلی شبکه به مراتب کاهش می‌یابد. شکل ۸-۱ تصویری از انتقال انرژی را نشان می‌دهد.

۳-۹-۱- توزیع انرژی الکتریکی: گفتیم که انرژی الکتریکی تولید شده در نیروگاه، توسط خطوط انتقال به مراکز مصرف می‌رسد. در مدخل مراکز مصرف، که عمدتاً شهرها و مناطق مسکونی هستند، ابتدا ولتاژ خیلی زیاد انتقالی به وسیله‌ی ترانسفورماتور، تا حدی کاهش می‌یابد. با این حال هنوز ولتاژ شبکه زیاد است همه‌ی ما پست‌های توزیع محلات را دیده‌ایم. این پست‌ها اتاق‌هایی هستند با در زرد رنگ که در کوچه‌ها و خیابان‌ها دیده می‌شوند. ولتاژ  $20\text{ kV}$  در این پست‌ها به ولتاژهای  $400\text{ V}$  و  $230\text{ V}$  و  $120\text{ V}$  ولت یک فاز قابل استفاده مصرف‌کننده‌ها تبدیل و پخش می‌شود.



شکل ۸-۱- انتقال انرژی الکتریکی

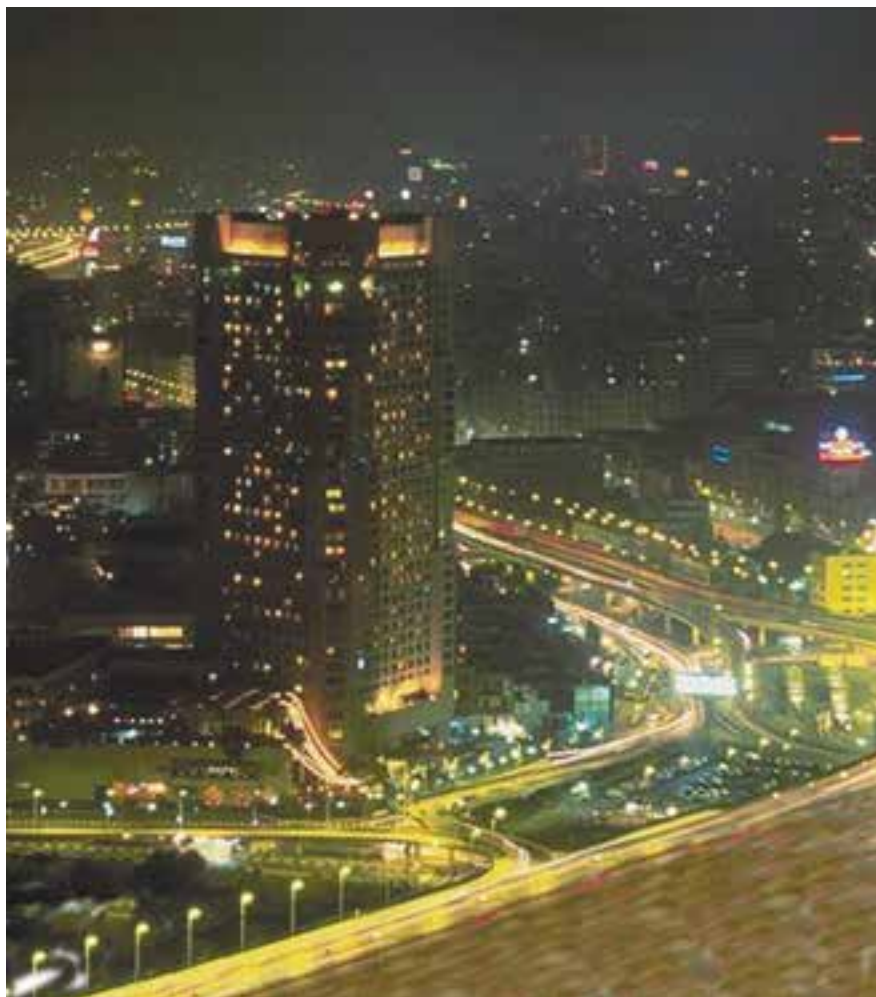


شکل ۹-۱

ولتاژ است که می‌تواند در جریان متناوب، ولتاژ را به اندازه‌ی معینی بالا ببرد و یا پایین بیاورد. پس از افزایش ولتاژ شبکه به وسیله‌ی ترانسفورماتور، انرژی الکتریکی توسط هادی‌های هوایی یا کابل‌های زمینی به مراکز مصرف منتقل می‌شود و در آن‌جا توسط ترانسفورماتورهای دیگری اختلاف پتانسیل، متناسب با مصرف‌کننده‌ها، کم می‌شود. گفتیم که افزایش ولتاژ شبکه باعث می‌شود تا برای بیش‌تر کردن فاصله‌ی سیم‌ها از یکدیگر و از زمین، از دکل‌های بلند و بزرگ یا کابل‌های

پخش انرژی الکتریکی نیز توسط کابل‌های زمینی و یا سیم‌های هوایی انجام می‌گیرد. امروزه سعی بر آن است که برای کاهش خطرات و کمک به زیبای شهرها پخش انرژی با کابل و از طریق زیرزمین انجام گیرد. شکل ۱۰-۱ توزیع انرژی را در داخل شهر نشان می‌دهد.

برای روشن شدن یک لامپ به حدود ۹۰ هزار تومان سرمایه‌گذاری نیاز است.

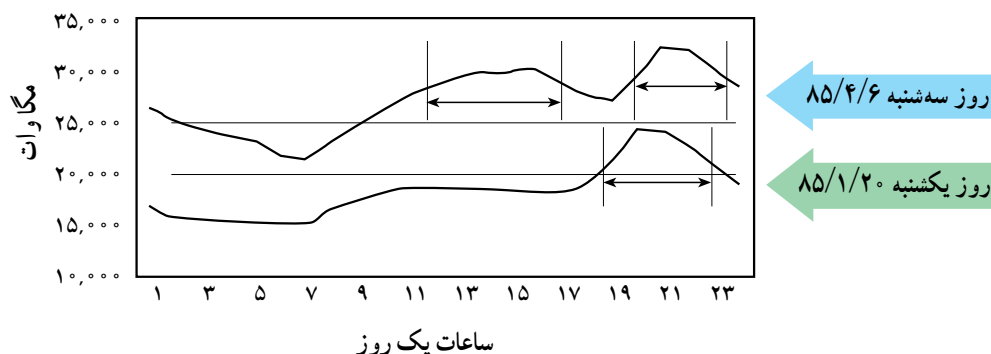


شکل ۱۰-۱- منظره‌ای از توزیع انرژی الکتریکی داخل شهر

### ۱۰-۱- بهینه‌سازی مصرف برق

۱-۱۰-۱- پیک مصرف برق: به ساعات و فصولی که مصرف انرژی الکتریکی در کل کشور زیاد است، ساعت اوج مصرف (پیک) انرژی الکتریکی می‌گویند. با توجه به مصارف روشنایی، اوج مصرف روزانه شبکه سراسری انرژی الکتریکی به زمان غروب آفتاب و تاریک شدن هوا بستگی دارد. در این زمان است که وسایل مصرف‌کننده دیگری مانند وسایل روشنایی در بخش تجاری و خانگی همزمان با سایر وسایل

مصرف‌کننده ثابت نظیر یخچال و فریزر و تلویزیون مورد استفاده قرار می‌گیرند. ساعات اوج مصرف روزانه انرژی الکتریکی در کشور ما در تابستان بین ساعات ۱۹ تا ۲۳ و در زمستان بین ساعات ۱۸ تا ۲۲ است. همچنین در بعضی از فصل‌های سال (تابستان) مصرف انرژی الکتریکی نسبت به سایر فصول سال به دلیل اضافه شدن وسایل سرمایشی نظیر کولر و ... بیش‌تر است که به آن اوج مصرف فصلی می‌گویند.



شکل ۱۱-۱ در این شکل دو منحنی وجود دارد که مصرف انرژی الکتریکی را در یک روز از فصل تابستان و یک روز از فصل بهار نشان می‌دهند. همان‌گونه که ملاحظه می‌کنید بیک مصرف انرژی الکتریکی در فصل بهار بین ساعات ۱۸ تا ۲۲ می‌باشد. نکته قابل توجه مربوط به فصل تابستان می‌باشد. در این فصل بیک در دو زمان مختلف یعنی یکی در ساعت ۱۹ تا ۲۳ و دیگری در ساعات ۱۳ تا ۱۶ بعد از ظهر رخ می‌دهد.

### آیا می‌دانید؟

ساعات اوج مصرف در ایران حدوداً نیم ساعت قبل از اذان مغرب و ۳/۵ ساعت بعد از آن است.

مصرف کنندگان دارای اهمیت و ضرورت بسیاری است، که ایجاد این اطمینان از طریق تست لوازم انرژی بر و تعیین رتبه کارایی آن‌ها در آزمایشگاه ملی صرفه‌جویی انرژی و نیز الصاق برچسب انرژی اعمال می‌شود.

**الف - نکات قابل توجه در انتخاب و تهیه وسایل برقی**

۱- شکل ظاهری دستگاه

۲- مدل دستگاه

۳- کارخانه سازنده دستگاه

۴- تکنولوژی ساخت دستگاه

۵- نشان استاندارد دستگاه

۶- برچسب انرژی دستگاه

تمام موارد اشاره شده جزء شرط‌های مهم در انتخاب یک کالا محسوب می‌شوند. اما همان‌گونه که می‌دانید توجه به نشان استاندارد و برچسب انرژی از شرط‌های ضروری در انتخاب و تهیه وسایل برقی خانگی محسوب می‌شوند. زیرا این علائم اطلاعات بسیار مفیدی در زمینه ایمنی و بازدهی وسایل برقی در اختیار مصرف کنندگان قرار می‌دهند.

**ب - معرفی برچسب انرژی:** برچسب انرژی امروزه در اغلب کشورهای جهان وجود دارد و مصرف کنندگان را با

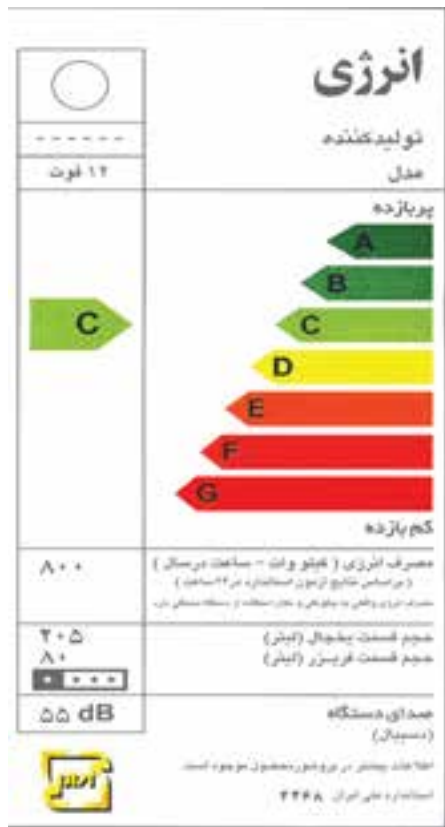
برای تأمین انرژی الکتریکی مورد نیاز در ساعات بیک مصرف به دو صورت می‌توان عمل کرد:

**الف - ساخت نیروگاه‌های جدید:** که این نیروگاه‌ها فقط چندساعت در شبانه‌روز انرژی الکتریکی تولید کنند و در سایر ساعات مورد استفاده قرار نگیرند. بالطبع انرژی الکتریکی تولیدی آن‌ها گران‌تر است.

**ب - مشارکت مردم در بهینه‌سازی مصرف انرژی:** که بهترین و کم‌هزینه‌ترین راه برای تأمین انرژی الکتریکی در این ساعات می‌باشد. مشارکت مصرف کنندگان می‌تواند به شکل استفاده بهینه از وسایل انرژی در ساعت بیک باشد، به‌طور مثال خاموش کردن لامپ‌های اضافی و استفاده از وسایل برقی خانگی در ساعات غیر اوج مصرف انرژی الکتریکی.

**۱۰-۱- آشنایی با برچسب انرژی:** از آن‌جا که همه مردم به دنبال تهیه بهترین وسیله جهت استفاده در زندگی روزمره‌شان هستند و تهیه بهترین وسیله خصوصاً در مورد وسایل برقی که در عصر تکنولوژی دارای تنوع بسیاری است و هر روز با تعداد قابل ملاحظه‌ای از آن‌ها سروکار دارند از اهمیت بیشتری برخوردار است. لذا در انتخاب و خرید وسایل برقی، اطمینان از بازدهی و میزان مصرف انرژی دستگاه‌های مورد نظر برای





شکل ۱۲-۱ یک نمونه برچسب انرژی

میزان مصرف انرژی هریک از وسایل خانگی انرژی بر آشنا می کند. همچنین اطلاعات مشترک در همه وسایل و اطلاعات اختصاصی مرتبط به هر وسیله انرژی بر را در اختیار مصرف کنندگان قرار می دهد. مصرف کننده می تواند با توجه به این اطلاعات در هنگام خرید، دستگاهی را انتخاب کند که در مقایسه با سایر مدل های مشابه دارای مصرف انرژی کم تر و بازدهی بیشتری باشد. برچسب انرژی از قسمت های مختلفی تشکیل شده است که هر قسمت نمایانگر اطلاعاتی است که یک نمونه برچسب انرژی در شکل ۱۲-۱ نشان داده شده است.

سه بخش اولیه برچسب که در تمامی وسایل انرژی بر خانگی مشترک است به ترتیب نمایانگر علامت تجاری، نام کارخانه سازنده و مدل دستگاه می باشد. بخش چهارم برچسب انرژی به وسیله هفت حرف لاتین از A تا G در هفت طیف رنگی درجه بندی شده است که هریک از حروف و یا رنگ ها معرف درجه ای از مصرف انرژی و کارایی دستگاه می باشد. حرف A نشانگر کم ترین مصرف انرژی و بیش ترین بازدهی دستگاه و حرف G نشانگر بیش ترین مصرف انرژی و کمترین بازدهی دستگاه است. بنابراین هر چه رتبه برچسب دستگاه بیش تر باشد کارایی آن نسبت به میزان انرژی که مصرف می کند بیش تر است. بخش پنجم، نمایانگر مصرف انرژی دستگاه می باشد و سایر بخش ها بیانگر اطلاعات اختصاصی در مورد هریک از وسایل می باشد. به طور مثال این بخش ها در ماشین لباسشویی نشانگر میزان قدرت پاک کنندگی، قدرت خشک کن، ظرفیت و میزان مصرف آب و در یخچال نیز نشانگر حجم قسمت یخچال و فریزر دستگاه می باشد و آخرین بخش برچسب انرژی در تمامی وسایل آرم مؤسسه استاندارد را نشان می دهد.

ج - فواید استفاده از برچسب انرژی: استفاده از

برچسب انرژی مزایای گوناگونی برای مصرف کنندگان این گونه وسایل دارد که از آن جمله می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ۱- انتخاب درست و آگاهانه مردم در هنگام خرید وسایل برقی خانگی
- ۲- آشنا ساختن مصرف کنندگان یا میزان کارایی و بازدهی وسایل برقی خانگی
- ۳- بهینه سازی و کاهش مصرف انرژی
- ۴- کاهش هزینه انرژی مصرفی در خانواده ها
- ۵- کاهش آلودگی محیط زیست
- ۶- ارائه اطلاعات اختصاصی ویژه هر وسیله برقی

### آیا می دانید؟

می توانید کلیه وسایل خانگی خود را از طریق فهرست واری های از پیش تعیین شده مورد ارزیابی قرار دهید و با استفاده از اطلاعات به دست آمده وضعیت انتخاب و کاربرد وسیله مورد نظر را مشخص و تهیه کنید. برای دریافت و پرکردن فهرست های واری به سایت [www.saba.org.ir](http://www.saba.org.ir) یا سایر مراجع مرتبط دیگر مراجعه کنید.

## یک نمونه فهرست و ارسی جهت بررسی مصرف بهینه کولر آبی یا گازی

ردیف	پرسش‌ها	بلی	خیر
۱	آیا نوع کولر شما مناسب شرایط آب و هوایی منطقه‌ای که در آن زندگی می‌کنید، می‌باشد؟		
۲	آیا ظرفیت کولر مورد استفاده متناسب با مقدار سرمایش مورد نیاز شماست؟		
۳	آیا کانال‌های کولر عایق کاری شده‌اند؟		
۴	آیا کولر نصب شده یا خریداری شده دارای بالاترین بازدهی و کارایی می‌باشد؟		
۵	آیا مسیر انتخابی کانال‌های کولر کوتاه‌ترین و کم‌پیچ و خم‌ترین مسیر است؟		
۶	آیا قبل از شروع به استفاده از کولر آن را سرویس کرده‌اید؟		
۷	آیا هر سال پوشال‌های کولر خود را تعویض می‌کنید؟		
۸	آیا از سرمایش موضعی در محل سکونت یا کارتان استفاده می‌کنید؟		
۹	آیا از کولر آبی یا گازی خود فقط هنگامی که به آن نیاز دارید استفاده می‌کنید؟		
۱۰	آیا امکان استفاده از تهویه طبیعی در محل سکونت خود را بررسی کرده‌اید؟		
۱۱	آیا ترموستات کولر گازی خود را روی درجه مناسب تنظیم کرده‌اید؟		
۱۲	آیا امکان استفاده از ترموستات را در کولر آبی محل کار و یا سکونت خود بررسی نموده‌اید؟		

اگر پاسخ شما به تمام پرسش‌های بالا مثبت باشد، علاوه بر افزایش بازدهی و عمر دستگاه می‌توانید تا ۱۵ درصد در مصرف انرژی الکتریکی کولر آبی و گازی خود صرفه‌جویی کنید.



### سوالات

- ۱- واحدهای ژول، وات، وات‌ساعت و کیلووات‌ساعت را تعریف کنید.
- ۲- یک کیلووات ساعت چند ژول است؟
- ۳- نیروی محرکه را تعریف کنید و آن را برحسب بار الکتریکی بیان نمایید.
- ۴- یک نمودار برای  $P$ ،  $E$  و  $I$  ترسیم کنید.
- ۵- جریان AC را تعریف کنید و منحنی آن را ترسیم نمایید.
- ۶- رابطه مقاومت در یک سیم را بنویسید و واحد مقاومت مخصوص  $(\rho)$  را تعیین کنید.
- ۷- رابطه مقدار انرژی را برحسب ژول بنویسید.
- ۸- انرژی الکتریکی چگونه تولید می‌شود؟ شرح دهید.
- ۹- به چه ساعتی از شبانه‌روز، ساعات پیک مصرف برق می‌گویند؟
- ۱۰- برحسب انرژی چیست؟
- ۱۱- فواید استفاده از برحسب انرژی را نام ببرید.

### حفاظت و ایمنی در برق

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که:

- ۱- انواع خطاهای ناشی از جریان برق را توضیح دهد.
- ۲- انواع فیوز را نام برده و ساختمان هریک را شرح دهد.
- ۳- حفاظت الکتریکی را تعریف کند.
- ۴- هریک از انواع حفاظت را توضیح دهد.
- ۵- برق‌گرفتگی را تعریف کند.
- ۶- اقدامات لازم برای نجات شخص برق‌گرفته را شرح دهد.
- ۷- هریک از انواع حفاظت شخص را توضیح دهد.
- ۸- نحوه عملکرد کلید حفاظت جان را شرح دهد.
- ۹- سیستم اتصال زمین را توضیح دهد.

#### مقدمه

به دلیل اقتصادی بودن تولید انرژی الکتریکی و همچنین تبدیل ساده آن به انرژی‌های دیگر استفاده از این انرژی تا سال‌ها برقرار خواهد بود ولی خطرات این انرژی بر روی بدن انسان هرگز تغییر نخواهد کرد و استفاده از آن همیشه و در همه جا با خطراتی روبه‌رو بوده است. مهم‌ترین این خطرات به شرح زیر است:

**الف - خطر برق‌گرفتگی:** خطر برق‌گرفتگی موجب از دست دادن جان انسان و ... می‌گردد.

**ب - خطر آتش‌سوزی:** اتصال کوتاهی که در مسیر جریان برق رخ می‌دهد باعث ایجاد جرقه و سوختن لوازم الکتریکی و همچنین آتش‌سوزی می‌شود که با خسارات زیادی همراه است (شکل ۲-۱).



شکل ۲-۱

الکتریکی به وسیله عایق از بدنه مجزا باشند، ممکن است بر اثر گذشت زمان و کهنگی دستگاه و یا گرمای ناشی از عبور جریان در سیم‌ها قسمتی از عایق ضعیف شود و یا به مرور زمان از بین برود و در نتیجه خطرساز باشد. اثرات ناشی از این خطا در دستگاه‌ها به صورت لرزش و یا سوزش در موقع تماس با آن انسان را خیر می‌کند. هرچه سوزش یا لرزش بیش‌تر باشد نشانه ضعیف‌تر بودن عایق‌هاست که در این حالت باید سریعاً وسیله را از برق جدا کرده و در صدد تعمیر آن برآمد. شکل ۲-۲ اتصالی سیم جریان برق را به بدنه یک موتور الکتریکی نشان می‌دهد.

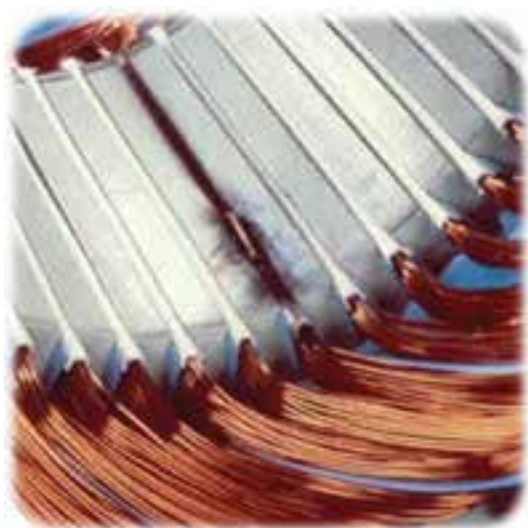
بنابراین پیش‌گیری از حوادث برق و رعایت اصول حفاظت و ایمنی می‌تواند حوادث ناشی از آن را به نحو قابل ملاحظه‌ای کاهش دهد.

## ۱-۲- خطاهای ناشی از جریان برق

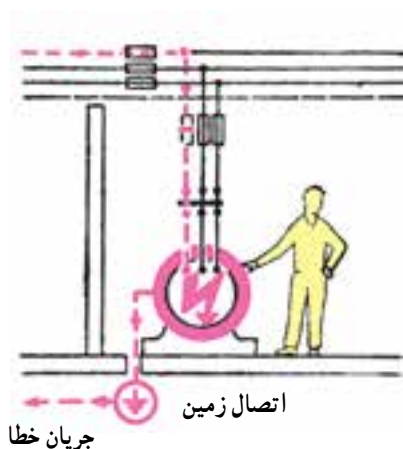
خطاهای ناشی از جریان برق عمدتاً به سه دسته تقسیم

می‌شوند:

**الف - اتصال بدنه:** اتصال سیم حامل جریان برق به بدنه دستگاه را اتصال بدنه می‌گویند. با توجه به این که اکثر دستگاه‌های الکتریکی طوری طراحی می‌شوند که قسمت‌های



شکل ۲-۲- اتصال سیم‌های حامل جریان با بدنه فلزی یک موتور الکتریکی



شکل ۲-۳- خطای اتصال بدنه، اتصال کوتاه و اتصال زمین

**ب - اتصال کوتاه:** اتصال دو سیم لخت (بدون روکش) که نسبت به هم دارای اختلاف پتانسیل الکتریکی می‌باشند را اتصال کوتاه می‌گویند. در این حالت مقاومت محل تماس به صفر کاهش یافته و با توجه به ولتاژ نقطه تماس جریان به سمت بی‌نهایت میل می‌کند.

**ج - اتصال زمین:** اتصال یکی از سیم‌های حامل جریان برق به زمین را اتصال زمین می‌گویند. شکل ۲-۳ انواع خطاها را در یک سیستم الکتریکی نشان می‌دهد.

## ۲-۲- فیوز


فیوز کندکار: این فیوز زمان قطع بیش تری نسبت به فیوز

تندکار دارد و برای راه اندازی موتورهای الکتریکی به کار می رود. (زیرا موتورها در ابتدای راه اندازی جریان زیادی می کشند و پس از آن جریان به حالت عادی خود برمی گردد.)

### ۱-۲-۲- انواع فیوز: فیوز در انواع مختلف ذوب

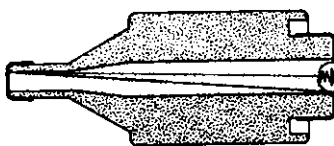
شونده (فشنگی)، اتوماتیک (آلفا) و مینیاتوری ساخته می شود.

### الف) فیوز ذوب شونده (فشنگی): این فیوز از یک سیم

حرارتی ساخته شده که به ازای یک جریان خاص در مدت زمان معین، ذوب و باعث قطع مدار می شود. فیوزهای قطع سریع با علامت F و فیوزهای تأخیری با علامت  مشخص می شوند. شکل ۲-۴ نمای ظاهری و داخلی این نوع فیوز را نشان می دهد.

فیوز یک وسیله حفاظتی است که در تأسیسات الکتریکی برای جلوگیری از صدمه دیدن و معیوب شدن وسایل و نیز برای قطع کردن دستگاه های معیوب از شبکه برق به کار می رود. این وسیله باید طوری انتخاب شود که هنگام اتصال کوتاه، در کوتاه ترین زمان ممکن و قبل از این که صدمه ای به سیم ها و تأسیسات الکتریکی برسد، مدار را قطع کنند. فیوزها از نظر زمان قطع بر حسب ذوب سیم حرارتی داخل آن ها به دو نوع کندکار و تندکار تقسیم می شوند.

فیوز تندکار: این فیوز در کوتاه ترین زمان مصرف کننده را از برق قطع می کند. به همین دلیل در مصارف روشنائی استفاده می شود.



پیچ اتصال خروجی



شکل ۲-۴- نمای ظاهری و داخلی فیوز

### توجه

مقررات بین المللی، ترمیم فیوز فشنگی را منع کرده است و در صورت خراب شدن این فیوز باید فشنگ جدیدی را جایگزین کرد.

فیوزهای اتوماتیک دو عنصر مغناطیسی و حرارتی وجود دارد که قسمت مغناطیسی آن اتصال کوتاه یا جریان زیاد و قسمت حرارتی آن (بیمتال) بار زیاد (افزایش تدریجی جریان) را قطع می کند (شکل ۲-۵).

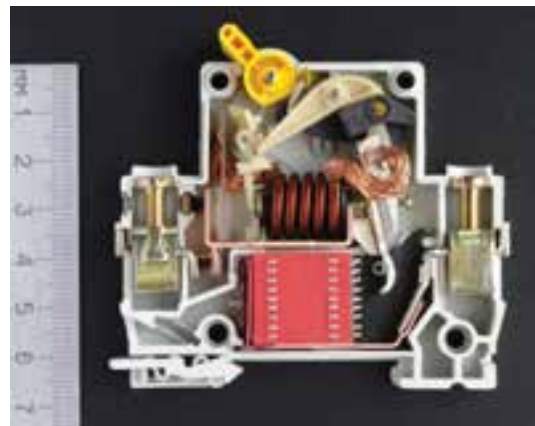
ب) فیوز اتوماتیک: فیوز اتوماتیک یا آلفا نوعی فیوز خودکار است که عبور جریان بیش از حد مجاز از آن باعث قطع مدار می شود؛ اما دوباره می توان شستی آن را به داخل فشار داد تا ارتباط برقرار شود و دیگر نیازی به تعویض آن نیست. در



شکل ۲-۵- فیوز اتوماتیک

L در مصارف روشنایی به کار می‌رود و تندکار است و نوع G در راه‌اندازی وسایل موتوری مورد استفاده قرار می‌گیرد و کندکار است. فیوز باید با توجه به نوع مصرف‌کننده و جریان عبوری از آن انتخاب شود (شکل ۲-۶).

ج) فیوز مینیاتوری: فیوز مینیاتوری نوعی فیوز اتوماتیک است که از نظر ساختمان داخلی به آن شباهت دارد و از سه قسمت رله مغناطیسی (رله جریان زیاد زمان سریع)، رله حرارتی یا رله بیمتال (رله جریان زیاد تأخیری) و کلید تشکیل شده است. این کلیدها در دو نوع L و G ساخته شده است. نوع



شکل ۲-۶- فیوز مینیاتوری و ساختمان داخلی آن

زمانی از سیم‌ها جریان بیش از حد نرمال (جریان اضافی) و یا در مدت زمان بسیار کمی جریان بسیار شدیدی (جریان اتصال کوتاه) عبور کند، سیم‌ها گرم می‌شوند و این گرمای بیش از حد باعث صدمه دیدن عایق آن‌ها شده و می‌تواند باعث آتش‌سوزی و خسارت‌های زیادی به تأسیسات الکتریکی شود. برای حفاظت سیم‌ها می‌توان از رله و فیوزها استفاده نمود. این وسایل بایستی طوری انتخاب شوند که در صورت بروز اضافه جریان یا اتصال

### ۲-۳- حفاظت الکتریکی

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

### ۲-۴- انواع حفاظت

۲-۴-۱- حفاظت سیم‌ها و کابل‌ها: وقتی برای مدت

### ۳-۴-۲- حفاظت اشخاص: تحقیقات نشان می دهد که

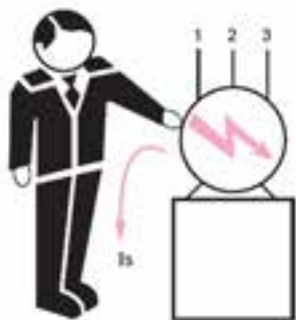
پنجاه درصد از برق گرفتگی ها در اثر تماس مستقیم با سیم حامل برق در حمام، استخر، حیاط، زیرزمین، پارک ها و یا مکان های مرطوب بوده که جریان برق مستقیماً از بدن افراد عبور کرده است و بقیه به علت فرسودگی سیم ها و یا عایق نبودن صحیح دستگاه های برقی صنعتی و خانگی و یا سیم کشی های غلط اتفاق افتاده است. در صورت اتصال یک سیم به بدنه فلزی دستگاه، ولتاژ بین بدنه دستگاه و زمین به وجود می آید حال اگر شخصی بدنه ی دستگاه را لمس نماید، بین محل تماس بدن و زمین ولتاژی به وجود می آید (ولتاژ تماس) که چنانچه مقدار آن از ۶۵ ولت بیشتر باشد برای او خطرناک خواهد بود. هم چنین جریان خطرناک برای انسان ۰/۰۵ آمپر می باشد. مقاومت بدن انسان حدود ۱۳۰۰ تا ۳۰۰۰ اهم است.

### ۵-۲- برق گرفتگی

برق گرفتگی یک تحریک ناگهانی و اتفاقی سیستم عصبی بدن بر اثر عبور جریان الکتریکی است. به عبارت دیگر عبور جریان برق از بدن را برق گرفتگی می گویند. برق گرفتگی در شخص زمانی به وجود می آید که شخص در مسیر عبور جریان برق قرار گیرد (شکل ۸-۲).



الف) تماس مستقیم با سیم برق



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

شکل ۸-۲

کوتاه در کوتاه ترین زمان ممکن و قبل از این که صدمه ای به سیم ها و تجهیزات الکتریکی برسد مصرف کننده را از برق قطع کند.

### ۲-۴-۲- حفاظت مصرف کننده ها و دستگاه های

الکتریکی: مصرف کننده ها و دستگاه های الکتریکی بایستی در مقابل خطاهای احتمالی از قبیل اتصال کوتاه و اضافه جریان حفاظت شوند. برای حفاظت این دستگاه ها معمولاً قبل از مصرف کننده، از فیوزها و رله های حرارتی طوری استفاده می شود، که در صورت بروز خطا، مصرف کننده به طور کلی از برق جدا شود. بخش عمده مصرف کننده ها در تأسیسات الکتریکی را موتورها تشکیل می دهند. از این رو در مورد نحوه حفاظت آن ها بیش تر توضیح می دهیم. معمولاً جهت حفاظت موتورهای الکتریکی از کلید محافظ موتور استفاده می شود.

### کلید محافظ موتور: این کلید، موتور را در مقابل بار

اضافی که روی آن قرار می گیرد و هم چنین اتصال کوتاه حفاظت می کند. به این صورت که چنانچه در اثر اضافه باری که روی موتور قرار می گیرد و یا قطع یکی از فازهای شبکه برق (که به آن اصطلاحاً دو فاز شدن موتور می گویند) جریان کمی بیش تر از جریان نامی موتور شود، حرارت بی متال بالا رفته و در اثر تغییر فرم به اهرم فشار آورده و کلید موتور را قطع می کند. اگر خطایی مانند اتصال کوتاه در موتور پیش آید در اثر عبور جریان زیاد از سیم پیچ این کلید، اهرم آهنی به سرعت به سمت هسته جذب شده و کلید را قطع می نماید (شکل ۷-۲).



شکل ۷-۲- شکل ظاهری کلید محافظ موتور

## ۲-۶- اقدامات لازم برای نجات شخص برق گرفته

مرحله اول: شخص برق گرفته را باید از منبع برق جدا کرد این عمل با قطع کردن کلید مدار یا قطع فیوز صورت می‌گیرد اگر نتوان برق را قطع کرد باید شخص را توسط یک عایق از منبع برق جدا کرد. برای این کار باید با استفاده از ماده نارسانا منبع برق را از مصدوم دور کرد. هرگز نباید مستقیماً به مصدوم دست زد (شکل ۲-۹).



شکل ۲-۹- طریقه جدا کردن شخص برق گرفته

پزشک مراجعه شود شکل ۲-۱۰ نحوه گرفتن نبض و تشخیص تنفس را نشان می‌دهد.

مرحله دوم: باید علائم حیاتی شخص برق گرفته را بررسی کرد مثلاً نبض دارد یا نه اگر نبض داشت و نفس نمی‌کشید باید تنفس مصنوعی را شروع کرد. در صورت احیای تنفس باید به



شکل ۲-۱۰



## ۲-۷-۲- انواع حفاظت اشخاص

برای کاهش امکان برق گرفتگی افراد از سیستم‌های ایمنی استفاده می‌شود. سیستم‌های ایمنی بسیار متنوع هستند. متداول‌ترین آن‌ها عبارتند از:

۲-۷-۱- حفاظت توسط سیم زمین

۲-۷-۲- حفاظت توسط عایق کاری

۲-۷-۳- حفاظت توسط ولتاژ کم

۲-۷-۴- حفاظت توسط کلید محافظ جان FI

هر کدام از انواع حفاظت اشخاص دارای خصوصیتی

می‌باشد که به شرح آن‌ها می‌پردازیم:

۲-۷-۱- حفاظت توسط سیم زمین: قسمت‌های

فلزی بدنه‌ی دستگاه‌های برقی که شخص آن‌ها را لمس می‌کند.

توسط یک سیم به زمین وصل می‌شوند. در این صورت اگر

دستگاهی اتصال بدنه پیدا کند. جریان برق به جای عبور از بدن شخص از طریق سیم بدنه به زمین متصل می‌شود. زیرا مقاومت

سیم زمین (سیم ارت) بسیار کم‌تر از مقاومت بدن شخص می‌باشد.

سیستم اتصال زمین (چاه ارت): برای این که سیم

اتصال بدنه دستگاه را به زمین متصل کنند، چاهی حفر می‌کنند

عمق چاه در مناطق مختلف به دلیل خصوصیات خاک منطقه

متفاوت است، ولی بهترین چاه آن است که به قسمت نمناک و

مرطوب زمین رسیده باشد. زیرا چنین خاکی دارای مقاومت

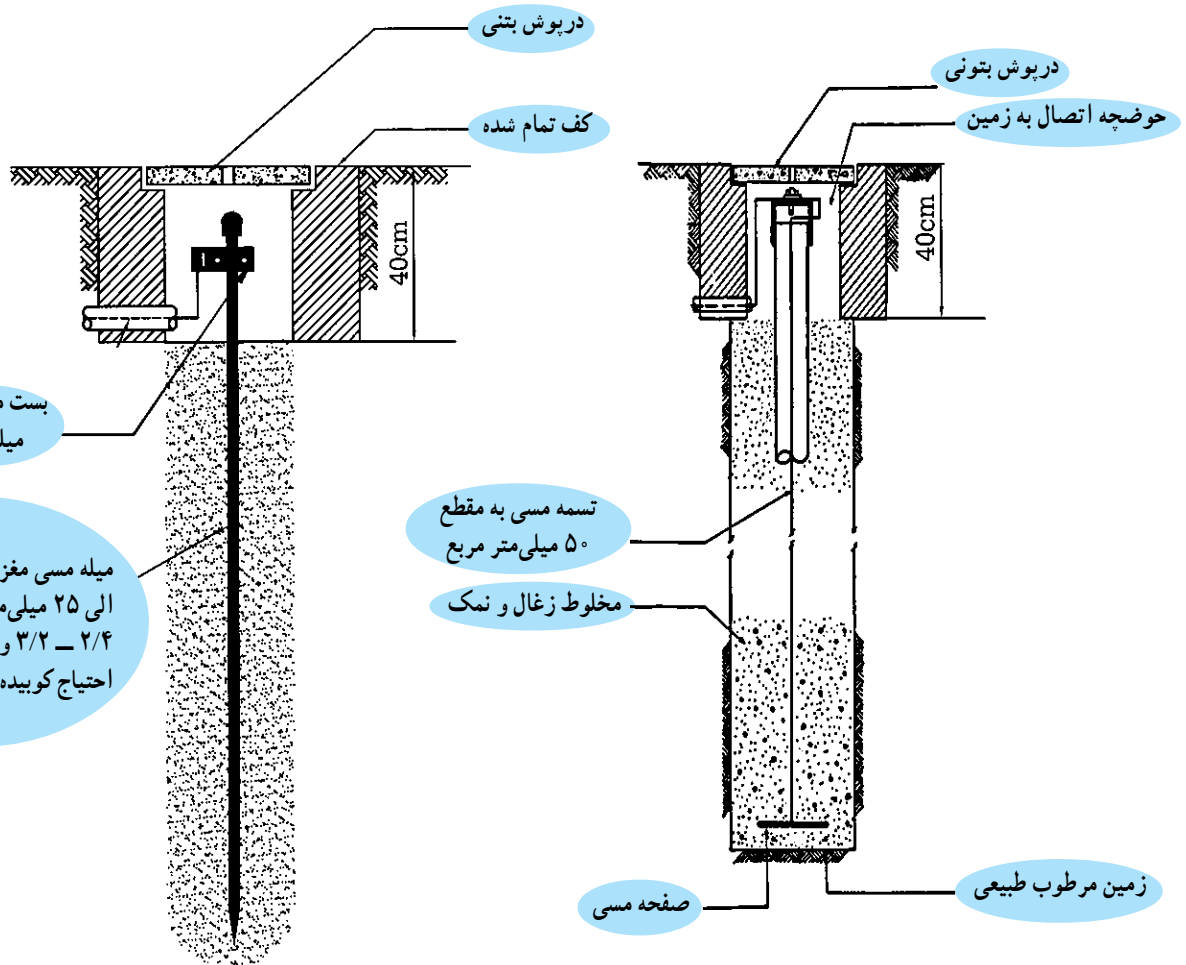
الکتریکی کمی می‌باشد. سپس صفحه یا تسمه‌ی موسوم به الکترو

را به انتهای چاه قرار داده و با یک سیم مسی با مقاومت الکتریکی

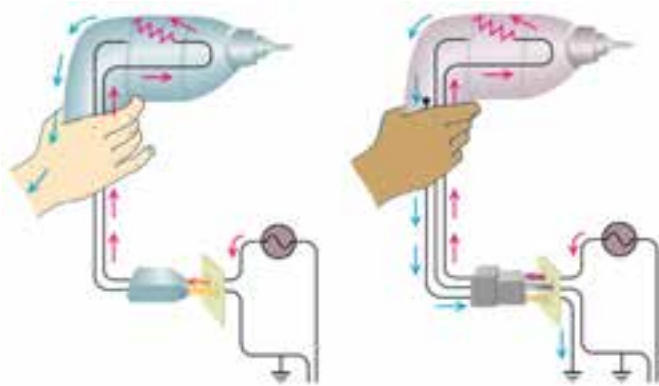
کم به بیرون چاه هدایت می‌کنند. اطراف صفحه را با مواد کاهنده

مقاومت مانند زغال و نمک یا بنتونیت پرمی‌کنند. سیم خروجی

از این چاه به بدنه فلزی دستگاه‌ها متصل می‌شود.



شکل ۱۱-۲



الف) پریز بدون سیم ارت

ب) پریز با سیم ارت

در شکل ۱۲-۲ الف دستگاه اتصال بدنه پیدا کرده و به محض تماس شخص با دستگاه جریان از بدن او گذشته و دچار برق‌گرفتگی می‌شود. در شکل ۱۲-۲ ب به دلیل وجود سیم ارت تمامی جریان از سیم ارت عبور کرده و به شخص آسیبی نمی‌رسانند.

شکل ۱۲-۲

ب: نوارهای تاییده شده مسی

ج: میله‌ها یا لوله‌های مسی یا فولادی قلع‌اندود شده به

شکل‌های شبکه‌ای، حلقه‌ای یا شعاعی.

الکتروود زمین: عبارت است از یک قطعه هادی که در

زمین قرار داده می‌شود و سیم زمین به آن متصل می‌شود.

الکتروودها در انواع مختلف ساخته می‌شوند:

الف: صفحات فلزی قلع‌اندود

نواری			لوله‌ای	صفحه‌ای

شکل ۱۳-۲ انواع الکتروود زمین

– چراغ و پایه چراغ‌های حیاط و روشنایی پارک‌ها وسایل

فلزی از قبیل پل و نرده و غیره در معابر عمومی. وسایل تفریحی

وسایلی که اتصال سیم ارت به آن‌ها الزامی است عبارتند

از:

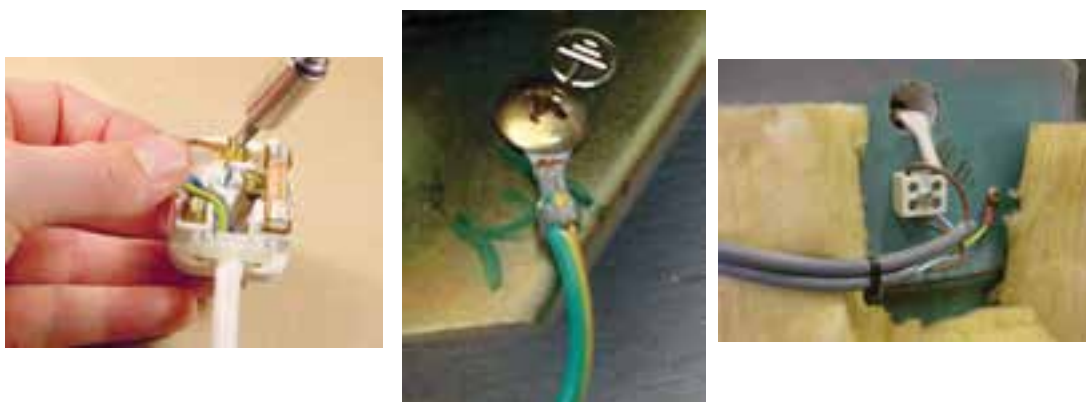
### تحقیق کنید

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

در پارک‌ها.

- لوازم خانگی برقی مانند سماور، پلوپز، بخاری برقی، ماشین لباسشویی، کولر و سایر لوازم فلزی آشپزخانه.
- پریزهای منازل و کارگاه‌ها.
- ماشین آلات در صنایع و وسایل دیگر الکتریکی.

رنگ استاندارد روکش سیم ارت سبز و زرد است و در (۲-۱۴).  
وسایل الکتریکی این سیم به بدنه دستگاه‌ها پیچ می‌شود (شکل



شکل ۲-۱۴- اتصال سیم ارت به بدنه دستگاه‌ها و دو شاخه



شکل ۲-۱۵- تست اتصال بدنه

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 ۲-۱۵).

#### ۲-۷-۴- حفاظت توسط کلید محافظ جان FI :

اساس کار این کلید بر پایه‌ی اختلاف جریان بین سیم‌های رفت و برگشت یک دستگاه الکتریکی می‌باشد. طبق شکل ۲-۱۹ 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 باعث ایجاد میدان مغناطیسی شده 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 کرده و منبع تغذیه را در چند دهم یا صدم ثانیه قطع کند.

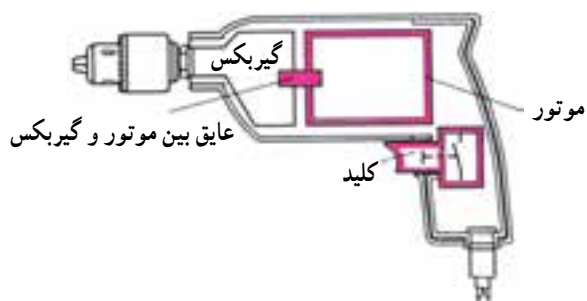


تابلو و میز کار شما باید مجهز به کلید محافظ جان باشد.

شکل ۲-۱۸- شکل ظاهری کلید محافظ جان

#### ۲-۷-۲- حفاظت توسط عایق‌کاری : در این روش

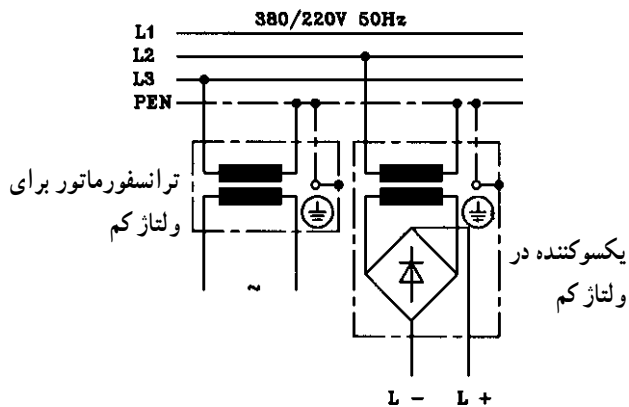
تمام قسمت‌هایی که امکان اتصال برق با بدن انسان را دارد عایق می‌کنند. در مورد دستگاه‌هایی که ساکن هستند می‌توان کف زمین را عایق کاری نمود. ولی در دستگاه‌های قابل حمل یا متحرک مانند دریل برقی، جاروبرقی و ... برای جلوگیری از برق‌دار شدن بدنه فلزی آن‌ها، کارخانه سازنده، آن دستگاه را با یک لایه اضافی دیگر عایق می‌کند. در این روش نیازی به اتصال زمین وجود ندارد. شکل ۲-۱۶ این نوع حفاظت دارای علامت مشخصه □ روی وسایل الکتریکی است.



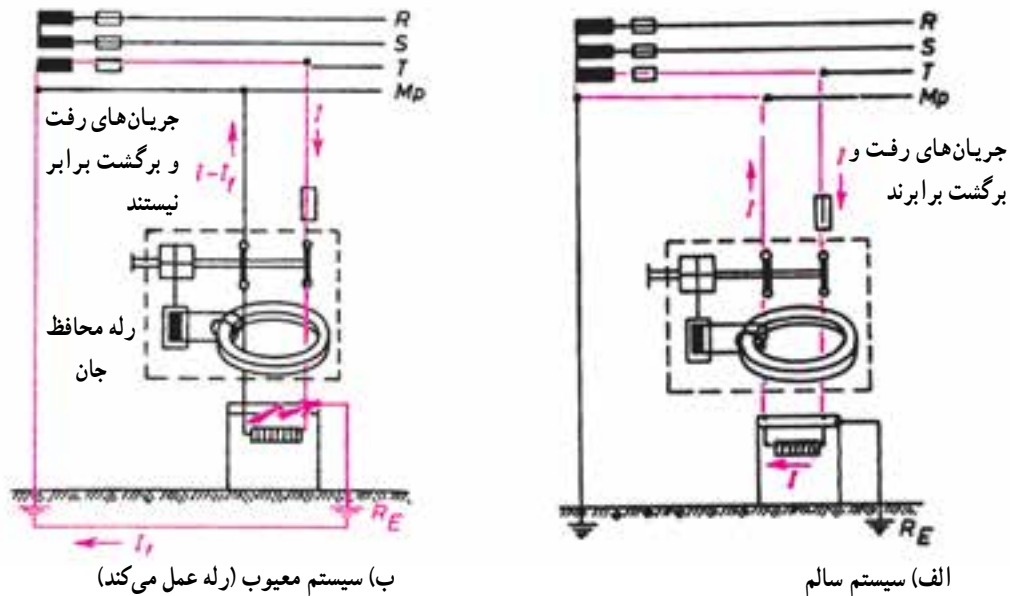
شکل ۲-۱۶- عایق مضاعف در دستگاه‌های متحرک

#### ۲-۷-۳- حفاظت توسط ولتاژ کم : در این روش از

ولتاژهای کمتر از ۵۰ ولت که برای انسان خطرناک نیست برای حفاظت استفاده می‌شود. این ولتاژ توسط یک ترانسفورماتور کاهنده با دو سیم پیچ جداگانه استفاده می‌شود. کاربرد این روش در دستگاه‌های پزشکی، اسباب‌بازی‌های الکتروموتوری و ... است (شکل ۲-۱۷).




شکل ۲-۱۷- ترانس کاهنده ولتاژ



شکل ۱۹-۲- مدار الکتریکی کلید محافظ جان

## ۲-۸- توصیه‌های ایمنی

- ۱- چراغ را خاموش کنید و با استفاده از فازمتر از قطع جریان برق مطمئن شوید.
- ۲- 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.
- ۳- سیم‌های برق باید دارای روپوش عایق بوده و از پیچیده شدن آن‌ها به دور اشیای تیز و برنده جلوگیری کنید (شکل ۲۰-۲).

- ۱- هرگاه بر روی تابلو برق علامت  را مشاهده کردید از باز کردن درب تابلو و دست زدن به قسمت‌های داخلی آن خودداری کنید.
- ۲- از کشیدن سیم از کف منزل یا زیرفرش که احتمال برخورد پای افراد با آن و یا پوسیدن سیم وجود دارد خودداری کنید.
- ۳- هنگام تعویض لامپ سوخته یا شکسته حتماً کلید



شکل ۲۰-۲

۸- سیم‌های پوسیده و زخمی وسایل الکتریکی را تعویض کنید (شکل ۲-۲۲).



شکل ۲-۲۲

۶- در هنگام طوفان و رعد و برق لوازم برقی حساس مثل تلویزیون، یخچال، کامپیوتر را خاموش و از پریز جدا نمایید.  
۷- از یک پریز برق برای چند وسیله برقی استفاده نکنید (شکل ۲-۲۱).



شکل ۲-۲۱

### سوالات



- ۱- روش‌های حفاظت الکتریکی را نام ببرید.
- ۲- برق‌گرفتگی را تعریف کنید.
- ۳- انواع حفاظت شخص را نام ببرید.
- ۴- سیستم اتصال زمین را شرح دهید.
- ۵- انواع زمین کردن را نام برده و یک مورد را توضیح دهید.
- ۶- نحوه کار رله محافظ جان در حفاظت شخص را بیان کنید.
- ۷- چرا تماس شخصی با بدنه دستگاهی که دارای سیم ارت می‌باشد، خطر آفرین نیست؟

## ابزارشناسی

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که:

- ۱- انواع ابزارهای مورد نیاز سیم‌کشی را نشان دهد.
- ۲- کاربرد ابزارهای مورد استفاده را در سیم‌کشی بیان کند.

### مقدمه

لبه‌ی پیچ‌گوشتی متناسب با شیار پیچ ساخته می‌شود. زیرا برای پیچ‌های کوچک، لبه‌ی پیچ‌گوشتی کوچک و برای پیچ‌های بزرگ، لبه‌ی پیچ‌گوشتی بزرگ مورد نیاز است و هرگز نباید از پیچ‌گوشتی‌های کوچک برای باز کردن پیچ‌های بزرگ استفاده کرد. در صورت عدم رعایت این نکته لبه‌های شیار پیچ از بین می‌رود و یا ممکن است لبه‌ی پیچ‌گوشتی بشکند (شکل ۲-۳).

ابزارها و دستگاه‌هایی که در سیم‌کشی به کار می‌روند، بسیار تنوع دارند. در این فصل به شرح مهم‌ترین و متداول‌ترین آن‌ها می‌پردازیم. اگر طرز کار و نحوه‌ی استفاده از آن‌ها را خوب یاد بگیرید، به آسانی می‌توانید کلیه‌ی وسایل مورد نیاز برای صنعت برق را بشناسید و آن‌ها را به درستی به کار ببرید.

### ۳-۱- پیچ‌گوشتی

یکی از پر مصرف‌ترین ابزارها در سیم‌کشی و کارهای برقی پیچ‌گوشتی است. پیچ‌گوشتی انواع بسیار دارد. هر قدر دسته‌ی پیچ‌گوشتی بزرگ‌تر باشد، راحت‌تر می‌توان با آن پیچ را باز و بسته کرد. زیرا بر اساس خاصیت اهرم، هر قدر طول بازوی کارگر بیش‌تر باشد، نیاز به نیروی لازم کم‌تر خواهد شد. بنابراین پیچ‌گوشتی‌ها به تناسب طول در انواع مختلفی ساخته شده‌اند (شکل ۱-۳).



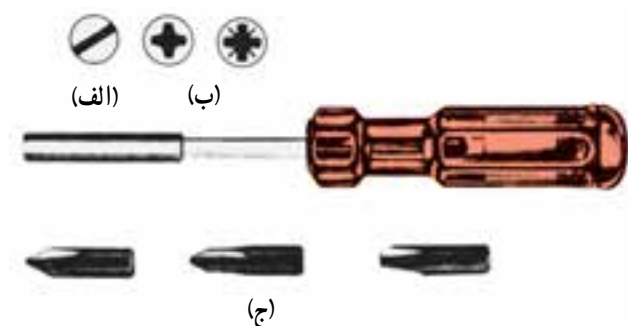
شکل ۲-۳- انواع پیچ‌گوشتی‌های تخت

چون پیچ‌ها در دو نوع یک‌شیاره و دو شیاره ساخته می‌شوند، بنابراین دو نوع پیچ‌گوشتی ساده و چهارسو وجود دارد. در شکل ۳-۳ انواع پیچ یک‌شیاره و دو شیاره و پیچ‌گوشتی‌های مربوط به آن‌ها دیده می‌شود. شیار پیچ‌های



شکل ۳-۱

دوشیاره به صورت متقاطع (X) است. هنگام باز کردن این پیچ‌ها حتماً از پیچ‌گوشتی چهارسو استفاده کنید. در غیر این صورت لبه‌ی پیچ صاف و خراب می‌شود.



الف- پیچ یک شیاره ب- پیچ دو شیاره ج- پیچ گوشتی‌های ساده و چهارسو

شکل ۳-۳

### توجه

برای بازکردن و بستن جهت باز و بست پیچ هیچ وقت از انبر استفاده نکنید؛ برای بستن هر پیچ، از پیچ‌گوشتی مناسب همان پیچ استفاده کنید (شکل ۳-۴).



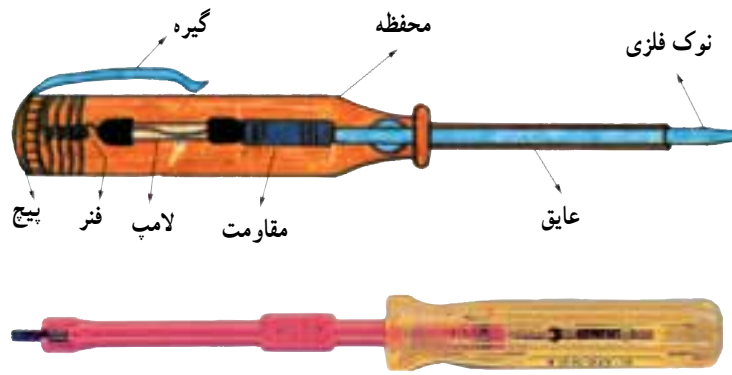
شکل ۳-۴- اثرات استفاده نامناسب از ابزار

### ۳-۲- فازمتر

است. فازمترها در دو نوع بزرگ و کوچک ساخته می‌شوند. ضمناً لازم به تذکر است که نام فازمتر در حقیقت یک اصطلاح عامیانه است که در اصل فازنما نام دارد. زیرا این وسیله فقط فاز را از نول مشخص می‌کند.

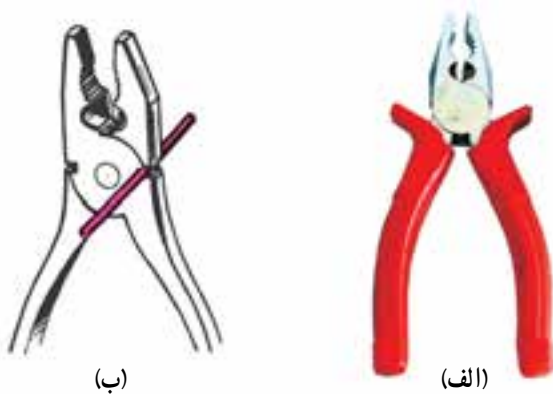
فازمتر وسیله‌ای است شبیه پیچ‌گوشتی که علاوه بر باز و بسته کردن پیچ‌ها، به منظور تشخیص سیم فاز از نول نیز به کار می‌رود. ساختمان ظاهری و داخلی فازمتر در شکل ۳-۵ آمده





شکل ۳-۵ شمای ظاهری و ساختمان داخلی فازمتر

### ۳-۳- انبردست



از انبردست برای نگاه داشتن قطعه کار و لخت کردن یا بریدن سیم (در صورت عدم وجود سیم چین و سیم لخت کن) استفاده می شود. به طور کلی از نظر فنی نباید انبردست را به جای سیم چین یا سیم لخت کن به کار برد. بلکه فقط در مواقع ضروری باید از این وسیله برای بریدن یا لخت کردن سیم استفاده کرد (شکل ۳-۶).

شکل ۳-۶ انبردست مرکب، انبردست در حال بریدن یک قطعه سیم

### ایمنی

انبردست یکی از وسایل پرکاربرد و ضروری می باشد دقت نمایید عایق انبردست استاندارد و از نوع مرغوب باشد.

### ۳-۴- دم باریک



شکل ۳-۷ دم باریک

دم باریک وسیله ای است شبیه انبردست، با این تفاوت که نوک آن از انبردست بلندتر و باریک تر است. از دم باریک در مواقعی که جا تنگ است و انبردست کاربرد ندارد، استفاده می شود. برای سوالی کردن، بریدن و فرم دادن به سیم ها نیز می توان دم باریک را به کار برد (شکل ۳-۷).

### ۵-۳-دم گرد



شکل ۸-۳-دم گرد

دم گرد از نظر شکل ظاهری شبیه دم باریک است. اگر کمی به نوک دم گرد نگاه کنید، متوجه می شوید که نوک این وسیله به صورت دایره ساخته شده است. از این وسیله برای سؤالی کردن و فرم دادن به سیم ها استفاده می شود. در شکل ۸-۳ یک دم گرد را می بینید.

### ۶-۳-دم کج



شکل ۹-۳-دم کج

دم کج نیز یکی از انواع دم باریک است که نوک آن خم شده است. دم کج ها در چند نوع ساخته می شوند. نوعی از آنها مانند دم باریک است و کارهایی شبیه آن را انجام می دهد. نوع دیگر آن برای بیرون کشیدن خارهای دایره ای شکل به کار می رود. (شکل ۹-۳).

### ۷-۳-سیم چین



الف - متداول ترین سیم چین

سیم چین ها نیز مانند سایر ابزارها، بسیار متنوع هستند. سیم چین دارای دو لبه ی تیز است که با آن ها سیم را قطع می کند. سیم چین را به طور کلی برای بریدن سیم ها به کار می برند (شکل ۱۰-۳).



ب - سیم چین در حال بریدن یک سیم

شکل ۱۰-۳

هرگز از سیم چین برای لخت کردن سیم استفاده نکنید، زیرا معمولاً در این حالت روکش سیم آسیب می بیند و اتصال از نظر الکتریکی و مکانیکی ضعیف می شود.

### ۸-۳- سیم لخت کن

سیم لخت کن بر دو نوع است:

الف- سیم لخت کن ساده

ب- سیم لخت کن خودکار (اتوماتیک)

الف- سیم لخت کن ساده: این سیم لخت کن از دو لبه

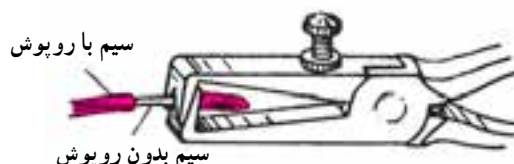
تشکیل شده که دارای شیارهایی در جهت قائم است. به وسیله ی پیچ و مهره ای می توان فاصله ی بین لبه ها را کم و زیاد کرد. در واقع پیچ، فاصله را تنظیم می کند و مهره فاصله ی تنظیم شده را ثابت نگاه می دارد. وقتی دو لبه روی هم قرار می گیرند، متناسب با فاصله ی تنظیم شده، دایره ای با شعاع معین به وسیله ی شیارهای موجود در روی لبه تشکیل می شود. چون لبه ی داخلی شیارها تیز است، اگر در داخل این شیارها سیم روپوش داری قرار داده شود که قطر داخلی آن به اندازه ی قطر دایره باشد، با کمی فشار و سپس کشیدن سیم لخت کن، روکش سیم جدا می شود (شکل ۳-۱۲).

ب- سیم لخت کن خودکار (اتوماتیک): این سیم لخت کن نیاز به تنظیم ندارد و ساده ترین آن ها دارای دو لبه ی متحرک است. روی این لبه ها شیارهایی تعبیه شده است که با روی هم قرار گرفتن آن ها، سوراخ هایی با قطرهای مختلف تشکیل می شود. آن گاه سیم را داخل این شیارها قرار می دهند. روبه روی این لبه ها دو لبه ی صاف متحرک نیز قرار دارد که به منزله ی نگه دارنده ی سیم است. وقتی می خواهیم سیم را لخت کنیم، ابتدا شیار مناسب را انتخاب می کنیم. آن گاه سیم را داخل آن قرار می دهیم سپس دسته ی سیم لخت کن را فشار می دهیم. لبه های صاف پایین می آید و سیم را نگه می دارد. حال اگر کمی بیش تر فشار دهیم روکش قسمت انتهایی سیم خارج می شود (شکل ۳-۱۳).



الف- نمای ظاهری سیم لخت کن  
ب- سیم لخت کن اتوماتیک در حال لخت کردن سیم

شکل ۳-۱۳



شکل ۳-۱۲

علاوه بر سیم لخت کن های خودکار فوق، انواع دیگری از این سیم لخت کن ها وجود دارد که لخت کردن سیم با آنها، آسان تر صورت می گیرد. با این سیم لخت کن می توان چند سیم را به صورت همزمان لخت کرد (شکل ۳-۱۴).



شکل ۳-۱۴ دو نمونه ی دیگر از سیم لخت کن های خودکار



شکل ۳-۱۵ انواع چاقوهای روپوش برداری کابل

### ۳-۹- چاقوی روپوش برداری کابل

این چاقو از نوع چاقوهای معمولی است که تیغه ی آن باز و بسته می شود. از این چاقو برای بریدن لوله ی خرطومی نیز استفاده می شود (شکل ۳-۱۵).

#### ایمنی

چاقو را همیشه باید طوری در دست گرفت که جهت آن به طرف جلو باشد نه به طرف بدن. شست دست هم باید پشت چاقو قرار گیرد تا جهت و مقدار حرکت آن روی سیم یا کابل تحت کنترل باشد (شکل ۳-۱۶).



شکل ۳-۱۶- طرز صحیح روکش برداری از کابل

### ۳-۱۰- قیچی کابل‌بری

برای برش کابل می‌توانید از قیچی‌های مخصوص استفاده کنید. این قیچی‌ها متناسب با قطر کابل ساخته شده‌اند. تیغه‌ی این قیچی‌ها قابل تعویض یا قابل تیزشدن است. جنس این تیغه‌ها از فولاد است. در شکل ۳-۱۷ انواع قیچی‌های کابل‌بری دستی و برقی آمده است.



شکل ۳-۱۷- انواع قیچی‌های کابل‌بری

### ۳-۱۱- ابزار پرس سرسیم و فیش‌ها

برای اتصالاتی که قابل جداشدن‌اند، باید از فیش یا ترمینال‌های مخصوص استفاده شود. اغلب اتصالاتی که در سیم‌کشی اتومبیل و دستگاه‌های الکتریکی وجود دارد از نوع جداشدنی هستند. در این نوع سیم‌کشی‌ها، تعمیرات آسان است. برای اتصال فیش به سرسیم‌ها از دستگاه پرس استفاده می‌کنند. در شکل ۳-۱۸ انواع گوناگون دستگاه‌های پرس سرسیم آمده است.



شکل ۳-۱۸

جنس و نوع کار تعیین می‌کنند. با انتخاب شماره‌ی هر ابزار می‌توان آن ابزار را از کارخانه یا نمایندگی کارخانه دریافت کرد. در شکل‌های ۳-۱۹ تا ۳-۲۳ نمونه‌های دیگری از ترمینال‌ها، فیش‌ها و ابزار پرس را ملاحظه می‌کنید.

در شکل ۳-۱۹ انواع سرسیم‌ها و فیش‌ها نشان داده شده است. در پایان یادآوری می‌شود کلیه‌ی این دستگاه‌ها و ابزارها دارای شماره‌ی مخصوصی‌اند و توسط هر کارخانه در کاتالوگ آن آمده‌اند. شماره‌ی ابزار را برحسب مدل، اندازه،



شکل ۳-۲۰ - دستگاه پرس سرسیم



شکل ۳-۱۹ - انواع فیش‌ها



شکل ۳-۲۲



شکل ۳-۲۱



شکل ۳-۲۳ - نحوه‌ی پرس کردن سرسیم

## ۱۲-۳- مولتی متر

است :

- ۱- صفحه مدرج و عقربه
  - ۲- سلکتور یا دگمه‌های انتخاب کننده
  - ۳- ترمینال‌های ورودی و دگمه‌های تنظیم کننده
- در شکل ۲۴-۳ تصویر نمونه‌ای از مولتی متر مشاهده می‌شود. در این جا به شرح دستگاه می‌پردازیم.

- ۱- صفحه‌ی مدرج و عقربه: روی صفحه‌ی مدرج کمیت‌های مورد اندازه‌گیری ثبت شده و درجه‌بندی‌های لازم نیز صورت گرفته است. اگر کمیت مورد اندازه‌گیری ولتاژ باشد با حرف  $V$ ، اگر جریان باشد، با حرف  $A$  و اگر مقاومت باشد با علامت  $\Omega$  (امگا) روی صفحه‌ی مدرج خوانده می‌شود. هم‌چنین برای جریان متناوب حروف AC یا علامت  $\sim$  و برای جریان مستقیم علامت حروف DC ذکر می‌شود. (شکل ۲۴-۳)

مولتی متر به معنی اندازه‌گیر چند منظوره است، به عبارت دیگر دستگاهی که بتواند چند کمیت مختلف را اندازه بگیرد مولتی متر نامیده می‌شود. نام دیگر این دستگاه آوومتر<sup>۱</sup> است که از سر واژه‌ی کلمات آمپر، ولت و اهم تشکیل شده است. پس آوومتر دستگاهی است که می‌تواند آمپر، ولت و اهم را اندازه بگیرد. در این فصل با طرز کار این دستگاه آشنا خواهید شد در مراحل کار با برق، برای عیب‌یابی از آن استفاده می‌شود. وقتی صحبت از آمپر متر می‌شود باید دستگاهی را به خاطر بیاورید که جریان الکتریکی را اندازه‌گیری می‌کند. به‌طور کلی وقتی کلمه‌ی متر به صورت پسوند با واحد کمیت‌های اندازه‌گیری می‌آید، نام دستگاهی می‌شود که آن کمیت را اندازه می‌گیرد، مثل آمپر متر، ولت متر، اهم متر، وات متر و ... .

سیمای ظاهری هر مولتی متر از سه قسمت تشکیل شده



شکل ۲۴-۳- نمونه‌ای از مولتی متر

- روی مولتی مترهای معمولی درجه‌بندی اهم از سمت راست به چپ و سایر درجه‌بندی‌ها از چپ به راست است. معمولاً صفحه‌ی مدرج دارای آینه‌ای است که به وسیله‌ی آن عقربه را با تصویر آن تطبیق می‌دهند تا کمیت مورد نظر دقیقاً اندازه‌گیری شود.
- ۲- سلکتور: سلکتور یا انتخاب کننده، معمولاً در قسمت پایین دستگاه قرار دارد و به صورت دوآر یا فشاری کار می‌کند. روی صفحه‌ی سلکتور نیز کمیت‌های مورد نظر مشخص شده

۱- کلمه‌ی آوو (AVO) از حرف‌های اول کلمات Volt, Amper و Ohm گرفته شده است.

صفحه‌ی مدرج تقسیم می‌کنیم و ضریب به دست آمده را، که ضریب قرائت می‌نامند، در عدد نشان داده شده به وسیله‌ی عقربه ضرب می‌کنیم تا مقدار واقعی کمیت موردسنجش به دست آید. برای سهولت کار غالباً عددی را از روی صفحه‌ی مدرج انتخاب می‌کنیم که مشابه با عدد انتخابی روی سلکتور باشد. (مثلاً ۱۰۰۰ سلکتور و عدد ۱۰ یا ۱۰۰ صفحه‌ی مدرج). در این حالت اگر بر روی صفحه‌ی مدرج عدد ۱۰ انتخاب شود ضریب  $\frac{1000}{10}$  یا ۱۰۰ خواهد بود. اگر عقربه عدد ۲/۵ را نشان دهد مقدار کمیت  $100 \times 2/5$  یا ۲۵۰ ولت است.

است. اعدادی روی صفحه‌ی سلکتور وجود دارد که نماینده‌ی حوزه‌ی کار دستگاه است.

۳- ارتباط سلکتور با صفحه‌ی مدرج: معمولاً اعدادی که روی صفحه‌ی سلکتور وجود دارد کوچک‌تر یا بزرگ‌تر از اعداد نوشته شده روی صفحه‌ی مدرج است. به این جهت، هنگام اندازه‌گیری یک کمیت، ممکن است سلکتور روی عدد ۱۰۰۰ ولت AC باشد ولی آخرین عدد صفحه‌ی مدرج ۲۵۰ را نشان دهد. برای ارتباط دادن این دو عدد با هم باید به صورت زیر عمل کنیم:

حوزه‌ی کار انتخاب شده روی سلکتور را بر آخرین عدد

## ایمینی

### نکات ایمنی در استفاده از مولتی‌متر

در این قسمت شما طرز استفاده از قسمت‌های مختلف مولتی‌متر را، که ضروری است، یاد خواهید گرفت. قبل از تشریح این قسمت، نکات زیر را دقیقاً به خاطر بسپارید تا به هنگام کار دچار اشکال نشوید و مولتی‌متر را نسوزانید.

۱- وقتی مولتی‌متر را روی حوزه‌ی آمپر می‌گذارید، حتماً آن را به صورت سری در مدار قرار دهید. در غیر این صورت، آمپر متر خواهد سوخت.

۲- هنگام اندازه‌گیری مقاومت در مدار، حتماً جریان برق را قطع کنید. در صورتی که ولتاژ الکتریکی به مدار وصل باشد اهم متر خواهد سوخت.

۳- هنگامی که ولتاژ را اندازه می‌گیرید مولتی‌متر را به صورت موازی در مدار ببندید.

۴- وقتی با مولتی‌متر کار می‌کنید، دقت کافی را در حمل و نقل و قرار دادن دستگاه روی میز به کار ببندید. در صورتی که به مولتی‌متر ضربه وارد شود، دستگاه حساسیت خود را از دست می‌دهد و خراب می‌شود.

۵- به بیج تنظیم صفر عقربه‌ی دستگاه دست نزنید، زیرا این قسمت خیلی حساس است و در صورت بازی کردن با آن، ضمن قطع شدن فنر زیر عقربه مولتی‌متر نیز خراب می‌شود.

۶- هرگز پشت دستگاه را باز نکنید. زیرا فقط یک تکنیسین ورزیده می‌تواند این دستگاه را باز و تعمیر کند و در صورت ماهر نبودن، عیب دستگاه بیش‌تر می‌شود. بنابراین به مجرد بروز اشکال در دستگاه، به معلم خود مراجعه کنید.

۷- وقتی می‌خواهید ولتاژ یا جریان را اندازه بگیرید، حوزه‌ی کار دستگاه را روی درجه‌ای قرار دهید که بیش‌تر از مقدار کمیت مورد اندازه‌گیری باشد. در صورتی که مقدار کمیت را نمی‌دانید ابتدا حوزه‌ی کار سلکتور را



روی بیش‌ترین مقدار قرار دهید، سپس در خلال اندازه‌گیری اگر انحراف کافی در عقربه مشاهده نشد، حوزه‌ی کار را کاهش دهید.

۸- سعی کنید کلید سلکتور را در جهت حرکت عقربه‌های ساعت بچرخانید. زیرا مهره‌ی زیر سلکتور بعضی از دستگاه‌ها طوری نصب شده است که اگر در جهت خلاف حرکت عقربه‌های ساعت چرخانده شود باز می‌شود و دستگاه از کار می‌افتد.

۹- طرز قرار گرفتن مولتی‌مترها معمولاً در سمت چپ، زیر صفحه‌ی مدرج مشخص می‌شود. علامت . طرز قرار گرفتن دستگاه به صورت خوابیده (افقی) و علامت . طرز قرار گرفتن دستگاه به صورت عمودی یا ایستاده است. باید این نکته را دقیقاً رعایت کرد؛ در غیر این صورت اعداد قرائت شده غیر واقعی خواهند بود.

۱۰- چنانچه مولتی‌متر بر روی حداکثر حوزه‌ی کار خود باشد و عقربه از مقدار مجاز صفحه‌ی مدرج بیش‌تر منحرف شود، دستگاه برای اندازه‌گیری این کمیت مناسب نیست و باید دستگاه دیگری را انتخاب کرد.



### سوالات

- ۱- آیا می‌توان پیچ‌های چهارسو را با پیچ‌گوشتی دوسو باز کرد؟ چرا؟
- ۲- فازمتر چیست؟ اجزای آن را نام ببرید.
- ۳- سیم لخت کن برای چه سیم‌هایی به کار می‌رود؟
- ۴- اگر سر سیم‌ها را پرس نکنیم چه اتفاقی می‌افتد؟
- ۵- مولتی‌متر چیست؟ در سیم‌کشی از چه نوع آن استفاده می‌شود؟

### سیم‌ها و کابل‌ها

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که:

- ۱- انواع سیم‌ها را نام ببرد.
- ۲- نحوه‌ی لخت کردن سیم را بیان کند.
- ۳- انواع اتصالات سیم‌ها را تعریف کند.
- ۴- کارهای عملی مربوط به اتصالات سیم‌ها را انجام دهد.
- ۵- اتصالات لحیمی را شرح دهد و انواع آن را نام ببرد.
- ۶- کارهای عملی مربوط به اتصالات لحیمی را انجام دهد.
- ۷- کابل را تعریف و ساختمان آن را تشریح کند.
- ۸- اطلاعات فنی کابل‌ها را از روی بدنه‌ی آن‌ها استخراج کند.

#### ۴-۱- سیم‌ها

دیوار با استفاده از مقره مورد استفاده قرار می‌گیرند. در نصب این نوع سیم‌ها طبق استاندارد VDE در اندازه‌های مختلف از رنگ‌های مختلفی استفاده شده است، مثلاً از ۷۵° تا ۷۰° میلی‌متر مربع رنگ‌های سبز-زرد-سیاه-آبی-قهوه‌ای و از ۱۲۰ تا ۱۸۵ میلی‌متر مربع با رنگ سیاه مشخص می‌شود (شکل ۴-۱) و جدول (۴-۱).

عایق این گونه سیم‌ها از جنس پی-وی-سی است و برای مصرف در تأسیسات نصب ثابت در نقاط خشک استفاده می‌شود. نصب این سیم‌ها مستقیماً در داخل دیوار مجاز نیست. معمولاً هنگام انتخاب سیم برای ساختمان، عواملی که در نظر گرفته می‌شوند عبارتند از:

۱- توان مصرف‌کننده‌ها و جریان مورد نیاز. چنانچه

سیم‌هایی که در تأسیسات ساختمانی به کار می‌روند اکثراً به صورت‌های تک‌لا و یا افشان هستند. معمولاً از سیم مسی تک‌لا در سیم‌کشی توکار و داخل لوله، و از سیم‌های افشان در خارج از لوله یا روی کار به صورت آزاد استفاده می‌کنند، زیرا این نوع سیم برعکس سیم‌های تک‌لا در مقابل عوامل مکانیکی مقاوم‌تر و از خاصیت ارتجاعی بیش‌تری نیز برخوردارند. این دو نمونه سیم که بیش‌تر مصرف ساختمانی دارند از جنس مسی با روکش پلاستیکی ساخته می‌شوند. ولتاژ مجاز این گونه سیم‌ها حداکثر ۱۰۰۰ ولت است.

سیم‌های تک‌لا را که معمولاً به وسیله‌ی لوله‌های فولادی و یا P.V.C و خرطومی روی دیوار یا داخل دیوار و یا خارج

جدول ۱-۴- مشخصات سیم‌های تک‌لاسی با رنگ‌های مختلف

قطر خارجی (میلی‌متر)	ضخامت عایق (میلی‌متر)	ساختمان سیم	سطح مقطع
۲/۲	۰/۶	۱×۰/۹۸	۰/۷۵
۲/۲	۰/۶	۱×۱/۱۳	۱
۲/۶	۰/۶	۱×۱/۳۸	۱/۵
۳/۲	۰/۷	۱×۱/۷۸	۲/۵
۳/۹	۰/۸	۱×۲/۲۵	۴
۴/۴	۰/۸	۱×۲/۷۶	۶
۵/۶	۱/۰	۱×۳/۵۵	۱۰
۶/۵	۱/۰	۱×۴/۵۰	۱۶
۷/۱	۱/۰	۷×۱/۷۰	۱۶
۸/۸	۱/۲	۷×۲/۱۴	۲۵
۱۰/۰	۱/۲	۱۹×۱/۵۳	۳۵
۱۲/۰	۱/۴	۱۹×۱/۸۶	۵۰
۱۳/۵	۱/۴	۱۹×۲/۱۷	۷۰
۱۵/۵	۱/۶	۱۹×۲/۵۳	۹۵
۱۷/۵	۱/۶	۳۷×۲/۰۳	۱۲۰

جدول ۲-۴- حداکثر جریان مجاز سیم‌های مسی استاندارد شده

سیم‌های هوایی	شدت جریان مجاز سیم بر حسب آمپر		مقطع سیم به میلی‌متر مربع
	کابل‌های روکار	سیم‌های با عایق تا حداکثر ۳ سیم در هر لوله	
۱۰	۶	۴	۰/۷۵
۱۵	۱۰	۶	۱
۲۰	۱۵	۱۰	۱/۵
۲۵	۲۰	۱۵	۲/۵
۳۵	۲۵	۲۰	۴
۵۰	۳۵	۲۵	۶
۶۰	۵۰	۳۵	۱۰
۸۰	۶۰	۵۰	۱۶
۱۰۰	۸۰	۶۰	۲۵
۱۲۵	۱۰۰	۸۰	۳۵
۱۶۰	۱۲۵	۱۰۰	۵۰
۲۰۰	۱۶۰	—	۷۰
۲۲۵	۲۰۰	—	۹۵
۲۶۰	۲۲۵	—	۱۲۰

تعداد و مقدار مصرف‌کننده‌ها زیاد باشد باید در انتخاب سطح مقطع سیم پیش‌تر دقت شود.

۲- استفاده درست از جداول استاندارد شده سیم‌ها برای تعیین نوع و اندازه سطح مقطع مناسب برحسب جریان مصرف‌کننده‌ها. به‌عنوان مثال در جدول ۲-۴ حداکثر جریان مجاز برای مقاطع مختلف سیم‌های مسی تعیین و قابل استفاده می‌باشد.

## ۲-۴- لخت کردن سیم‌ها

یکی از نکات به ظاهر ساده ولی بسیار مهم در سیم‌کشی و اتصالات، طرز لخت کردن یا عایق برداری سیم‌هاست که هم از نظر الکتریکی و هم از نظر مکانیکی حائز اهمیت است. هنگام لخت کردن سیم باید توجه داشت که اولاً از ابزار درست و مناسب استفاده شود (سیم لخت‌کن معمولی یا اتوماتیک). ثانیاً طول عایق مورد نظر باید اندازه‌گیری شده و به همان اندازه لازم نه کم‌تر و نه بیش‌تر برداشته شود تا از نظر الکتریکی دارای ایمنی کافی باشد.

نکته‌ی دیگر که از نظر مکانیکی قابل توجه است این است که روی مفتول یا قسمت هادی سیم هیچ‌گونه آسیبی ایجاد نشود زیرا همین آسیب دیدگی به ظاهر بی‌اهمیت در اثر گذشت زمان باعث قطع شدن سیم خواهد شد.

## ۳-۴- اتصالات سیم‌ها

منظور از اتصالات سیم‌ها به هم بستن هادی‌ها می‌باشد. صحت اتصالات بسیار حائز اهمیت است. زیرا یک مدار الکتریکی وقتی خوب کار می‌کند که اتصالات معیوب نداشته باشد. اتصال باید از نظر مکانیکی محکم و از نظر الکتریکی هادی خوب باشد.

نمونه‌ای از تقسیم‌بندی این اتصالات به صورت روبه‌رو می‌باشد.

۱-۳-۴- اتصالات غیرلحیمی: اتصالات غیرلحیمی خود به سه صورت کلی زیر به کار می‌رود.

۱- پیچ و مهره‌ای الف - حلقه‌ای

ب - تیغه‌ای

۲- فیشی (سرسیمی)

ج - کشویی

د - میله‌ای

اتصالات  
سیم‌ها - غیرلحیمی

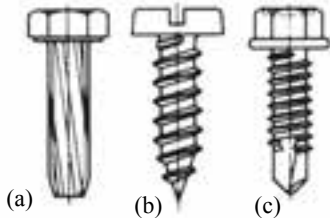
لحیمی - ۳ - ترمینالی الف - نوع معمولی

ب - نوع مدار چاپی

## اتصالات پیچ و مهره‌ای

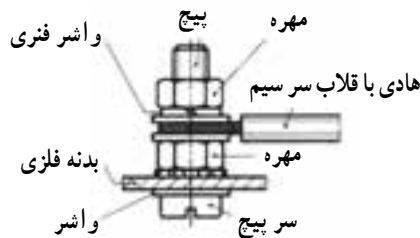
انواع اتصالات پیچی: انواع این نوع اتصالات عبارتند

از: اتصالات پیچی با پیچ و مهره و اتصالات پیچی با رزوه‌های داخلی. در اتصالات پیچی با پیچ و مهره بخش‌هایی مانند ریل‌ها (شین‌ها) با سوراخ سرتاسری به یکدیگر متصل می‌شوند (پیچ عبوری شکل ۲-۴). پیچ و مهره دو بخش را به یکدیگر متصل می‌کند. واشرها از آسیب رساندن مهره با سرپیچ به قطعه در هنگام کشش جلوگیری می‌کند.



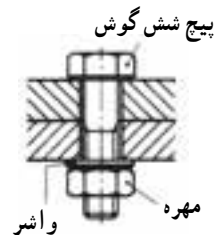
(a) پیچ برش - فلاویز (b) پیچ خودرو (c) پیچ مته‌ای با رزوه‌های پیچ خودرو  
شکل ۴-۵ - انواع پیچ‌های خودرو

اتصال پیچی هادی محافظ (شکل ۶-۴) باید با دقت خاصی صورت گیرد.



شکل ۶-۴ - اتصال هادی محافظ به بدنه

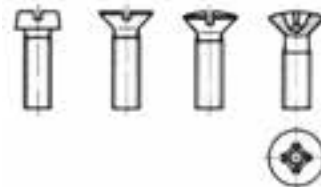
برای اتصال سیم‌های با قطر زیاد (مانند کابل) به شین‌ها از سر کابل (کابلشو) استفاده می‌شود (شکل ۷-۴). نحوه‌ی عملکرد بدین صورت است که ابتدا باید کابل یا سیم با قطر زیاد را لخت کرده و سپس به اندازه مناسب در داخل سرکابل (کابلشو) قرار داد و در نهایت با دستگاه مخصوص انتهای کابلشو را پرس کرد.



شکل ۲-۴ - اتصالات پیچی

پیچ‌ها، مهره‌ها و نگهدارنده‌های پیچ: در برق صنعتی

اغلب از پیچ‌های دوسو (شکل ۳-۴) چهارسو، شش گوش (شکل ۲-۴) و پیچ‌های سرآلن (شکل ۴-۴) استفاده می‌شود.



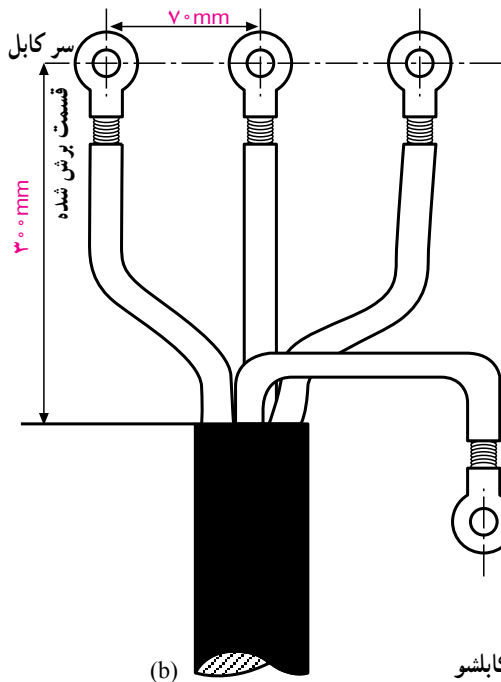
شکل ۳-۴ - پیچ‌های شیاردار



شکل ۴-۴ - پیچ سر آلن

برای محکم کردن بست‌های پیچی و فاصله اندازه‌ها بر روی صفحه یا قطعات فلز ترجیحاً از پیچ برش فلاویز (شکل ۵-۴) پیچ خودرو (شکل ۵-۴) یا پیچ مته‌ای با رزوه‌های پیچ خودرو

۱- شین - تسمه‌های مسی با ضخامت‌های متفاوت برای عبور جریان اصلی در تابلوهای برق را نامند.



شکل ۷-۴- سیم در کابلشو



(a)

الکتریکی کافی برقرار می‌کنند. استحکام مکانیکی این اتصالات نیز مناسب و در حد مطلوب است. به علاوه اتصال دهنده‌های بدون لحیم از لحاظ نصب ساده‌ترند زیرا در آن‌ها مسایل مربوط به لحیم کاری مانند سرد شدن لحیم، سوختن عایق و غیره در آن مطرح نیست.

وسیله‌ای که برای پرس کردن سرسیم‌ها استفاده می‌شود یک نوع انبر خاصی است که تصویر یک نمونه از آن را در شکل ۹-۴ مشاهده می‌کنید.

### اتصالات فیشی (سر سیمی)

برای قرار دادن سیم‌های رشته‌ای در زیر پیچ باید از سرسیم‌های فیشی استفاده کرد. همان طوری که در شکل ۸-۴ مشاهده می‌شود تعدادی از اتصالات سر سیمی نشان داده شده است. این فیش‌ها (سر سیم‌ها) دارای انواع مختلف حلقه‌ای، تیغه‌ای، کشویی و میله‌ای هستند که هر یک از آن‌ها در زمینه‌های خاصی کاربرد دارند.



شکل ۹-۴



شکل ۸-۴- انواع سرسیم

اتصال‌ها و بست‌های انتهایی که در آن‌ها لحیم به کار برده نمی‌شوند ولی با فشار، محکم به هادی متصل می‌گردند تماس



شکل ۴-۱۰

شکل ۴-۱۰ تصویر چند نمونه سرسیم‌های فیشی که به سیم‌ها متصل شده‌اند را نشان می‌دهد.

نحوه ایجاد اتصالات سرسیم‌ها مطابق توضیحات داده شده مربوط به قسمت اتصال کابلشو در اتصالات پیچ و مهره‌ای است.



شکل ۴-۱۱

### بست کمربندی سیم‌ها

برای دسته‌بندی سیم‌هایی که مربوط به یک مسیر یا قسمت خاص هستند در تابلوهای برق و دستگاه‌های الکترونیکی از کمربندهای پلاستیکی مطابق شکل ۴-۱۱ جهت بستن و محکم کردن سیم‌ها استفاده می‌شود.

### تجهیزات و مواد لازم کارهای عملی اتصالات

- ۶- سیم چین
- ۷- سیم لخت کن
- ۸- دم باریک
- ۹- دم گرد
- ۱۰- انبردست
- ۱۱- انبر پرس
- ۱۲- دم پهن

- ۱- سیم افشان نمره ۱ یا ۱/۵ یک متر
- ۲- سیم مفتولی ۷۵/۰ یا ۱ یک متر
- ۳- سرسیم‌های مختلف
- ۴- ترمینال پلاستیکی ۴ خانه ۲ یک متر
- ۵- تسمه مسی با ضخامت ۵ mm حداکثر ۱۰ تا ۱۵

ساتی متر

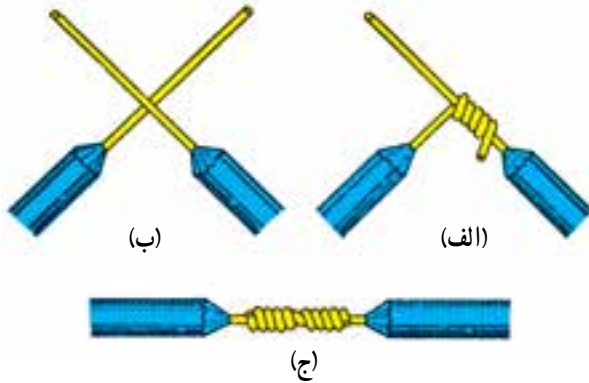
## کار عملی ۱

الف) هدف: کار با ابزار و سیم

مراحل انجام کار:

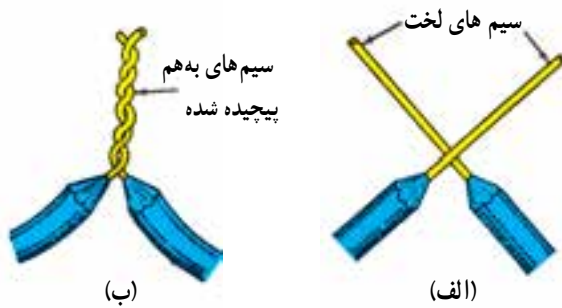
۱- یک طرف سیم مفتولی را که در اختیار دارید به گیره بسته و طرف دیگر آن را با انبردست گرفته و بکشید تا سیم صاف شود.

۲- از سیم صاف شده شش قسمت  $10^\circ$  سانتی متری برش دهید.



شکل ۴-۱۲

۳- حدود ۳ سانتی متر از هر سیم را لخت کنید.

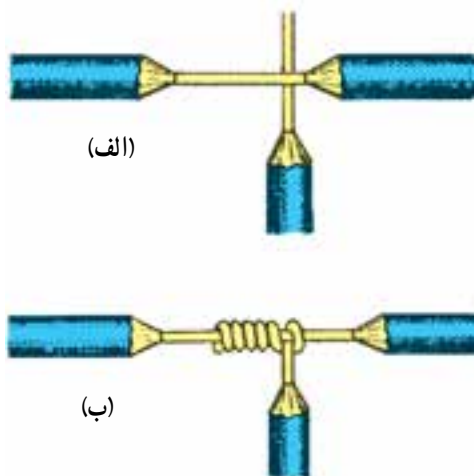


شکل ۴-۱۳

۴- سیم ها را به صورت دوه دو مطابق اشکال داده شده به یکدیگر وصل کنید.

۵- از هر مدل شکل ها یک نمونه انجام دهید.

تذکر: برای ایجاد اتصالات نشان داده شده از انبردست و دم باریک و دم پهن استفاده کنید به طوری که سیم ها زخمی نشوند.



شکل ۴-۱۴



ب) هدف: کار با ابزار و سیم  
مراحل انجام کار

۱- یک قسمت ۱۰ سانتی متری از سیم صاف شده را

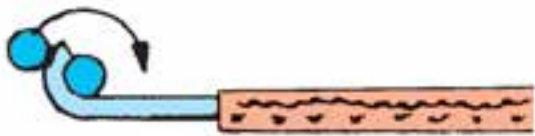
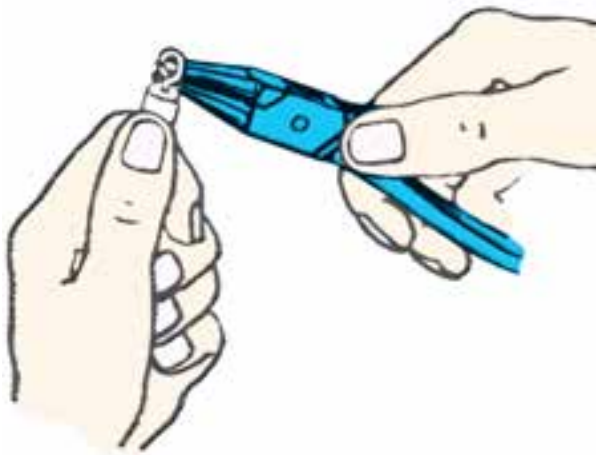
برش دهید.

۲- حدود ۲ سانتی متر از سیم را لخت کنید.

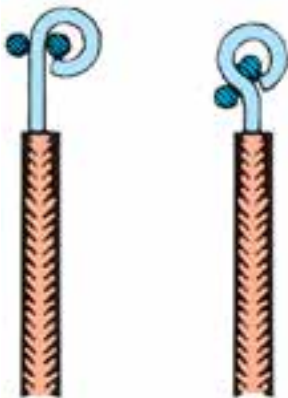
۳- با استفاده از دم گرد مطابق (شکل ۱۵-۴) سیم را

گرفته و با چرخاندن سیم به دور یک بازوی دم گرد یک دایره

کامل را ایجاد کنید.



شکل ۱۵-۴



شکل ۱۶-۴

۴- در انتها قسمت انتهایی دایره را با دم گرد یا دم باریک

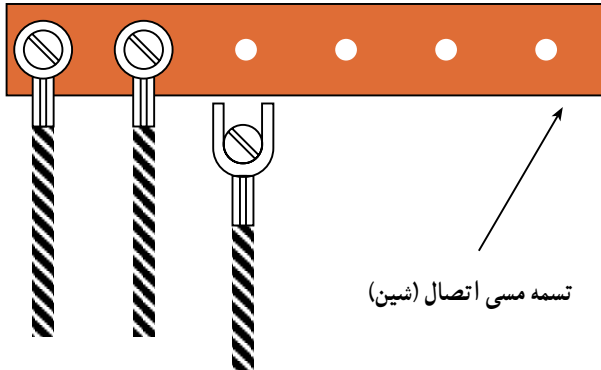
کمی خم کنید تا شکل سیم به صورت علامت سؤال (?) درآید

(شکل ۱۶-۴).

## کار عملی ۲



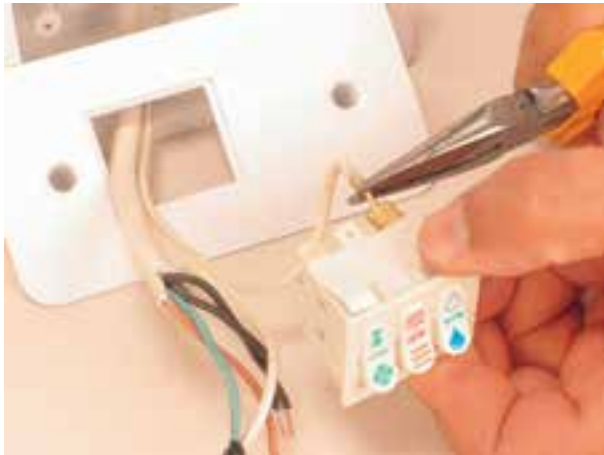
شکل ۴-۱۷



شکل ۴-۱۸



شکل ۴-۱۹



شکل ۴-۲۰

هدف) انجام اتصالات سرسیمی (فیش‌های سرسیمی)  
الف - اتصال سیم به سرسیم‌های حلقه‌ای، تیغه‌ای

و میله‌ای

مراحل انجام کار:

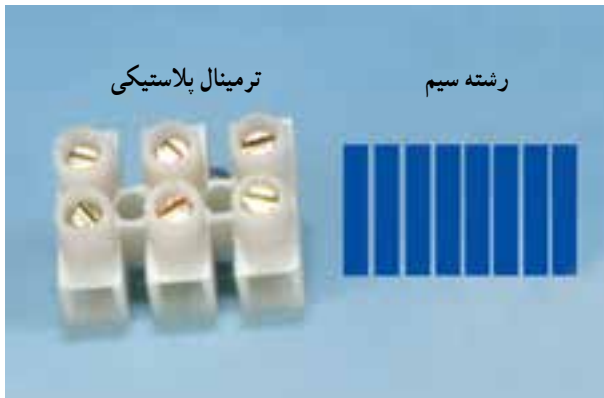
- ۱- سه رشته سیم مفتولی صاف شده نمره ۱ یا ۱/۵ را در اندازه‌های ۱۵ سانتی‌متر در اختیار بگیرید.
- ۲- هر رشته سیم را از طرفین به اندازه ۱ تا ۱/۵ سانتی‌متر لخت کنید.
- ۳- از هر دو طرف یک رشته سیم یک نمونه از سرسیم‌های حلقه‌ای، تیغه‌ای و میله‌ای را قرار دهید.
- ۴- به کمک انبر پرس دو طرف سرسیم‌ها را پرس کنید.
- ۵- سرسیم‌های فیشی پرس شده را مطابق شکل ۴-۱۷ زیر پیچ‌های موجود روی یک تسمه مسی قرار داده و پیچ‌ها را محکم کنید.

ب - اتصال سیم به سرسیم‌های کشویی

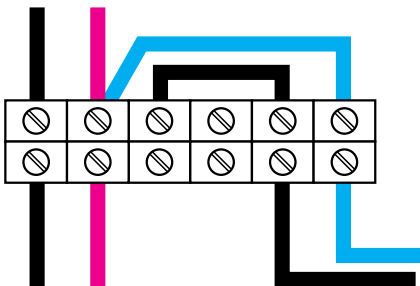
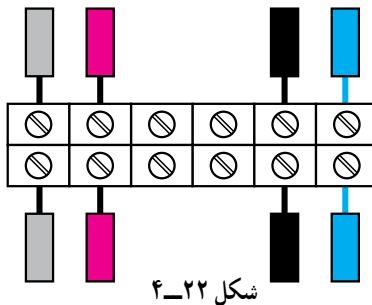
مراحل انجام کار:

- ۱- چهار رشته سیم مفتولی (یا افشان) مناسب را در اختیار بگیرید.
- ۲- سرفیش‌های کشویی مختلف مطابق شکل ۴-۱۹ را پس از لخت کردن طرفین سیم‌ها در دو طرف آن‌ها قرار دهید.
- ۳- به کمک انبر پرس دو طرف سرسیم‌های کشویی را پرس کنید.
- ۴- به‌خاطر آشنایی با یک نمونه زمینه کاربردی این سرسیم‌ها قوطی کلید کولری را به همراه کلید مربوطه روی تابلو نصب کنید و سپس با عبور دادن سیم‌ها از یک طرف قوطی سرسیم‌های پرس شده را به فیش‌های پشت کلید وصل کنید (شکل ۴-۲۰).

## کار عملی ۳



شکل ۴-۲۱



### هدف: انجام اتصالات ترمینالی

- ۱- هشت رشته سیم مفتولی به طول ۱۰ سانتی متر را در اختیار بگیرید.
- ۲- یک طرف سیم‌ها را حدود ۱ سانتی متر لخت کنید.
- ۳- یک ترمینال پلاستیکی حداقل ۶ خانه را در اختیار بگیرید (شکل ۴-۲۱).

- ۴- سیم‌های مفتولی لخت شده را مطابق شکل ۴-۲۲ زیر پیچ‌های ترمینال قرار داده و محکم کنید. دقت کنید تا هم قسمت لخت شده زیر پیچ ترمینال قرار گیرد، و قسمت لخت بیرون ترمینال مشاهده نشود.
- ۵- سیم‌های زیر پیچ قرار گرفته را با استفاده از دم‌باریک مطابق شکل ۴-۲۳ مرتب کرده و حالت دهید.

### لحیم‌کاری سخت: عمل لحیم‌کاری در درجه حرارت‌های

بالا ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد انجام می‌شود. عموماً به این نوع لحیم‌کاری، «جوشکاری» می‌گویند. از انواع جوشکاری‌ها می‌توان، قوس الکتریکی و جوش گاز را نام برد.

### لحیم‌کاری نرم: درجه حرارت لحیم‌کاری بسیار پایین‌تر

از نقطه ذوب عناصر مورد لحیم‌کاری است و عمل لحیم‌کاری در درجه حرارت پایین‌تر از ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد انجام می‌شود.

### ۲-۴-۳ اتصالات لحیمی

مقدمه: لحیم‌کاری عبارت از اتصال دو یا چند فلز به وسیله یک فلز یا آلیاژ ثالث است. در این فرآیند آلیاژ یا فلز لحیم‌کننده به نقطه ذوب خود می‌رسد ولی فلزات مورد اتصال ذوب نمی‌شوند و باعث متصل شدن فلزات لحیم‌شونده به یکدیگر می‌شود.

لحیم‌کاری در دو نوع لحیم‌کاری سخت (Brazing) و لحیم‌کاری نرم (Soldering) انجام می‌شود.

## لحیم

«آلیاژ لحیم» که به طور اختصار به آن «لحیم» گفته می شود معمولاً آلیاژی مرکب از سرب و قلع است.

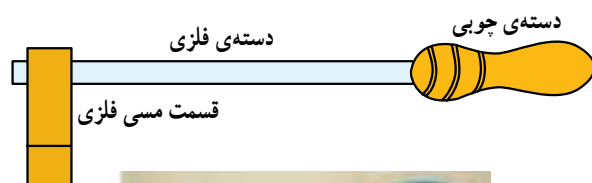
قلع با آب و هوا ترکیب نمی شود. به همین جهت پوشش بسیار خوبی برای فلزاتی نظیر مس است و از اکسیدشدن آن جلوگیری می کند. امروزه برای جلوگیری از اکسیدشدن قطعات الکترونیکی تقریباً تمام پایه های قطعات را قلع اندود می کنند.

لحیم به صورت مفتول نازک در قرقره های حدود ۲۵۰ گرمی، ۵۰۰ گرمی یا یک کیلوگرمی تولید می شود. قطر مفتول های لحیم، مختلف و در حدود کسری از یک تا چندین میلی متر است. لحیم ها را با درصد ترکیب های مختلف قلع و سرب نیز می سازند و به بازار عرضه می کنند.

تأمین حرارت لازم از وسیله ای به نام هویه استفاده می شود. نوک هویه که حرارت را به اتصال می رساند معمولاً از جنس مس است. زیرا مس حرارت را بهتر از فلزات دیگر منتقل می کند. برای کارهای مختلف از هویه های گوناگون استفاده می شود و معمولاً هویه ها را از نظر نحوه ی گرم شدن به دو دسته تقسیم می کنند:

الف) هویه هایی که با چراغ پریموس یا مشعل های گازی گرم می شوند.

ب) هویه هایی که به وسیله جریان الکتریکی گرم می شوند. این هویه ها در دو نوع مقاومتی و ترانسفورماتوری ساخته می شود.



مشعل و کپسول گاز



شکل ۲۵-۴- هویه ی ساده  
و دستگاه گرم کننده ی آن



شکل ۲۴-۴- قرقره های مختلف لحیم

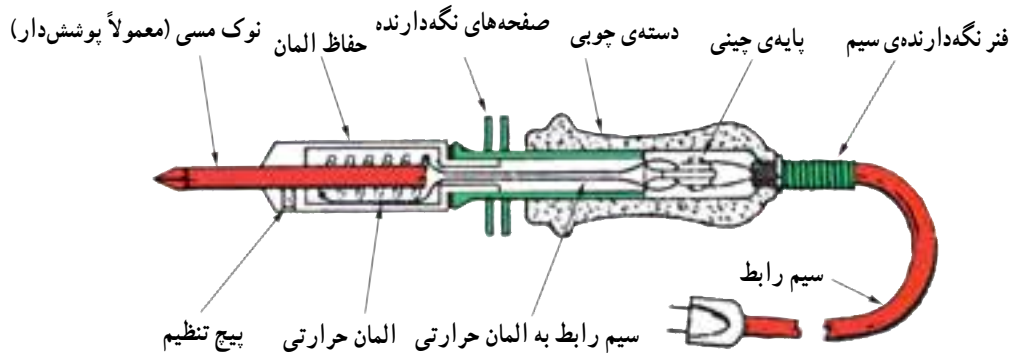
— روغن لحیم کاری (روانساز): برای لحیم کردن دو فلز به یکدیگر لازم است قبلاً سطوح اتصال را کاملاً پاک کنید طوری که اکسید فلز روی آن ها وجود نداشته باشد. از آن جا که اکثر فلزات در درجه حرارت های عادی اکسید می شوند همواره لایه ی بسیار نازکی از اکسید بر سطح آن ها وجود دارد از این رو قبل از لحیم کاری سطوح اتصال را توسط مواد پاک کننده تمیز کنید. ماده ی پاک کننده ای که برای پاک کردن این سطح ها به کار می رود «روغن لحیم کاری» نام دارد.

هنگام تبخیر روغن لحیم ذرات اکسید روی فلز نیز تبخیر شده و فلز از اکسید پاک می شود.

— وسایل لحیم کاری: برای لحیم کاری چند قطعه به یکدیگر ابتدا باید آن ها را گرم نموده و سپس لحیم کرد. برای

می‌شود. در شکل ۲۶-۴ ساختمان داخلی این نوع هویه نشان داده شده است.

نوع مقاومتی: یک سیم مقاومت‌دار که در داخل پوششی از عایق قرار گرفته است در اطراف میله‌ی مسی پیچیده می‌شود. با اتصال هویه به برق و عبور جریان الکتریکی، هویه مانند اتو گرم



شکل ۲۶-۴ - قسمت‌های مختلف یک هویه‌ی قلمی

- در موقع لحیم کردن ابتدا محل اتصال را حرارت دهید و سپس سیم لحیم را روی آن بگذارید تا ذوب شود.
- در صورتی که دو قطعه را قبلاً به لحیم آغشته کنید (قلع اندود) و سپس آن‌ها را با حرارت دادن به هم وصل کنید لحیم کاری خیلی بهتر انجام می‌گیرد.
- از لحیم به اندازه‌ای که لازم است استفاده کنید. به کار بردن لحیم زیادی دلیل بر اتصال کامل و مستحکم نیست.
- لحیم کاری زمانی خوب است که پس از لحیم کاری، محل اتصال درخشان به نظر آید.

نوع ترانسفورماتوری: در این نوع از اصول مغناطیسی، (القا متقابل) استفاده می‌شود هویه‌ی ترانسفورماتوری دارای سیم پیچ اولیه با دور زیاد و تعداد حلقه‌های ثانویه کم و بیش تر موارد تنها یک حلقه و در مواردی هم دو یا ۳ حلقه است. چون ترانسفورماتور کاهنده است شدت جریان در ثانویه زیاد می‌شود و حرارت قابل ملاحظه‌ای تولید می‌کند. این نوع هویه برای رسیدن به درجه حرارت نهایی احتیاج به زمان زیاد ندارد و فوراً گرم و برای کار آماده می‌شود. شکل ۲۷-۴ مدار الکتریکی هویه از نوع ترانسفورماتوری را نشان می‌دهد.

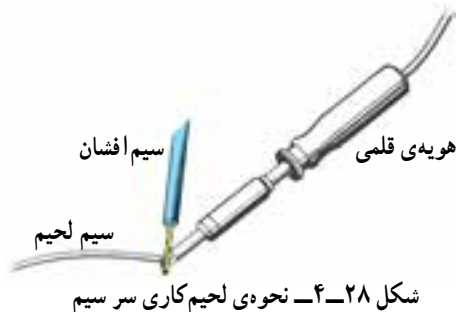


شکل ۲۷-۴ - مدارهای الکتریکی هویه‌ی ترانسفورماتوری

- برای قلع اندود کردن سرسیم از نوع سیم افشان یا مفتولی، ابتدا سرسیم را توسط هویه گرم کنید. سپس سیم لحیم را روی سیم قرار دهید نه روی نوک هویه تا لحیم با گرمای سرسیم ذوب شود (شکل ۲۸-۴).

### نحوه‌ی لحیم کاری

- برای آن که لحیم کاری به خوبی انجام گیرد باید نکات زیر را در نظر بگیرید:
- نقاطی که می‌خواهید لحیم کاری کنید کاملاً تمیز و پاک کنید.
- نوک هویه را کاملاً تمیز کنید.



۱- با مطلب القا متقابل در مباحث بعد آشنا خواهید شد.

## کار عملی ۴

### تجهیزات و قطعات مورد نیاز آزمایش

تعداد/مقدار	نام و مشخصات
یک عدد	۱- هویه ۴۰ وات از نوع قلمی
یک رشته	۲- سیم افشان نمره ۱/۵ به طول ۷۵ سانتی متر
یک رشته	۳- سیم مفتولی نمره ۱/۵ به طول ۱۸۰ سانتی متر
یک عدد	۴- سیم چین
یک عدد	۵- سیم لخت کن
به اندازه کافی	۶- قلع ۶۳٪
۳۰ سانتی متر	۷- سیم آنتن تلویزیون از نوع مغزی دار
۱ عدد	۸- خط کش ۲۰ cm فلزی
۲۰ سانتی متر	۹- سیم افشان نمره ۱
۱ عدد	۱۰- دم گرد یا دم باریک



شکل ۲۹-۴- اصول صحیح قلع اندود کردن سرسیم

### هدف‌ها

الف: قلع اندود کردن سرسیم‌های مفتولی و افشان

ب: لحیم کاری سیم‌ها

ج: لحیم کاری (ساخت یک مکعب سیمی به ابعاد

$7/5 \times 7/5 \times 7/5$  سانتی متر)

### مراحل اجرا

الف: قلع اندود کردن سرسیم‌های مفتولی و افشان

■ وسایل مورد نیاز را از انبار تحویل بگیرید.

■ از سیم افشان نمره ۱/۵ پنج قطعه ۱۵ سانتی متر و از

سیم مفتولی ۵ قطعه ۱۵ سانتی متری جدا کنید (جمعاً ده قطعه

سیم ۱۵ سانتی متری)

■ به کمک سیم لخت کن از هر طرف هریک از قطعات

یک سانتی متر روپوش برداری کنید. سپس مطابق شکل ۲۹-۴

تمامی سرسیم‌ها را قلع اندود کنید.

■ یک سانتی متر از روپوش دوسر کابل آنتن تلویزیون را

مطابق شکل ۲۹-۴ بردارید و مغزی هردو سر را قلع اندود کنید.

سؤال ۱- چرا سرسیم‌ها را قلع اندود می‌کنند؟ کاربرد

آن‌ها در کجاست؟ توضیح دهید.

### ب: لحیم کاری

■ چند تکه سیم افشان و مفتولی نمره ۱/۵ به طول‌های

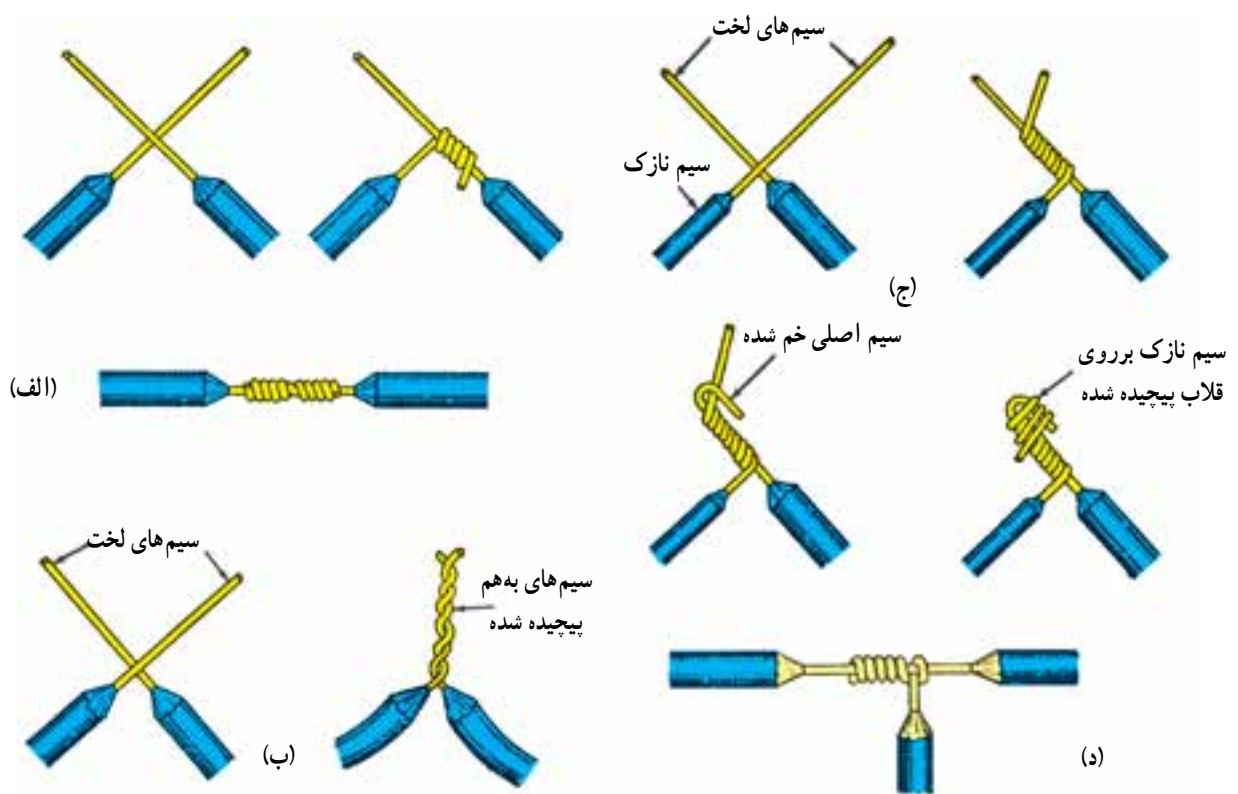
$12/5$  سانتی متر را از انبار تحویل بگیرید.

■ دو طرف هریک از سیم‌های  $12/5$  سانتی متر را حدود

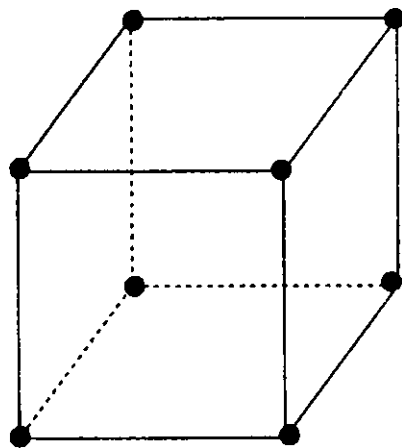
$1/5$  سانتی متر روپوش برداری کنید.

■ سیم‌ها را مطابق شکل ۳۰-۴ به یکدیگر بتابانید و سپس

محل تابانده شده را لحیم کاری کنید.



شکل ۳۰-۴



شکل ۳۱-۴- شکل قطعه کاری که باید ساخته شود.

ج: لحیم کاری (ساخت یک مکعب سیمی به ابعاد

$7/5 \times 7/5 \times 7/5$  سانتی متر)

■ از سیم مفتولی باقی مانده ۱۲ رشته سیم  $7/5$  سانتی متری

را به کمک سیم چین ببرید.

■ دو طرف هر دوازده قطعه را به اندازه یک سانتی متر

روپوش برداری کنید.

■ هر دو طرف هر قطعه را قلع اندود کنید.

■ دوازده قطعه سیم آماده شده مطابق شکل ۳۱-۴ یک

مکعب بسازید. رئوس مکعب باید لحیم کاری شود.

شکل ۳۳-۴ انواع سرسیم های فیشی - گرد، دو شاخه و عایق دار- را که به سیم ها پرس شده اند، نشان می دهد.



شکل ۳۳-۴



شکل ۳۲-۴ ابزار مورد نیاز

### سوالات



- ۱- هنگام انتخاب سیم به چه نکاتی باید دقت کرد؟
- ۲- سیم نمره ی ۲/۵ تک لا دارای چه قطری است؟
- ۳- از سیم های مفتولی و رشته ای در چه محل هایی استفاده می شود؟
- ۴- انواع اتصالات را نام ببرید.
- ۵- برای قراردادن سیم های رشته ای در زیر پیچ چه نکاتی را باید در نظر گرفت؟
- ۶- مراحل لحیم کاری دو سیم وصل شده به هم را توضیح دهید.



## ۴-۴- کابل‌ها

کاربرد کابل‌ها در تأسیسات الکتریکی بسیار وسیع و دارای اهمیت زیادی است. کارخانجات کابل‌سازی کابل‌ها را در اندازه‌ها و کاربردهای گوناگون و با ساختمان‌های داخلی متفاوت تولید می‌کنند.

شکل ۴-۳۴ - نمونه‌هایی از این کابل‌ها را نشان می‌دهد.

امروزه در صنعت برق، بخش عظیمی از توزیع انرژی الکتریکی، به ویژه در فشار ضعیف، به وسیله‌ی کابل‌ها صورت می‌گیرد. البته برای انتقال الکتریکی فشار متوسط و قوی نیز در برخی موارد از کابل‌های مخصوص استفاده می‌شود.



کابل آلومینیومی زره‌دار ۱×۲۴۰ میلی‌متر مربع ۲۰ کیلوولت



کابل NYCY



کابل ۱×۱۵۰ میلی‌متر زره‌دار ۶۳ کیلوولت



کابل افشان تخت



کابل مسی زره‌دار ۱×۳۰۰ میلی‌متر مربع ۳۳ کیلوولت



کابل زمینی ۳ $\frac{1}{3}$  رشته‌ی یک کیلوولت



کابل مخابراتی مهاردار هوایی



کابل مخابراتی MDF

شکل ۴-۳۴ - نمونه‌ای از انواع کابل‌ها

## ۴-۵- تعریف کابل

ج- کابل‌ها را از نظر کاربرد به دو دسته‌ی کابل‌های مسلح و کابل‌های غیر مسلح می‌توان تقسیم نمود. یکی کابل‌های مسلح که برای تحمل ضربه‌ها، فشار، نفوذ رطوبت و سایر عوامل دارای محافظ‌اند و دیگر کابل‌های غیر مسلح که فاقد محافظ‌اند.

اصولاً هر نوع هادی، که بتواند جریان برق را از داخل خود عبور دهد و توسط موادی از محیط اطراف خود عایق شده باشد، به طوری که ولتاژ روی سطح عایق نسبت به زمین برابر صفر و در روی سطح سیم نسبت به زمین دارای ولتاژ فازی باشد، «کابل» نامیده می‌شود.

## ۴-۶- ساختمان کابل‌ها

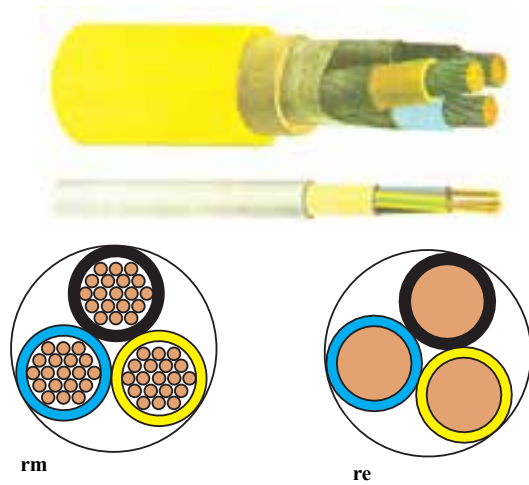
ساختمان و اجزای تشکیل دهنده‌ی کابل‌های مخابراتی کاملاً با کابل‌های مورد استفاده در صنعت برق فشار قوی و فشار ضعیف تفاوت دارند؛ اما به طور کلی کابل‌ها همواره از دو قسمت اصلی هادی و عایق تشکیل شده‌اند. تفاوت کابل‌ها ناشی از کاربرد آن‌هاست. یعنی نوع کارشان موجب می‌شود که جنس، شکل، سطح مقطع و تعداد هادی‌ها و عایق‌ها با یکدیگر تفاوت داشته باشند. این تفاوت‌ها موجب تقسیم‌بندی کابل‌ها می‌گردد.

۴-۶-۱- هادی کابل‌ها: هادی‌ها از سیم مسی تقریباً خالص و دارای انعطاف قابل قبول یا از آلومینیوم یا آلیاژهای مخصوص ساخته می‌شوند.

سطح مقطع هادی‌ها، با توجه به مقدار جریان عبوری و نوع کاربرد، در اندازه‌های گوناگون و شکل‌های متفاوت درست می‌شود. هادی‌های کابل را از دیدگاه‌های مختلف می‌توان تقسیم‌بندی نمود. در این جا کابل‌ها را از نظر سطح مقطع هادی، تعداد رشته و هم‌چنین از نظر کاربرد به صورت زیر مورد بررسی قرار می‌دهیم.

الف- هادی‌ها از نظر تعداد رشته به دو شکل تک رشته و (مفتولی) چند رشته (افشان) مطابق شکل ۴-۳۵ وجود دارند. برای مشخص کردن هادی‌های تک رشته از حرف اختصاری (e) و کابل‌های چند رشته از حرف اختصاری (m) استفاده می‌شود.

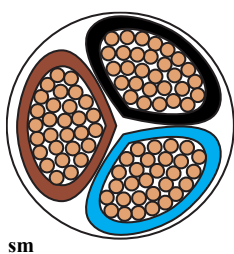
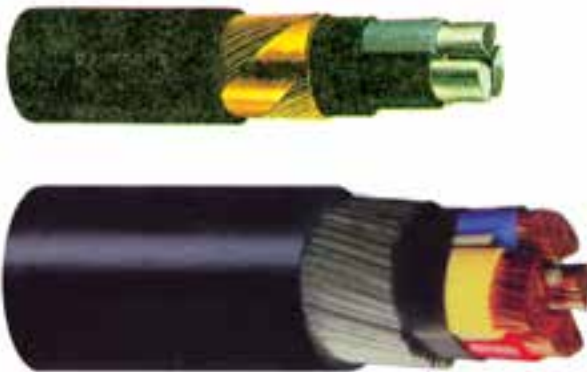
ب- هادی‌ها از نظر شکل سطح مقطع نیز به دو شکل گرد و مثالی (سکتور) مطابق شکل ۴-۳۶ وجود دارند. برای مشخص کردن هادی‌های گرد از حرف اختصاری (r) و کابل‌های مثالی از حرف اختصاری (s) استفاده می‌شود.



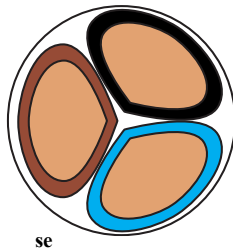
رشته‌ای m = گرد r=

مفتولی e = گرد r=

شکل ۴-۳۵



رشته‌ای m = قطاعی s=



مفتولی e = قطاعی s=

شکل ۴-۳۶

● مواد پی‌وی‌سی (PVC)، که به نام پرتودور معروف است.

شکل ۴-۳۷، یک نوع کابل با عایق پی‌وی‌سی (PVC) را نشان می‌دهد.

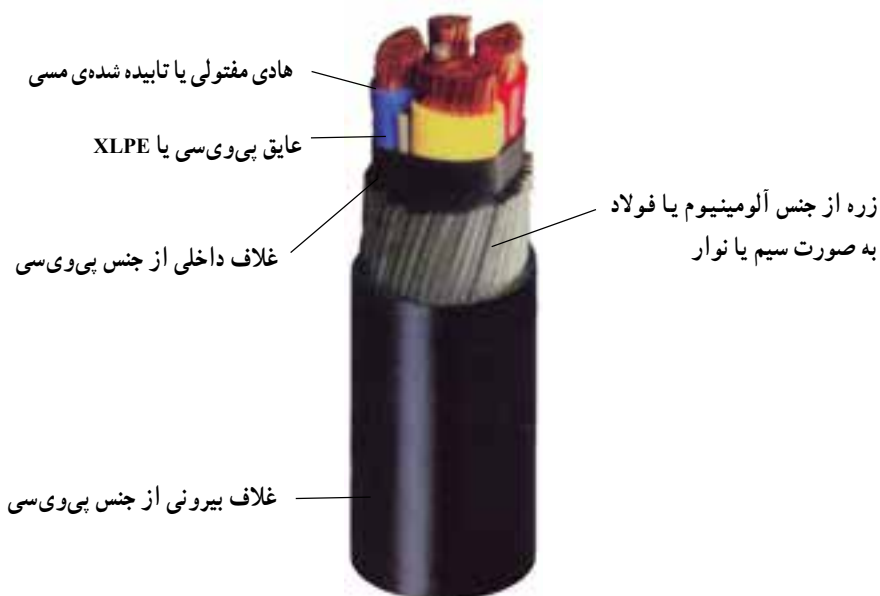
برای جلوگیری از اشتباه و جهت تشخیص سیم‌های کابل از یکدیگر، عایق سیم‌های هادی را در رنگ‌های مختلف انتخاب می‌کنند. در جدول ۴-۳ رنگ‌بندی عایق سیم‌ها بر اساس استاندارد VDE 0271 آلمان و ۶۰۷-۱ مؤسسه‌ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (ISIRI 607-1) نشان داده شده‌اند.

## ۲-۶-۴- عایق کابل‌ها: با توجه به این که کابل‌ها در

زیر زمین و یا روی تجهیزات فلزی نصب می‌شوند، نباید هیچ‌گونه اتصال الکتریکی بین هادی و زمین برقرار گردد. به عبارت دیگر، باید ولتاژ روی بدنه‌ی عایق نسبت به زمین صفر باشد. برای عایق کردن کابل‌های الکتریکی، بسته به نوع مصرف و ولتاژ روی هادی کابل، از مواد مختلفی به عنوان عایق استفاده می‌شود، که مهم‌ترین آن‌ها به شرح زیراند:

● کاغذهای آغشته به روغن مخصوص

● مواد لاستیکی



شکل ۴-۳۷- کابل با عایق پی‌وی‌سی به همراه اجزای کابل

جدول ۴-۳

تعداد سیم‌های کابل	رنگ سیم‌های کابل بدون سیم محافظ (سیم ارت)	رنگ سیم‌های کابل با سیم محافظ (سیم ارت)
۱ سیمه	سیاه	-
۲ سیمه	سیاه - آبی	-
۳ سیمه	سیاه - آبی - قهوه‌ای	سبز و زرد - آبی - قهوه‌ای
۴ سیمه	سیاه - آبی - قهوه‌ای - سیاه	سبز و زرد - آبی - قهوه‌ای - سیاه
۵ سیمه	سیاه - آبی - قهوه‌ای - سیاه - سیاه	سبز و زرد - آبی - قهوه‌ای - سیاه - سیاه

### ۳-۶-۴- غلاف کابل: در برخی کابل‌ها از لایه و یا

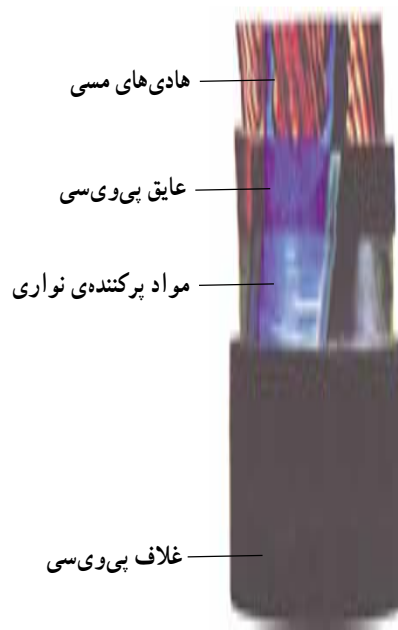
لایه‌هایی در روی کابل استفاده می‌شود که می‌توانند عایق کابل را در مقابل انواع نیروهای مکانیکی محافظت کنند و هم‌چنین از نفوذ رطوبت به داخل کابل جلوگیری نمایند. اصطلاحاً به این محافظ «غلاف کابل» یا «زره» می‌گویند. در ساده‌ترین حالت، مطابق شکل ۳۸-۴ کابل دارای یک غلاف از مواد پی‌وی‌سی است که کابل را در مقابل عوامل بیرونی، از جمله نفوذ رطوبت محافظت می‌کند.

حال اگر کابل در جاهایی مورد استفاده قرار گیرد که

نیروهای دیگری، مانند نیروی مکانیکی به آن وارد می‌شود ضرورت دارد، با استفاده از زره فولادی و یا زره آلومینیومی که در تمام طول کابل به صورت مفتول و یا ورق تعبیه می‌گردد، محافظت مکانیکی شود. به عنوان مثال می‌توان از کابل‌کشی برای توزیع انرژی الکتریکی در شهرها، که به صورت دفنی در خاک و در زیر معابر و خیابان‌ها اجرا می‌شود، نام برد. کابل‌های فوق حتماً به غلاف (زره) فولاد گالوانیزه و یا آلومینیومی مجهزند (شکل ۳۹-۴).



شکل ۳۹-۴ کابل با غلاف آلومینیومی



شکل ۳۸-۴ کابل با غلاف PVC

رنگ‌های بخصوصی انتخاب و اعمال می‌شود که برای کابل‌های

براساس استاندارد V.D.E آلمان برای عایق کابل‌ها فشار ضعیف به شرح زیر است:

### ۷-۴- علائم مشخصه کابل‌ها

جدول ۴-۴

رنگ	کابل
خاکستری روشن و سیاه	دو رشته‌ای
خاکستری روشن، سیاه و قرمز	سه رشته‌ای
خاکستری روشن، سیاه، قرمز و آبی	چهار رشته‌ای
خاکستری روشن، سیاه، قرمز، آبی و سیاه	پنج رشته‌ای

۱-۷-۴- علائم مشخصه در کابل‌ها: با توجه به ساختمان و قسمت‌های مختلفی که در ساختار یک کابل وجود دارد، برحسب نوع و مواد به کار رفته در آن مطابق زیر نام‌گذاری و استاندارد می‌شوند.

با توجه به رنگ‌های فوق ملاحظه می‌شود که رنگ خاکستری روشن در تمام کابل‌ها مشترک است بنابراین طبق استاندارد این رنگ سیم را به‌عنوان سیم صفر (MP) و رنگ قرمز نیز به‌عنوان محافظ در نظر گرفته می‌شود.

حرف مشخصه	توضیح
N	کابل با هادی مسی
NA	کابل با هادی آلومینیوم
Y	عایق پروتودور PVC اولین Y در توالی حروف
H	ورقه کاغذی متالیزه دور عایق سیم
Y	روپوش (غلاف) پروتودور PVC دومین حرف Y در توالی حروف
re	سیم گرد یک رشته
rm	سیم گرد چند رشته
S	غلاف مسی
K	غلاف سربی
Se	مقطع مثلثی (یک رشته)
Sm	مقطع مثلثی (چند رشته)

### مثال ۳

NYFGBY ۳×۵۰/۲۵rm ۰/۶/۱kV  
یعنی کابل نرمال پروتودور چهار سیمه چندلا به مقطع سیم فاز ۵۰ و سیم نول ۲۵ میلی‌متر مربع گرد و چند رشته حفاظت کابل با سیم‌های لخت و حفاظت سیم‌های لخت با نوار فولادی که جهت عکس پیچش سیم‌های لخت، به‌طور مارپیچی روی سیم‌های لخت پیچیده شده است.

تمرین: انواع کابل‌های موجود توسط فراگیران شناسایی شود و کاربرد آن‌ها برحسب ساختمان و جداول مربوطه تعیین گردد.

### مثال ۱

NY ۳×۴ re ۰/۶/۱kV  
یعنی کابل زیرزمینی نرمال سه سیمه، گرد و تک‌رشته به مقطع چهار میلی‌متر مربع با روپوش و عایق پروتودور و برای فشار ۰/۶kV بین سیم فاز و زمین و ۱kV بین دو سیم بدون محافظ فلزی.

### مثال ۲

NAYY ۱×۱۵۰ rm ۰/۶/۱kV  
یعنی کابل نرمال با سیم آلومینیومی یک سیمه به مقطع ۱۵۰ میلی‌متر مربع، چندلا و گرد برای فشار ۰/۶/۱kV با عایق و روپوش پروتودور و مورد استعمال آن مانند کابل NYY.

NYY4 × 1/5 mm<sup>2</sup>

شکل ۴-۴۰- کابل چهار رشته نوع NYY

جدول ۴-۶

سیم مسی	درجه حرارت محیط (در زمین)		
	۱۵ C	۲۰ C	۴۵ C
سطح مقطع mm <sup>2</sup>	جریان مجاز به A		
۱/۵	۲۷	۲۶	۲۰
۲/۵	۳۷	۳۵	۲۶
۴	۴۹	۴۷	۳۵
۶	۶۲	۵۹	۴۴
۱۰	۸۳	۸۰	۶۰
۱۶	۱۰۹	۱۰۵	۷۸
۲۵	۱۴۱	۱۳۵	۱۰۰

## ۲-۷-۴- جدول کابل‌ها: شدت جریان مجاز هر کابل

مقدار معینی است و از مشخصات اصلی کابل به‌شمار می‌رود. مقدار مجاز جریان بستگی به سطح مقطع سیم‌های کابل دارد و عامل محدودکننده آن حرارت ناشی از عبور جریان در کابل است، چون عایق هر کابل تا حد معینی افزایش درجه حرارت را می‌تواند تحمل نماید، و ازدیاد درجه حرارت کابل از حد مجاز سبب از بین رفتن عایق و کم شدن عمر کابل می‌شود. برای هر نوع کابل جدول مخصوصی که شدت جریان مجاز را در آن کابل مشخص می‌کند موجود است. شدت جریان مزبور برای یک درجه حرارت معینی محاسبه شده و در جدول ذکر می‌شود. در ضمن مقدار مجاز جریان هر کابل به درجه حرارت محیط بستگی دارد. زیرا هر چه هوای محیط سردتر باشد قابلیت جذب مقدار بیش‌تری از حرارت تولید شده در کابل را دارد و عمل انتقال حرارت توسط عایق بهتر انجام می‌گیرد.



## سوالات

- ۱- کابل را تعریف کنید.
- ۲- تقسیم بندی کابل‌ها بر چه اساسی است؟
- ۳- ساختمان کابل از چه اجزایی تشکیل می‌شود؟
- ۴- علائم اختصاری r, m, e, s و به چه معنی هستند؟
- ۵- مهمترین انواع عایق‌های کابل را نام ببرید.
- ۶- مشخصات مهم در کابل‌های زمینی کدام هستند؟

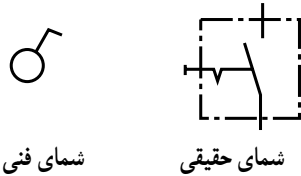
## مدارات روشنایی

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که:

- ۱- وسایل مورد استفاده در مدارات روشنایی مانند کلیدها، پریزها، سربج‌ها، جعبه تقسیم‌ها، دیمر، فلورسنت، فتوسل، رله‌ی راه پله و لامپ‌های معمولی را بشناسد و علائم فنی و حقیقی آن‌ها را نشان دهد.
- ۲- اصول کار و کاربرد هر یک از موارد فوق را بیان کند.
- ۳- مدارهای الکتریکی مربوط به سیم‌کشی یک پل، دوپل، تبدیل، پریزها، سیم سیار را اجرا کند.

### ۵- وسایل مورد استفاده در مدارهای روشنایی

صورت فشاری، بالا و پایین یا دوار باشد. علائم اختصاری که برای این کلید به کار می‌رود در شکل ۱-۵ رسم شده است. محافظه و سایر قسمت‌های عایق این کلید از جنس پلاستیک یا کائوچوی مخصوص است که می‌تواند ولتاژ معینی را تحمل کند.



شکل ۱-۵- علائم اختصاری کلید یک پل

ساختمان: اگر یک کلید یک پل را باز کنیم در داخل آن یک تیغه‌ی اتصال متحرک فلزی (معمولاً از آلایژ برنج) و یک تیغه‌ی اتصال ثابت، یک فنر و یک میله مشاهده می‌شود. تیغه‌های ثابت و متحرک به دو پیچ خروجی ارتباط دارند. دو انتهای تیغه‌های ثابت و متحرک از آلایژ پلاتین ساخته شده که در مقابل حرارت و جرقه مقاوم است. تیغه‌های ثابت و متحرک را در اصطلاح عمومی کُنتاکت می‌نامند. تیغه‌ی اتصال متحرک، فنر، میله و دگمه‌ی آن طوری روی هم سوار شده‌اند که اگر دگمه در

در سیم‌کشی ساختمان وسایل مختلف به کار برده می‌شود که شناسایی هر یک، توانایی انتخاب و کاربرد آن‌ها را افزایش می‌دهد. در این قسمت اجزای ضروری مدار برای کارهای اولیه تشریح می‌شود.

#### ۱-۵- کلیدها

کلیدها متناسب با نوع کاری که در مدار انجام می‌دهند به انواع مختلف تقسیم می‌شوند. به‌طور کلی، کار کلید در مدار، قطع و وصل جریان الکتریکی است. برای متوقف کردن جریان، باید حداقل یکی از سیم‌های حامل جریان الکتریکی قطع شود. برای به‌کار انداختن مجدد دستگاه باید مسیر قطع شده به حالت اول برگردد، یعنی مدار بسته شود. وسیله‌ای که عمل قطع و وصل را در مدار انجام می‌دهد کلید نام دارد.

۱-۱-۵- کلید یک پل: کلید یک پل در دو نوع توکار و روکار ساخته می‌شود و همان‌طور که از نام آن پیداست، دارای یک پل، به عبارت دیگر یک دگمه برای قطع و وصل و یک مسیر برای عبور جریان، است. دگمه‌ی قطع و وصل ممکن است به

پایین باشد مدار قطع می‌شود و ارتباط دو تیغه‌ی اتصال از بین می‌رود. چنان‌چه دگمه را بالا بزنیم دو پیچ خروجی به وسیله‌ی تیغه‌ی اتصال متحرک به هم متصل می‌شوند. بدین ترتیب می‌توان یک مدار را وصل یا قطع کرد (شکل ۲-۵).



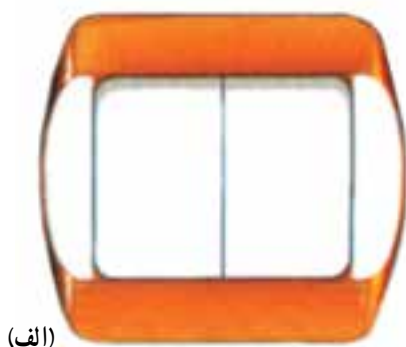
اهرم قطع و وصل الاکلنگی

ترمینال‌های ورودی و خروجی

فنر عمل‌کننده

تیغه‌ی پلاتین

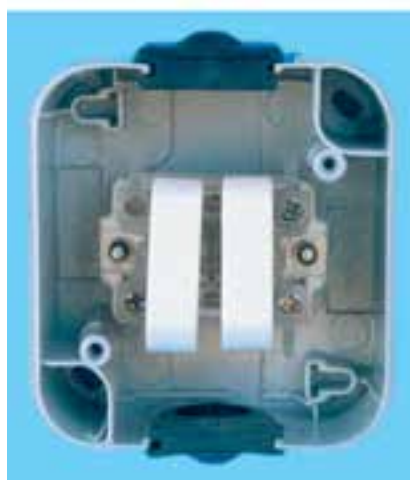
شکل ۲-۵



(الف)

۲-۱-۵- کلید دو پل: این کلید از دو کلید یک پل

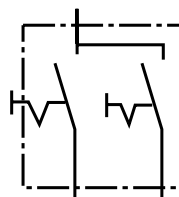
تشکیل شده است، که در مجاورت هم قرار گرفته و در یک محفظه‌ی کائوچویی گذاشته شده‌اند و به جای داشتن چهار پیچ، که محل قرار گرفتن سیم‌ها در زیر آن‌هاست، از سه پیچ که یکی از آن‌ها مشترک است استفاده می‌شود. با کلید دو پل می‌توان دو دسته لامپ یا دو وسیله را به دل‌خواه روشن و خاموش کرد (شکل ۴-۵).



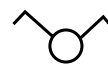
(ب) الف - شمای ظاهری نوع توکار

ب - شمای داخلی نوع روکار

شکل ۳-۵- کلید دوپل



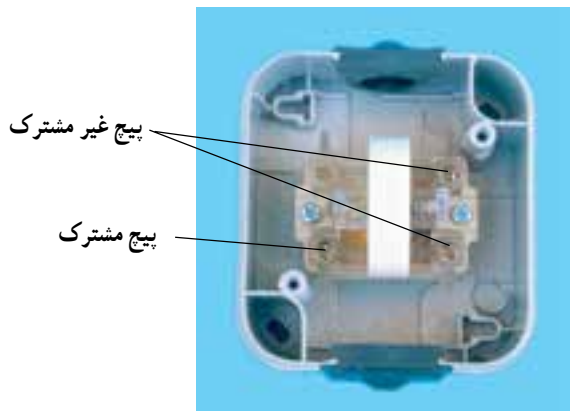
ب - شمای حقیقی



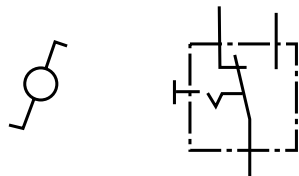
الف - شمای فنی

شکل ۴-۵- علامت اختصاری کلید دوپل





شکل ۵-۵ - قسمت داخلی کلید تبدیل روکار



الف - شمای حقیقی      ب - شمای فنی

شکل ۶-۵ - علائم اختصاری کلید تبدیل

### ۳-۱-۵ - کلید تبدیل (تعویض): این کلید از یک

محفظه و سه پیچ که محل اتصال سیم‌ها به آن جاست تشکیل شده با دگمه‌ای اهرمی و یک پلاتین، که پیچ مشترک را به دل‌خواه به پیچ‌های دیگر اتصال می‌دهد.

معمولاً از دو تبدیل در راهروها و سالن‌ها استفاده می‌شود تا بتوان از دو نقطه، روشنایی را کنترل کرد (شکل ۵-۵).

در نقشه‌ها کلید تبدیل را مطابق شکل ۶-۵ نشان می‌دهند.



شکل ۷-۵ - شمای ظاهری کلید کولر

### ۴-۱-۵ - کلید کولر: این کلید از یک محفظه‌ی

پلاستیکی که بر روی آن سه کلید نصب شده تشکیل شده است. این سه کلید عبارت‌اند از یک کلید یک پل برای روشن کردن پمپ و یک کلید تبدیل برای تعویض دور تند و کند و یک کلید یک پل برای روشن کردن موتور کولر (شکل ۷-۵).

## مقررات ملی ساختمان (مبحث سیزدهم ۱۳-۷-۱-۳)

کلیدهای کنترل مدارها (از جمله چراغ‌ها) باید هادی فاز را قطع و وصل کنند. قطع و وصل هادی نول برای کنترل مدار است.

## ۲-۵- پریزها

هرگاه بخواهیم انرژی الکتریکی را مستقیماً مورد استفاده قرار دهیم، نیاز به وسیله‌ای داریم که بتوانیم انرژی الکتریکی موجود در خانه، مغازه، کارگاه یا کارخانه را به دستگاه موردنظر (مانند سماور، بخاری و ...) برسانیم. این اتصال توسط جزئی از مدار به نام «پریز» انجام می‌شود. پریزها به دو دسته، توکار و روکار، تقسیم می‌شوند.



روکار

### ۱-۲-۵- پریز برق با اتصال زمین: برای حفاظت

اشخاص و کاهش خطرات برق گرفتگی از سیستم حفاظت توسط سیم زمین استفاده می‌شود. در سیستم حفاظت توسط سیم زمین، بدنه‌ی دستگاه‌ها به وسیله‌ی سیمی به زمین وصل می‌شود. در این صورت اگر سیم فاز به بدنه وصل شود فیوز می‌سوزد و خطر برق گرفتگی در اثر تماس با بدنه‌ی دستگاه را از بین می‌برد (شکل‌های ۸-۵ تا ۱۰-۵).



توکار

شکل ۸-۵- چند نمونه پریز یک فاز با اتصال زمین

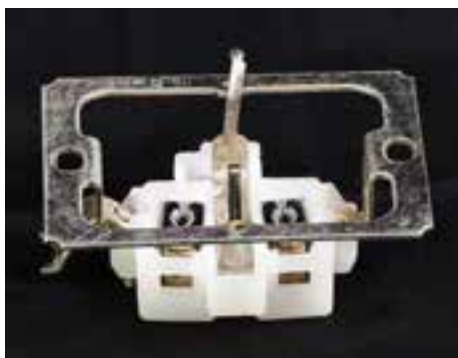


ب- شمای حقیقی



الف- شمای فنی

شکل ۹-۵- علائم اختصاری پریز با اتصال زمین



شکل ۱۰-۵- ساختمان و اجزای داخلی یک پریز مجهز به کنتاكت اتصال زمین

## ایمنی

هنگام بیرون کشیدن دو شاخه از پریز، اول دستگاه را خاموش کنید. سپس دست چپ را دو طرف پریز قرار دهید و با دست دیگر قسمت سخت دو شاخه را بگیرید و از پریز برق جدا کنید (از کشیدن سیم جداً خودداری کنید).

### مقررات ملی ساختمان (مبحث سیزدهم ۹-۱۳-۹)

کلیه پریزها باید مجهز به هادی حفاظتی باشند.

یادآوری: استفاده از پریزهای دو کنتاکت یا انواع پریزهای مخصوص، برحسب مورد، فقط در صورتی مجاز خواهد بود که از روش‌های ایمنی مخصوص استفاده شده باشد.

### مقررات ملی ساختمان (مبحث سیزدهم

۹-۱۳-۷-۲-۵)



استفاده از انواع آداپتورهای پریز (افزایش دهنده‌ها یا رابط‌هایی که محل اتصال یک پریز نصب ثابت را به دو یا سه انشعاب اتصال پذیر تبدیل می‌کنند) یا سریچ‌های دارای محل اتصال پریز، که در شکل بعضی از انواع این آداپتورها و سریچ‌ها نشان داده شده‌اند، اکیداً ممنوع است. استفاده از انواع آداپتورهای مجاز طبق شکل یا انواع مشابه آن مجاز است.

شکل ۱۱-۵



پریز تلفن

### ۵-۲-۲- پریز تلفن، تلویزیون: برای تلفن و

تلویزیون نیز پریزهای مخصوصی ساخته شده است که علائم مربوط به دستگاه روی آن ترسیم یا نوشته شده است؛ مثلاً علامت گوشی تلفن روی پریز تلفن و علامت تی وی روی پریز آنتن تلویزیون نوشته می‌شود. این پریزها نسبت به پریزهای معمولی شدت جریان کم‌تری را می‌توانند تحمل کنند.



شمای فنی پریز تلفن



شمای فنی پریز آنتن

پریز آنتن

شکل ۱۲-۵- شمای ظاهری و علائم اختصاری پریزهای مخصوص تلفن و آنتن

### ۵-۳- جعبه تقسیم

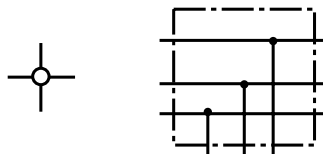
در سیم‌کشی اغلب لازم است که از سیم‌ها انشعاب گرفته شود. به همین دلیل در مسیر سیم‌ها جعبه‌ای به نام جعبه‌ی تقسیم قرار داده می‌شود. جعبه‌ی تقسیم دو نوع است:

الف - جعبه‌ی تقسیم روکار

ب - جعبه‌ی تقسیم توکار

جعبه‌ی تقسیم در نقشه‌های الکتریکی مطابق شکل ۵-۱۳

نشان داده می‌شود.



الف - شمای حقیقی ب - شمای فنی

شکل ۵-۱۳- شمای جعبه‌ی تقسیم



### ۵-۴- دو شاخه

برای اتصال مصرف‌کننده‌های الکتریکی به پریز از وسیله‌ای به نام دو شاخه استفاده می‌کنند. دو شاخه دارای دو میله‌ی فلزی توپر یا توخالی است که روی پایه‌ای پلاستیکی نصب می‌شود. برای پریزهای با اتصال زمین، دو شاخه‌های مخصوص، که دارای زائده‌ی فلزی اضافی است و سیم زمین را به دستگاه مرتبط می‌کند، می‌سازند. در شکل ۵-۱۴ داخل پایه، دو شاخه‌ی دو پیچ وجود دارد که به میله‌های فلزی وصل شده است. بهترین دو شاخه از نظر هدایت جریان الکتریکی دو شاخه‌ای است که میله‌های آن دارای شکاف باشد.



پلاستیکی با سیم زمین

شکل ۵-۱۴- دو نمونه دو شاخه

### ایمنی

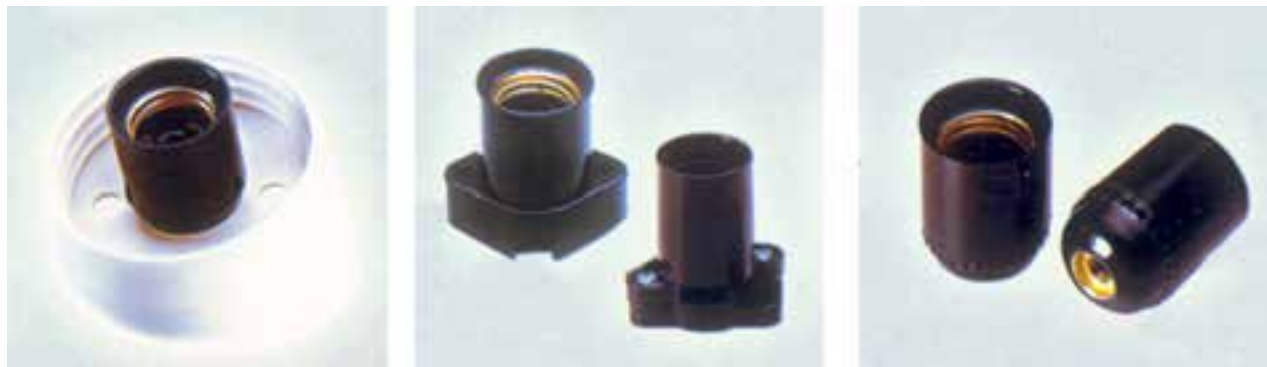
به هیچ‌وجه سیم لخت را داخل سوراخ‌های پریز نکنید و اگر دو شاخه یک وسیله برقی شکسته است هر چه سریع‌تر یک دو شاخه سالم تهیه کنید.

### ۵-۵- انواع سریچ

سریچ وسیله‌ای است که لامپ را به آن می‌پیچند. سریچ‌ها در دو نوع آویز و دیواری ساخته می‌شوند. سریچ دیواری را روی سطح کار نصب می‌کنند. سریچ آویز را به

سطح کار می‌آویزند. در شکل ۵-۱۵ چند نمونه سریچ آویز و دیواری را مشاهده می‌کنید. جنس سریچ از پلاستیک، چینی است. بعضی از سریچ‌ها مانند پیچ و مهره ساخته شده‌اند که به هم اتصال پیدا می‌کنند. در موقع بستن لامپ به سریچ باید

دقت کرد که دو کنتاکت سریچ به هم اتصال نداشته باشد.



ج) دیواری حباب دار

ب) دیواری

الف) آویز

شکل ۱۵-۵- انواع سریچ ها

## ۶-۵- لامپ ها

خیره کننده ای پخش می کند. هر اندازه درجه ی حرارت فلز به نقطه ی ذوب آن نزدیک تر باشد مقدار نور بیش تری منتشر می کند. فلزات در درجه ی حرارت زیاد میل ترکیبی بیش تری با اکسیژن پیدا می کنند، بنابراین اطراف رشته ی فلزی لامپ را باید از اکسیژن (هوا) خالی کرد و گازهایی را به کار برد که با فلز گداخته میل ترکیبی نداشته باشد. هم چنین باید در نظر داشته باشیم که از انتشار حرارت فلز به خارج جلوگیری کنیم، بنابراین فاصله ی بین حباب و رشته ی فلزی علاوه بر خنثی بودن (از نظر ترکیب شیمیایی) باید از لحاظ حرارتی نیز عایق باشد. رشته ی فلزی داخل لامپ را فیلامان می گویند (شکل ۱۶-۵).

داخل حباب شیشه ای این لامپ ها از گازهای خنثی مانند ازت، آرگن، کریپتون، هلیوم، نئون و ... پر شده است. زیرا اگر بخواهیم نور بیش تری به دست بیاوریم باید درجه ی حرارت رشته ی فلزی را بالا ببریم، در این حالت فلز داخل لامپ در خلأ تبخیر می شود و از میان می رود.

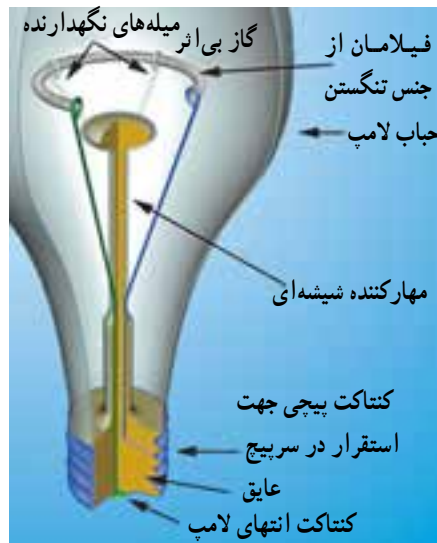
لامپ وسیله ای است که انرژی الکتریکی را به انرژی نورانی تبدیل می کند و برای روشنایی استفاده می شود. اولین لامپ روشنایی (رشته ای) در سال ۱۸۷۹ توسط توماس ادیسون اختراع شد و بعدها راه تکامل را پیمود. تاکنون پس از گذشت بیش از ۱۲۵ سال، لامپ ها در انواع مختلف؛ از قبیل لامپ های رشته ای، لامپ فلورسنت و لامپ جیوه ای یا سدیمی (سدیمی فشار قوی- سدیمی فشار ضعیف) ساخته شده اند.

در این قسمت به شرح ساختمان و طرز کار بعضی از لامپ های پر مصرف می پردازیم.

۱-۶-۵- لامپ رشته ای: اگر از مقاومتی جریان برق عبور کند در آن حرارت ایجاد می شود و مطابق قانون ژول انرژی الکتریکی به انرژی حرارتی تبدیل می گردد. اگر درجه ی حرارت فلز بالا رود ابتدا سرخ و سپس نارنجی می شود و پس از آن به حالت ملتهب یا درخشان درمی آید و از خود، نور سفید و

### ایمنی

برای تعویض لامپ ها ابتدا کلید را روی حالت خاموش قرار دهید و با استفاده از فازمتر از قطع جریان برق مطمئن شوید، سپس با یک دست قسمت عایق سریچ را نگه دارید و با دست دیگر لامپ را باز کنید.

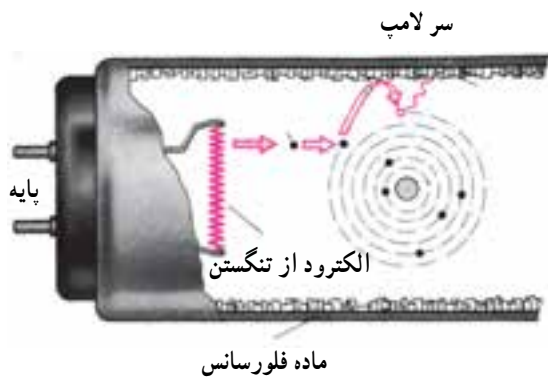


شکل ۱۶-۵- لامپ رشته‌ای

### آیا می‌دانید؟

لامپ‌های رشته‌ای حدود ۹۵ درصد انرژی الکتریکی را مستقیماً به گرما تبدیل نموده و تنها ۵ درصد آن به نور تبدیل می‌شود.

زیاد می‌کند و پس از آن که لامپ روشن شد ولتاژ را پایین می‌آورد؛ یعنی چک محدود کردن ولتاژ دو سر لامپ را نیز عهده‌دار است. لازم به تذکر است که ولتاژ زیاد مورد نیاز، به صورت لحظه‌ای تولید می‌شود و با دستگاه‌های اندازه‌گیری معمولی قابل رؤیت نیست. پس از آن که لامپ روشن شد بخار جیوه‌ی داخل آن در اثر یونیزاسیون، مقاومت کمی پیدا می‌کند در نتیجه جریان لامپ بالا می‌رود. بنابراین چک از بالا رفتن جریان جلوگیری می‌کند.




شکل ۱۷-۵- ساختمان داخلی لامپ فلورسنت

۲-۶-۵- لامپ‌های فلورسنت معمولی: لامپ‌های معمولی فلورسنت که با اختلاف سطح ۲۲۰ یا ۱۱۰ ولت روشن می‌شوند، از لوله‌های شیشه‌ای به قطر ۲۵ تا ۳۸ میلی‌متر و طول ۲۰ تا ۱۶۰ سانتی‌متر ساخته می‌شوند.

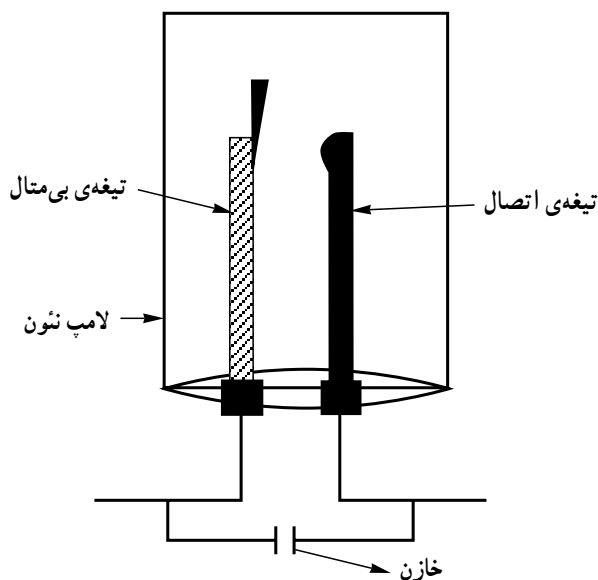
در دو سر این لوله‌ها دو رشته‌ی فلزی تنگستن اندود به باریت (ماده‌ای که دارای تشعشع الکترونی خوبی است) کار گذاشته‌اند، فضای داخل لوله از بخار جیوه با فشار کم پر شده و جدار داخلی لوله به مواد فلورسانس اندود شده است. شکل ۱۷-۵ ساختمان داخلی لامپ فلورسنت را نشان می‌دهد. وسایل اصلی مورد نیاز برای روشن کردن لامپ فلورسنت به شرح زیر است:

الف) چک (ترانس مهتابی): برای ایجاد تخلیه‌ی الکتریکی در لامپ‌های گازی، ابتدا اختلاف سطح زیاد مورد احتیاج است و پس از ایجاد جریان در لامپ، باید اختلاف سطح را کم کرد. سلف در موقع قطع جریان در استارتر این اضافه ولتاژ را تأمین می‌کند. یعنی چک به کمک استارتر در لحظه‌ی اول ولتاژ را

ولت است. برای جلوگیری از پیدایش جرقه و پارازیت یک خازن با استارتر به صورت موازی بسته می‌شود. علامت اختصاری استارتر به صورت  است. شکل ۱۹-۵ ساختمان داخلی و شکل ظاهری استارتر را نشان می‌دهد.



الف - شکل ظاهری استارتر

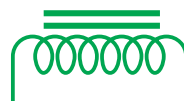


ب - ساختمان داخلی استارتر

شکل ۱۹-۵

چک و علامت اختصاری آن در شکل ۱۸-۵ نشان داده شده است.

ب) استارتر (راه‌انداز خودکار): این وسیله از یک لامپ نئون کوچک، که یکی از الکترودهای آن را یک تیغه‌ی بی‌مقال و الکتروود دیگر آن را یک تیغه‌ی فلزی تشکیل می‌دهد، ساخته شده است. اختلاف سطح روشن شدن استارتر در حدود  $140^\circ$  تا  $160^\circ$  (ولتاژ موردنیاز برای یونیزاسیون گاز نئون داخل استارتر) ولت و اختلاف سطح خاموش شدن آن در حدود  $120^\circ$  تا  $130^\circ$



الف - علامت اختصاری



ب - شکل ظاهری چک

شکل ۱۸-۵

### آیا می‌دانید؟

یک لامپ رشته‌ای  $100^\circ$  وات نسبت به لامپ فلورسنت (مهتابی) حدوداً ۲ برابر برق مصرف می‌کند در حالی که نور آن حدوداً نصف نور لامپ مهتابی است.

یک ماده‌ی کمکی برای تکمیل فعل و انفعالات شیمیایی به آن اضافه می‌کنند.

**رنگ نور لامپ فلورسنت**  
رنگ نور لامپ فلورسنت متناسب با ماده‌ی فلورسانس داخل لامپ تغییر می‌کند. علاوه بر ماده‌ی فلورسانس، معمولاً



شکل ۲۰-۵- پایه‌ی لامپ فلورسنت و استارتر

**اجزای مورد نیاز برای اتصال لامپ فلورسنت**  
وسایل کمکی دیگری - علاوه بر آنچه ذکر شد - از قبیل پایه‌ی لامپ (سوکت لامپ)، پایه‌ی استارتر و ... نیز مورد نیاز است.

**پایه‌ی لامپ فلورسنت:** پایه‌ی لامپ فلورسنت از جنس پلاستیک مخصوص ساخته می‌شود. در دو سر لامپ زائده‌های فلزی وجود دارد که این زائده‌ها به فیلامان لامپ وصل است و در داخل سوکت‌های لامپ فلورسنت جای می‌گیرد. برای استارتر نیز پایه‌ی جداگانه‌ای در نظر گرفته شده است یا روی یکی از پایه‌های لامپ فلورسنت محل مخصوصی برای آن تعبیه شده است (شکل ۲۰-۵).

اشعه ماورای بنفش تولید می‌کند. نتیجه برخورد این اشعه نامرئی با لایه‌ی فسفر پوشش داده شده روی سطح داخلی تیوپ، نور مرئی ایجاد می‌کند که با تغییر فسفر می‌توان رنگ نورهای مختلف را ایجاد کرد.

با توجه به رشد مصرف روزافزون انرژی الکتریکی که بخش اعظم آن توسعه لامپ‌های رشته‌ای با تلفات نود درصدی انرژی به صورت حرارت می‌باشد. لامپ‌های کم مصرف به عنوان جانشینی مناسب در دو دهه گذشته مورد توجه قرار گرفته‌اند. جایگزینی لامپ‌های رشته‌ای با لامپ‌های کم مصرف به طور متوسط هزینه برق در منازل را به یک سوم و در مراکز تجاری تا یک چهارم تقلیل می‌دهد. لامپ کم مصرف بسته به توان مصرفی و رده برچسب راندمان انرژی، از یک چهارم تا یک ششم یک لامپ رشته‌ای با نور معادل، انرژی الکتریکی مصرف می‌کند.

**موارد استفاده‌ی لامپ فلورسنت:** این لامپ‌ها به دلیل راندمان نوری بسیار بالا و تنوع در رنگ، در مراکز اداری، آموزشی، صنعتی و مراکز تجاری استفاده می‌شوند.

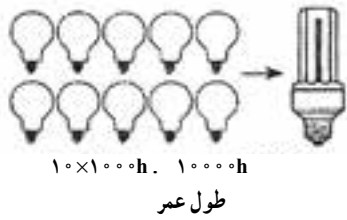
**۳-۶-۵- لامپ کم مصرف:** در سال‌های اخیر به دلیل توجه بیشتر به مصرف بهینه انرژی و نیز از آنجایی که روشنایی بخش عمده‌ای از مصرف برق بخش خانگی را شامل می‌شود، استفاده از لامپ‌های کم مصرف توسعه زیادی پیدا کرده است و سه هدف اصلی را دنبال می‌کند:

- ۱- کاهش مصرف و هزینه برق مصرف‌کنندگان
  - ۲- کاهش میزان سرمایه‌گذاری جهت تأسیسات تولید و توزیع برق
  - ۳- کاهش آلودگی‌های زیست محیطی
- لامپ کم مصرف خود نوعی لامپ فلورسنت است. برخورد الکترون‌ها اتم‌های جیوه داخل لامپ را تهییج کرده و

### آیا می‌دانید؟

یک لامپ کم مصرف ۲۰ وات با رده برچسب انرژی A در طول عمر خود معادل یک بشکه نفت خام صرفه جویی می‌نماید.





الف) پیچ معمولی مناسب چراغ‌های سیلندری و دکوراتیو  
ب) سر پیچ شمعی مناسب لوسترهای تزئینی (اویز و دیوارکوب)

شکل ۲۱-۵

— مزایای لامپ کم مصرف نسبت به لامپ رشته‌ای  
۱- انرژی مصرفی در لامپ‌های رشته‌ای حدود ۵ برابر لامپ‌های کم مصرف است.

۲- طول عمر متوسط لامپ‌های کم مصرف حدود ۱۰ برابر طول عمر لامپ‌های رشته‌ای است. (عمر لامپ رشته‌ای ۱۰۰۰ ساعت، لامپ کم مصرف ۱۰۰۰۰ ساعت)

۳- افزایش ولتاژ در طول عمر لامپ کم مصرف اثر چندانی ندارد ولی در لامپ رشته‌ای باعث کاهش طول عمر آن می‌شود.

۴- افت نوردهی لامپ کم مصرف در اواخر عمر به مراتب کم‌تر از لامپ رشته‌ای است.

۵- لامپ کم مصرف در اثر کار گرم نمی‌شود، در مقابل سرما و تغییرات درجه حرارت مقاوم بوده و در اثر ریزش باران نمی‌شکند.

۶- میزان نوردهی یک لامپ کم مصرف ۲۰ وات برابر نور حاصل از یک لامپ رشته‌ای معمولی ۱۰۰ وات می‌باشد.

### آیا می‌دانید؟

یک لامپ کم مصرف مرغوب در طول ۱۰۰۰ ساعت اولیه کارکرد خود، با صرفه‌جویی در مصرف برق، حدوداً معادل قیمت خرید خود و در طول زمان کارکرد خود حدوداً ۱۰ برابر هزینه خرید خود را جبران می‌کند.

### — انتخاب لامپ :

انتخاب لامپ به عواملی مانند شکل ظاهری، رنگ نور، محل نصب، مدت زمان روشن بودن لامپ و تناوب خاموش و روشن شدن آن بستگی دارد.

لامپ‌های رشته‌ای برای محل‌هایی مثل دستشویی، حمام، راه‌پله، انباری و ... مناسب هستند زیرا مدت زمان روشن و خاموش بودن آن‌ها کوتاه و تعداد دفعات قطع و وصل آن‌ها زیاد است.

استفاده از لامپ‌های کم مصرف در اتاق مطالعه، نشیمن، پذیرایی و آشپزخانه توصیه می‌شود.

جدول ۱-۵ دو نمونه لامپ رشته‌ای و کم مصرف را از لحاظ طول عمر، میزان مصرف انرژی الکتریکی و هزینه برق با هم مقایسه می‌کند.

این جدول نشان می‌دهد که علی‌رغم قیمت بالای لامپ‌های کم مصرف نسبت به لامپ‌های رشته‌ای، هزینه انرژی الکتریکی

مصرفی لامپ کم مصرف در طول ۱۰۰۰ ساعت کارکرد خود یک پنجم هزینه برق مصرفی یک لامپ رشته‌ای است.

جدول ۱-۵- مقایسه‌ی لامپ رشته‌ای و لامپ کم مصرف

نوع لامپ	توان وات	طول عمر ساعت	قیمت واحد لامپ تومان	در ۱۰۰۰۰ ساعت		
				تعداد لامپ مورد نیاز عدد	میزان مصرف انرژی الکتریکی کیلووات ساعت	هزینه برق مصرفی تومان
رشته‌ای	۱۰۰	۱۰۰۰	۲۵۰	۱۰	۱۰۰۰	۱۵۰۰۰
کم مصرف	۲۰	۱۰۰۰۰	۱۳۰۰	۱	۲۰۰	۳۰۰۰

### آیا می‌دانید؟

اگر در هر خانه فقط یک لامپ ۱۰۰ واتی اضافی خاموش شود در سال بیش از ۲/۵ میلیارد کیلووات ساعت و یا حدود ۵ میلیون بشکه نفت به ارزش میلیاردها تومان صرفه‌جویی می‌شود.

### ۷-۵- رله



شکل ۲۲-۵- رله

هرگاه از یک سیم‌پیچی، که دارای هسته‌ی آهنی است، جریان الکتریکی عبور کند هسته‌ی سیم‌پیچ آهن‌ربا می‌شود. از این خاصیت برای قطع و وصل مدارها استفاده می‌شود. جزئی که این عمل را انجام می‌دهد رله نامیده می‌شود. به‌طور کلی رله‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند:

**الف- رله‌های ساده:** رله‌های ساده دارای انواع بسیاری است، که به صورت یک فاز و سه‌فاز ساخته می‌شود. یکی از انواع رله‌های ساده «رله‌ی ضربه‌ای» است، که از آن در مدارات روشنایی استفاده می‌شود.

**ب- رله‌های زمانی:** رله‌های زمانی طوری ساخته شده‌اند که با تحریک آن‌ها توسط ولتاژ الکتریکی، پس از مدت زمان معینی، مدار را قطع یا وصل می‌کنند. مدت زمان قطع و وصل این رله‌ها متفاوت است (شکل ۲۲-۵).

رله‌های زمانی خود دو نوع اند: ساده و تأخیری. معمولاً هر رله دارای کنتاکت‌هایی است که در شرایط عادی (تحریک نشده) باز یا بسته‌اند. زمانی که رله عمل می‌کند کنتاکت‌های باز آن بسته و کنتاکت‌های بسته‌ی آن باز می‌شود. به این ترتیب می‌توان با استفاده از این کنتاکت‌ها مدار را قطع و یا وصل کرد.

رله زمانی ساده: این رله پس از گذشت زمان تنظیم شده‌ی روی آن، ضمن تغییر حالت، عمل قطع یا وصل را انجام می‌دهد و تا زمانی که تحریک رله را قطع نکنیم در این حالت باقی می‌ماند. با قطع تحریک، رله به حالت اول خود برمی‌گردد.

رله زمانی تأخیری: رله‌ی تأخیری به این صورت عمل می‌کند که وقتی آن را تحریک می‌کنیم بلافاصله کنتاکت‌های آن تغییر حالت می‌دهند و مدار را وصل می‌کنند. سپس با گذشت زمان تنظیم شده مجدداً رله به حالت اول خود برمی‌گردد (شکل ۵-۲۳).

رله‌های زمانی خود دو نوع اند: ساده و تأخیری. معمولاً هر رله دارای کنتاکت‌هایی است که در شرایط عادی (تحریک نشده) باز یا بسته‌اند. زمانی که رله عمل می‌کند کنتاکت‌های باز آن بسته و کنتاکت‌های بسته‌ی آن باز می‌شود. به این ترتیب می‌توان با استفاده از این کنتاکت‌ها مدار را قطع و یا وصل کرد.

رله زمانی ساده: این رله پس از گذشت زمان تنظیم شده‌ی روی آن، ضمن تغییر حالت، عمل قطع یا وصل را انجام می‌دهد



شکل ۵-۲۳- شمایی از یک رله‌ی زمانی



الف - شمای ظاهری



ب - علامت اختصاری

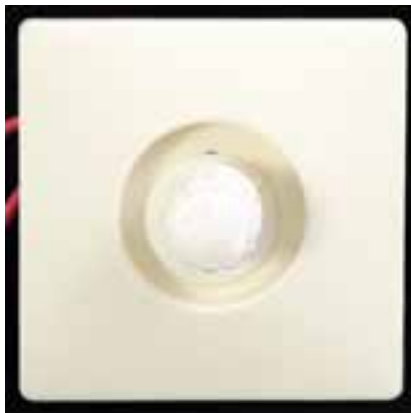
شکل ۵-۲۴- شمای ظاهری و علامت اختصاری فتوسل

## ۸-۵- فتوسل

این وسیله نسبت به نور حساس است و با برخورد شعاع‌های نوری به صفحه‌ی آن، از خود ولتاژی تولید می‌کند و از تولید این ولتاژ می‌توان رله‌ای را به کار انداخت که مدار را قطع یا وصل کند. از فتوسل معمولاً برای خاموش و روشن کردن اتوماتیک لامپ‌های معابر استفاده می‌شود (شکل ۵-۲۴).

معمولاً دیمیر به صورت سری با مصرف کننده قرار می گیرد و ولتاژ ورودی را کنترل می کند.

دیمیر از نظر ظاهری شبیه به یک کلید معمولی است که دارای ترمینال های ورودی و خروجی است (شکل ۵-۲۵). برای لوسترهای چند شاخه از لامپ های کم مصرف ۱۰ وات و یک دیمیر و یا کلید دو پل استفاده کنید.



شکل ۵-۲۵- شمای ظاهری و فنی دیمیر

طرز کار: وقتی هوا روشن است فتوسل ولتاژی را تولید می کند که این ولتاژ تولیدی به رله ای فرمان می دهد که مدار روشنایی معابر را قطع کند. با تاریک شدن هوا چون نوری وجود ندارد فتوسل دیگر ولتاژی تولید نمی کند و جریانی به رله نمی رسد که دستور قطع لامپ های معابر را بدهد. در نتیجه لامپ های معابر روشن می شوند.

گفتنی است که فتوسل را در مراکز برق نصب می کنند و با تقویت کننده ای همراه است که تغییرات جریان در اثر نور را تقویت می کند و رله را به کار می اندازد.

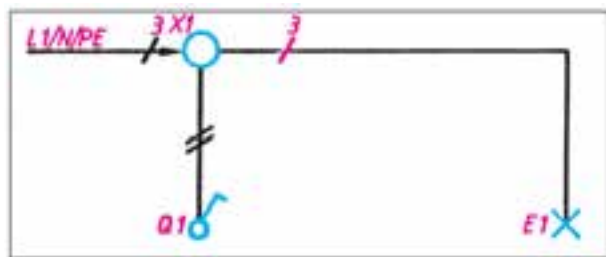
## ۹-۵- دیمیر

دیمیر وسیله ای است که توسط آن می توان ولتاژ را تغییر داد و شدت نور لامپ را کم یا زیاد کرد. در این وسیله از یک جزء الکترونیکی به نام «ترایاک» استفاده شده است. در واقع ترایاک از عبور موج متناوب ولتاژ ورودی جلوگیری می کند.

## آیا می دانید؟

با نصب سیستم های کنترل روشنایی مانند رله ی راه پله، حس گرهای حضور افراد، دیمیر و ... مصرف انرژی الکتریکی به طور قابل ملاحظه ای کاهش می یابد.

می توان گفت، شمای فنی لوله های سیم کشی رابط بین اجزای مدار را نشان می دهد و تعداد سیم هایی را که از داخل لوله می گذرد مشخص می کند (شکل ۵-۲۶).



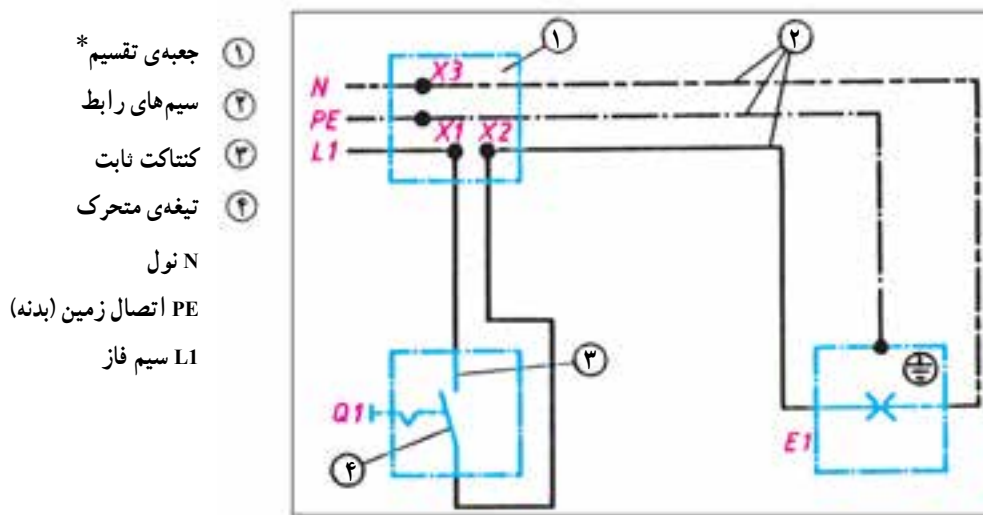
شکل ۵-۲۶- شمای فنی

## ۱۰-۵- انواع نقشه های مدارهای الکتریکی

مدارهای الکتریکی را به صورت های مختلفی رسم می کنند. مهم ترین آن ها شمای «فنی»، «حقیقی» و «مسیر جریان» به شرح زیرند:

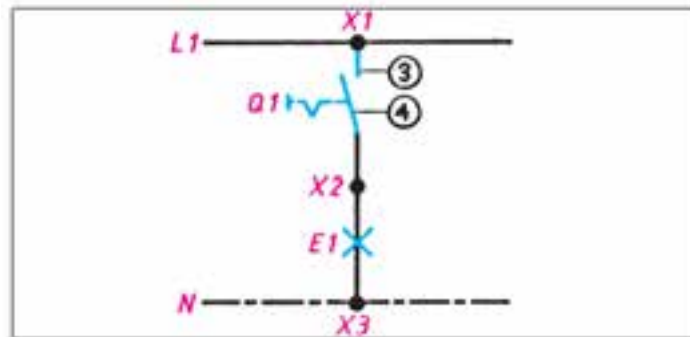
الف - شمای فنی (نقشه ی تک خطی مدار): شمای فنی، نمای ساده ی یک خطی است که طرز اتصال قسمت های اصلی مدار را، بدون سیم های کمکی، نشان می دهد. تعداد سیم های موازی به وسیله ی رسم خطوط کوتاه مایل روی قسمت های مختلف مشخص می شود. اگر تعداد سیم های موازی ۳ یا بیش تر شود، می توان تعداد سیم ها را با عدد نشان داد.

ب - شمای حقیقی: شمای حقیقی، نقشه‌ی عملی است و تا حدودی محل واقعی قرار گرفتن اجزای مدار به کار می‌رود و برای نشان دادن طریقه‌ی اتصال کلیه‌ی سیم‌های رابط به کلیدها (شکل ۲۷-۵).



شکل ۲۷-۵- شمای حقیقی

ج - شمای مسیر جریان: این شما، مسیر عبور جریان را از مدار به طور ساده نشان می‌دهد (شکل ۲۸-۵).



شکل ۲۸-۵- شمای مسیر جریان

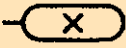



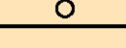
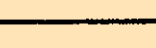
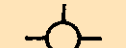
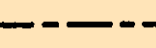










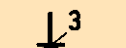

## ۱۱-۵- علائم الکتریکی

تمام کشورها همراه شوند و تمام برقکاران نیز با آن علائم آشنا گردند تا اگر نقشه‌ای را ملاحظه کردند بتوانند دیدگاه نقشه‌کش را استنباط کنند و به کار ببرند. یک مفهوم را به بیننده برسانند باید با علائم الکتریکی مورد قبول برای این که نقشه‌ها در تمام نقاط دنیا یک‌نواخت باشند و یک مفهوم را به بیننده برسانند باید با علائم الکتریکی مورد قبول

\* پریزها، جعبه‌های تقسیم و اتصالات داخل آن‌ها را می‌توان با حرف X و یک اندیس عددی نشان داد ولی در اغلب نقشه‌ها، جعبه‌ی تقسیم را با علامت استاندارد نشان می‌دهند و برای جلوگیری از شلوغی نقشه از گذاشتن حروف روی جعبه و اتصالات داخلی آن خودداری می‌کنند.

در جدول زیر علائم الکتریکی استاندارد آمده است. هر برقکار باید اطلاعات کافی از جداول و طرز استفاده از آن را بداند.

جدول ۲-۵- علائم الکتریکی

علائم الکتریکی	نام وسیله	علائم الکتریکی	نام وسیله
	لامپ فلورسنت		آلارم (بوق)
	سیم زیرکار		بخاری برقی
	سیم عایق شده در لوله‌ی عایق (نوع لوله را نیز می‌توان ذکر کرد)		هادی (سیم) فاز به‌طور کلی
	جعبه تقسیم		هادی ویژه، مثلاً سیم نول
	ماشین لباس‌شویی		سیم محافظ، مثلاً برای زمین کردن، نول کردن یا اتصال حفاظتی
	ماشین ظرف‌شویی		فیوز، به‌طور کلی
	آب‌گرم‌کن		بادبزن
	پریز دابل با کنتاکت محافظ		موتور
	پریز سه‌فاز با کنتاکت محافظ		لامپ سیگنال
	سیم روکار		لامپ رشته‌ای

جدول ۲-۵- دنباله‌ی علائم الکتریکی

نام وسیله	نمایش در دیاگرام فنی اتصال	نام وسیله	نمایش در نقشه‌ی حقیقی	نمایش در دیاگرام فنی اتصال	نام وسیله
کلید تبدیل		کلید یک پل			
کلید صلیبی		کلید دابل			رله، کنتاکتور
رله‌ی زمانی		لامپ رشته‌ای با بدنه‌ی زمین (حفاظت شده)			
ترانسفورماتور		پریز با کنتاکت محافظ (پریز شوکو) (یک تایی)			
تکمه‌ی فشاری با کنتاکت کار (معمولاً باز) (شستی استارت)		انشعاب یا جعبه‌ی تقسیم با تغذیه از سمت چپ			
تکمه‌ی فشاری با کنتاکت استراحت (معمولاً بسته) (شستی استاپ)					

**الف: سیم‌کشی روکار:** معمولاً در سیم‌کشی روکار سیم‌ها را از روی گچ به صورت آزاد یا در داخل لوله و یا داکت عبور می‌دهند. در این روش کلیه سیم‌ها و لوله‌ها در معرض دید هستند و به همین دلیل عیب‌یابی در این نوع سیم‌کشی آسان است.

۱۲-۵- انواع سیم‌کشی

اصولاً سیم‌کشی به دو صورت انجام می‌گیرد:

الف: سیم‌کشی روکار

ب: سیم‌کشی توکار

ب: سیم کشی توکار: در این نوع سیم کشی باید سیم را از داخل دیوار یا سقف یا کف عبور داده برای این منظور لوله‌های مخصوصی را زیر گچ کار می‌گذارند و سیم‌ها را از داخل آن‌ها عبور می‌دهند.

### مقررات ملی ساختمان (مبحث سیزدهم ۱۳-۶-۲-۱۸)

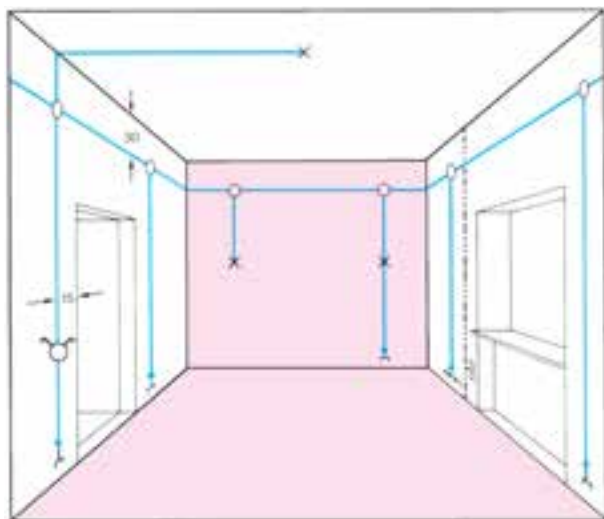
انجام سیم کشی‌های نوع روکار با استفاده از سیم‌های چندلا (مانند بندهای پلاستیکی) و بست‌های میخی یا میخ معمولی، اکیداً ممنوع است.

### ۱۳-۵- روش‌های سیم کشی توکار

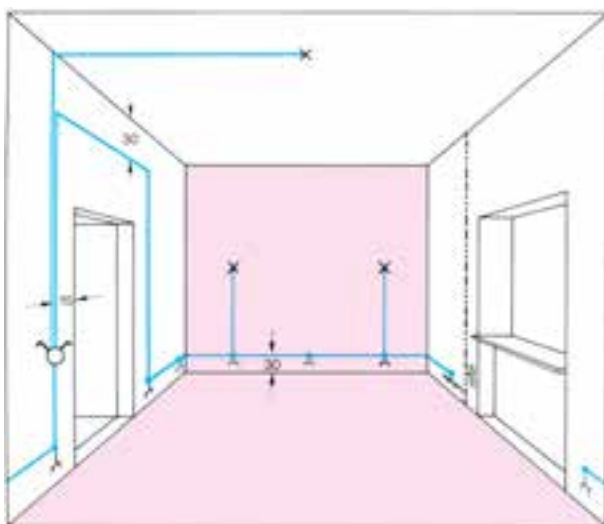
سیم کشی توکار با توجه به موقعیت محلی و با در نظر گرفتن مسائل دیگری مانند زیبایی، ارزش اقتصادی، اهمیت حفاظتی در اماکن مختلف، به سه روش زیر اجرا می‌شود.

**الف - سیم کشی با جعبه‌ی تقسیم:** در این روش سیم‌ها را از قسمت بالای دیوار و از داخل لوله به صورت افقی عبور می‌دهند. در نقاط معین (در بالای کلید یا پریز) و به فاصله‌ی حدود ۳۰ سانتی متر از سقف، قوطی تقسیم در نظر گرفته می‌شود و انشعابات مورد نیاز در داخل آن انجام می‌گیرد. در گذشته از این روش بیش‌تر استفاده می‌شد، ولی امروزه به دلیل این‌که تجهیزات سیم کشی توسعه یافته و عیب‌یابی و مسائل دیگر در سیم کشی مطرح است کم‌تر استفاده می‌شود. لذا این روش به نام روش کلاسیک و آموزشی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

**ب - سیم کشی توکار با استفاده از قوطی کلید و پریز** به جای قوطی تقسیم: در این روش از قوطی‌های کلید و پریز مطابق شکل ۳-۵ به جای قوطی تقسیم استفاده می‌شود. باید توجه داشت که در موقع نصب قوطی کلید و پریز باید فضای لازم در نظر گرفته شود تا سیم‌ها در داخل قوطی‌ها جاگیر شوند. به عبارت دیگر، بایستی قوطی از فضا و عمق بیش‌تری برخوردار باشد. در این روش معمولاً مدار پریزها از مدارهای روشنایی جدا اجرا می‌شود. امروزه از این روش خیلی زیاد استفاده می‌کنند.



شکل ۲۹-۵- سیم کشی توکار با استفاده از جعبه تقسیم

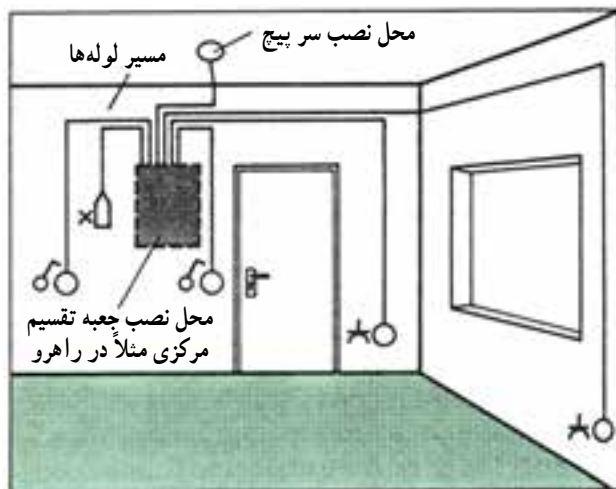


شکل ۳۰-۵- سیم کشی بدن استفاده از جعبه تقسیم



تقسیم مرکزی (تابلوی توزیع محلی) را در راهرو یا محل‌های مناسب دیگری نصب می‌کنند. در این روش امکان تغییرات و عیب‌یابی، در مقایسه با دو روش دیگر، راحت‌تر انجام می‌گیرد. به همین جهت از این روش در ساختمان‌ها و اماکنی از قبیل واحدهای مسکونی، دفاتر کار، ادارات، بیمارستان‌ها و مشابه آن‌ها استفاده می‌شود.

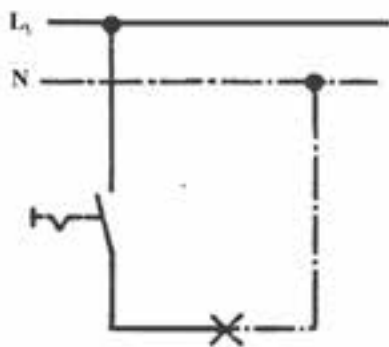
ج - سیم‌کشی با استفاده از تابلوی توزیع محلی: در این روش از سیم‌کشی (مطابق شکل ۳۱-۵) سیم‌ها، با توجه به توزیع برق و تقسیم‌بندی محل‌های متفاوت از تمام وسایل، به‌طور مجزا به داخل تابلوی توزیع آورده می‌شوند. محل نصب این تابلو باید در جایی باشد که آوردن لوله‌ها برای سیم‌کشی به محل تابلوی مرکزی امکان‌پذیر باشد. در این روش معمولاً جعبه‌ی



شکل ۳۱-۵ - سیم‌کشی به روش استفاده از جعبه‌ی تقسیم مرکزی

## ایمنی

مراقب باشید که در مسیر سیم‌های برق داخل دیوار سوراخ‌کاری با دریل و یا میخ کوبیده نشود.



شکل ۳۲-۵ - مدار الکتریکی

## ۱۴-۵ - مدار الکتریکی کلید یک پل

یک لامپ رشته‌ای باید از یک محل با یک کلید قطع و وصل شود. برای کنترل لامپ رشته‌ای باید از یک کلید استفاده کرد. کلید را در مسیر رفت قرار می‌دهیم، به عبارت دیگر کلید در مسیر رفت بین منبع تغذیه و مصرف‌کننده واقع می‌گردد (شکل ۳۲-۵).

## ایمنی

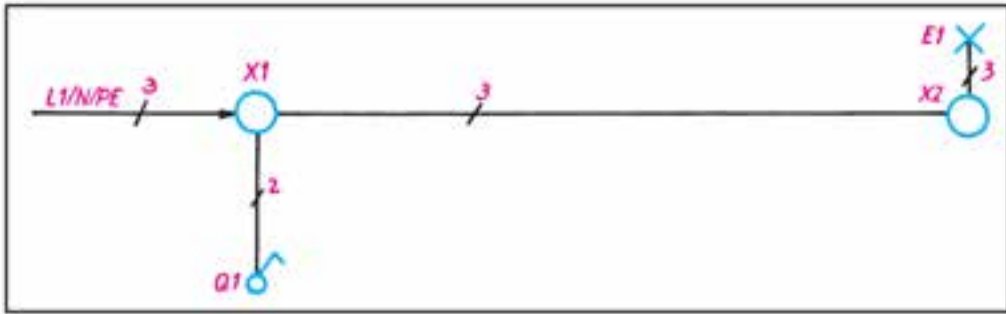
از کشیدن سیم از کف منزل یا زیر فرش که احتمال برخورد پای افراد با آن و یا پوسیدن سیم وجود دارد خودداری کنید. زیرا سیم حالت عایقی خود را از دست داده و به دنبال آن خطر آتش سوزی و برق گرفتگی را به همراه دارد.

**طریقه‌ی اتصال:** در این مدار ابتدا سیم فاز به کنتاکت ته فیوز وصل می‌شود و سپس از کنتاکت سر فیوز به جعبه‌ی تقسیم می‌رود. سیم فاز از جعبه‌ی تقسیم به یکی از ترمینال‌های کلید یک پل وصل می‌شود. از ترمینال دوم کلید یک پل، سیم برگشت به یکی از ترمینال‌های سریچ وصل می‌شود، آن‌گاه سیم نول به ترمینال بدنه‌ی سریچ متصل می‌شود.

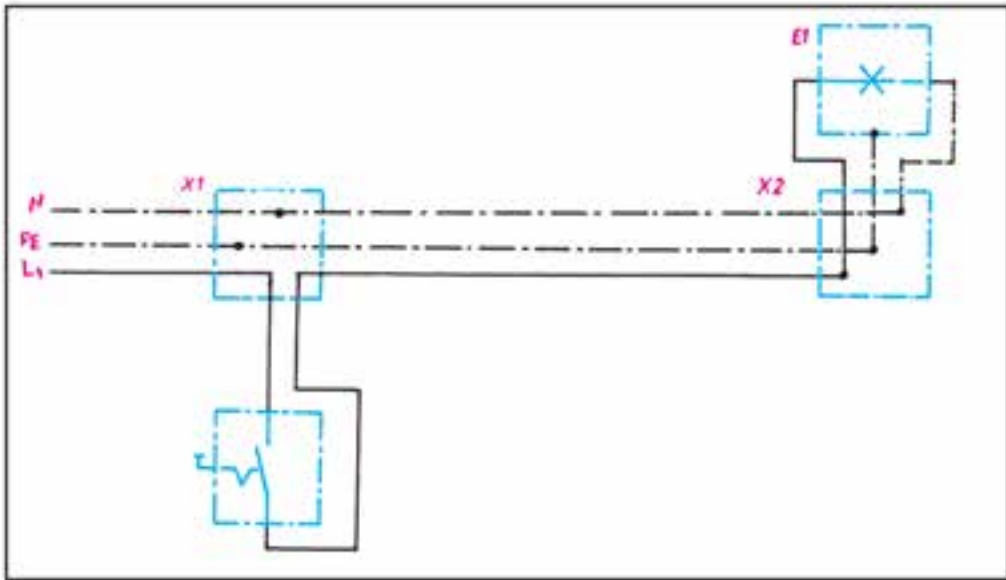
شکل ۵-۳۳ شمای فنی، حقیقی و مسیر جریان این مدار را نشان می‌دهد.

## کاربرد

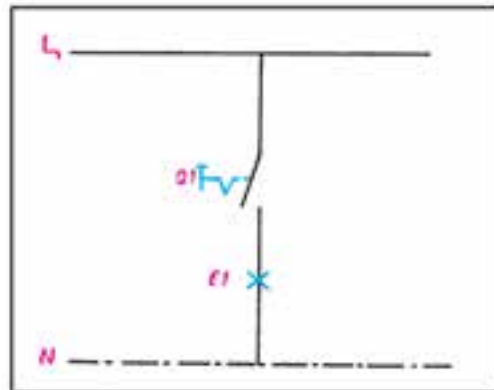
از این مدار برای قطع و وصل وسایل الکتریکی و روشن و خاموش کردن لامپ‌ها در اتاق‌های کوچک، انباری، حمام، آشپزخانه و توالت استفاده می‌شود.



شمای فنی (اتصال یک پل)



شمای حقیقی (اتصال یک پل)

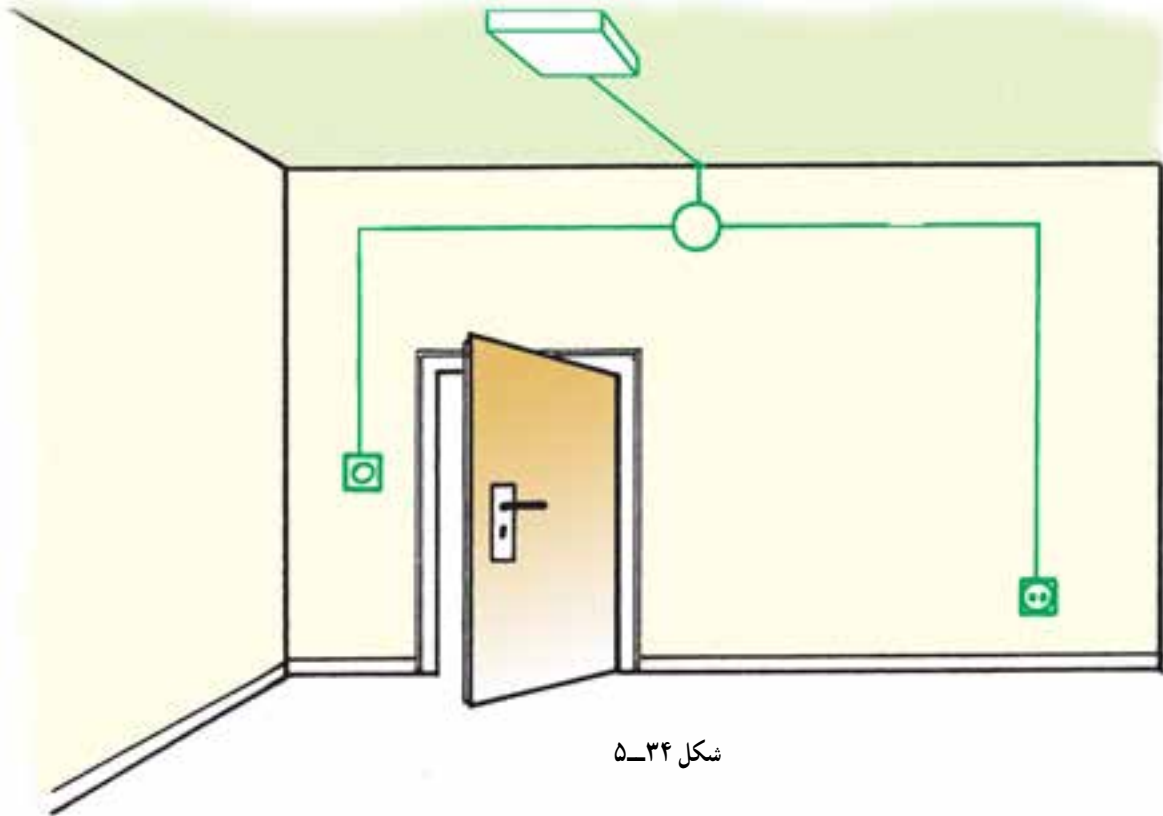


شمای مسیر جریان (اتصال یک پل)

شکل ۳۳-۵- انواع شمای مدار کلید یک پل

## کار عملی ۵: اجرای سیم‌کشی کلید یک‌پل با یک لامپ و یک پریز

موضوع: اجرای سیم‌کشی برای تأمین روشنایی یک اتاق توسط یک لامپ که از یک نقطه روشن و خاموش شود. همچنین اجرای سیم‌کشی یک پریز با کنتاکت محافظ زمین.



شکل ۳۴-۵

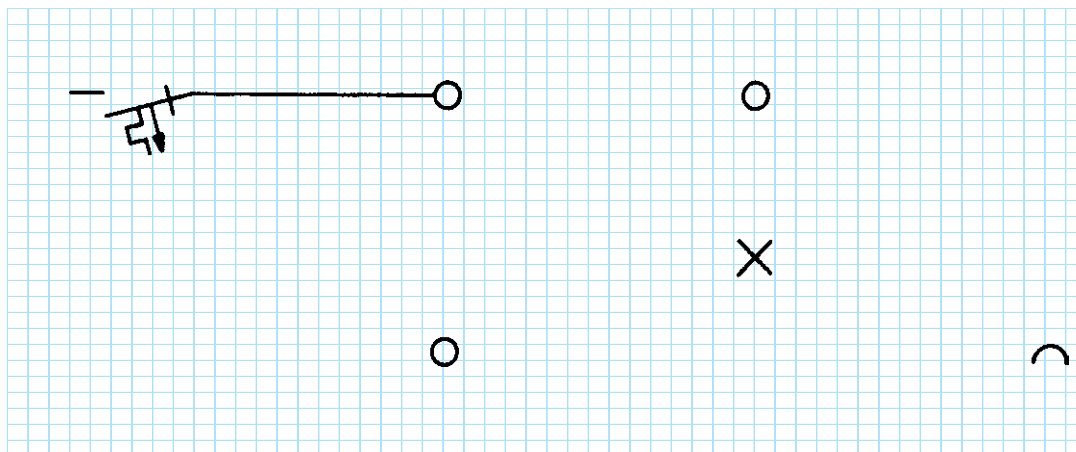
مراحل انجام کار:

- ۱- کنتاکت‌های کلید یک‌پل را با اهم‌تر آزمایش کنید.
- ۲- سیم‌کشی را با یک کلید یک‌پل و یک پریز بر روی تابلوی آموزشی اجرا نمایید.
- ۳- ولتاژ ورودی را اندازه بگیرید.
- ۴- مدار را آزمایش کنید.
- ۵- طرز کار مدار را توضیح دهید.



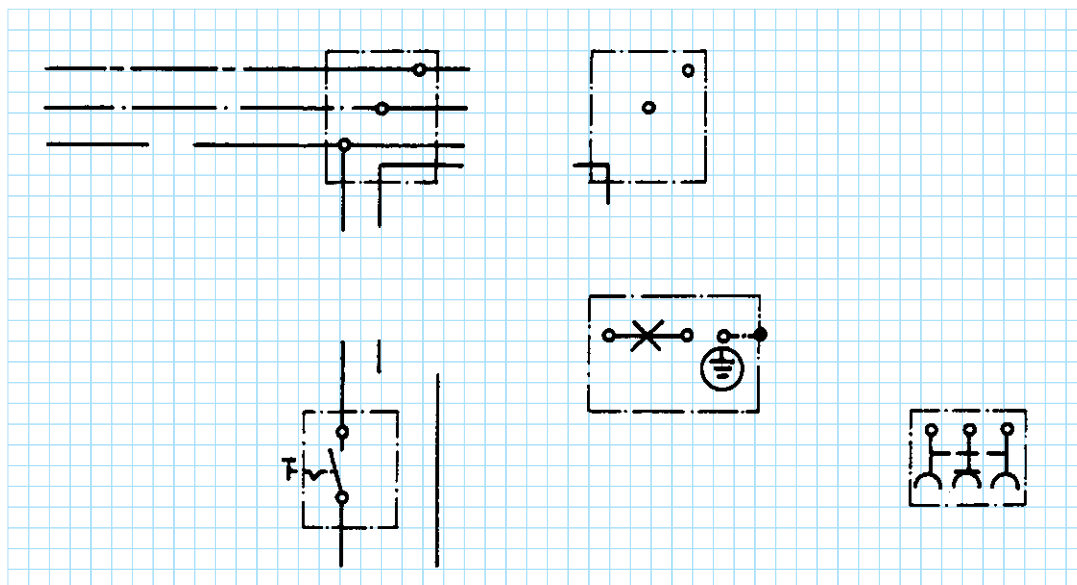
گزارش کار عملی را در دفتر گزارش کار خود ثبت کنید.

۶- شمای تک‌خطی زیر را کامل کنید:



شکل ۳۵-۵

۷- شمای حقیقی زیر را کامل کنید:



شکل ۳۶-۵

## ۱۵-۵ مدار الکتریکی کلید دوپل

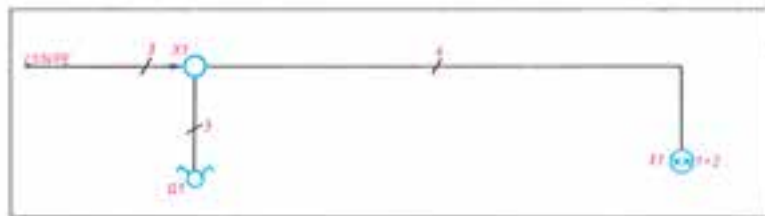
شبکه متصل می‌نماییم.

چنانچه تعداد لامپ‌ها بیش‌تر از دو تا باشند، سربپیچ‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند، به طوری که در هر دسته دو یا چند سربپیچ با هم موازی باشند. در این صورت سیم برگشت و هم‌چنین سیم نول به نقطه‌ی اتصال مشترک سربپیچ‌ها وصل می‌شوند. شکل ۳۷-۵ شمای فنی، حقیقی و مسیر جریان این مدار را نشان می‌دهد.

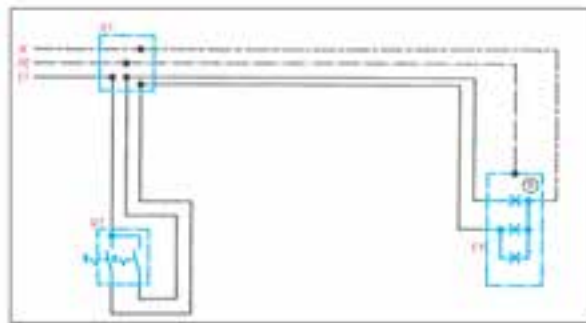
طریقه‌ی اتصال: سیم فاز را بعد از عبور از فیوز، به طریقی که قبلاً توضیح داده شد، به تقسیم می‌بریم و از آن‌جا به پیچ مشترک کلید دوپل، که معمولاً به رنگ قرمز یا با حرف P مشخص گردیده است، وصل می‌کنیم. از دو پیچ غیرمشترک کلید، دو سیم به نام سیم‌های برگشت فاز به ته دو سربپیچ می‌بریم و به آن وصل می‌کنیم. سربپیچ‌ها را از بدنه به طور مستقیم به نول

### کاربرد

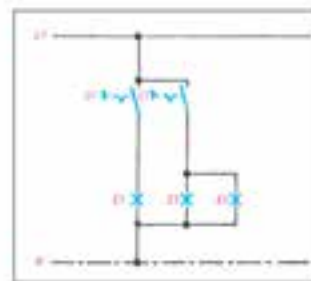
این مدار در محل‌هایی که دو دسته لامپ در کنار هم وجود دارد به کار می‌رود. مانند اتاق‌های پذیرایی بزرگ که بیش از یک لامپ و یا لوستر دارند که باید در یک زمان یک دسته و زمان دیگر دسته‌ی دیگری از لامپ‌ها و در موقع دیگر هر دو دسته لامپ‌ها روشن شوند.



شمای فنی مدار کلید دوپل



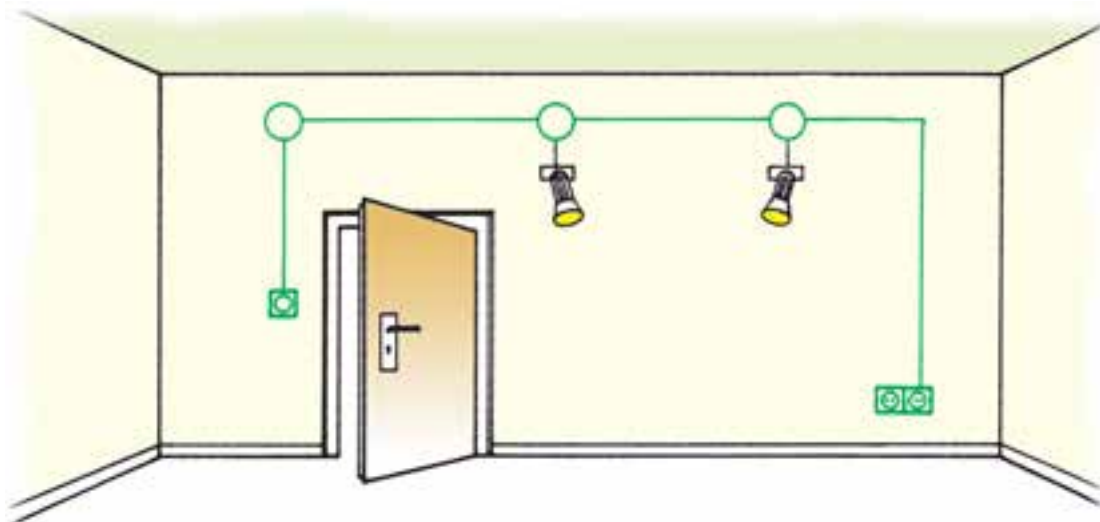
شمای حقیقی مدار کلید دوپل



شمای مسیر جریان مدار کلید دوپل

## کار عملی ۶: اجرای سیم‌کشی کلید دو پل با دو لامپ و دو پریز

موضوع: نصب دو عدد لامپ در یک اتاق که به‌طور مستقل به وسیله‌ی یک کلید دوپل از یک نقطه قطع و وصل می‌شوند. هم‌چنین نصب دو عدد پریز در گوشه‌ی اتاق.



شکل ۳۸-۵

مراحل انجام کار:

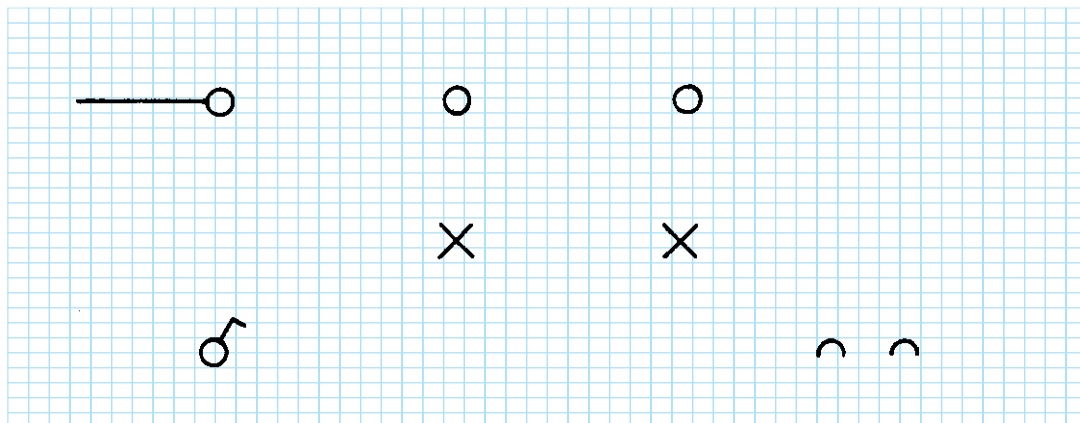
- ۱- کنتاکت‌های کلید دوپل را با اهم‌تر آزمایش کنید.
- ۲- سیم‌کشی را با یک کلید دوپل و دو پریز بر روی تابلوی آموزشی اجرا نمایید.
- ۳- ولتاژ ورودی را اندازه بگیرید.
- ۴- مدار را آزمایش کنید.
- ۵- طرز کار مدار را توضیح دهید.



گزارش کار عملی را در دفتر گزارش کار خود ثبت کنید.

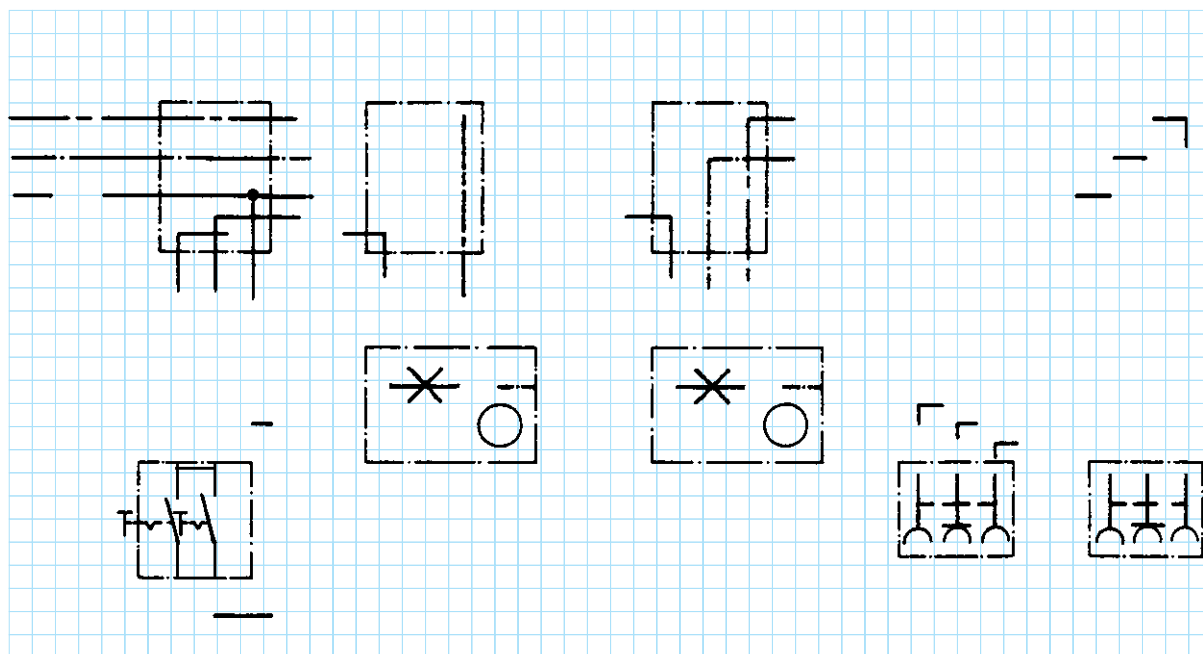
کار در کلاس: تکمیل نقشه‌ی سیم‌کشی کلید دوپل با دو لامپ و دو پریز

۶- شمای تک خطی زیر را کامل کنید:



شکل ۳۹-۵

۷- شمای حقیقی زیر را کامل کنید.



شکل ۴۰-۵



## ۱۶-۵ مدار الکتریکی کلید تبدیل

طریقه‌ی اتصال: سیم فاز، بعد از عبور از فیوز، به پیچ مشترک یکی از کلیدها وصل می‌شود. از دو پیچ غیرمشترک کلید تبدیل، دو سیم برگشت به دو پیچ غیرمشترک کلید تبدیل دوم می‌رود. از پیچ مشترک کلید دوم یک سیم به طرف ته سرپیچ

برده می‌شود و سیم نول به طور مستقیم به طرف دوم سرپیچ لامپ متصل می‌شود.

شکل ۴۱-۵ شمای فنی، حقیقی و مسیر جریان این مدار را نشان می‌دهد.

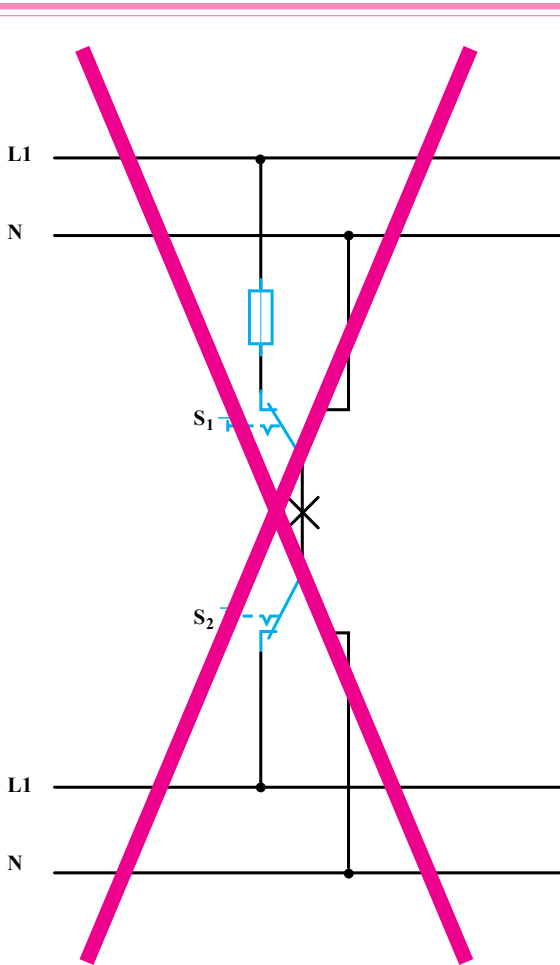
### کاربرد

این مدار برای خاموش و روشن کردن یک لامپ یا یک گروه لامپ از دو نقطه مورد استفاده قرار می‌گیرد و معمولاً برای راهروها، راه‌پله‌ها و سالن‌های بزرگ که خروجی‌های مختلف دارند و نیز هال واحدهای مسکونی استفاده می‌شود.

### نکته ایمنی

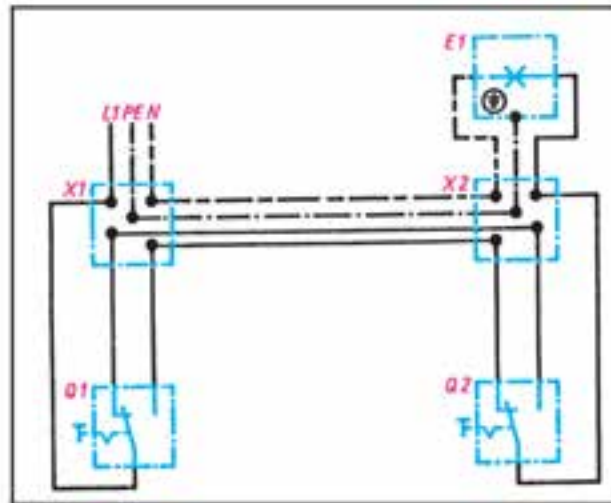
ممکن است در محیط کار با نوعی اتصال تبدیل به نام تبدیل بازاری مواجه شوید. در این روش علی‌رغم این که در مصرف سیم صرفه‌جویی می‌شود اما به هیچ عنوان ایمن، علمی و فنی نیست. و مراجع ذیصلاح استفاده از این اتصال را قانونی نمی‌دانند (مقررات ملی ساختمان مبحث ۱۳)

(در این روش سیم فاز و نول به ترمینال‌های غیرمشترک در کلید متصل شده و ترمینال‌های مشترک این دو کلید به دو سر لامپ اتصال داده می‌شود) (شکل ۴۲-۶).

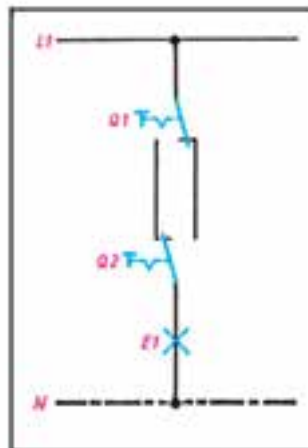




شمای تک خطی کلید تبدیل



شمای حقیقی کلید تبدیل

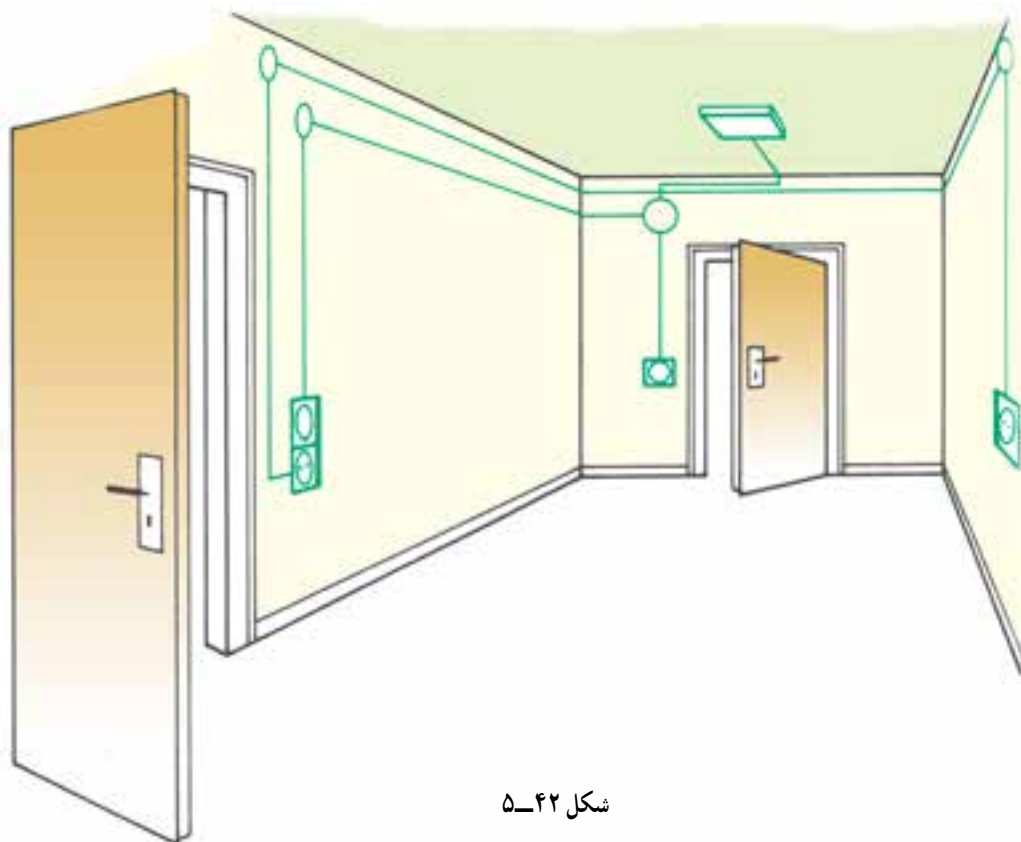


شمای مسیر جریان کلید تبدیل

شکل ۴۱-۵- انواع شمای مدار کلید تبدیل

## کار عملی ۷: اجرای سیم‌کشی کلید تبدیل با یک لامپ و دو پریز با مسیر مجزا

موضوع: اجرای سیم‌کشی کلید تبدیل و یک لامپ. هم‌چنین سیم‌کشی دو پریز با مسیر جداگانه.



شکل ۴۲-۵

مراحل انجام کار:

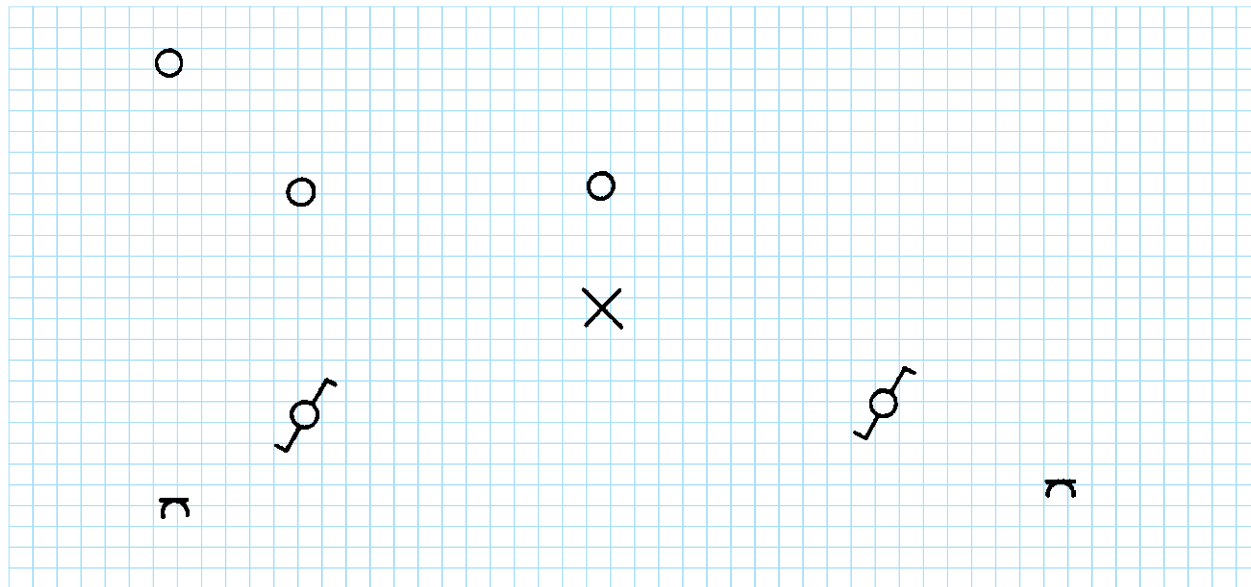
- ۱- کنتاکت‌های کلید تبدیل را با اهم‌تر آزمایش کنید.
- ۲- وسایل را بر روی تابلوی آموزشی نصب و سیم‌کشی را اجرا نمایید.
- ۳- ولتاژ ورودی را اندازه بگیرید.
- ۴- مدار را آزمایش کنید.
- ۵- طرز کار مدار را توضیح دهید.



گزارش کار عملی را در دفتر گزارش کار خود ثبت کنید.

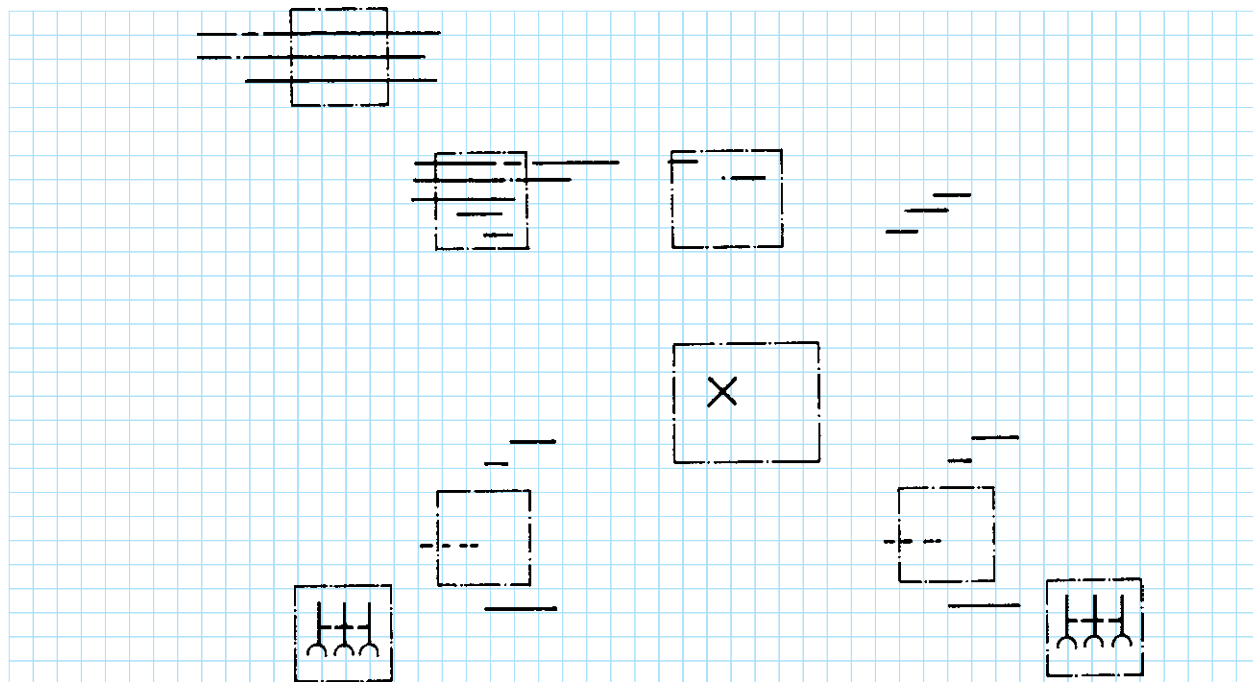
کار در کلاس: تکمیل نقشه‌ی سیم‌کشی کلید تبدیل با یک لامپ و دو پریز با مسیر مجزا

۶- شمای تک خطی زیر را کامل کنید:



شکل ۴۳-۵

۷- شمای حقیقی زیر را کامل کنید:



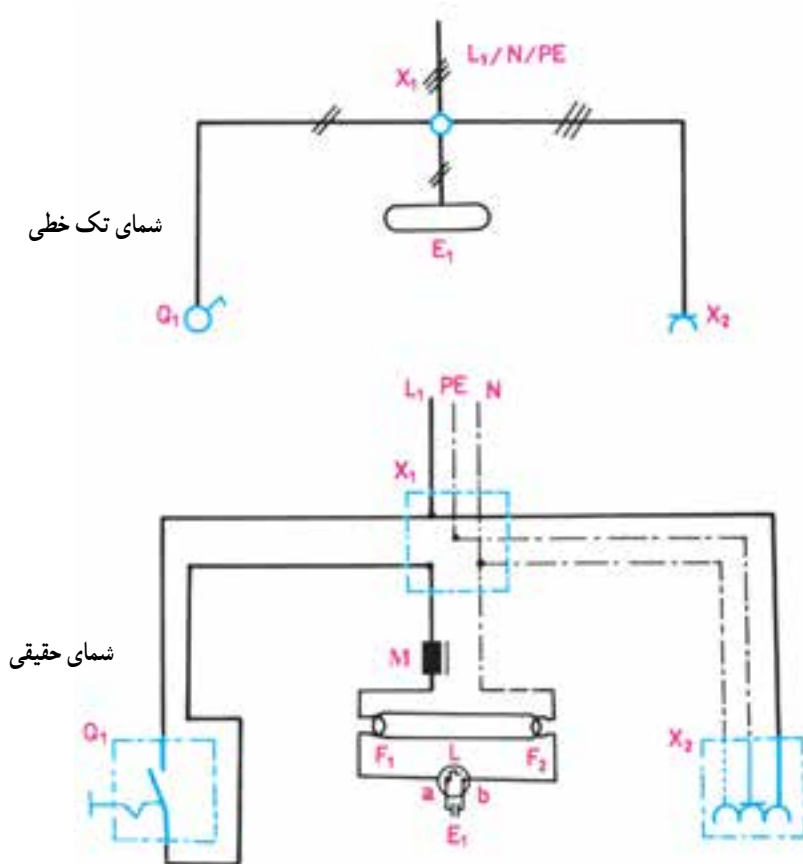
شکل ۴۴-۵

## ۱۷-۵- مدار الکتریکی لامپ فلورسنت

مدار لامپ فلورسنت به صورت شکل ۴۵-۵ بسته می شود و طرز کار آن به شرح زیر است :

موقعی که کلید  $Q_1$  را وصل می کنیم بین دو الکتروود استارتر (b,a)  $۲۲۰$  ولت اختلاف سطح به وجود می آید و این اختلاف سطح گاز نئون داخل استارتر را یونیزه کرده و سبب می شود از آن جریان عبور کند. در اثر عبور جریان، تیغه ی بی متال  $L$  ضمن گرم شدن خم می شود و به الکتروود دیگر می چسبند. در این حالت در رشته های فلزی لامپ که آن را فیلامان می نامند ( $F_1$  و  $F_2$ ) و در مسیر استارتر و چُک قرار گرفته اند جریان برقرار می شود و آن ها را سرخ می کند. در اثر سرخ شدن فیلامان ها، الکترون های سطحی فیلامان، ضمن پرتاب شدن از آن باعث یونیزه شدن گازهای اطراف خود می شوند. هم چنین به علت چسبیدن تیغه های بی متال استارتر، در دو سر آن حالت اتصال کوتاه به وجود می آید و دیگر ولتاژ  $۲۲۰$  ولت در دو سر آن وجود

ندارد و این ولتاژ به صفر نزدیک می شود. در این حالت، گاز نئون داخل استارتر دیگر یونیزه نمی شود. در نتیجه تیغه های بی متال ضمن سرد شدن سبب قطع آن می شود. در لحظه ی قطع استارتر، به علت خاصیت خودالقایی سلف (چُک لامپ مهتابی  $M$ ) ولتاژ لحظه ای زیادی (حدود  $۷۵۰$  تا  $۱۶۰۰$  ولت) تولید می شود که این ولتاژ، بخار جیوه ی داخل لامپ را یونیزه می کند و جریان در داخل لامپ برقرار می شود. عبور جریان از داخل لامپ سبب برخورد الکترون ها به جدار داخلی لامپ می شود. چون داخل لامپ از مواد فلورسانس پوشیده شده است، برخورد الکترون ها به آن باعث تولید نور می شود. در این حالت جریان لامپ زیاد می شود و ولتاژ اضافی آن در دو سر چُک افت می کند. چون ولتاژ دو سر استارتر کم می شود گاز داخل آن یونیزه نمی شود و جریانی از بی متال عبور نمی کند. در نتیجه، از این لحظه به بعد بی متال نقشی در مدار نخواهد داشت.



شکل ۴۵-۵ مدار لامپ فلورسنت با کلید یک پل و پریز شوکو

## کار عملی ۸: اجرای سیم‌کشی کلید لامپ مهتابی با کلید یک پل

موضوع: در یک کارگاه باید یک لامپ مهتابی به وسیله‌ی کابل به صورت روکار سیم‌کشی شود، قطع و وصل لامپ مهتابی توسط یک کلید یک پل انجام می‌شود.



شکل ۴۶-۵

مراحل انجام کار:

- ۱- وسایل را بر روی تابلوی آموزشی نصب و سیم‌کشی را اجرا کنید.
- ۲- ولتاژ ورودی را اندازه بگیرید.
- ۳- مدار را آزمایش کنید.
- ۴- طرز کار مدار را توضیح دهید.



گزارش کار عملی را در دفتر گزارش کار خود ثبت کنید.



## سوالات

- ۱- انواع کلیدها را نام ببرید.
- ۲- فرق کلیدهای توکار با کلیدهای روکار چیست؟
- ۳- در حمام‌ها از چه نوع کلیدی باید استفاده شود؟ چرا؟
- ۴- از کلید تبدیل بیش‌تر در کجا استفاده می‌شود؟
- ۵- تفاوت لامپ رشته‌ای با فلورسنت را بیان کنید.
- ۶- رله را تعریف کنید و کاربرد دو نوع آن را بنویسید.
- ۷- آیا به جای پریز برق می‌توان از پریز تلفن استفاده کرد؟ چرا؟
- ۸- کاربرد هر یک از مدارات این فصل را بیان کنید.
- ۹- انواع سیم‌کشی را نام‌برده و هر یک را توضیح دهید.

## مغناطیس

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که:

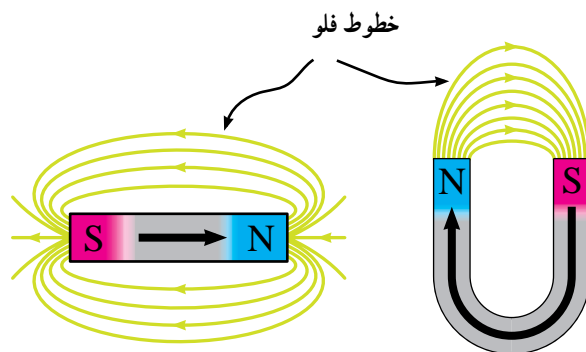
- ۱- ماده‌ی مغناطیسی را تعریف کند.
- ۲- آهنربای طبیعی را توضیح دهد.
- ۳- چگونگی تعیین قطب آهنربا را توضیح دهد.
- ۴- آهنربای مصنوعی را تعریف کند.
- ۵- ساختمان و اصول کار ترانسفورماتور تک‌فاز را بیان کند.

## ۱-۶- ماده مغناطیسی

شکل ۱-۶ نشان می‌دهد که چگونه از یک سر آهنربا

فوران‌ها خارج و به سر دیگر آن وارد می‌شوند. در یک آهنربا، به سرهای آهنربا قطب‌های مغناطیسی می‌گویند. قطبی را که فوران از آن خارج می‌شود قطب N و قطبی را که فوران به آن وارد می‌شود قطب S می‌گویند. اگر دو آهنربا را به هم نزدیک کنیم، در صورتی که دو قطب نزدیک شده همنام باشند (N با N و یا S با S) یکدیگر را دفع و در صورتی که غیرهمنام (S با N) باشند دو آهنربا یکدیگر را جذب

قبل از اینکه وارد بحث ماده مغناطیسی شویم ابتدا آهنربا را تعریف می‌کنیم تا بتوانیم راجع به ماده مغناطیسی بحث کنیم. آهنربا دارای خاصیتی است که می‌تواند ذرات کوچک آهن را به سمت خود جذب کند. می‌خواهیم این مسئله را اندکی دقیق‌تر بررسی کنیم. آهنربا دارای آنچنان خاصیتی است که از یک سر آن خطوط فوران مغناطیسی خارج و به سر دیگر آن وارد می‌شود. این خطوط فوران نامرئی هستند ولی می‌توان با یک سری آزمایش به وجود آن پی برد.



شکل ۱-۶- فوران‌های مغناطیسی از قطب N خارج و به قطب S وارد می‌شوند.

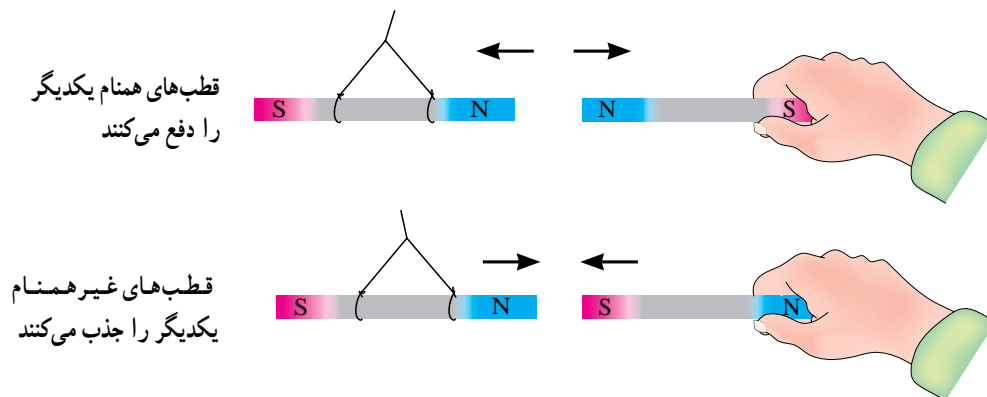


هر قسمت (در حقیقت  $\frac{1}{4}$  قسمت اصلی) خود به یک آهنربای مستقل تبدیل می‌شود. اگر این کار را ادامه بدهیم می‌بینیم که در حقیقت آهنربای اصلی از تعداد بیشماری آهنربای کوچک تشکیل شده است که به دنبال هم و همجهت قرار گرفته‌اند و برآیند فوران آن‌ها زیاد شده است.

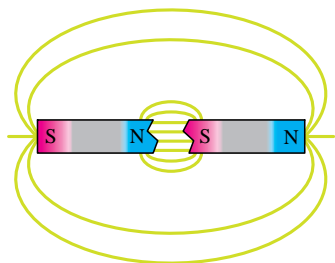
می‌کنند. شکل ۶-۲ نشان می‌دهد که دو قطب همنام همدیگر را دفع و دو قطب غیرهمنام همدیگر را جذب می‌کنند.

حالا یک میله آهنربا را در نظر بگیرید (شکل ۶-۳). اگر آنرا از وسط نصف کنیم هر نیمه خود به یک آهنربای مستقل کوچک تبدیل می‌شود.

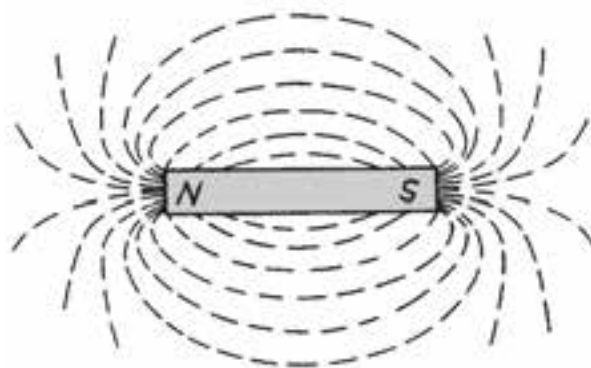
اگر مجدداً هر قطعه کوچک را به دو قسمت تقسیم کنیم



شکل ۶-۲- دو قطب همنام همدیگر را دفع و دو قطب غیرهمنام همدیگر را جذب می‌کنند.



هر نیمه از مغناطیس خود دارای قطب N و S است



خطوط قوای اطراف یک مغناطیس به صورت طیف مغناطیسی رسم شده‌اند.

شکل ۶-۳- اگر یک میله آهنربا را از وسط نصف کنیم، هر نیمه خود تبدیل به یک آهنربای مستقل می‌شود.

## ۲-۶ آهنربای طبیعی

به آهنربایی اطلاق می‌شود که به صورت طبیعی در معادن وجود دارد و بتوان با استخراج سنگ معدن و به وسیله ابزارهای مناسب آن را به شکل دلخواه درآورد. از این نوع آهنرباها، چینی‌ها در ۲۰۰۰ سال قبل به عنوان قطب‌نما استفاده می‌نمودند.

## ۳-۶ تعیین قطبین آهنربا

برای تعیین قطب‌های آهنربا، از قطب‌نما می‌توان استفاده کرد. قطب‌نما خود یک آهنربای کوچک و سبک است که قطب‌ها را روی آن از قبل مشخص کرده‌اند. حال اگر یک آهنربا را به قطب‌نما نزدیک کنیم یک طرف قطب‌نما به سمت آهنربا جذب می‌شود، در این صورت قطب آهنربا مخالف قطب قطب‌نما است، زیرا دو قطب غیرهمنام همدیگر را جذب می‌کنند (شکل ۶-۶).

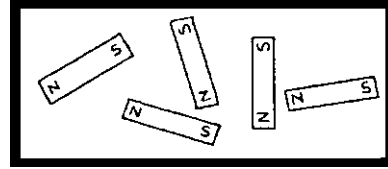


قطب‌های غیرهمنام آهنربای میله‌ای و جذب آهنربا  
شکل ۶-۶ - قطب‌های غیرهمنام همدیگر را جذب می‌کنند.

## ۴-۶ آهنربای مصنوعی

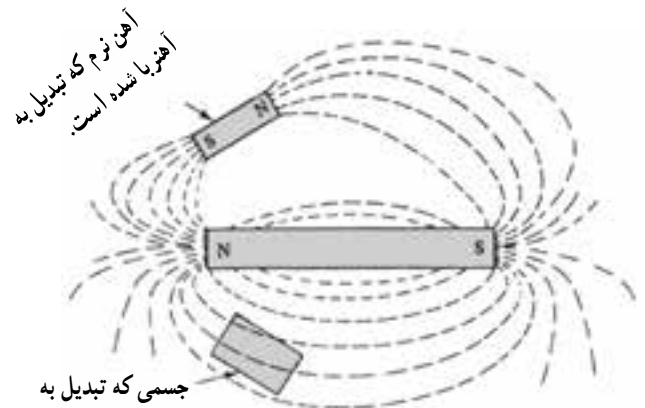
اگر از یک سیم جریانی عبور کنند در اطراف آن یک میدان مغناطیسی (فوران‌های مغناطیسی) شبیه آهنربا، ایجاد می‌شود. اگر جریان عبوری تغییر کند مقدار فوران‌ها نیز تغییر می‌کند، اگر جهت جریان تغییر کند جهت فوران نیز تغییر می‌کند. شکل ۶-۷ چگونگی تشکیل فوران اطراف سیم حامل جریان را نشان می‌دهد.

با این مقدمه به تعریف ماده مغناطیسی می‌پردازیم. طبق نظریه‌های ارائه شده تمامی اجسام از آهنرباهای فوق‌العاده کوچک تشکیل شده‌اند (مولکول‌های یک جسم در واقع نقش آهنربا را دارند). در حالت عادی آهنرباهای کوچک به صورت درهم هستند و فوران متوجه آن‌ها صفر است (شکل ۶-۴).



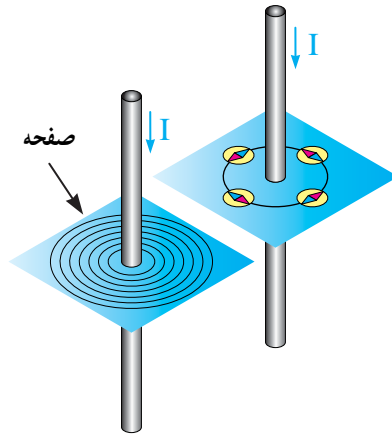
شکل ۶-۴ - آهنرباهای کوچک یک جسم در حالت عادی نامنظم بوده و فوران متوجه برابر صفر است

حال اگر بتوانیم بطریقی آهنرباهای درهم را نظم بدهیم برآیند فوران آهنرباها افزایش می‌یابد و جسم به آهنربا تبدیل می‌شود. در بعضی از اجسام مانند پلاستیک این کار مطلقاً عملی نیست، یعنی ساختمان فیزیکی پلاستیک‌ها طوری است که ذرات کوچک آن‌ها تحت هیچ شرایطی نظم مغناطیسی نمی‌گیرند. در بعضی از اجسام مانند آهن، آهنرباهای کوچک بسادگی منظم می‌شوند یعنی آهن تبدیل به آهنربا می‌شود. به ماده‌ای که بتواند آهنرباهای کوچک را نظم دهد، ماده مغناطیسی گفته می‌شود. اگر یک قطعه آهن در مسیر فوران‌های مغناطیسی قرار گیرد آهنربا می‌شود (شکل ۶-۵).

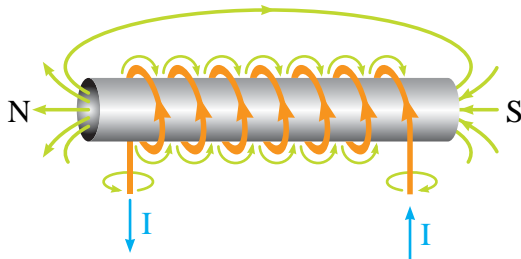


جسمی که تبدیل به آهنربا نمی‌شود

شکل ۶-۵ - اجسام مغناطیسی اگر در مسیر فوران مغناطیسی قرار گیرند، آهنربا می‌شوند.



شکل ۶-۷- اگر از یک سیم جریان عبور کند در اطراف آن یک میدان مغناطیسی ایجاد می‌شود. این میدان را می‌توان به کمک قطب نما تشخیص داد.



شکل ۶-۸- اگر دور یک میله آهنی را چند دور سیم پیچیم و سیم پیچ را به جریان الکتریکی وصل کنیم، میله آهنی تبدیل به آهنربا می‌شود.

## ۵-۶- اصول کار ترانسفورماتور یکفاز

ترانسفورماتور دستگاهی است که از آن معمولاً برای تغییر ولتاژ از مقدار موجود به مقدار مطلوب استفاده می‌کنند. ترانسفورماتور دو سیم پیچ (اولیه و ثانویه) دارد که به یک سیم پیچ آن ولتاژ ورودی داده می‌شود و از سیم پیچ دیگر ولتاژ مورد نیاز دریافت می‌گردد. رابط بین سیم پیچ اولیه و ثانویه هسته آهنی است. شکل ۶-۹ یک نمونه ساده ترانسفورماتور را نشان می‌دهد. در ترانسفورماتور وقتی به سیم پیچ اولیه ولتاژ می‌دهیم، یک جریان در سیم پیچ اولیه جاری می‌شود و باعث می‌گردد که فورانی در هسته جاری شود، این فوران سیم پیچ ثانویه را در برمی‌گیرد و ولتاژی در آن القاء می‌کند. مقدار ولتاژ القاء شده به عواملی همچون تعداد دور ثانویه، فرکانس برق شهر و سطح مقطع

گفته شد که اگر یک قطعه آهن را در مسیر فوران‌های مغناطیسی قرار دهیم آهنرباهای کوچک آهن منظم شده و آهن تبدیل به آهنربا می‌شود. اگر فوران را قطع کنیم مجدداً نظم آهنرباهای کوچک به هم می‌خورد و آهن خاصیت آهنربایی خود را از دست می‌دهد. اگر به جای آهن نرم از آهن سخت استفاده کنیم وقتی که فوران مغناطیسی را قطع کنیم نظم آهنرباهای کوچک این قطعه آهن به هم می‌خورد و آهنرباهای کوچک همچنان منظم باقی می‌ماند و آهن سخت تبدیل به آهنربا می‌شود.

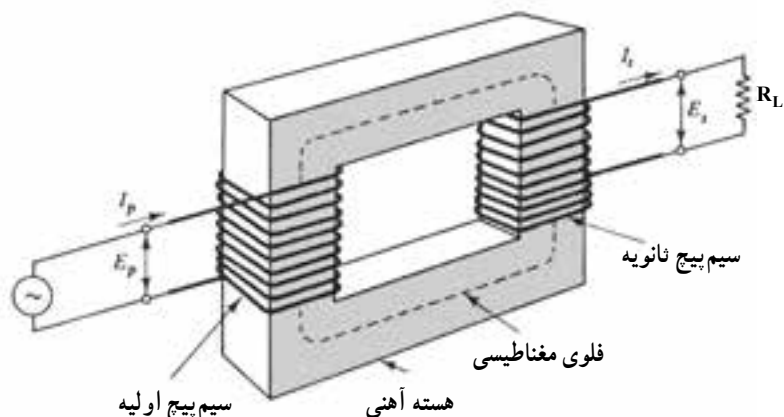
### ۱-۴-۶- چگونگی تهیه آهنربای مصنوعی: در

صنعت برای تهیه آهنرباها، ابتدا یک مفتول با ترکیب مناسب آهن تهیه می‌کنند و سپس آن را در یک میدان مغناطیسی بسیار قوی قرار می‌دهند. بعد از مدت زمانی، مفتول به آهنربا تبدیل می‌شود و مورد استفاده قرار می‌دهند.

### ۲-۴-۶- عوامل مؤثر در تراکم خطوط نیرو:

مقدار فوران‌های مغناطیسی یک آهنربای طبیعی، بستگی به تعداد آهنرباهای کوچک منظم شده آن دارد. اگر آهنربا را بخواهیم به صورت موقت با پیچیدن سیم دور یک مفتول بسازیم، مقدار فوران‌های مغناطیسی بستگی به تعداد دور سیم پیچ، قطر سیم پیچ و مقدار جریانی که از سیم پیچ عبور می‌دهیم دارد. شکل ۶-۸ چگونگی تهیه آهنربای موقت با جریان الکتریکی را نشان می‌دهد.

هسته، تعداد دور اولیه و ولتاژ اولیه دارد. بزرگ ساخته می‌شوند. شکل ۱-۶ نمونه‌هایی از این ترانسفورماتورها در ابعاد بسیار کوچک تا ابعاد بسیار ترانسفورماتورها را نشان می‌دهد.



شکل ۹-۶- یک نمونه ساده ترانسفورماتور با دو سیم پیچ که به وسیله هسته آهنی در ارتباط می‌باشند.



شکل ۱-۶- نمونه‌هایی از ترانسفورماتور

### سوالات



- ۱- فرق ماده مغناطیسی و غیرمغناطیسی کدام است؟
- ۲- چرا پلاستیک آهنربا نمی‌شود؟
- ۳- چگونه می‌توان قطب‌های یک آهنربای نامشخص را تعیین کرد؟
- ۴- فرق آهنربای طبیعی و مصنوعی کدام است؟
- ۵- چگونه یک آهنربای مصنوعی را می‌سازند؟
- ۶- ترانسفورماتور چیست؟
- ۷- چند مورد از کاربرد ترانسفورماتور را بنویسید.

## موتورهای الکتریکی

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که:

- ۱- ساختمان و اصول کار موتورهای جریان مستقیم را بیان کند.
- ۲- ساختمان و اصول کار موتورهای جریان متناوب یکفاز و سه فاز را بیان کند.
- ۳- ساختمان و اصول کار موتورهای مخصوص تکفاز (یونیورسال و قطب چاکدار) را بیان کند.
- ۴- اتصال ستاره یا مثلث سیم‌پیچ‌های موتور را از روی تخته کلم تشخیص دهد.
- ۵- مقاومت اهمی سیم‌پیچ‌های موتور را اندازه‌گیری کند.
- ۶- پلاک مشخصات موتور سه فاز را تشریح کند.

### ۱-۷- مقدمه

می‌شوند:

الف) موتورهای یکفازه

ب) موتورهای سه فاز

شکل ۱-۷ دو نمونه از موتورهای الکتریکی را نشان

می‌دهد.

شکل ۲-۷ نمونه‌ای از کاربرد موتورهای الکتریکی را

نشان می‌دهد.

موتورهای الکتریکی دستگاه‌هایی هستند که انرژی

الکتریکی را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کنند. از نظر تغذیه برق،

به دو نوع تقسیم می‌شوند:

الف) موتورهای DC<sup>۱</sup> (جریان مستقیم)

ب) موتورهای AC<sup>۲</sup> (جریان متناوب)

موتورهای AC نیز خود از نظر تغذیه به دو نوع تقسیم



ب) نوع DC



الف) نوع AC

شکل ۱-۷- دو نمونه از موتورهای الکتریکی

۱- DC = Direct Current

۲- AC = Alternative Current.



شکل ۷-۲- نمونه‌هایی از کاربرد موتورهای الکتریکی

## ۷-۲- ساختمان و اصول کار موتورهای DC

موتورهای DC (جریان مستقیم) موتورهایی هستند که با جریان مستقیم کار می‌کنند. این موتورها در ابعاد وسیعی ساخته و به کار گرفته می‌شوند مثلاً موتور کوچک ضبط صوت یک موتور DC است و همچنین محرک لکوموتیو قطار نیز یک موتور DC است که قادر است دو هزار تن وزن را حرکت دهد.

### ۷-۲-۱- ساختمان موتور DC: یک موتور DC از

قسمت‌های زیر تشکیل شده است:

الف) آرمیچر

ب) قاب (بدنه)

ج) قطب‌های میدان تحریک

د) کاسه‌های موتور (درپوش‌ها) و جاروبک‌ها

الف- آرمیچر: آرمیچر قسمت گردان موتور است و از

هسته فولادی ورقه ورقه شده با شیارهایی که در آن‌ها کلاف

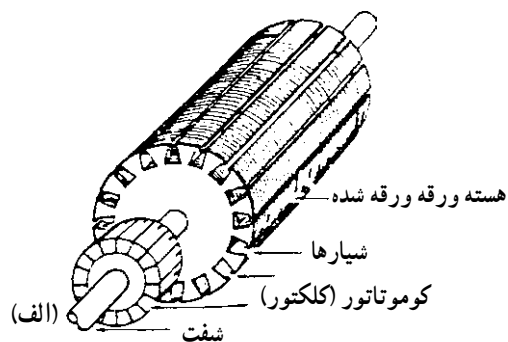
سیم‌پیچی قرار دارد تشکیل شده است. هسته روی یک محور فولادی که کلکتور رانیز نگه می‌دارد پرس شده است. کلکتور جریان را از جاروبک‌های زغالی به کلاف‌های داخل شیارها هدایت می‌کند. شکل ۷-۳ یک نمونه آرمیچر را نشان می‌دهد.

ب- قاب بدنه: بدنه موتور DC از فولاد یا آهن ریخته می‌شود و معمولاً مقطع آن به شکل دایره است و طوری ماشین کاری می‌شود که بتوان قطب‌های میدان را در داخل آن نصب کرد. شکل ۷-۴ نمونه‌ای از قاب بدنه را نشان می‌دهد.

ج- قطب‌های میدان تحریک: قطب‌های میدان تحریک از فولاد ورقه ورقه شده به صورت شکل ۷-۵ ساخته می‌شوند و سیم‌پیچ میدان در قسمت A قرار می‌گیرد. قطب‌ها در موتورهای کوچک با بدنه به صورت یکپارچه ساخته می‌شوند.

د- کاسه‌های موتور (درپوش‌ها): درپوش‌ها که جارونگهدارها نیز روی آن‌ها سوارند با پیچ و مهره به بدنه متصل

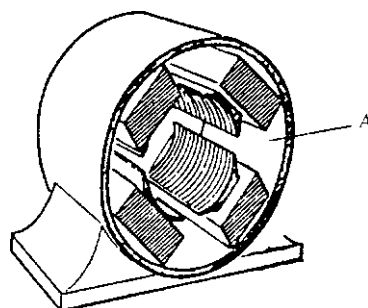
می شوند. در ضمن یاتاقان‌ها نیز بر روی درپوش‌ها جهت تکیه‌گاه آرمیچر سوارند. شکل ۶-۷ یک نمونه درپوش را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۷ (الف) آرمیچر بدون سیم پیچی (ب) آرمیچر سیم پیچی شده (ب)



شکل ۶-۷ یک نمونه درپوش که جارونگهدارها نیز روی آن نصب شده‌اند.



شکل ۴-۷ قاب بدنه یک موتور DC

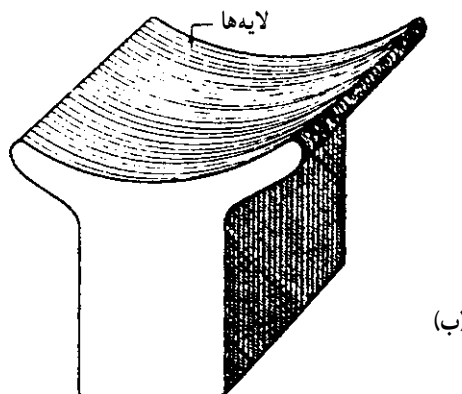
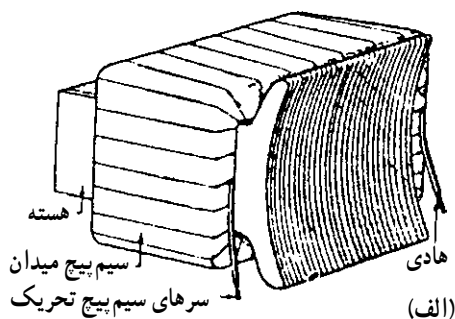
### ۲-۲-۷- طرز کار موتور DC: می‌دانیم که اگر از

یک هادی جریان عبور کند اطراف سیم میدان مغناطیسی ایجاد خواهد شد.

حال اگر این هادی حامل جریان در میدان مغناطیسی قرار گیرد نیرویی به آن وارد می‌شود. شکل ۷-۷ جهت نیرو و جهت میدان را نشان می‌دهد.

حال اگر یک هادی مطابق شکل ۸-۷ در میدان مغناطیسی قرار گیرد، نیروهای وارده بر آن طوری هستند که می‌خواهند هادی را بچرخانند.

مبانی فوق، اصول کار موتور DC است. یعنی اینکه به سیم‌بندی آرمیچر توسط جاروبک ولتاژ می‌دهیم (هادی حامل جریان) و سپس به سیم پیچ تحریک نیز ولتاژ دیگری به نام ولتاژ تحریک اعمال می‌کنیم تا با عبور جریان از آن میدان مغناطیسی ایجاد شود (سیم حامل جریان در یک میدان مغناطیسی). با این



شکل ۵-۷ (الف) قطب با سیم پیچی (ب) قطب بدون سیم پیچی

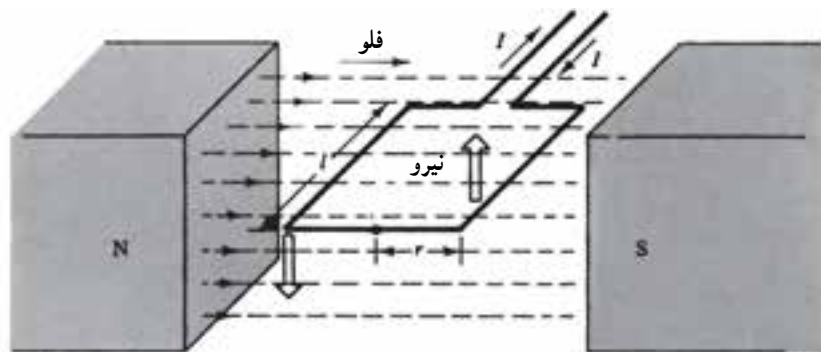


فوران مغناطیسی که در اثر عبور جریان از هادی به وجود آمده‌اند.

فوران‌های مغناطیسی که در اثر عبور جریان از هادی به وجود آمده است.

در اثر تغییر جهت جریان، جهت نیرو تغییر می‌کند.

شکل ۷-۷- جهت میدان و نیروی وارده در یک سیم



یک سیم بیج تک حلقه که در داخل میدان مغناطیسی قرار گرفته



شکل ۸-۷- به هادی حامل جریان در میدان مغناطیسی نیرو وارد می‌شود.

می‌دهند.

روش بر هادی‌ای که در داخل آرمیچر قرار داده شده است نیرویی وارد می‌شود و باعث می‌شود که آرمیچر بچرخد. نقش کلکتور این است که مرتباً جریان را در هادی‌ای که زیر یک قطب مشخص قرار گرفته است در یک جهت نگه دارد.

### ۷-۳- ساختمان و اصول کار موتورهای AC سه فاز و یکفاز

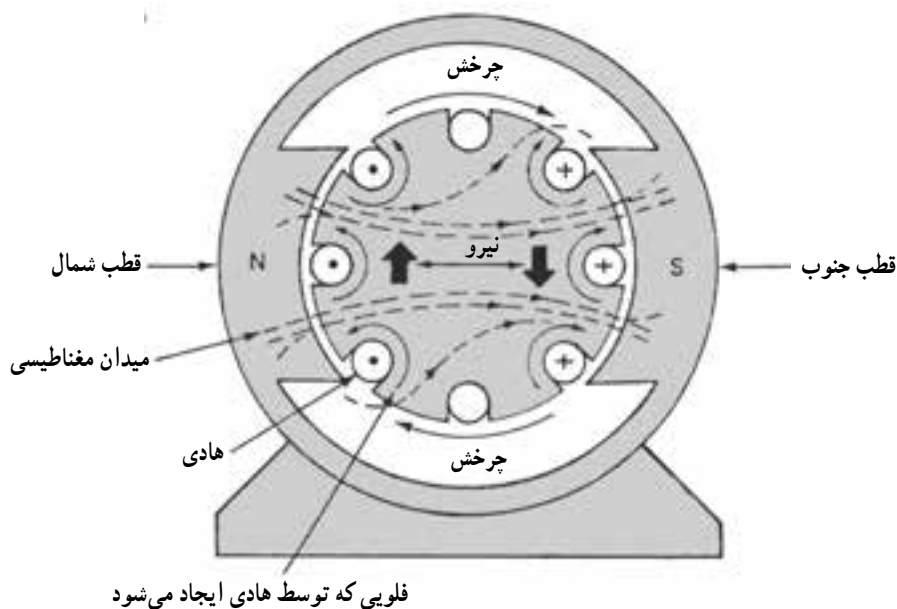
موتورهای القایی AC یکفاز و سه فاز در سطح وسیعی در صنعت و منازل کاربرد دارند. به عنوان مثال موتور کولر، یخچال،

شکل ۹-۷ اساس کار موتور DC را نشان می‌دهد.

موتورهای DC را به فرم شکل ۱۰-۷ در مدارات نشان



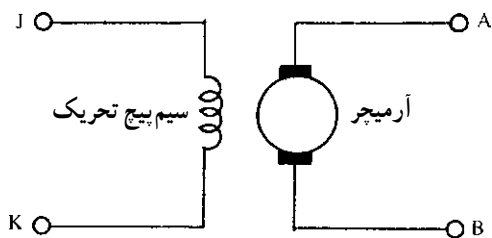
پنکه، پمپ آب و غیره همگی از موتورهای القایی هستند. و قابلیت اطمینان زیاد است. از مزایای خوب این نوع موتورها، سادگی ساختمان آنها



شکل ۹-۷- اساس کار موتور DC



شکل ۱۱-۷- استاتور یک موتور AC



شکل ۱۰-۷- نمایش مداری موتور DC

### ۱-۳-۷- ساختمان موتورهای AC: موتورهای القایی

از دو قسمت اصلی تشکیل شده است.

(الف) قسمت ثابت به نام استاتور

(ب) قسمت متحرک یا چرخان به نام رتور

**الف - استاتور:** استاتور این گونه ماشینها شیارهایی

دارد که در داخل آنها سیم پیچها قرار می گیرند، تا میدان مغناطیسی لازم را برای گردش رتور ایجاد کند (شکل ۱۱-۷).

**ب- رتور:** متداولترین رتور برای موتورهای القایی رتور

قفس سنجایی است که در شکل ۱۲-۷ نشان داده شده است.

شکل ۱۳-۷ اجزای تشکیل دهنده یک موتور سه فاز AC

با رتور قفس سنجایی را نشان می دهد.

در بعضی از موتورهای القایی (آسنکرون) سه فاز به جای

رتور قفس سنجایی از رتور سیم پیچی شده استفاده می کنند. مزایای

رتور سیم پیچی شده این است که در لحظه راه اندازی اولاً جریان کمتری می کشد و ثانیاً گشتاور راه اندازی آن زیاد است. شکل

۱۴-۷ یک موتور با رتور سیم پیچی شده را نشان می دهد.

سه فاز سه سیم پیچ (برای هر فاز یک سیم پیچ) وجود دارد، ولی در موتورهای یکفاز دو سیم پیچ و گاه یک سیم پیچ (موتورهای خاص) مورد نیاز است.

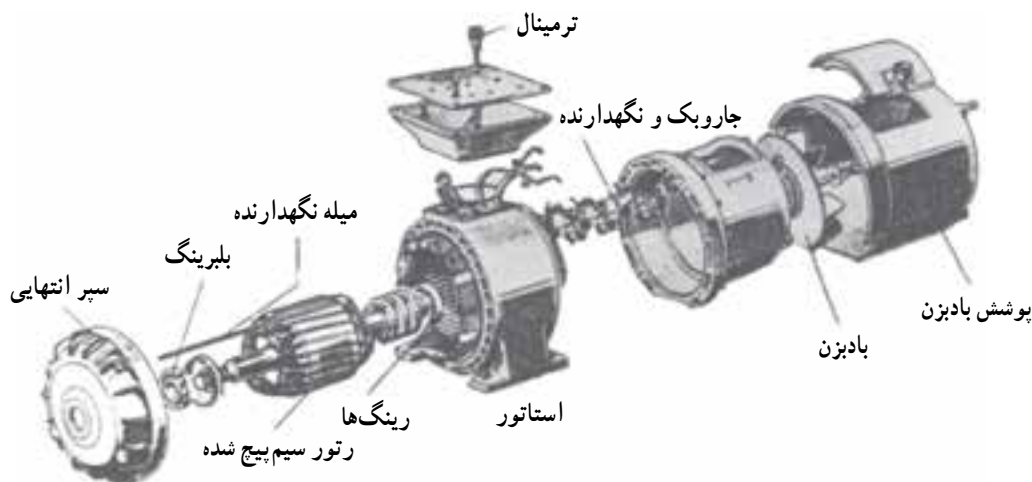
ساختمان موتورهای یکفاز القایی شبیه ساختمان موتورهای سه فاز است، با این تفاوت که در موتورهای القایی



شکل ۱۲-۷- رتور قفس سنجابی یک موتور AC

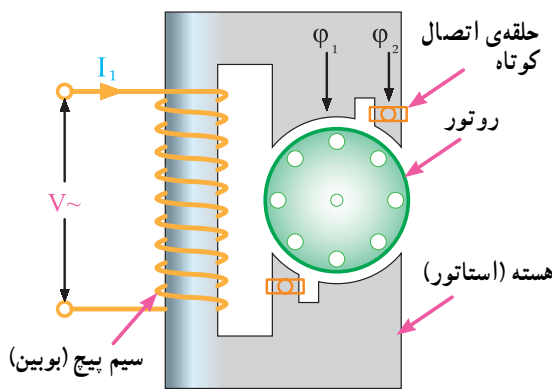
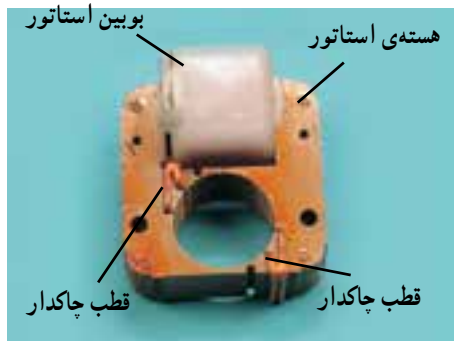


شکل ۱۳-۷- اجزای تشکیل دهنده یک موتور القایی با رتور قفس سنجابی



شکل ۱۴-۷- اجزای تشکیل دهنده یک موتور القایی با رتور سیم پیچی شده

اتصال کوتاهی است که در شکل ۷-۱۶ رسم شده است. پمپ‌های کولر آبی از این نوع موتور دارند. این نوع موتورها فقط در توان‌های خیلی کم ساخته می‌شوند.



شکل ۷-۱۶ مدار الکتریکی یک موتور یکفاز با قطب چاکدار

### ۷-۵- اتصالات موتور (تخته کلم)

برای اتصال سیم‌پیچ‌های موتور سه‌فاز، سرسیم‌ها از داخل پوسته به یک محفظه یا ترمینال موتور هدایت می‌شوند که اصطلاحاً به آن «تخته کلم» می‌گویند (شکل ۷-۱۷).

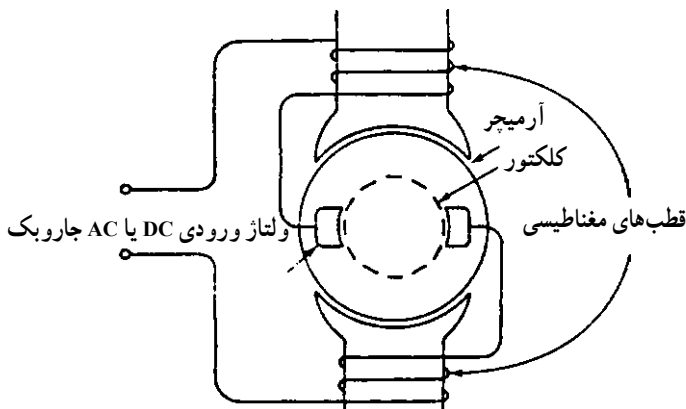


شکل ۷-۱۷

۷-۳-۲- طرز کار موتورهای AC: وقتی به سه سیم پیچ موتور سه فاز ولتاژ سه فاز وصل می‌کنیم یک میدان مغناطیسی در داخل استاتور ایجاد می‌شود و در نتیجه در هادی‌های رتور جریان القاء می‌شود. جریانی که از هادی‌های رتور عبور می‌کند به نوبه خود یک میدان مغناطیسی ایجاد می‌کند چون میدان مغناطیسی استاتور دوار است (با سرعت  $\frac{120 \times f}{p}$ ،  $f$  فرکانس،  $p$  تعداد قطب‌ها)، میدان مغناطیسی رتور با میدان مغناطیسی استاتور درگیر شده (مانند دو آهنربا که قطب‌های مخالف آن‌ها را کنار هم قرار دهیم) و باعث می‌شود که رتور نیز بچرخد. البته همواره سرعت رتور اندکی از سرعت میدان دوار استاتور کمتر است.

### ۷-۴- موتورهای تکفاز خاص

۷-۴-۱- موتورهای یونیورسال: موتورهای یونیورسال موتورهایی هستند که هم با برق AC کار می‌کنند و هم با DC. این موتورها رتور قفس سنجابی ندارند بلکه رتور آن‌ها مانند رتور ماشین جریان مستقیم سیم‌پیچی می‌شود و جریان توسط جاروبک‌ها به آرمیچر می‌رسد. این موتور با وجود حجم کوچک گشتاور زیادی دارد و در اکثر وسایل خانگی مانند مخلوط‌کن، آسیاب و ... به کار می‌رود. شکل ۷-۱۵ مدار الکتریکی یک موتور یونیورسال را نشان می‌دهد.

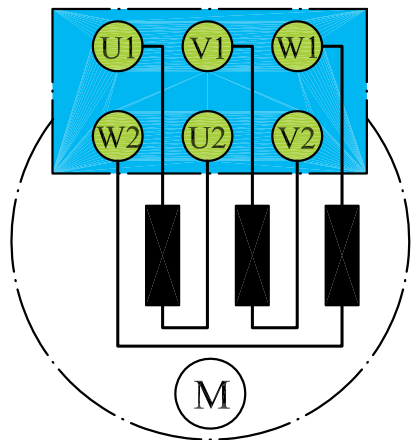


شکل ۷-۱۵ مدار الکتریکی یک موتور یونیورسال

### ۷-۴-۲- موتور قطب چاکدار (Shaded pole):

این موتور، یک موتور تکفاز با توان بسیار کم است، در حقیقت به جای دو سیم پیچ، یک سیم پیچ دارد. نقش سیم پیچ دوم حلقه

در استاندارد (IEC) برای نشان دادن سر کلاف‌ها به ترتیب از کلاف اول تا سوم از حروف (U<sub>1</sub>، V<sub>1</sub> و W<sub>1</sub>) و برای مشخص کردن ته کلاف‌ها به ترتیب از حروف (U<sub>2</sub>، V<sub>2</sub> و W<sub>2</sub>) استفاده می‌شود. شکل ۷-۲۰، وضعیت قرار گرفتن سیم پیچ‌ها و پیچ‌های تخته کلم را نشان می‌دهد. از این پس در این کتاب سرهای موتور، براساس استاندارد (IEC) (در نقشه‌ها) نام‌گذاری می‌شوند.



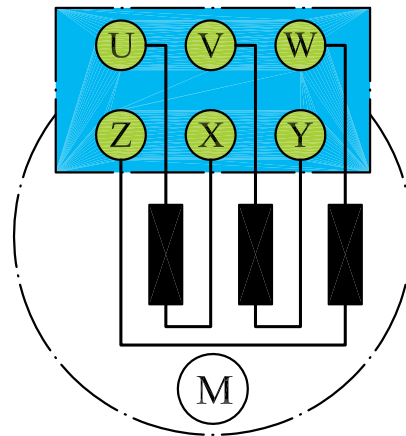
شکل ۷-۲۰

### اتصال ستاره

هرگاه به ابتدای سیم پیچ‌های (سرکلاف‌های U<sub>1</sub> و V<sub>1</sub> و W<sub>1</sub>) موتور به ترتیب شبکه سه‌فاز L<sub>1</sub>، L<sub>2</sub> و L<sub>3</sub> را وصل کرده و انتهای سیم پیچ‌ها (ته کلاف‌ها W<sub>2</sub>، V<sub>2</sub> و U<sub>2</sub>) را به یکدیگر وصل کنیم این اتصال را «اتصال ستاره» گویند. شکل ۷-۲۱، نحوه‌ی اتصال ستاره را به صورت مداری و روی تخته کلم موتور نشان می‌دهد. گفتنی است به جهت خلاصه‌نویسی، برای بیان حالت ستاره در مطالب تخصصی از علامت  $\star$  استفاده می‌شود.

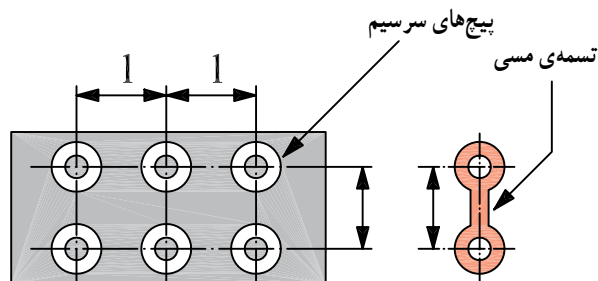
به‌طور کلی سر و ته کلاف‌های یک موتور سه‌فاز، با دو حرف مشخص می‌شوند.

در استاندارد VDE برای نشان دادن سر کلاف‌ها به ترتیب برای کلاف اول تا سوم از حروف U، V و W و برای نمایش ته کلاف‌ها به ترتیب از حروف X، Y و Z استفاده می‌شود. نحوه‌ی قرار گرفتن سرسیم‌ها در زیر پیچ‌های تخته کلم مطابق شکل ۷-۱۸ است. دلیل این که ته کلاف‌ها، مشابه سر کلاف‌ها، به ترتیب از کلاف اول تا سوم نوشته نمی‌شود این است که در صورت نیاز به ایجاد اتصالات ستاره یا مثلث بتوان بدون استفاده از کلید مربوطه و با قرار دادن چند تسمه‌ی مسی در زیر پیچ‌ها موتور را به صورت ستاره یا مثلث اتصال داد.

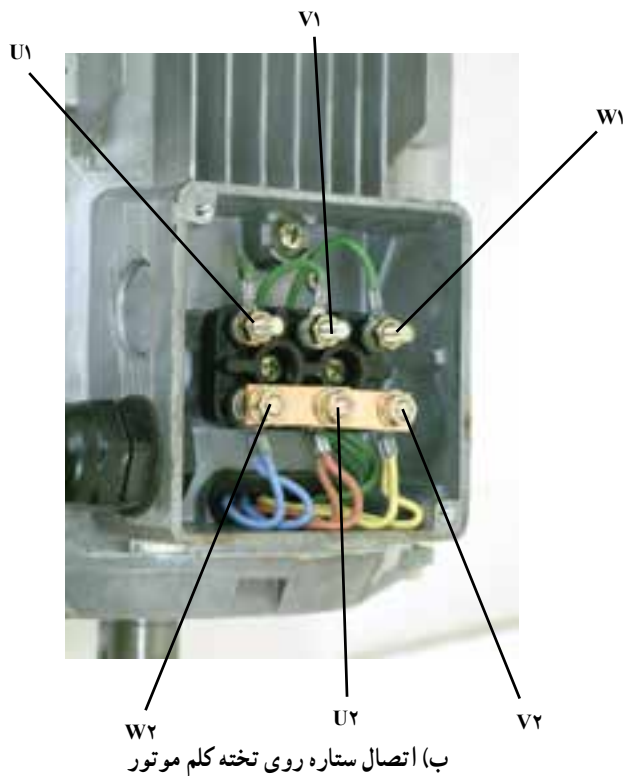


شکل ۷-۱۸

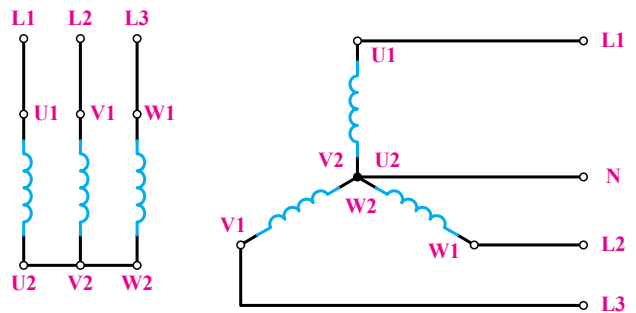
شکل ۷-۱۹، تصویری از پیچ‌های تخته کلم را به همراه تسمه‌ی مسی نشان می‌دهد.



شکل ۷-۱۹- تخته کلم موتور



شکل ۲۱-۷

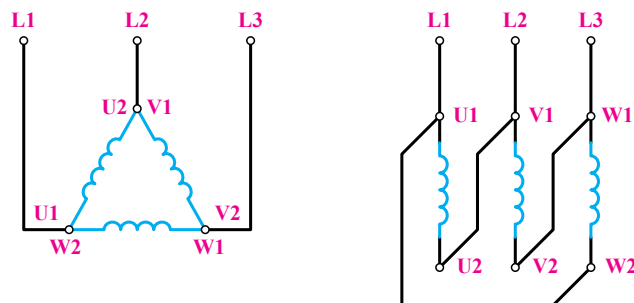
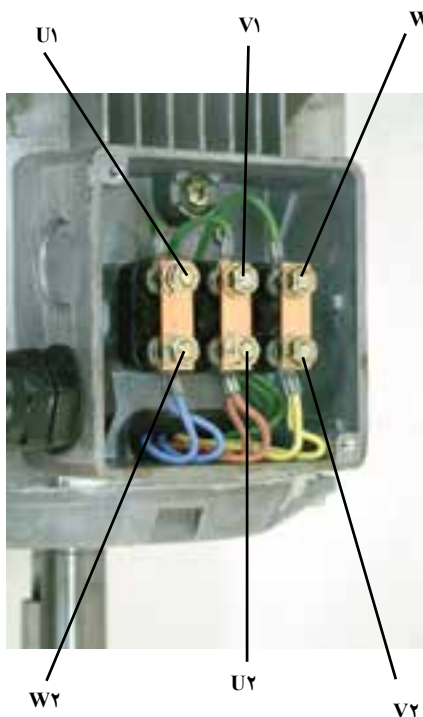


الف) شکل مداری اتصال ستاره

اتصال مثلث (U1) وصل شود، به این اتصال «اتصال مثلث» گویند. شکل ۲۲-۷، نحوه‌ی اتصال ستاره به صورت مداری و روی تخته کلم موتور را نشان می‌دهد. جهت خلاصه‌نویسی، برای بیان حالت مثلث در متون فنی از علامت  $\Delta$  استفاده می‌شود.

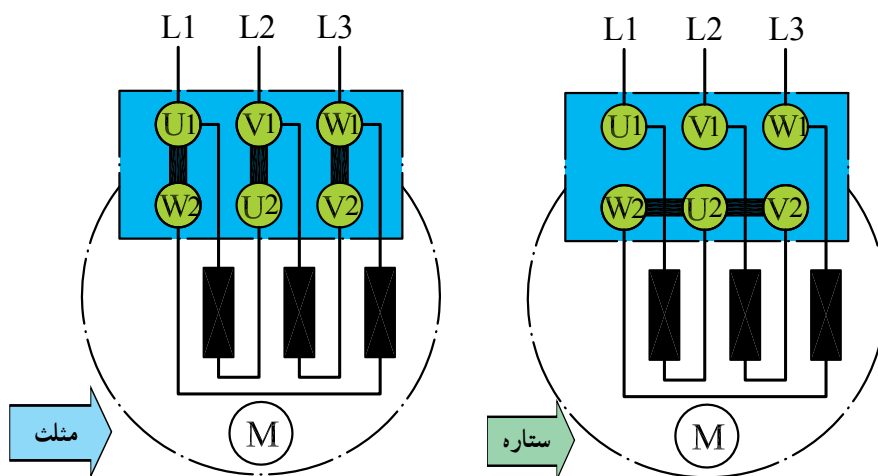
### اتصال مثلث

هرگاه انتهای کلاف اول (U2) به ابتدای کلاف دوم (V1) و انتهای کلاف دوم (V2) به ابتدای کلاف سوم (W1) و به همین ترتیب انتهای کلاف سوم (W2) به ابتدای کلاف اول (U1) وصل شود، به این اتصال «اتصال مثلث» گویند. شکل ۲۲-۷، نحوه‌ی اتصال مثلث به صورت مداری و روی تخته کلم موتور را نشان می‌دهد. جهت خلاصه‌نویسی، برای بیان حالت مثلث در متون فنی از علامت  $\Delta$  استفاده می‌شود.



شکل ۲۲-۷

تصاویر شکل ۷-۲۳ چگونگی ایجاد اتصال ستاره و مثلث را به روش ترسیمی بر روی تخته کلم موتور سه فاز نشان می دهد.



شکل ۷-۲۳

– اگر از وسایل و تجهیزات کارگاه به خوبی مراقبت کنید این وسایل می توانند سال های متوالی در اختیار هنرجویان قرار گیرند.

## کار عملی ۹



شکل ۷-۲۴

هدف: تشخیص سر و ته کلاف‌های موتور و اطمینان از سالم بودن کلاف‌ها  
مراحل اجرای کار

◀ تخته کلم موتور سه‌فازی را مطابق شکل ۷-۲۴ باز کنید و محل اتصال سر و ته کلاف‌ها را به همراه حروف مشخصه یادداشت کنید.

◀ آومتر موجود در کارگاه را در حالت اهم‌متری قرار دهید.



شکل ۷-۲۵

◀ دو سر سیم اهم‌متر را، مطابق شکل ۷-۲۵، به پیچ‌های تخته کلم وصل کنید. در این صورت لازم است عقربه‌ی اهم‌متر تا انتهای صفحه منحرف شود.



شکل ۷-۲۶

◀ محل سر سیم‌های اهم‌متر را، مطابق شکل ۷-۲۶، تغییر دهید. در این حالت نیز لازم است عقربه‌ی اهم‌متر تا انتهای صفحه منحرف شود.



شکل ۷-۲۷

◀ در مرحله‌ی سوم نیز، مانند شکل ۷-۲۷، محل قرار گرفتن سر سیم‌های اهم‌متر را تغییر دهید. در این شرایط نیز لازم است عقربه تا انتهای صفحه منحرف شود.



شکل ۷-۲۸

◀ شکل ۷-۲۸، تسمه‌های مسی مربوط به اتصالات تخته‌کلم، را به همراه مهره و واشر نشان می‌دهد. برای ایجاد اتصالات، آن‌ها را از انبار تحویل بگیرید.



شکل ۷-۲۹

◀ با به‌کارگیری آچار مخصوص مهره‌ی مربوط به اتصالات تخته‌کلم مطابق شکل ۷-۲۹، انتهای کلاف‌ها را به یکدیگر وصل کنید.



در صورتی که پیچ‌های نشان داده شده در تصاویر غیر از حالات نشان داده شده، با یکدیگر یا بدنه‌ی موتور ارتباط داشته باشند موتور سالم نیست و نباید آن را در مدار قرار داد.



شکل ۷-۳۰

◀ در شکل ۷-۳۰ تخته کلم یک موتور را، که به حالت ستاره وصل شده است، مشاهده می‌کنید. با استفاده از اهم‌متر، مقدار مقاومت سر و ته کلاف‌های هر فاز موتور را اندازه‌گیری کنید.

$$R_1 = R_{(U_1-U_2)} = \Omega$$

$$R_2 = R_{(V_1-V_2)} = \Omega$$

$$R_3 = R_{(W_1-W_2)} = \Omega$$



شکل ۷-۳۱

◀ در این شرایط و در صورت سالم بودن موتور هرگاه یک سیم اهم‌متر به بدنه و سر سیم دیگر به هریک از سیم‌پیچ‌های تخته کلم وصل شود، عقربه نباید منحرف شود. به عبارت دیگر نباید هیچ ارتباط الکتریکی بین کلاف‌های موتور با بدنه وجود داشته باشد. برای اطمینان می‌توان از میگر، لامپ تست یا اهم‌متر در رنج‌های بالا، اتصال نداشتن بدنه را آزمایش کرد.

◀ با کمک آچار اتصال ستاره را باز کنید.

◀ با به کارگیری آچار مخصوص، مهره‌ی مربوط به اتصالات تخته کلم را مطابق شکل ۷-۳۱ به یکدیگر وصل کنید.



شکل ۷-۳۲

◀ در شکل ۷-۳۲ تخته کلم یک موتور را، که به حالت مثلث وصل شده است، مشاهده می‌کنید. با استفاده از اهم‌متر، مقدار مقاومت بین ترمینال‌های موتور را اندازه‌گیری کنید.

$$R_1 = R_{(U_1-V_1)} = \Omega$$

$$R_2 = R_{(V_1-W_1)} = \Omega$$

$$R_3 = R_{(W_1-U_1)} = \Omega$$

◀ در این شرایط و در صورت سالم بودن موتور نباید هیچ ارتباط الکتریکی بین کلاف‌های موتور با بدنه وجود داشته باشد. برای اطمینان می‌توان از میگر یا اهم‌متر در رنج‌های  $k\Omega$ ، اتصال نداشتن سیم‌ها به بدنه را آزمایش کرد.

◀ با کمک آچار اتصال مثلث را باز کنید.

سؤال: آیا نتایج به دست آمده با مطالب نظری مطابقت دارد؟

## ۶-۷- آشنایی با پلاک مشخصات الکتروموتورهای سه فاز

برای انتخاب صحیح و مناسب موتور سه فاز، باید به توضیحات روی پلاک مشخصات موتور کاملاً توجه نمود. شکل پلاک موتورهای سه فاز، هم‌چنین اطلاعات نوشته شده در روی آن‌ها متفاوت است. شکل‌های ۳۳-۷ دو نمونه پلاک موتور سه فاز را نشان می‌دهد.

ORD.NO.		TYPE		H.P.		AMPS		R.P.M.		DUTY		CLASS INVL		SPL END BRG.	
1LA02864SE41		RGZESD		30.00		34.9		1765		CONT 40°C AMB.		F NEMA DESIGN B		50BC03JPP3	
PREMIUM EFFICIENCY		FRAME		SERVICE FACTOR		VOLTS		HERTZ		DATE CODE		K.V.A. CODE		OFF. END BRG.	
		286T		1.15		460		60				G NEMA NOM. EFF. 93.6		50BC03JPP3	
MILL AND CHEMICAL DUTY QUALITY INDUCTION MOTOR															
Siemens Energy & Automation, Inc. Little Rock, AR															

(الف)

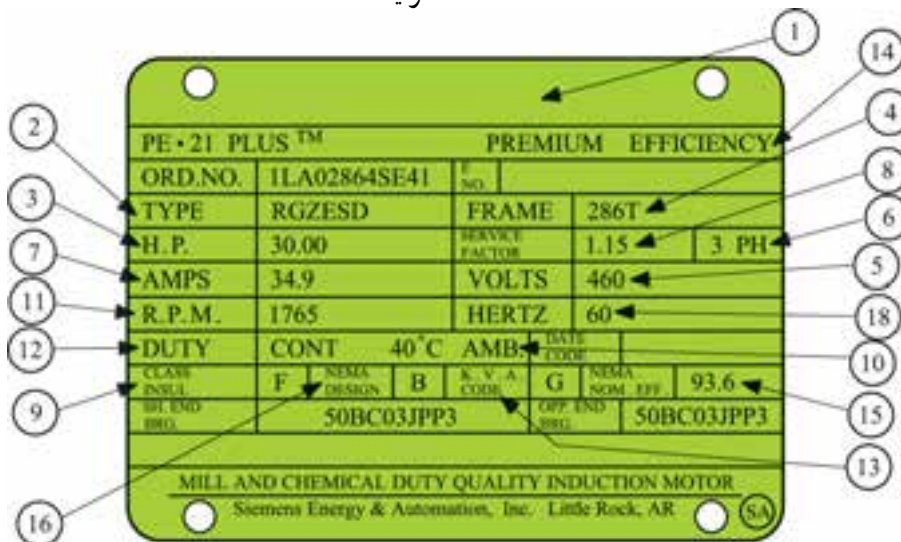
Typ		Mot	
EAM 90L4-AK13		E Mot	
1882	IM		
1.1 kW	cos φ	0.76	
220	V	3.7	A
1400	U/min	50	Hz
W.-Kl.B	IP	44	17.6 kg
CA120MF/ 320 V~			
VDE0530/72		2 6 8 6 8 9	

(ب)

شکل ۳۳-۷

اگر مشخصات نوشته شده (روی پلاک موتورها) را با یکدیگر مقایسه کنیم مشاهده می‌شود که این پلاک‌ها تفاوت‌هایی با هم دارند.

در شکل ۷-۳۴ بخش‌های مختلف یک نوع پلاک موتور سه فاز مشاهده می‌شود و در جدول ۷-۱ توضیحات مربوط به هر یک آمده است.



شکل ۷-۳۴

جدول ۷-۱

اطلاعات داده شده	شماره
نام کارخانه	۱
مدل	۲
قدرت برحسب اسب بخار	۳
شماره‌ی بدنه	۴
ولتاژ کار	۵
تعداد فاز - یک فاز یا سه فاز	۶
مقدار جریان (مقدار آمپر)	۷
ضریب خدمات (ضریب کارکرد)	۸
کلاس عایقی	۹
دمای مجاور (دمای محیط)	۱۰
تعداد دور در دقیقه	۱۱
مدت زمان کار موتور در بار نامی	۱۲
حرف رمز حالت توقف و یا در حال کار روتور	۱۳
حداکثر بازده	۱۴
میزان بازده اسمی	۱۵
استاندارد کارخانجات تولید کننده‌ی وسایل الکتریکی	۱۶
ضریب قدرت	۱۷
فرکانس (برحسب هرتز)	۱۸



## سوالات

- ۱- ساختمان موتور DC از چه قسمت‌هایی تشکیل شده است؟
- ۲- نقش آرمیچر در موتور DC چیست؟
- ۳- یک موتور DC چگونه می‌چرخد؟
- ۴- در مدارات، موتور DC را چگونه نمایش می‌دهند؟
- ۵- ساختمان موتور AC از چه قسمت‌هایی تشکیل شده است؟
- ۶- فرق اتصال ستاره و مثلث چیست؟
- ۷- خصوصیات اتصال ستاره و مثلث را بنویسید.
- ۸- موتورهای یکفاز چند سیم پیچ دارند؟
- ۹- موتورهای یونیورسال چه نوع موتورهایی هستند؟
- ۱۰- ساختمان موتورهای با قطب چاکدار به چه صورت است؟
- ۱۱- اتصال ستاره و مثلث را بر روی یک تخته کلم ترسیم کنید.

## راه اندازی موتورهای الکتریکی با کلیدهای دستی و مغناطیسی (کنتاکتور)

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که:

- ۱- ساختمان کلیدهای دستی و مغناطیسی را شرح دهد.
- ۲- انواع کلیدهای دستی سه فاز را نام ببرد.
- ۳- ساختمان و طرز کار کلیدهای گردان دستی سه فاز زبانه‌ای و کنتاکتورها را شرح دهد.
- ۴- موتورهای سه فاز را به وسیله‌ی کلید زبانه‌ای (1، 0) راه‌اندازی کند.
- ۵- موتور سه فاز را به وسیله‌ی کلید زبانه‌ای (1، 0، 2) چپ‌گرد راست‌گرد، راه‌اندازی کند.
- ۶- موتور سه فاز را به‌صورت ستاره مثلث به‌وسیله‌ی کلید زبانه‌ای راه‌اندازی کند.
- ۷- مزایای استفاده از کنتاکتور را نام ببرد.
- ۸- ساختمان و طرز کار و کاربرد تجهیزات جانبی مدارهای فرمان را شرح دهد.
- ۹- موتور سه فاز را با کنتاکتور راه‌اندازی کند.

### مقدمه

زبانه‌ای می‌سازند. در زیر ساختمان هر یک از آن‌ها توضیح داده شده است.

#### ۱-۸- انواع کلیدهای دستی

**الف) کلید اهرمی:** این کلیدها (مطابق شکل ۸-۱) دارای انواع مختلف یک فاز، دو فاز و سه فازند. در این کلیدها، نیرو به وسیله‌ی یک اهرم به تیغه‌های متحرک کلید وارد می‌شود و آن‌ها را به کنتاکت‌های ثابت وصل می‌کند. از این کلیدها بیش‌تر در مدارهای جریان کم استفاده می‌شود. در صنعت به آن «کلید چاقویی» یا «کلید کاردی» می‌گویند. در برخی از این کلیدها فیوز نیز تعبیه شده است.

**ب) کلید غلتکی:** این کلید (مطابق شکل ۸-۲) از یک استوانه‌ی عایق ساخته شده است که حول محوری به صورت غلتک دوران می‌کند. بر روی استوانه نوارهای هادی‌ای قرار

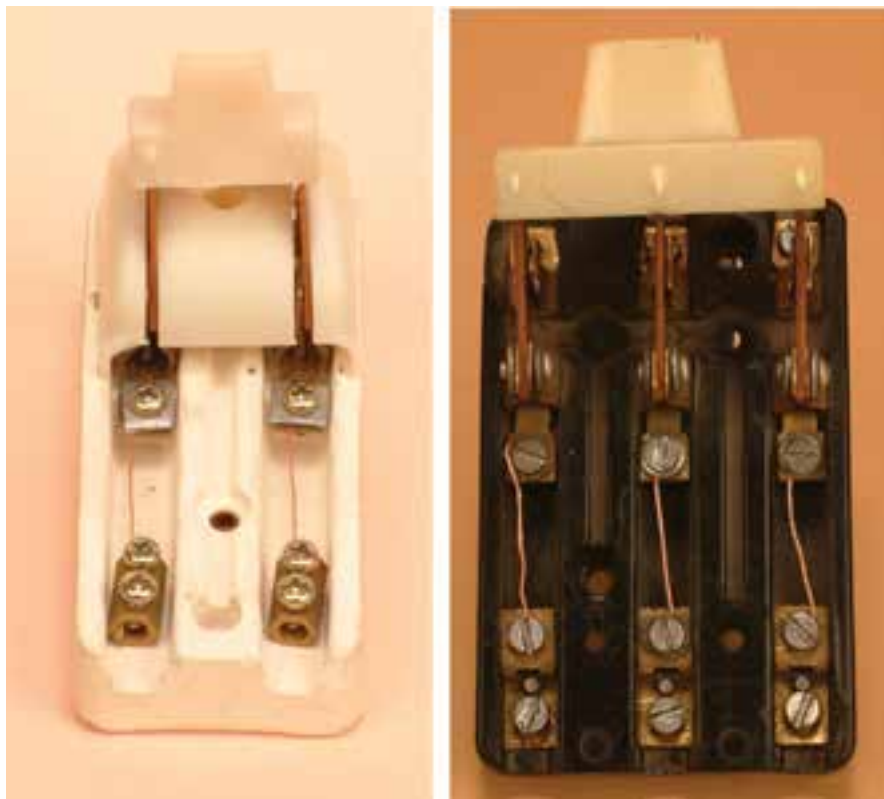
بهره‌برداری مطمئن و بدون وقفه از انرژی الکتریکی تا اندازه‌ی زیادی به خصوصیات و طرز کار وسایل کنترل‌کننده از جمله کلیدها - بستگی دارد. در سال‌های اخیر تولیدکنندگان تجهیزات الکتریکی، براساس نیاز بازار، انواع کلیدها را با خواص الکتریکی و مکانیکی هماهنگ با شرایط بهره‌برداری و جنبه‌های اقتصادی تولید کرده‌اند. ضروری است که هنرجویان با ساختمان، طرز کار، کاربرد کلیدهای دستی و مغناطیسی آشنا شوند و مهارت‌های لازم را به‌دست آورند. این مهارت‌ها یکی از مشاغل بازار کشور را تشکیل می‌دهد.

#### ۱-۸- کلیدهای دستی

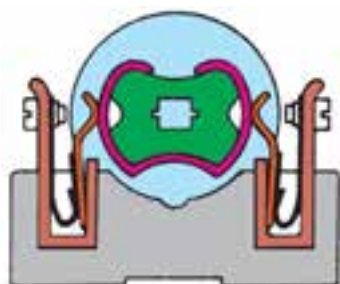
از نظر ساختمان، کلیدها را به صورت اهرمی، غلتکی و

جلوی کنتاكت‌های ثابت قرار بگیرند، حالت وصل کلید اتفاق می‌افتد. عمر مفید این کلیدها به دلیل تماس زیاد کنتاكت‌ها کم است؛ از این رو، امروزه از آنها در صنعت کم‌تر استفاده می‌شود.

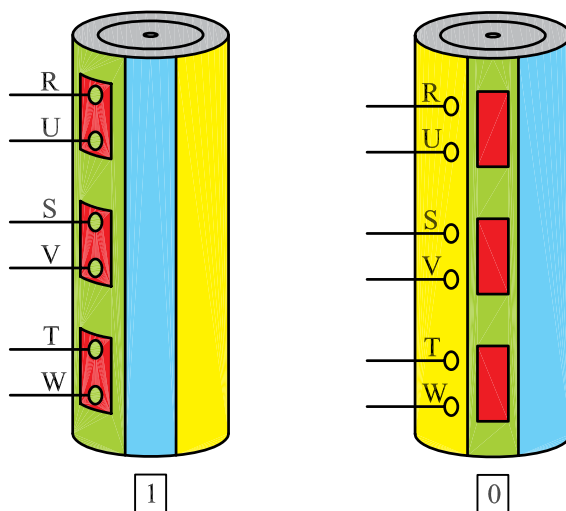
گرفته‌اند که با حرکت استوانه (حول محور آن) کنتاكت‌های ثابتی را به یکدیگر وصل یا از همدیگر قطع می‌کند. اگر قسمت‌های فرورفته‌ی استوانه در جلوی کنتاكت‌های ثابت قرار بگیرند، حالت قطع کلید و اگر قسمت‌های برآمده در



شکل ۱-۸- کلید اهرمی (چاقویی)



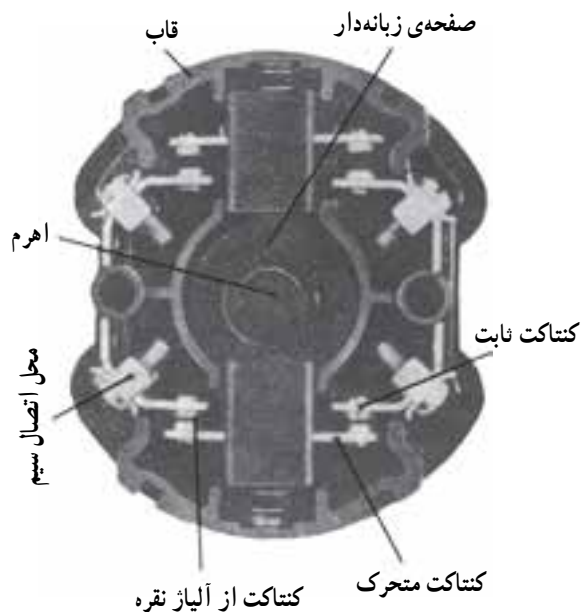
ب



الف - نحوه‌ی عمل یک کلید غلتکی با حروف قدیم

شکل ۲-۸- کلید غلتکی

به یکدیگر اتصال یابند. در شکل ۸-۴ نمای ظاهری یک کلید سلکتور (زبان‌های) و اجزای تشکیل دهنده‌ی آن نشان داده شده است.

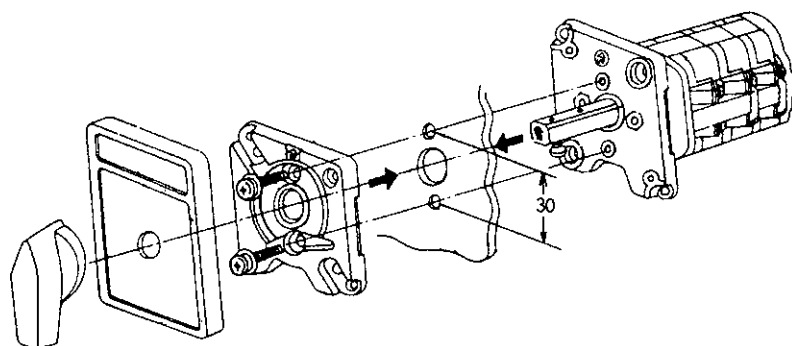


شکل ۸-۳- کلید زبان‌های

ج) کلید زبان‌های: امروزه در صنعت از کلیدهای زبان‌های، به دلیل مزایای زیاد آن‌ها نسبت به دو نوع دیگر، استفاده‌ی بیشتری می‌شود (چون نسبت به کلید غلتکی عمر زیادتری دارد و نسبت به کلید اهرمی جریان بیشتری را از خود عبور می‌دهد).

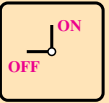
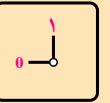
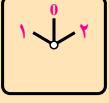
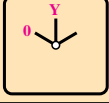
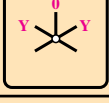
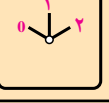
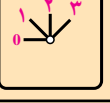
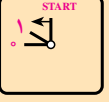
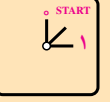
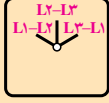
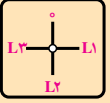
در این کلید (مطابق شکل ۸-۳) به جای استفاده از نوارهای هادی و تیغه‌های ثابت، استوانه را طوری طراحی می‌کنند که چندین برجستگی و فرورفتگی داشته باشد و با حرکت استوانه به دور محور خود، زبان‌ها بالا و پایین بروند. زبان‌های مزبور کنتاكت‌های متحرك (پلاتین) را به کنتاكت‌های ثابت، وصل یا از آن‌ها جدا (قطع) می‌کند. کلید زبان‌های به صورت‌های توکار و روکار ساخته می‌شود. در صنعت به این کلیدها «کلید سلکتور» هم می‌گویند.

در کلیدهای زبان‌های، علاوه بر اتصالات داخلی، ممکن است در خارج نیز چند پیچ به وسیله‌ی یک قطعه فلز مسی ثابت



شکل ۸-۴

## جدول ۸-۱

تصویر	نام کلید
 	قطع و وصل ساده (۱ - ۰)
	معکوس کننده‌ی جهت گردش موتور (چپ گرد، راست گرد) (۱ - ۰ - ۲)
	ستاره - مثلث ( ۰ - ۱ - ۲ )
	ستاره - مثلث، چپ گرد، راست گرد ( ۰ - ۱ - ۲ - ۳ )
 	چند سرعت (۱ - ۰ - ۲) و (۰ - ۱ - ۲ - ۳)
 	راه اندازی موتورهای تک فاز
 	انتخاب کننده‌ی فاز (برای دستگاه‌های اندازه‌گیری) (مانند کلید ولت متر)

## ۸-۱-۲- کاربرد کلیدهای دستی: این کلید براساس

کاربردهای زیر در انواع مختلفی تولید و به بازار عرضه می‌شوند:

- ۱- قطع و وصل ساده‌ی مدار و ماشین‌های الکتریکی؛
- ۲- تغییر اتصال موتورهای الکتریکی (ستاره، مثلث)؛
- ۳- تغییر جهت گردش موتورهای الکتریکی (چپ گرد، راست گرد)؛
- ۴- تغییر سرعت موتورهای الکتریکی (کند، تند)؛
- ۵- ترکیبی از مراحل فوق (چپ گرد، راست گرد، ستاره، مثلث)؛

۶- انتخاب کننده‌های فاز (کلید ولت متر).

در بازار کلیدهای دیگری وجود دارند که برای مصارف خاص صنعتی و عمومی ساخته می‌شوند. در این فصل شما با ساختمان، طرز کار کلیدها آشنا می‌شوید و در کارگاه روشن اتصال آن‌ها را به مصرف کننده‌ها به صورت عملی فرا می‌گیرید.

## ۸-۲- اتصال موتورهای الکتریکی سه فاز به شبکه‌ی برق با کلید قطع و وصل (0-1)

اصول کار: کلید زبانه‌ای (0-1) دو حالت قطع و وصل

دارد. برای راه‌اندازی موتور سه فاز یک بار باید سه فاز  $L_1$   $L_2$  و  $L_3$  را به سرهای  $U_1$ ،  $V_1$  و  $W_1$  در موتور اتصال دهد و در حالت دوم باید این اتصال را قطع کند. حالت کاری این کلید به صورت روبرو است:

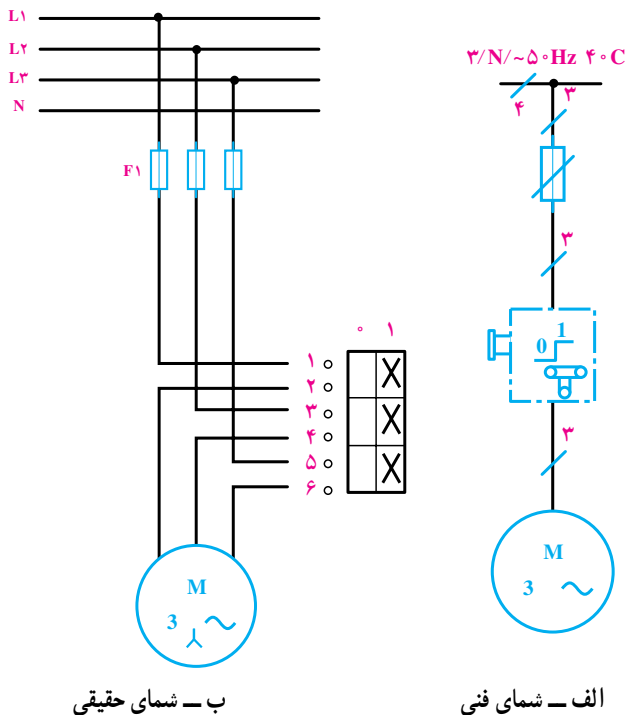
$L_1$  .  $U_1$

$L_2$  .  $V_1$

$L_3$  .  $W_1$

شمای حقیقی و فنی: در شکل ۸-۵، شمای حقیقی و فنی

کلید زبانه‌ای برای راه‌اندازی یک موتور سه فاز نشان داده شده است. با توجه به نقشه‌ی این مدار در استاندارد IEC، سه فاز  $L_1$ ،  $L_2$  و  $L_3$  به ترمینال‌های ۱ و ۳ و ۵ اتصال می‌یابد و ترمینال‌های خروجی ۲، ۴ و ۶ به سرهای خروجی موتور  $U_1$ ،  $V_1$  و  $W_1$  متصل می‌شوند.



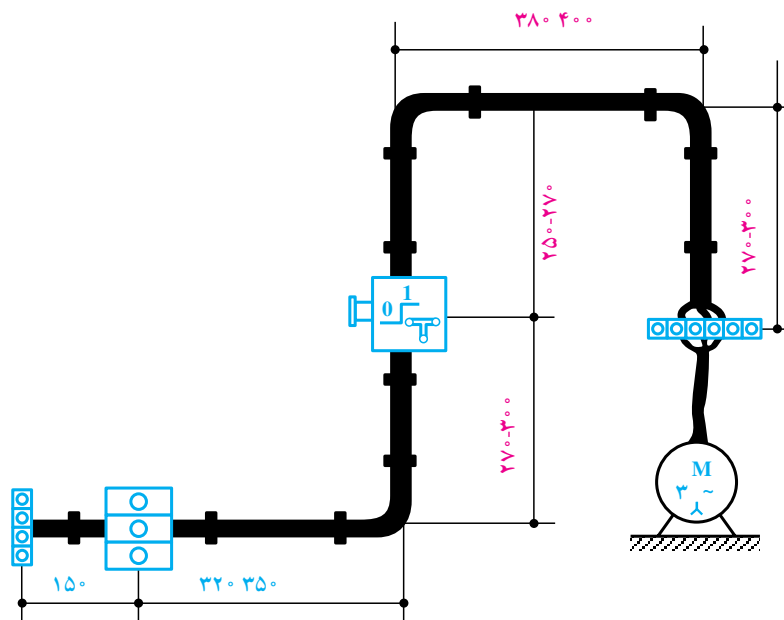
شکل ۸-۵



## کار عملی ۱۰

راه اندازی موتور سه فاز با کلید زبانهای (۱-۰). در شکل ۸-۶، نحوه ی کابل کشی و برق رسانی به یک موتور سه فاز آسنکرون توسط کلید زبانهای (۱-۰) را مشاهده می کنید.

با رعایت اندازه های داده شده روی شکل، مدار را اتصال دهید و پس از تأیید مربی، مدار را در حالت وصل قرار دهید و موتور را راه اندازی کنید.



شکل ۸-۶

### ۸-۳- تغییر جهت گردش موتورهای سه فاز

در خیلی از موارد دستگاه‌های الکتریکی نظیر ماشین تراش، بالابرها، نقاله‌ها و ... نیازمند تغییر جهت گردش از راست گرد به چپ گرد یا به عکس‌اند.

اصول کار: کلید دارای سه حالت (0) قطع، (1) چپ گرد و (2) راست گرد است.

کلیدهای زبان‌های چپ گرد و راست گرد در دو نوع موقت کار و دائم کار ساخته می‌شوند. نوع موقت کار برای راه‌اندازی جراثقال‌ها و کارخانجات مورد استفاده قرار می‌گیرد. موقت کار تا زمانی که دست روی کلید است کار می‌کند. شکل ۸-۷ شمای حقیقی کلید چپ گرد- راست گرد زبان‌های را نمایش داده است.

از مقایسه‌ی رابطه‌های حالت چپ گرد و راست گرد با یکدیگر مشاهده می‌شود در یک رابطه مشترک‌اند و می‌توان به رابطه کلی زیر دست یافت:

$$V_1 \cdot L_1 \cdot U_1$$

$$U_1 \cdot L_2 \cdot V_1$$

$$L_3 \cdot W_1$$

تعداد ترمینال‌های کلید ۲ برابر تعداد حالت‌ها، یعنی ۱۰ ترمینال است.

$$\cdot L_1 \cdot U_1$$

$$\cdot L_2 \cdot V_1$$

$$\cdot L_3 \cdot W_1$$

در حالت راست گرد

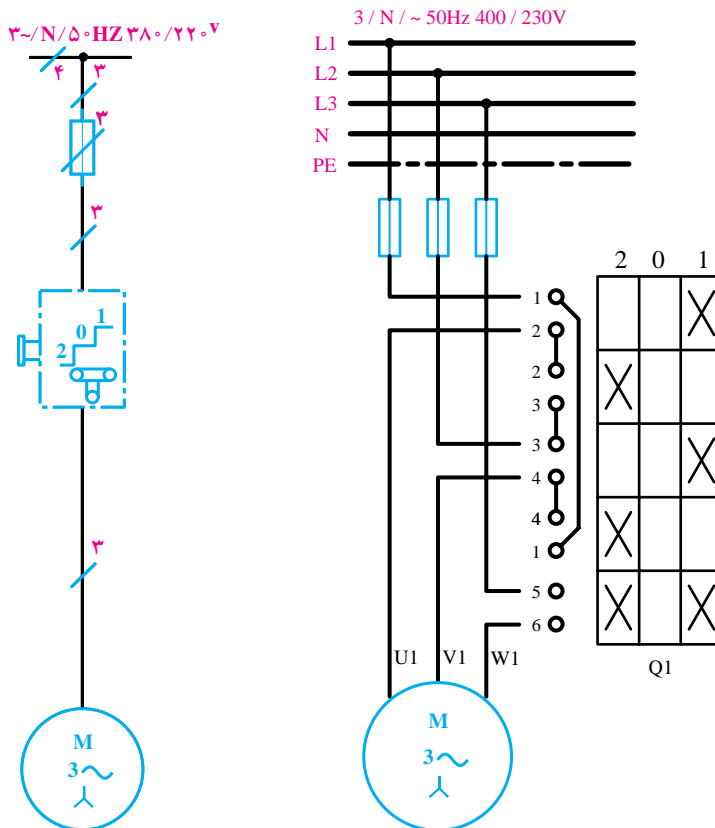
(جای دو سر سیم عوض می‌شود)

$$\cdot L_1 \cdot U_1$$

$$\cdot L_2 \cdot V_1$$

$$\cdot L_3 \cdot W_1$$

در حالت چپ گرد



ب - شمای فنی

الف - شمای حقیقی

## کار عملی ۱۱

راه اندازی موتور سه فاز به صورت چپ گرد —

راست گرد با کلید زبان‌های (1-0-2)

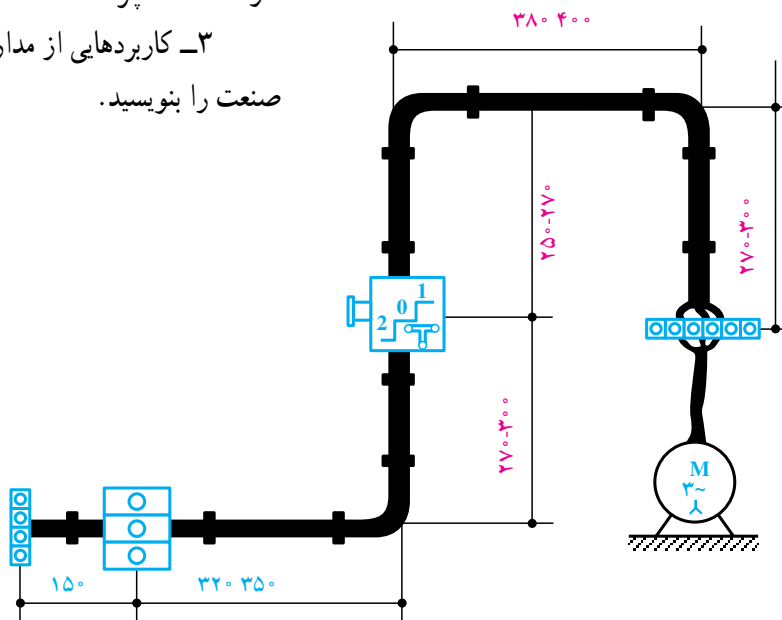
در شکل ۸-۸، نحوه‌ی کابل کشی و برق رسانی به یک موتور سه فاز آسنکرون توسط کلید زبان‌های (1-0-2) را مشاهده می‌کنید. با رعایت اندازه‌های داده شده روی شکل، مدار را اتصال دهید و پس از تأیید مربی، با قرار دادن مدار در حالت وصل، موتور را راه‌اندازی کنید.

— قبل از آزمایش مدار، قسمت‌های مختلف آن را از

لحاظ رعایت نکات ایمنی بررسی کنید.

### سوالات

- ۱- اگر یکی از فازهای مدار چپ گرد — راست گرد یک موتور سه فاز قطع باشد، هنگام وصل کلید، موتور در چه جهتی گردش خواهد کرد؟ چرا؟
- ۲- اگر یکی از فازهای موتور سه فاز در حین کار قطع شود، در صورت تغییر حالت کلید (از چپ به راست) چه اتفاقی خواهد افتاد؟ چرا؟
- ۳- کاربردهایی از مدار تغییر جهت گردش موتورها در صنعت را بنویسید.



شکل ۸-۸

۸-۴- راه اندازی موتورهای سه فاز به صورت

ستاره مثلث

برای این که یک موتور از حالت سکون به دور نامی برسد، آن را با وسایلی که «راه‌انداز» نامیده می‌شود به کار می‌اندازند. اگر موتورهای الکتریکی با قدرت بالا را مستقیماً به شبکه وصل کنیم، جریان راه‌اندازی حدود ۴ تا ۷ برابر جریان نامی از شبکه

دریافت می‌کند؛ در نتیجه احتمال دارد سیم‌های رابط و وسایل حفاظتی صدمه ببینند. به همین جهت موتورها را به گونه‌ای راه‌اندازی می‌کنند که بتوان جریان راه‌اندازی را کنترل و آن را محدود کرد (البته هر چه جریان راه‌اندازی بیشتر باشد گشتاور راه‌اندازی موتور نیز بالا خواهد رفت).  
به همین دلیل است که موتورهای با قدرت پایین را مستقیماً

جدول ۲-۸ طرز اتصال موتورهای سه فاز با قدرت های نامی مختلف به شبکه را نشان می دهد.

به شبکه وصل می کنند و موتورهای دارای جریان بالا و قدرت زیاد را، که می توانند در شبکه مورد نظر اتصال مثلث داشته باشند را با استفاده از مدارهای ستاره مثلث به شبکه اتصال می دهند.

جدول ۲-۸ - طرز اتصال موتورهای سه فاز با قدرت های نامی مختلف به شبکه

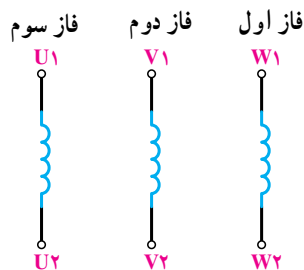
روش های راه اندازی	قدرت نامی	
	در شبکه ۲۳۰V	در شبکه ۴۰۰V
راه اندازی به صورت مستقیم	۱/۵ kw تا ۳ kw	۲/۲ kw تا ۴ kw
راه اندازی به صورت ستاره مثلث	۳ kw تا ۵/۵ kw	۴ kw تا ۱۱ kw
راه اندازی به وسیله ی مقاومت راه انداز	۷/۵ kw	۱۵ kw

طرز اتصال: کلاف های فازهای مختلف موتور را به

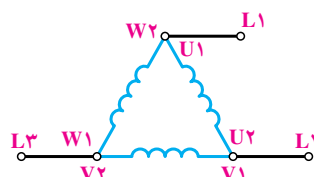
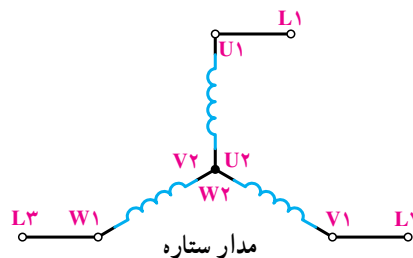
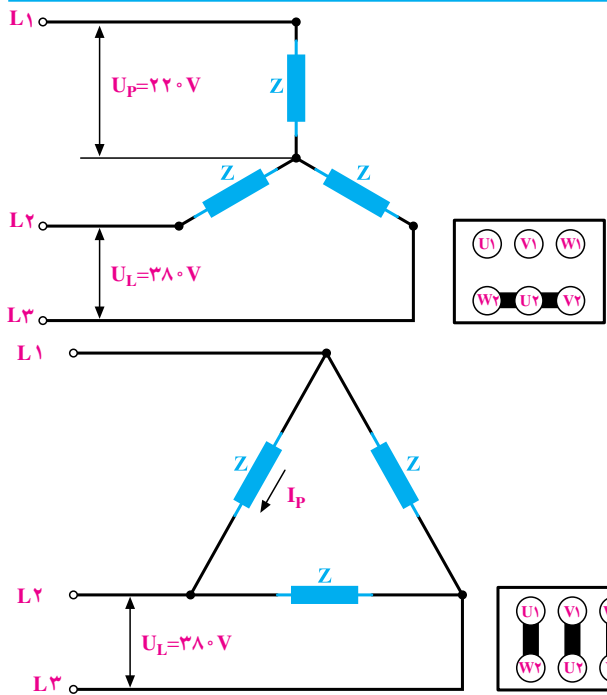
صورت زیر نشان می دهند:

وصل می شود  $U_1, V_1, W_1$  :  $L_1, L_2, L_3$   
 اتصال ستاره :  $U_1, V_2, W_2$   
 اتصال کوتاه می شود

$U_1, V_1, W_1$  :  $L_1, L_2, L_3$   
 اتصال مثلث :  $U_2, W_1$  به  $V_2, V_1$  به  $U_1$



این کلاف ها را در اتصال ستاره مثلث، به اشکال زیر، به شبکه وصل می کنند تا مدار ستاره و مدار مثلث به دست آید. اتصال ستاره و مثلث:



شکل ۱۰-۸ - اتصال ستاره و مثلث

شکل ۹-۸

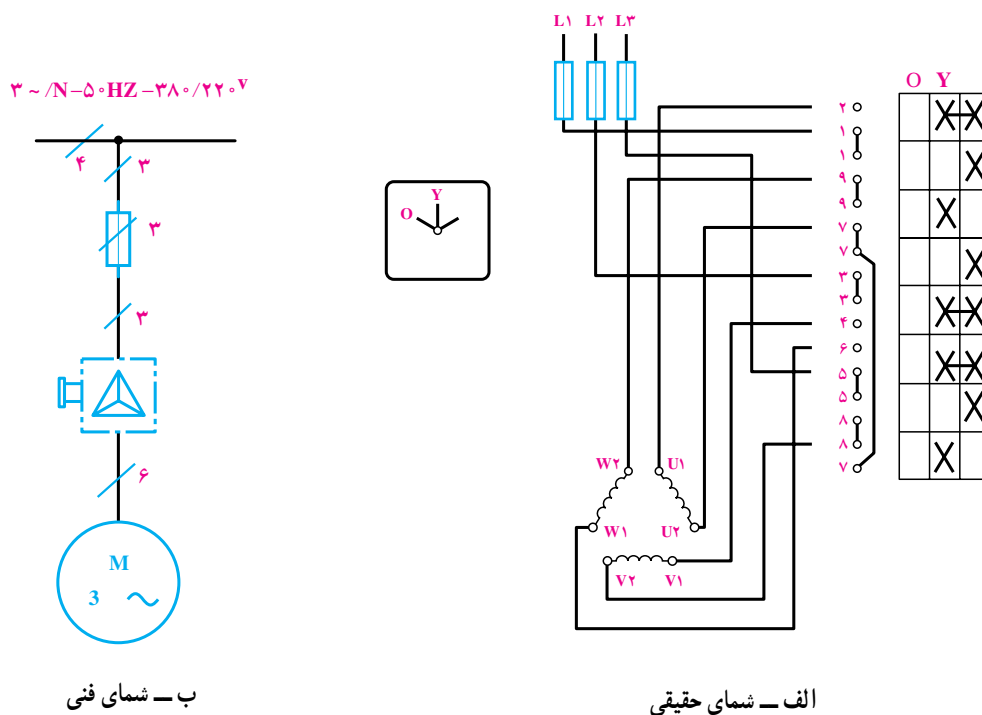
### توجه

قدرت موتور در حالت ستاره،  $\frac{1}{3}$  قدرت موتور در حالت مثلث است. گفتنی است قدرت موتور در حالت مثلث همان قدرت نامی موتور است.

### توجه

جریان در حالت مثلث، ۳ برابر جریان در حالت ستاره است.

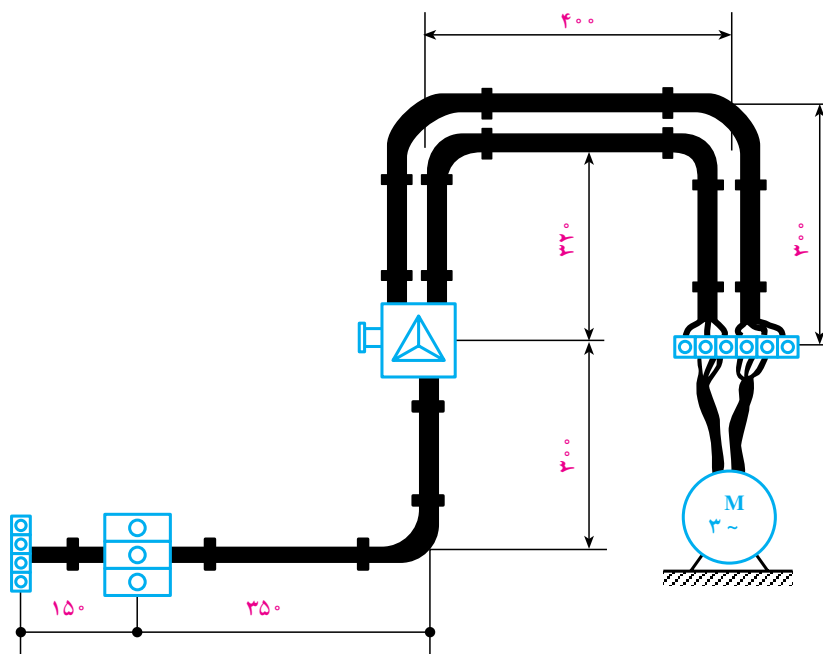
شکل ۸-۱۱، شمای حقیقی و شمای فنی مدار راه اندازی استاندارد IEC نشان می‌دهد. یک موتور سه فاز آسنکرون را با کلید ستاره مثلث زیانه‌ای در



شکل ۸-۱۱

## کار عملی ۱۲

راه اندازی موتور سه فاز به صورت ستاره مثلث با کلید زیانه ای. یک موتور سه فاز آسنکرون ۷/۳۸۰/۶۶۰ را مطابق شکل ۸-۱۲، توسط کلید زیانه ای به شبکه ی برق اتصال دهید و با رعایت اندازه های داده شده و پس از تأیید مربی، مدار را در حالت وصل قرار دهید و موتور را راه اندازی کنید.



شکل ۸-۱۲

### ۸-۵-۱ کنتاکتور یا کلید مغناطیسی

نیروی کششی فنر را خنثا می کند و هسته ی فوقانی را به هسته ی تحتانی اتصال می دهد و باعث می شود که تعدادی کنتاکت عایق شده از یکدیگر به ترمینال های ورودی و خروجی کلید متصل شود و یا باعث گردد کنتاکت های بسته ی کنتاکتور باز شوند. در صورتی که مدار تغذیه ی بوبین کنتاکتور قطع شود، اثر نیروی فنری که داخل کلید قرار دارد هسته ی متحرک دوباره به حالت اول باز می گردد. در شکل ۸-۱۳ تصاویری از چند نمونه کنتاکتور و طرح ساده ای را مشاهده می کنید.

کنتاکتور با استفاده از خاصیت الکترومغناطیس – مانند رله ها – تعدادی کنتاکت را به یکدیگر وصل یا از یکدیگر جدا می کند. از این خاصیت جهت قطع و وصل و یا تغییر اتصال مدار استفاده می شود.

۸-۵-۱-۱ ساختمان کنتاکتور: این کلید از دو هسته به شکل E یا U که یکی ثابت و دیگری متحرک است تشکیل می شود. در میان هسته ی ثابت یک بوبین یا سیم پیچ قرار دارد. وقتی بوبین به برق متصل می شود با استفاده از خاصیت مغناطیسی،



شکل ۸-۱۳- نمای چند نوع کنتاکتور

مراحل باز کردن اجزای تشکیل دهنده‌ی یک نوع کنتاکتور در شکل ۸-۱۴ نشان داده شده است.



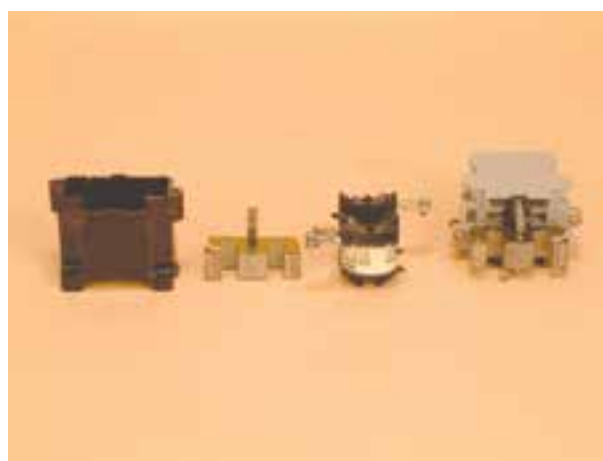
(a)



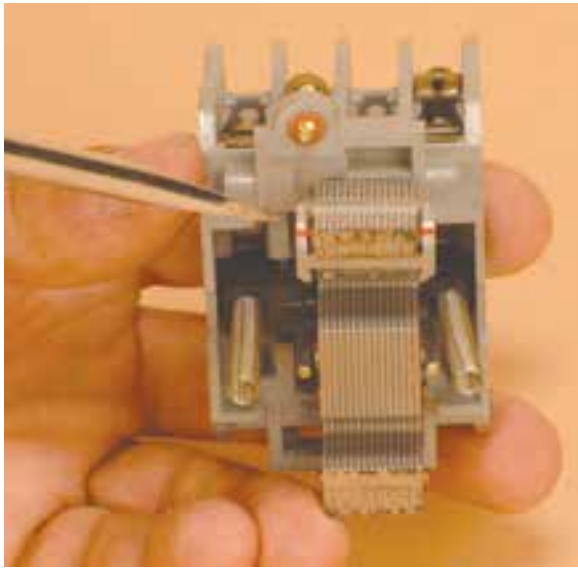
(b)



(c)



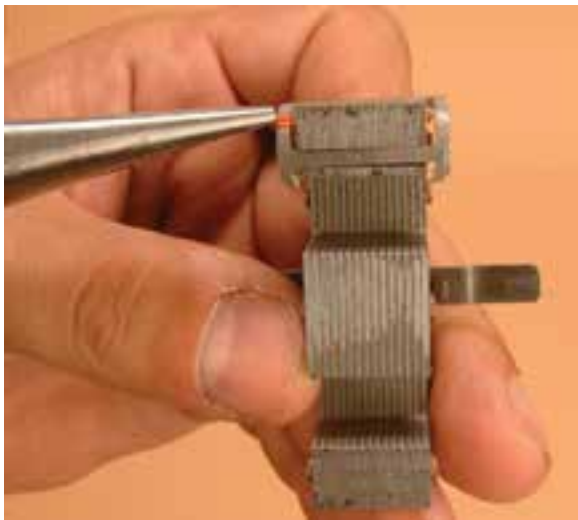
(d)



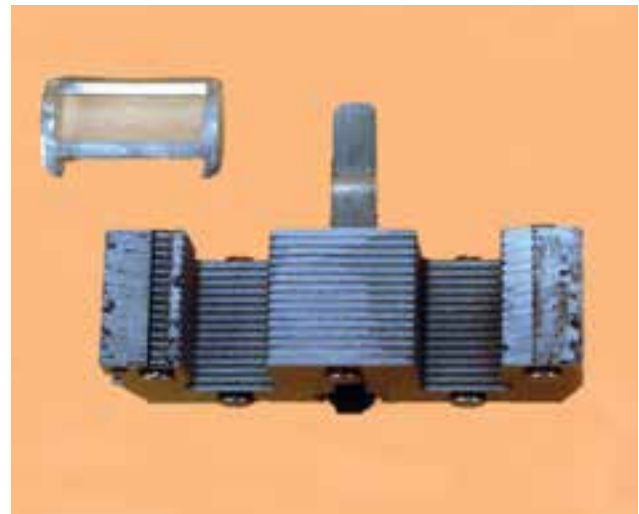
(e)



(f)



(g)



(h)

شکل ۱۴-۸- مراحل باز کردن اجزای تشکیل دهنده‌ی کنتاکتور

- ۵- از نظر حفاظتی مطمئن‌ترین و حفاظت مناسب‌تر و کامل‌تر دارند.
- ۶- عمر مؤثرشان بیش‌تر است.
- ۷- هنگام قطع برق، مدار مصرف‌کننده نیز قطع می‌شود و به استارت مجدد نیاز پیدا می‌کند؛ در نتیجه از خطرات وصل ناگهانی دستگاه جلوگیری می‌گردد.

- ۲-۵-۸- مزایای استفاده از کنتاکتورها: کنتاکتورها نسبت به کلیدهای دستی صنعتی مزایایی به شرح زیر دارند:
  - ۱- مصرف‌کننده از راه دور کنترل می‌شود.
  - ۲- مصرف‌کننده از چند محل کنترل می‌شود.
  - ۳- امکان طراحی مدار فرمان اتوماتیک برای مراحل مختلف کار مصرف‌کننده وجود دارد.
  - ۴- سرعت قطع و وصل کلید زیاد و استهلاک آن کم است.



## ۸-۶- شستی استاپ استارت و سلکتور سویچ‌های فرمان

شستی‌ها از جمله وسایل فرمان هستند، که تحریک آن‌ها به وسیله‌ی دست انجام می‌گیرد و در انواع مختلف و برای کاربردهای متفاوت طراحی می‌شوند. شستی‌هایی که پس از تحریک، دو کنتاکت وصل را قطع

می‌کنند شستی استاپ (قطع) و شستی‌هایی که پس از تحریک دو کنتاکت، قطع را وصل می‌کنند شستی استارت (وصل) نامیده می‌شوند. شستی‌هایی که هر دو عمل را در یک زمان اجرا می‌کنند، به شستی استاپ و استارت دابل معروف‌اند. شکل ۸-۱۵ و ۸-۱۶ تصاویری از چند نمونه شستی و کلید سویچ را نشان می‌دهد.



شکل ۸-۱۵- نمای چند نوع شستی سلکتوری و شستی قفل شونده



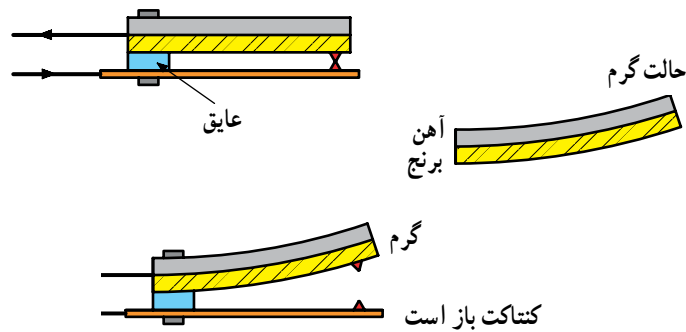
شکل ۸-۱۶- چند نوع شستی استاپ و استارت

## ۸-۷- رله‌ی حرارتی (بی‌متال)

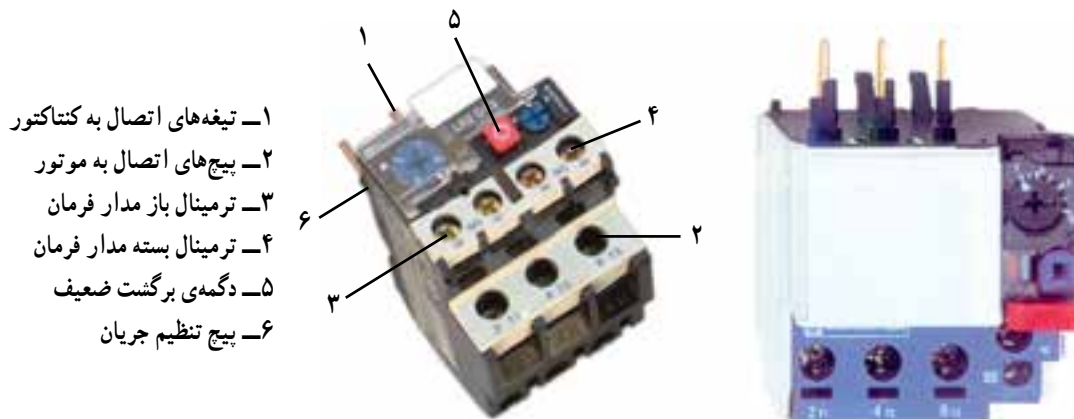
قطع یا وصل می‌کند. از خاصیت بی‌متال در فیوزها، رله‌های بی‌متال استفاده می‌شود. رله‌های بار زیاد (بی‌متال) قابل تنظیم است و در مقابل اضافه بار از  $1/5^\circ$  تا  $1^\circ$  برابر جریان نامی، موتور را قطع می‌کند. در نمونه‌ی سه فاز آن رله‌ی حرارتی از سه پل قدرت برای عبور جریان اصلی مصرف‌کننده تشکیل شده و دارای دو کنتاکت فرمان است: یکی کنتاکت بسته جهت قطع مدار تغذیه‌ی کنتاکتور و دیگری کنتاکت باز که پس از عمل بی‌متال بسته می‌شود و برای اطلاع دادن از خطای حاصل در مدار به کار می‌رود. بعضی از این رله‌ها کلیدی دارند که برای دو حالت دستی و اتوماتیک طراحی شده‌اند. در حالت دستی پس از عمل رله باید با دست آن را به حالت اول برگرداند. در حالت اتوماتیک، رله پس از مدت زمانی معین به حالت اول باز می‌گردد. در شکل ۸-۱۸، چند نمونه رله‌ی بی‌متال نشان داده شده است.

دستگاه‌های الکتریکی را باید در مقابل خطرات و خطاهای احتمالی حفاظت کرد. یکی از راه‌های حفاظت موتورهای الکتریکی، استفاده از رله‌ی حرارتی و رله‌ی مغناطیسی است. رله‌ی حرارتی، موتور را در مقابل اضافه بار (بار زیاد) حفاظت می‌کند. اصول ساختمان آن از دو فلز، که دارای ضریب انبساط طولی مختلف‌اند، تشکیل شده است (شکل ۸-۱۷).

این دو فلز در حالت گرم، به وسیله‌ی غلتک پرس و به صورت یک تکه دیده می‌شود. این دو فلز یک بی‌متال را تشکیل می‌دهند. در اثر عبور جریان، هر دو فلز گرم و طول آن‌ها زیاد می‌شود و چون ازدیاد طول یکی از فلزات بیش‌تر از دیگری است، از این رو دو فلز با هم خم می‌شوند. این حرکت به‌طور مستقیم و یا به‌وسیله‌ی اهرم‌هایی به یک کنتاکت منتقل می‌شود و مدار را



شکل ۸-۱۷- نحوه‌ی کار بی‌متال



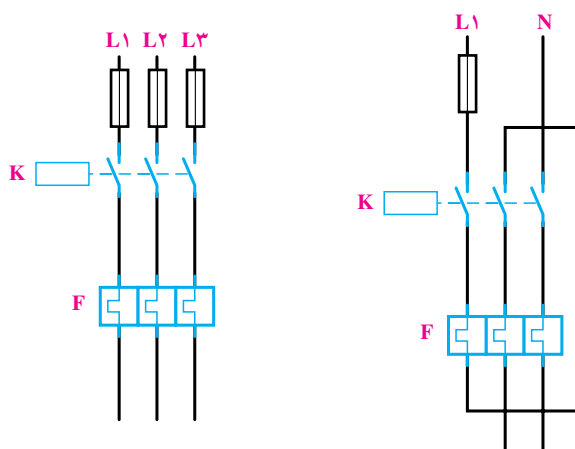
- ۱- تیغه‌های اتصال به کنتاکتور
- ۲- پیچ‌های اتصال به موتور
- ۳- ترمینال باز مدار فرمان
- ۴- ترمینال بسته مدار فرمان
- ۵- دکمه‌ی برگشت ضعیف
- ۶- پیچ تنظیم جریان

شکل ۸-۱۸- نمای خارجی بی‌متال

در شکل‌های ۸-۱۹ و ۸-۲۰ به ترتیب مشخصات و نحوه‌ی اتصال یک نمونه رله حرارتی زیر کنتاکتور را مشاهده می‌کنید.



شکل ۸-۱۹- مشخصات یک نمونه بی‌متال و نحوه‌ی اتصال آن به یک کنتاکتور



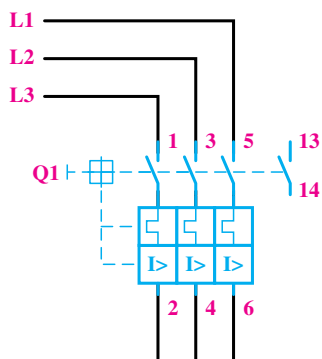
a- اتصال بی‌متال در جریان تک‌فاز      b- اتصال بی‌متال در جریان سه‌فاز

شکل ۸-۲۰- شکل اتصال بی‌متال در جریان تک‌فاز و سه‌فاز

## ۸-۸- کلید محافظ

به طوری که هسته‌ی متحرک از طریق نیروی یک فنر به طرف بالا کشیده شده است. وقتی که جریان از حد تنظیم شده بالاتر رود یا در مدار اتصال کوتاه به وجود آید، بوبین مغناطیس شده هسته‌ی متحرک را به سمت پایین می‌کشد و باعث قطع کنتاکت‌های متصل به هسته‌ی متحرک می‌شود؛ در نتیجه رله‌ی مدار را قطع می‌کند. مدت زمان عمل رله بسیار کم است؛ به همین دلیل این رله را رله‌ی سریع می‌گویند (شکل ۸-۲۱).

کلید محافظ می‌تواند موتور را در مقابل اتصال کوتاه و اضافه بار حفاظت کند و برای عمل رله، معمولاً آن را روی جریان معینی تنظیم می‌کنند (۱/۵ تا ۱/۸ برابر جریان نامی). وقتی که جریان از حد تنظیم شده بیش‌تر شود، عضو حرارتی رله عمل و مدار را قطع می‌کند. عضو مغناطیسی این رله از یک هسته‌ی آهنی ثابت و یک هسته‌ی متحرک و یک بوبین تشکیل شده است؛



به طرف مصرف کننده (شمای حقیقی)  
کلید حفاظت موتور



شکل ۲۱-۸- کلید محافظ موتور

## ۸-۹- لامپ‌های سیگنال

لامپ‌های علامت‌دهنده یا لامپ‌های سیگنال در کلیه‌ی دستگاه‌های صنعتی و تابلوهای توزیع و تابلو فرمان به کار می‌رود. نوع استفاده از لامپ متفاوت است. از این لامپ به عنوان لامپ خبر استفاده می‌شود و می‌تواند روشن بودن، خاموش بودن و یا عیب دستگاه و ... را نشان دهد. لامپ‌های سیگنال را، قبل از هر بار کار انداختن دستگاه صنعتی، باید به وسیله‌ی کلید مخصوص امتحان کرد و از سالم بودن مدار و هم‌چنین لامپ آن کاملاً مطمئن شد تا در صورت بروز خطا در مدار بتواند به‌خوبی عمل کند.

## ۸-۱۰- لمیت سویچ‌ها (سویچ‌های محدودکننده)

این نوع کلیدها معمولاً برای فرمان‌های مکانیکی یا محدود کردن حرکت دستگاهی به کار می‌روند. ساختمان داخلی آن‌ها مانند استاپ استارت‌هاست و به‌صورت ساده و دوبل و چند کنتاکته ساخته می‌شوند. در شکل‌های ۲۲-۸ انواع این کلیدها مشخص شده است.

کاربرد و ساختمان خارجی لمیت سویچ‌ها متفاوت است و بستگی مستقیم به چگونگی سیستم مکانیکی دستگاه دارد.



شماره‌ی ۶

شماره‌ی ۵

شماره‌ی ۴

شماره‌ی ۳

شماره‌ی ۲

شماره‌ی ۱

- ۱- کلید محدودکننده‌ی فشاری انتهایی
- ۲- کلید محدودکننده‌ی قرقره‌ای
- ۳- کلید محدودکننده‌ی قرقره‌ای یک‌طرفه از چپ
- ۴- کلید محدودکننده‌ی قرقره‌ای یک‌طرفه از راست
- ۵- کلید محدودکننده‌ی قرقره‌ای دو طرفه
- ۶- کلید محدودکننده‌ی آنتنی دو طرفه

شکل ۲۲-۸- انواع لمیت سویچ

## ۱۱-۸- رله‌ی زمانی (تایمر)

یکی از وسایل فرمان‌دهنده‌ی مدارهای کنترل اتوماتیک، تایمرها یا رله‌های زمانی هستند که وظیفه‌ی کنترل مدار را برای مدت زمانی معین به عهده دارند.

رله‌ی زمانی الکترونیکی: از تایمرهای الکترونیکی برای تنظیم زمان‌های کم‌تر از ثانیه تا چندین ثانیه استفاده می‌شود. در ساختمان این تایمرها، از مدارها و اجزای الکترونیکی استفاده شده است. در شکل ۸-۲۳- a نمای ظاهری، مدار الکترونیکی داخلی و کنتاکت‌های یک تایمر نشان داده شده است.

در نوعی از این تایمرها، با شارژ و دشارژ شدن یک خازن بوبین، یک رله‌ی کوچک تحریک می‌شود. اصول

ساختمان تایمر الکترونیکی بر مبنای مدار RC (خازن و مقاومت) و برحسب تأخیر زمانی استوار است. تنظیم این نوع تایمرها به مقدار مقاومت سر راه خازن بستگی دارد.

در ساده‌ترین نوع تایمر الکترونیکی در تایمر نوع خازنی، رله هنگامی وصل می‌شود که خازن شارژ بشود و ولتاژ دو سر آن برابر ولتاژ وصل رله گردد. پس از وصل رله، بار ذخیره شده در خازن، روی مقاومتی که توسط کنتاکت باز رله به دو سر خازن وصل می‌شود، تخلیه می‌گردد. در این نوع با تغییر ظرفیت خازن می‌توان زمان تایمر را تنظیم کرد. در شکل ۸-۲۳- b مدار الکترونیکی نوعی تایمر نشان داده شده است.



شکل ۸-۲۳- نمای ظاهری و مدار داخلی تایمر الکترونیکی

در شکل ۸-۲۴ دو نوع تایمر نشان داده شده است. تایمرهای متداول در صنعت برق از نوع تأخیر در وصل<sup>۱</sup> است.

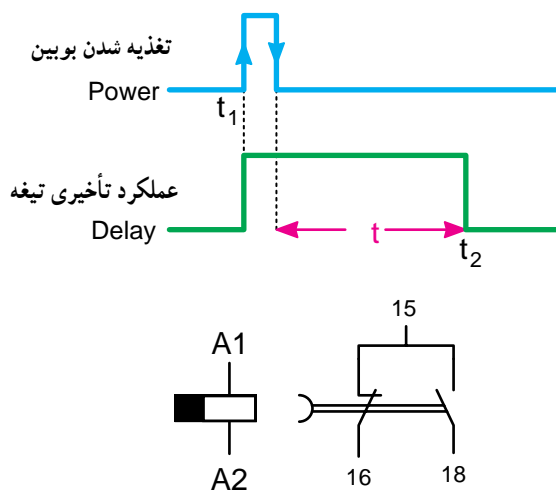
<sup>۱</sup> on delay



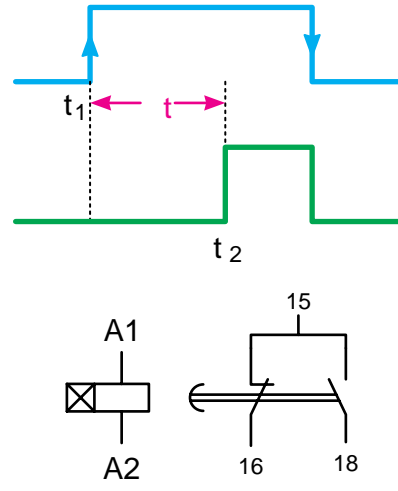
شکل ۸-۲۴

تایمر تأخیر در قطع<sup>۱</sup> با لبه‌ی بالا رونده عمل می‌کند و با لبه‌ی پایین رونده، زمان‌سنجی را آغاز می‌کند و با اتمام زمان به حالت اولیه برمی‌گردد (شکل ۸-۲۶).

این نوع تایمر با لبه‌ی بالا رونده (وصل برق) زمان‌سنجی را آغاز می‌کند و پس از اتمام زمان تنظیم شده بر روی آن، عمل می‌کند این تایمر با لبه‌ی پایین رونده (قطع برق) به حالت اولیه‌ی خود برمی‌گردد (شکل ۸-۲۵).



$t_1$  — لحظه‌ی وصل جریان به بوبین تایمر  
 $t_2$  — لحظه‌ی عملکرد تیغه‌ی تایمر  
 $t$  — مدت زمان تأخیر عملکرد تایمر  
نسبت به لحظه‌ی قطع برق



$t_1$  — لحظه‌ی وصل جریان بوبین تایمر  
 $t_2$  — لحظه‌ی عملکرد تیغه‌ی تایمر  
 $t = t_2 - t_1$  — مدت زمان تأخیر عملکرد تایمر نسبت به لحظه وصل برق

شکل ۸-۲۶ — شمای حقیقی و مشخصه‌ی زمانی رله‌ی تأخیر در قطع

شکل ۸-۲۵ — شمای حقیقی و مشخصه‌ی زمانی<sup>۲</sup> رله‌ی تأخیر در وصل

۱\_ off delay

۲\_ time characteristic

## ۸-۱۲- کلید تابع حرارت (ترموستات)

ترموستات نوعی رله‌ی حرارتی است که در مقابل درجه‌ی حرارت محیط حساس می‌شود، آن‌گاه عمل می‌کند. این وسیله در دستگاه‌های مختلف صنعتی دارای کاربرد فراوان است و وظیفه‌ی تعادل حرارتی دستگاه را به‌عهده دارد. در صورتی که درجه‌ی حرارت از حد تنظیمی فراتر رود، کلید عمل می‌کند. به‌طوری که کنتاکت باز را می‌بندد و یا کنتاکت بسته‌ای را باز می‌کند. از ترموستات بیش‌تر در وسایل حرارتی و برودتی مانند شوفاژ، یخچال و چیلر و هم‌چنین کوره‌ها استفاده می‌شود. شکل ۸-۲۷ یک نمونه ترموستات را نشان می‌دهد.



شکل ۸-۲۷

## ۸-۱۳- حروف و اعداد پلاستیکی

برای مشخص کردن سر و ته سیم‌های متصل شده در زیر پیچ وسایل مختلف، معمولاً از حروف و اعداد پلاستیکی روی سیم‌ها استفاده می‌شود. این حروف و اعداد محل‌های اتصال سر و ته سیم را مشخص می‌کنند (شکل ۸-۲۸).



شکل ۸-۲۸- حروف و اعداد پلاستیکی

## ۸-۱۴- کمربند کابل

خاص‌اند از کمربند کابل جهت بستن و محکم کردن سیم‌ها استفاده می‌شود. شکل ۸-۲۹ نمونه‌های مختلفی از این نوع بست را نشان می‌دهد.

در مواردی که تعداد زیادی سیم در مسیر کانال قرار گرفته باشد و یا به دلایلی سیم‌ها در مسیر خارج از کانال واقع شوند، برای مشخص کردن و دسته‌بندی سیم‌هایی که مربوط به یک قسمت



شکل ۸-۲۹- نمونه‌های مختلف کمر بند کابل

روش‌های دیگری برای دسته‌بندی سیم‌ها در تابلوهای برق، از جمله استفاده از لوله‌های خرطومی، کانال‌های شیاردار و نوارهای بانداژ پلاستیکی وجود دارد که در شکل ۸-۳۰ مشاهده می‌نمائید.



شکل ۸-۳۰

## ۸-۱۵- علائم اختصاری

قبل از بررسی و اتصال مدارهای الکتریکی لازم است با برخی علائم اختصاری الکتریکی آشنا شویم. جدول ۸-۳ تا ۸-۷ نمونه‌های مختلفی از این علائم را نشان می‌دهد.

### ● کنتاکت‌ها





جدول ۸-۳

علامت اختصاری	نام وسیله یا قطعه
	کنتاکت باز تایمر با تأخیر در قطع
	کنتاکت باز تایمر با تأخیر در وصل
	کنتاکت بسته تایمر با تأخیر در قطع
	کنتاکت بسته تایمر با تأخیر در وصل




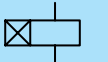
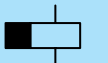
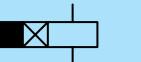


● وسایل خبر دهنده

جدول ۸-۴

علامت اختصاری	نام وسیله یا قطعه
	لامپ خبر
	بوق
	زنگ
	آزیر

● کنتاکتور و رله

جدول ۸-۵

علامت اختصاری	نام وسیله یا قطعه
	بومین کنتاکتور
	رله با تأخیر در وصل
	رله با تأخیر در قطع
	رله با تأخیر در قطع و وصل
	رله با تحریک حرارتی (بی مثال)
	رله ی اضافه جریان (جریان زیاد)





● کلیدها و کنتاکت‌ها

جدول ۸-۷

علامت اختصاری	نام وسیله یا قطعه
	کلید یک فاز
	کلید سه فاز
	شستی وصل (استارت)
	شستی قطع (استپ)
	شستی وصل و قطع (استپ و استارت دوبل)
	کنتاکت باز لیمیت سویچ
	کنتاکت بسته لیمیت سویچ
	کنتاکت باز کنتاکتور
	کنتاکت بسته کنتاکتور
	کنتاکت بسته (مدار فرمان) بی مثال

● محرک عملگرها (محرک و وسایل)

جدول ۸-۶

علامت اختصاری	نام وسیله یا قطعه
	محرک دستی
	محرک فشاری (با دست)
	محرک فشاری (با پدال)
	قفل مکانیکی
	محرک موتوری

## ۸-۱۶- حروف شناسایی

۸-۸ استاندارد شده است. اگر تعداد دستگاه‌ها در یک نقشه‌ی مشابه از یکی بیش‌تر باشد، در این صورت به دنبال حرف مشخص‌کننده‌ی دستگاه، عدد نیز آورده می‌شود؛ مانند Q<sub>۳</sub> و Q<sub>۱</sub> و یا K<sub>۲</sub>M و K<sub>۱</sub>M و یا K<sub>۲</sub>T و K<sub>۱</sub>T.

هر دستگاهی که در مدار فرمان مورد استفاده قرار می‌گیرد با یک حرف لاتین شناسایی و به وسیله‌ی همین حرف در تمامی نقشه‌ها و لیست وسایل نشان داده می‌شود. این حروف در جدول

جدول ۸-۸

حروف شناسایی	نوع تجهیزات	مثال‌ها
C	خازن‌ها	خازن‌های الکترولیتی، خازن‌های غیرالکترولیتی، خازن‌های متغیر
F	وسایل حفاظتی	فیوزها، وسایل حفاظتی over voltage و رله‌های حفاظتی کلیدهای فیوزدار، وسایل قطع‌کننده، کلیدهای قطع و وصل اتوماتیک
G	ژنراتورها - منابع تغذیه	ژنراتورهای چرخان، مبدل‌های فرکانس چرخان، باتری‌ها، منابع تغذیه قدرت
H	وسایل خبردهنده (نمایشگر)	وسایل نمایشگر صوتی و نوری (بوق، آژیر، لامپ، ساعت زنگ‌دار)
K	کنتاکتورها و رله‌ها	کنتاکتورها، کنتاکتورهای کمکی، رله‌های زمانی
L	وسایل القایی	چوک، سیم‌پیچ، فیلتر
M	موتورهای الکتریکی	موتور سه‌فاز، موتور تک‌فاز
N	تقویت‌کننده‌ها، تنظیم‌کننده‌ها	تقویت‌کننده‌ها، تنظیم‌کننده‌ها (رگولاتورها)، وسایل الکترونیکی
P	وسایل اندازه‌گیری و وسایل آزمایش (تست)	نشان‌دهنده‌ها، ثبات‌ها، شمارنده‌ها، وسایل اندازه‌گیری، آمپر متر، ولت‌متر
Q	کلیدهای قدرت	کلیدهای جداکننده، کلیدهای قطع و وصل حفاظتی، کلیدهای حفاظت موتور
R	مقاومت‌ها	مقاومت‌های ثابت، مقاومت‌های قابل تنظیم
S	کلیدها، سلکتورها (انتخاب‌کننده)	کلید فشاری، میکروسوییچ، کلید کنترل
T	ترانسفورماتورها	ترانسفورماتور ولتاژ، ترانسفورماتور جریان، ترانسفورماتور ایزوله، مبدل‌های AC به DC
X	ترمینال‌ها، فیش‌ها، دوشاخه و پریز	دوشاخه و پریز، سوکت‌های نر و ماده، اتصال‌دهنده، فیش آزمایش (تست)
Y	تجهیزات مکانیکی که با برق کار می‌کنند.	ترمزها، کلاچ‌ها، شیرها، چاپگرها، دورنگار، دریاکن

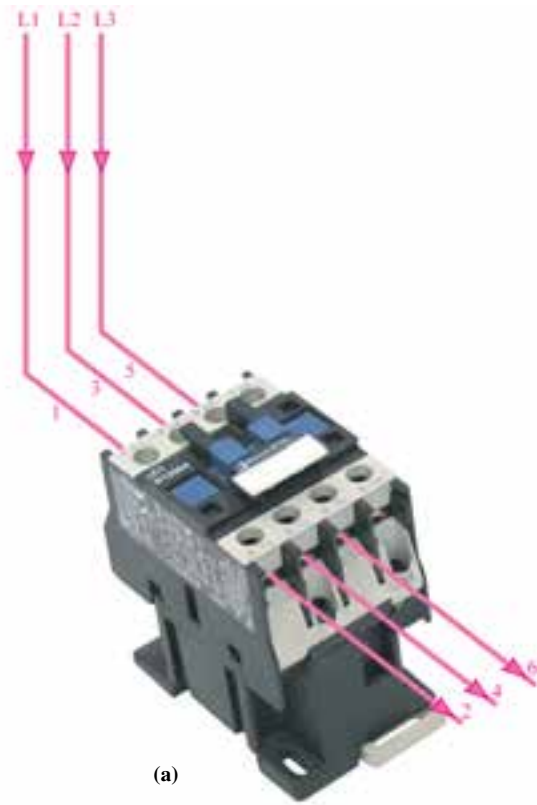
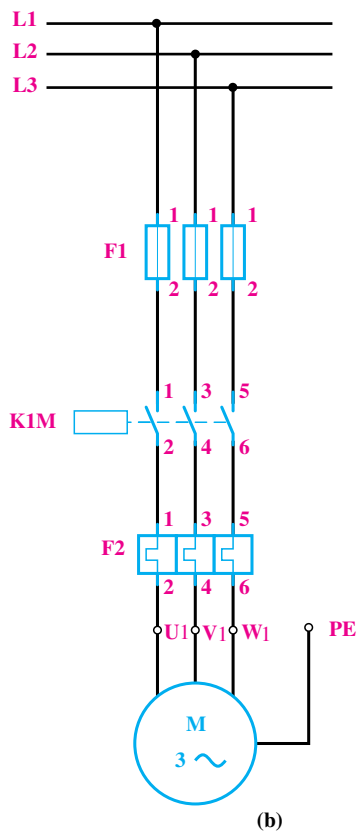
– دورریز سیم‌های مصرفی (خرده سیم) را در محل مناسبی که از قبل تهیه شده بریزید.

## کار عملی ۱۳

یک شستی وصل I و یک شستی قطع 0 نیاز است. مدار قدرت: به نقشه‌ای که انرژی الکتریکی را از شبکه‌ی سه فاز دریافت و به مصرف‌کننده منتقل می‌کند نقشه مدار قدرت می‌گویند. در این مدار کنتاکتور K1M باید موتور را به شبکه اتصال دهد؛ به این ترتیب، مدار قدرت آن با فیوز برای حفاظت در برابر اتصال کوتاه و بی‌متال برای حفاظت در برابر بار زیاد است (شکل ۳۱-۸).

راه‌اندازی موتور سه فاز با کنتاکتور یک موتور سه فاز ی آسنکرون رتور قفسی با مشخصات  $4A$  و  $380V$  و  $2kW$  که بر روی یک ماشین ابزار ساده نصب شده است، باید توسط کنتاکتور به شبکه‌ی  $380^\circ$  ولتی اتصال یابد. مدار الکتریکی این موتور را ترسیم و تجهیزات لازم برای آن را انتخاب کنید.

حل: چون طبق خواسته‌ی مثال، فقط اتصال این موتور به شبکه و قطع آن موردنظر است، پس به یک کنتاکتور K1M و

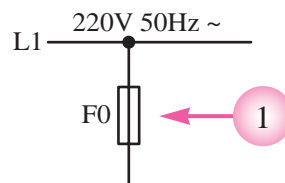


شکل ۳۱-۸- مدار قدرت

ولتاژ کار اغلب مدارهای فرمان شبکه تک‌فاز است. در ترسیم یا نقشه‌خوانی مدارهای فرمان صنعتی به نکات زیر باید توجه کرد:

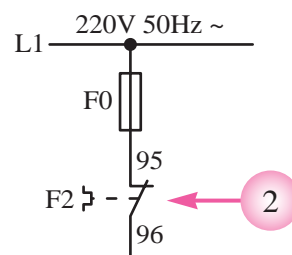
مدار فرمان: به نقشه‌ای که از آن برای ارسال نحوه‌ی عملکرد یا تعیین مدت زمان کارکرد مدار قدرت استفاده می‌شود، نقشه‌ی «مدار فرمان» گویند.

۱- در تمامی مدارهای الکتریکی ضروری است از یک فیوز که به صورت سری با کل مدار قرار می‌گیرد، جهت حفاظت مدار در مقابل اتصال کوتاه استفاده کرد (قطعه‌ی ۱ در شکل ۸-۳۲).



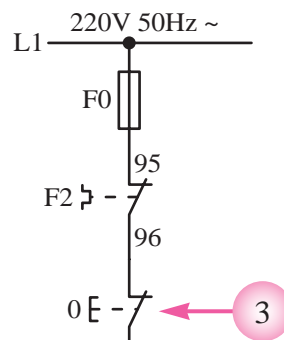
شکل ۸-۳۲

۲- در برخی مدارهای الکتریکی صنعتی روی حفاظت مدار در برابر اضافه بار احتمالی از عنصری به نام بی‌متال، بعد از فیوز در مدارهای فرمان، استفاده می‌شود (قطعه‌ی ۲ در شکل ۸-۳۳).



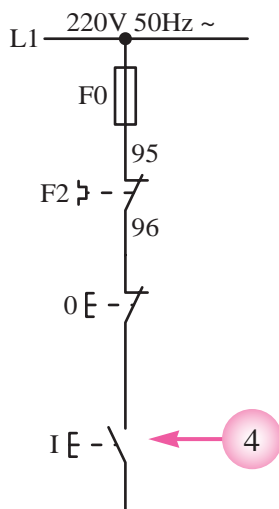
شکل ۸-۳۳

۳- یکی از قطعاتی که در مدارهای صنعتی نقش قطع‌کننده‌ی مدار را دارد، شستی استپ است. اگر هدف استفاده از شستی استپ قطع کل مدار باشد، باید آن را همیشه به صورت سری پس از بی‌متال در مدار قرار داد. در صورتی که هدف قطع یک قسمت از مدار باشد شستی استپ را باید فقط در مسیر آن وسیله قرار داد (قطعه‌ی ۳ در شکل ۸-۳۴).



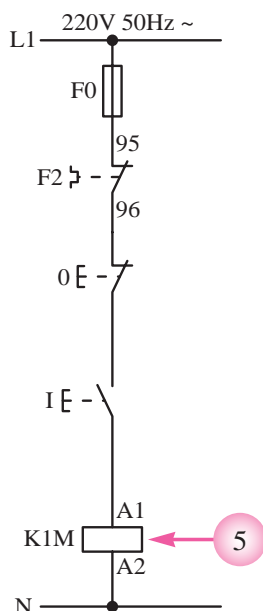
شکل ۸-۳۴

۴- برای شروع به کار هر مدار فرمانی باید از یک وسیله‌ی وصل‌کننده مانند یک کلید یا شستی استارت استفاده کرد، که محل قرار گرفتن آن پس از شستی استپ مدار است (قطعه‌ی ۴ در شکل ۸-۳۵).



شکل ۸-۳۵

۵- در انتهای هر مسیر ساده‌ی جریانی اگر از وسایل و تجهیزات دیگری استفاده شود باید بوبین رله‌های عملگر، مانند بوبین کنتاکتورها را قرار داد. برای این که راحتی کار در زمان سیم‌کشی و عملگر معمولاً یک طرف بوبین کنتاکتورها به سیم نول وصل می‌شود و در نتیجه با وصل کلیدها یا شستی‌های مدار، سیم فاز به سمت دیگر بوبین کنتاکتور وصل می‌شود و پس از مغناطیس شدن آن، کنتاکت‌های آن عمل می‌کند (قطعه‌ی ۵ در شکل ۸-۳۶).



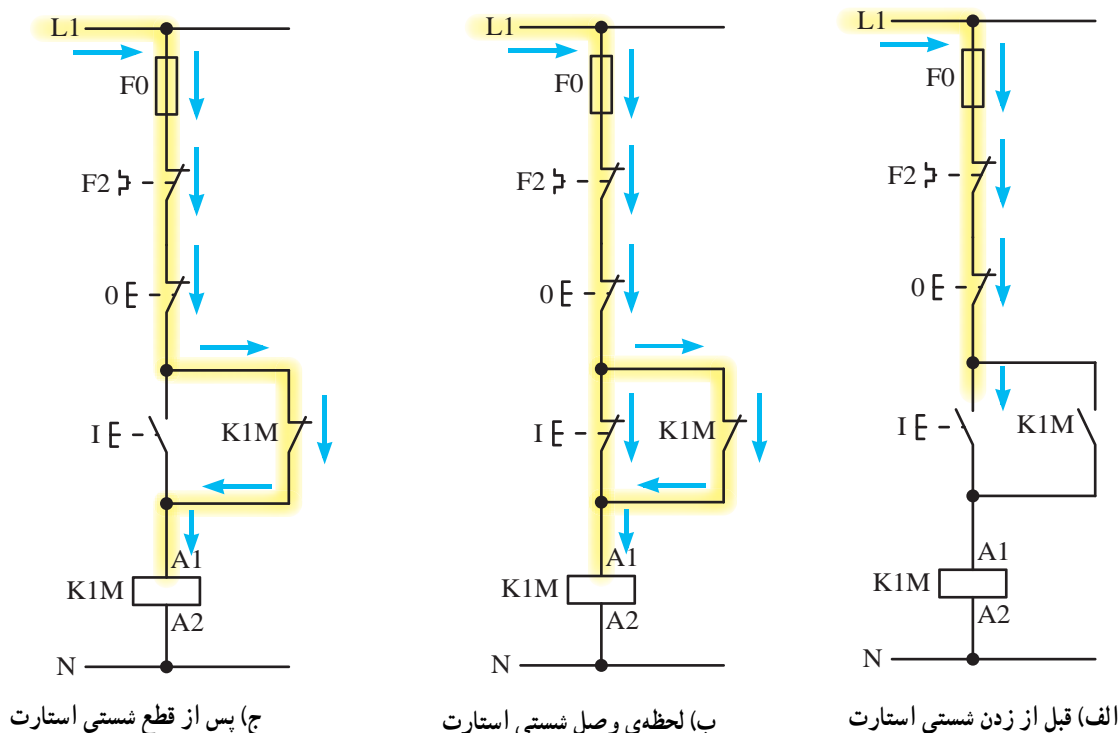
شکل ۸-۳۶

اگر بخواهیم با فشار بر شستی، مدار فرمان به صورت لحظه‌ای کار کند کافی است به جای کلید یک پل از یک شستی استارت استفاده کرد.

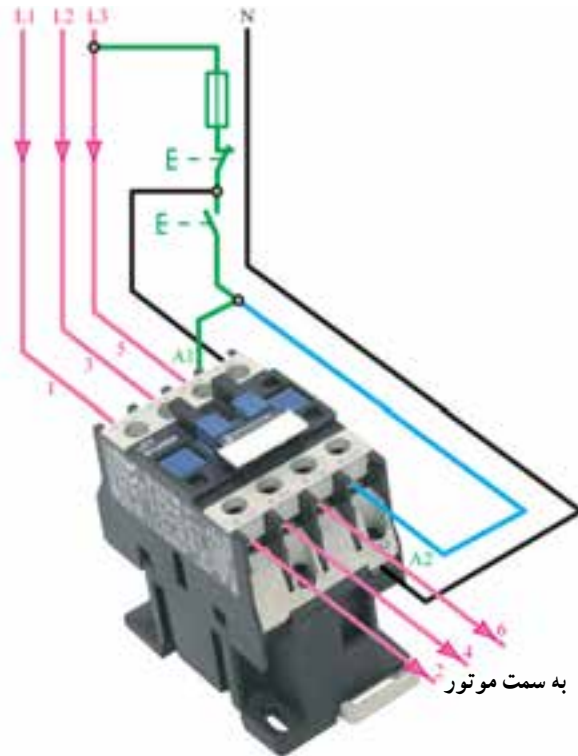
همان طوری که در نقشه مدار فرمان مشخص است جریان از طریق فیوز (F0) بی متال (F۲)، استپ (o) تا استارت (I) آمده است. هرگاه شستی استارت وصل شود جریان به بوبین کنتاکتور می‌رسد و آن را مغناطیس می‌کند. در نتیجه تیغه‌های آن که در مدار قدرت قرار دارند وصل می‌شود و جریان سه فاز به سرهای  $U_1, V_1, W_1$  موتور می‌رسد و تا زمانی که دست ما روی شستی باشد، کار می‌کند. هرگاه دست را از روی شستی برداریم برق

ببین قطع می‌شود و در نتیجه موتور خاموش می‌گردد. در صورتی که بخواهیم با استفاده از شستی‌های استارت و استپ یک مدار راه‌اندازی موتور سه‌فاز را به صورت دائم کار طراحی کنیم، کافی است یکی از کنتاکت‌های باز کنتاکتور را به صورت موازی با شستی استارت قرار دهیم. چون تیغه باعث می‌شود تا مدار در شرایط پایدار باقی بماند به همین دلیل به این کنتاکت «تیغه‌ی خود نگه‌دارنده» نیز گفته می‌شود.

نحوه‌ی عملکرد مدار فرمان در سه وضعیت (قبل از زدن شستی، لحظه‌ی وصل شستی و پس از قطع شستی) را در شکل ۸-۳۷ مشاهده می‌کنید.



شکل ۸-۳۷



شکل ۳۸-۸- مدار فرمان

انتخاب و وسایل: مشخصات کنتاکتور K1M و وسایل حفاظتی مناسب نیز از روی مشخصات موتور تعیین می‌شود. چون موتور آسنکرون رتور قفسی است و ترمز و حالت چپ‌گرد - راست‌گرد شدن نیز در این موتور لازم نیست، کنتاکتور ۳ AC با جریان نامی بیش‌تر از ۴A در ولتاژ ۳۸۰ ولت و با بوبین ۲۲۰ ولت استفاده می‌شود. بی‌متالی F۲ مورد استفاده در مدار قدرت باید روی ۴A میزان شود؛ پس باید بی‌متالی که جریان نامی آن مثلاً بین ۲/۵ A تا ۶A باشد، انتخاب گردد.

برای حفاظت در برابر اتصال کوتاه موتور نیز چون جریان نامی موتور ۴A است و برای حفاظت در برابر اتصال کوتاه آن باید از فیوزی با ۲ تا ۲/۵ برابر جریان نامی استفاده شود، پس از فیوز کندکار F۱ با جریان نامی ۱۰A استفاده می‌کنیم. برای حفاظت مدار فرمان نیز فیوز کندکار F0 با جریان نامی ۴A مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### تمرین

۱- یک روش برای حفاظت اشخاصی که با ماشین‌های برش و قیچی کار می‌کنند این است که هنگام کار با آن‌ها، هر دو دست روی شستی‌های فرمان باشد تا موقع پایین آمدن تیغه‌ی ماشین، دست در زیر آن قرار نگیرد و صدمه‌ای نبیند. مدار قدرت و مدار فرمان یک موتور ساده را، با تدبیر ذکر شده برای یک ماشین برش صحافی، ترسیم و مشخص کنید فاصله‌ی شستی‌ها در روی ماشین در چه حدودی باید باشد.

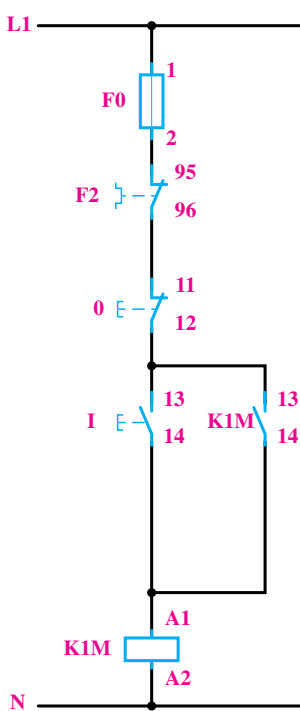
۲- در یک کارگاه صنعتی لازم است در مواقع خطر، مدار اصلی همه‌ی ماشین‌ها را از نقاط مختلف کارگاه قطع کرد. مدار قدرت و مدار فرمان را برای تغذیه‌ی ماشین‌های این کارگاه ترسیم کنید؛ در صورتی که در این کارگاه دو ماشین تراش ساده با موتورهای سه فاز و یک ماشین سنگ سمباده و یک ماشین مته با موتورهای یک فاز وجود داشته باشد.

## کار عملی ۱۴

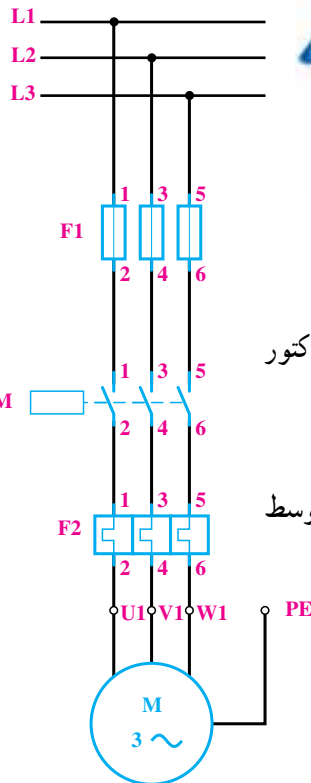
یک کنتاکتور، به شبکه اتصال یابد و به وسیله‌ی فیوز و بی‌متال، در برابر اتصال کوتاه و اضافه بار حفاظت شود. بنابراین، مدار آن مانند شکل ۸-۴۰ خواهد شد.

**مدار فرمان:** با توجه به مطالب خواسته شده در این ماشین، برای راه‌اندازی و کار با آن، در مجموع سه شستی لازم است. از شستی I برای حالت کار دائم ماشین و از شستی II، که توسط پا فرمان می‌گیرد (پدال)، برای کار لحظه‌ای آن استفاده می‌شود. برای قطع کامل مدار نیز شستی 0 به کار می‌رود.

برای طراحی مدار فرمان، ابتدا با در نظر گرفتن وظیفه‌ی شستی I (مانند کار عملی ۱)، مدار را برای کار دائم طراحی می‌کنیم. در این صورت شکل ۸-۴۱ به دست می‌آید. می‌دانیم اگر کنتاکت نگاه‌دارنده K1M، که با شستی وصل I موازی شده است، در مدار وجود نداشته باشد، با حذف فشار وارد شده به شستی، مدار کنتاکتور نیز قطع خواهد شد.



شکل ۸-۴۱



شکل ۸-۴۰ مدار قدرت

راه‌اندازی موتور سه فاز با شستی و پدال در یک ماشین چوب‌بری، از یک موتور سه فاز آسنکرون رتور قفسی به قدرت ۱/۵ کیلووات استفاده شده است. برای اتصال دائمی این موتور به شبکه، از یک شستی و برای قطع آن از شستی دیگری استفاده می‌شود. علاوه بر این دو شستی، توسط یک پدال (توسط فشار پا، فرمان می‌دهد) نیز باید بتوان موتور را به طور موقت به شبکه متصل کرد. از این پدال برای مواقعی که بخواهیم زمان کار موتور تحت کنترل باشد استفاده می‌شود و باید تا زمانی که توسط پا بر روی آن فشار وارد می‌شود، موتور بچرخد و زمانی که پا از روی پدال برداشته شد، مدار موتور نیز قطع گردد.

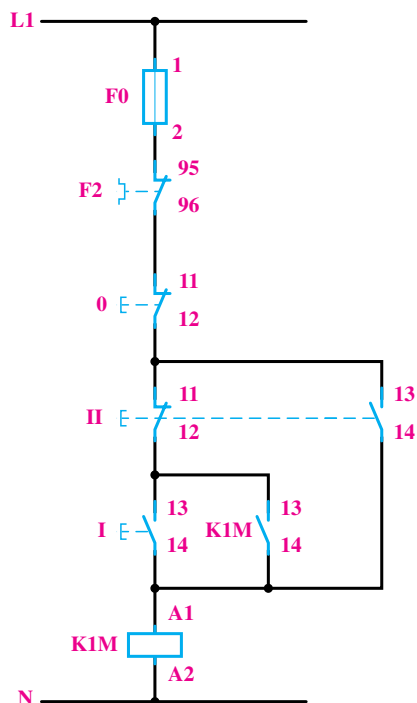


شکل ۸-۳۹

مدار قدرت و مدار فرمان این موتور را طراحی و کنتاکتور و وسایل حفاظتی مناسب را برای آن انتخاب کنید.

**حل**

**مدار قدرت:** موتور این ماشین باید به طریقی ساده، توسط



پس برای کار موقت ماشین، باید شستی II را به طریقی در مدار اضافه کنیم که بدون کنتاکت نگاه‌دارنده باشد و نیز مدار کنتاکت باز مربوط به شستی I را نیز قطع کند. اگر شستی II را با شستی I به صورت موازی قرار دهیم، در این صورت کنتاکت باز K1M نیز با آن موازی می‌شود و دوباره موتور به طور دائم به شبکه وصل خواهد شد. بنابراین، باید راهی پیدا کرد که با فشار دادن به شستی II مدار کنتاکت باز K1M قطع شود.

ساده‌ترین راه این است که از خود شستی II برای این منظور استفاده کنیم. بنابراین، شستی II را دوبل انتخاب می‌کنیم و کنتاکت بسته‌ی آن را در مسیر شستی I و کنتاکت باز K1M قرار می‌دهیم تا با فشار دادن به آن، مسیر کنتاکت نگاه‌دارنده باز شود. در شکل ۴۲-۸ مدار فرمان کامل این مثال، به همراه وسایل حفاظتی، ترسیم شده است.

شکل ۴۲-۸- مدار فرمان نهایی

– در صورتی که کار شما جواب نداد دستپاچه نشوید و به دقت یک بار دیگر از روی نقشه کار خود را بررسی کنید.

انتخاب وسایل: چون احتمال وصل موتور به شبکه در زمان‌های کم و پشت سرهم توسط پدال وجود دارد، کنتاکتور انتخابی برای آن باید از نوع AC۴ باشد و حداقل در ولتاژ ۳۸۰ ولت، توانایی قطع و وصل موتور تا ۱/۵ کیلووات را داشته باشد (این مطلب در روی پلاک کنتاکتور نوشته شده است). برای حفاظت موتور در برابر اضافه بار، باید بی‌متال را روی ۳ آمپر میزان کرد و برای حفاظت موتور در برابر اتصال کوتاه نیز از فیوز کندکار ۶ آمپر استفاده نمود. جهت حفاظت مدار فرمان نیز یک فیوز ۴A کندکار لازم است.



## کار عملی ۱۵

حفاظت‌کننده‌های لازم را حساب کنید. نقشه‌ی مسیر جریان، نقشه‌ی موتاژ و نقشه‌ی خارجی را نیز برای این کار عملی ترسیم کنید.

حل:

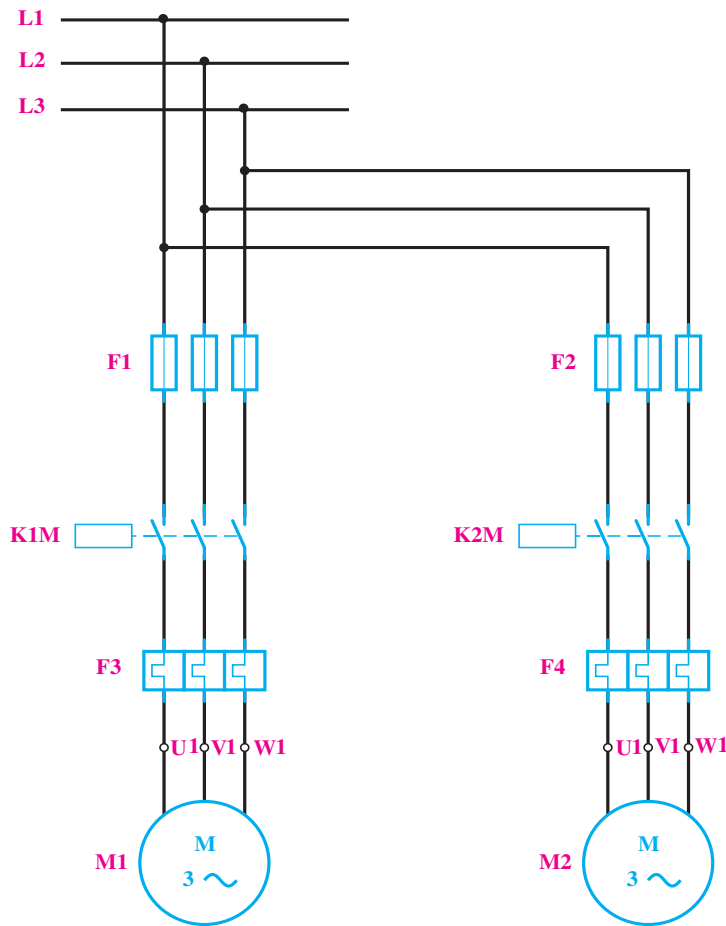
**مدار قدرت:** با توجه به صورت مثال، برای مدار قدرت آن به یک کنتاکتور جهت هر یک از موتورها نیاز است. بنابراین، برای موتور  $M_1$ ، کنتاکتور  $K1M$  و برای موتور  $M_2$ ، کنتاکتور  $K2M$  را در نظر می‌گیریم و مدار قدرت آن را مانند شکل ۴۳-۸ ترسیم می‌کنیم. حفاظت برای اتصال کوتاه و حفاظت برای بار زیاد، در مورد هر یک از موتورها به‌طور جداگانه در نظر گرفته می‌شود.

راه‌اندازی دو موتور سه‌فاز به صورت یکی پس از دیگری

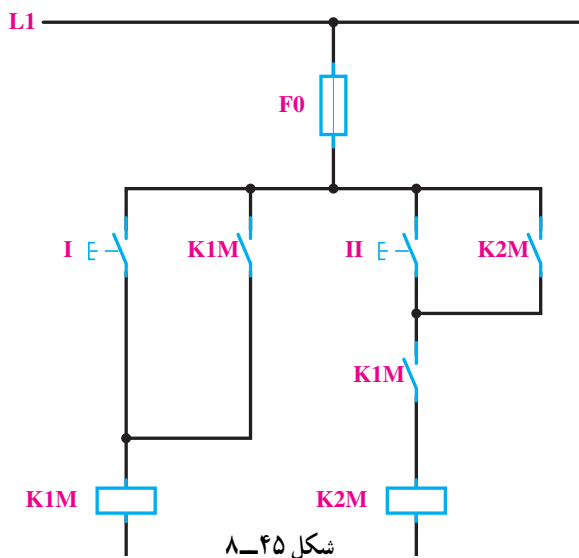
دیگری

در یک ماشین صنعتی از دو موتور  $M_1$  و  $M_2$  استفاده شده است. موتور  $M_1$  یک موتور سه‌فاز برای پمپ روغن به قدرت  $5/0^\circ$  کیلووات و جریان  $1/5$  آمپر و موتور  $M_2$  یک موتور سه‌فاز به قدرت  $5$  کیلووات و جریان  $10^\circ A$  است.

طرز کار این ماشین به طریقی است که موتور اصلی بدون پمپ روغن نباید کار بکند، اما پمپ روغن می‌تواند به تنهایی به کار رود. با طراحی مدار الکتریکی این کار، نوع کنتاکتور و جریان نامی



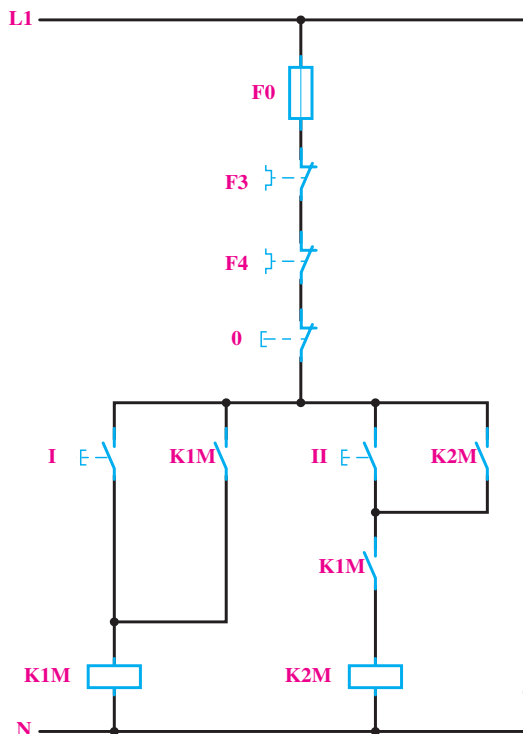
شکل ۴۳-۸- مدار قدرت



شکل ۸-۴۵

بدین ترتیب ملاحظه می‌شود که اگر کنتاکتور K1M وصل

نباشد و شستی II فشار داده شود، به علت باز بودن مسیر بویین K2M، موتور M2 کار نخواهد کرد. برای قطع کل مدار نیز از شستی 0 به‌طور سری در مدار استفاده می‌کنیم. قطع‌کننده‌های حرارتی F3 و F4 نیز به‌طور سری با کل مدار قرار می‌گیرند تا در صورت اضافه بار برای هر یک از موتورها، کل مدار قطع شود. فیوز F0 نیز برای حفاظت مدار فرمان استفاده می‌شود. مدار فرمان کامل این مثال، در شکل ۸-۴۶ نشان داده شده است.



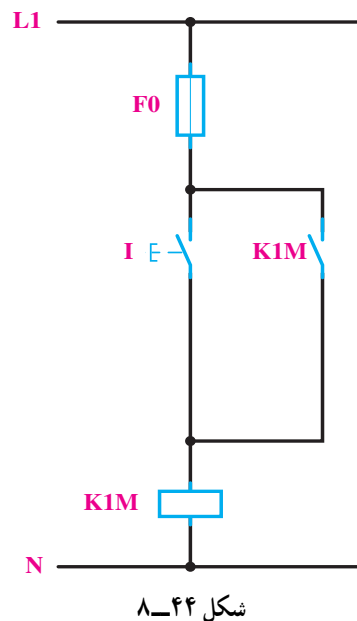
شکل ۸-۴۶ - مدار فرمان نهایی

### مدار فرمان: برای مدار فرمان به سه شستی احتیاج است

که شستی I برای راه‌اندازی پمپ M1، شستی II برای راه‌اندازی موتور M2 و شستی 0 برای قطع مدار به کار می‌روند.

برای طرح مدار فرمان، ابتدا با توجه به صورت مثال، مدار

را برای راه‌اندازی موتور M1 به وسیله‌ی کنتاکتور K1M (مانند شکل ۴۴-۸) طراحی می‌کنیم، به طوری که با فشار به شستی I کنتاکتور K1M جذب و توسط کنتاکت باز خود، نگاه داشته شود.



شکل ۸-۴۴

موتور M2 نباید بدون موتور M1 کار کند. این موضوع

را باید در مدار فرمان پیش‌بینی کرد. از این رو باید ترتیبی اتخاذ شود که در صورت کار نکردن موتور M1، مدار بویین کنتاکتور K2M قطع باشد. برای این کار می‌توانیم از یک کنتاکت باز K1M به‌طور سری در مدار بویین K2M (مانند شکل ۴۵-۸) استفاده کنیم.

## کار عملی ۱۶



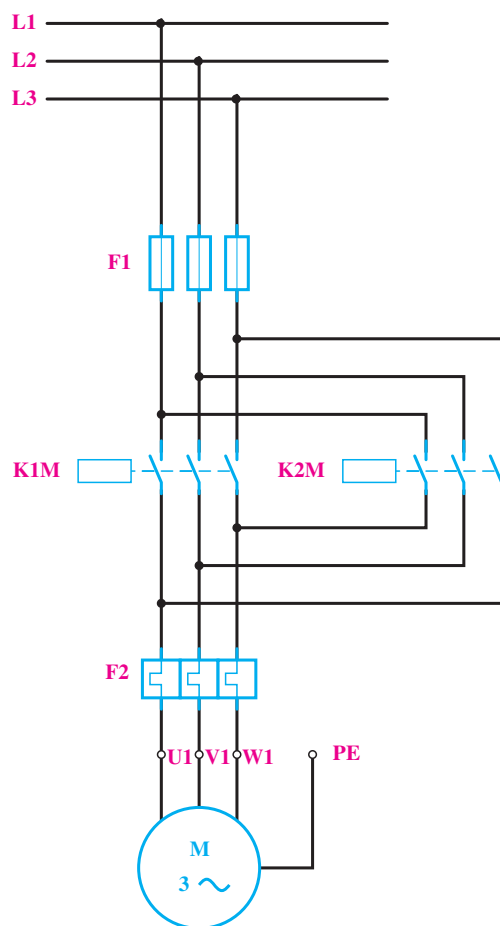
ب - جرثقیل سقفی

می‌خواهیم جهت گردش یک موتور آسنکرون سه فازه توسط کنتاکتور عوض کنیم. مدار الکتریکی آن را ترسیم کنید.



الف - دریل رو میزی

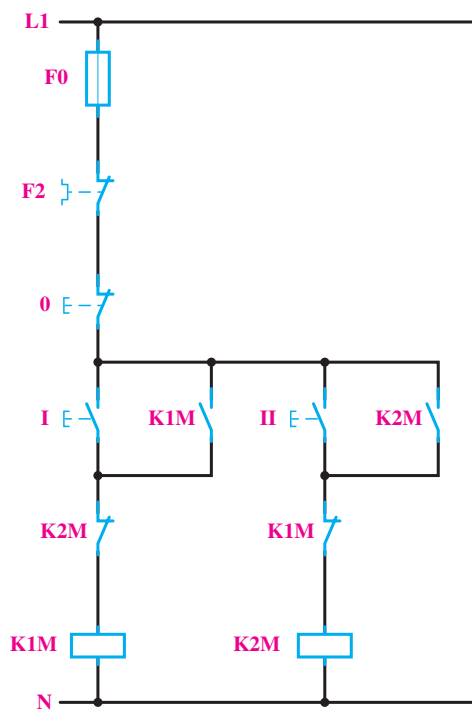
شکل ۴۷-۸ - دو نمونه کاربرد تغییر جهت گردش موتور الکتریکی سه فاز



شکل ۴۸-۸

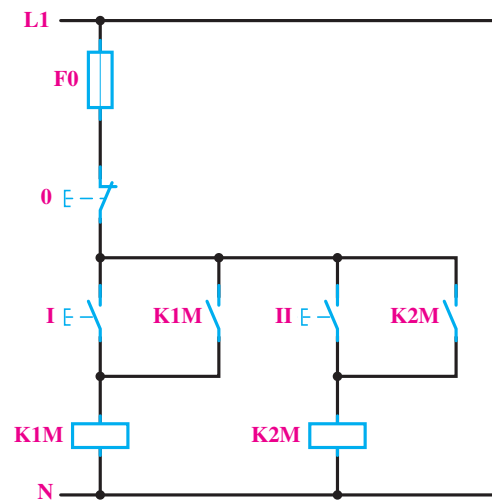
**مدار قدرت:** در این کار، لازم است با دادن فرمان به یک موتور آسنکرون سه فازه، جهت چرخش آن عوض شود. برای این کار لازم است که اتصال دو فاز در روی ترمینال موتور باهم تعویض گردند. برای اجرای این عمل به وسیله‌ی کنتاکتور، باید مثلاً برای حالت راست‌گرد، توسط کنتاکتور  $K1M$ ،  $L1$ ،  $L2$  و  $L3$  به ترتیب به  $U1$  و  $V1$  و  $W1$  و برای حالت چپ‌گرد، توسط کنتاکتور  $K2M$ ،  $L1$  به  $W1$  و  $L2$  به  $V1$  و  $L3$  به  $U1$  مانند شکل ۴۸-۸ اتصال یابد. با کمی دقت در شکل، ملاحظه می‌شود که کنتاکتورهای  $K1M$  و  $K2M$  نباید حتی برای یک لحظه نیز با هم اتصال یابند؛ زیرا بین دو فاز  $L1$  و  $L3$ ، توسط هر دو کنتاکتور، اتصال کوتاه ایجاد می‌شود. این مطلب را در مدار فرمان، باید در نظر داشت.

اما همان طور که می دانید، احتمال این که جهت گردش موتور در حال کار را بخواهیم تعویض کنیم نیز زیاد است. در این صورت بین دو فاز اتصال کوتاه خواهد شد. پس به طور کلی این مدار صحیح نیست و باید برای جلوگیری از اتصال کوتاه دو فاز حفاظت لازم در این مدار پیش بینی شود. راه ساده برای رفع این اشکال این است که کاری بکنیم که هنگام وصل هر یک از کنتاکتورها نتوان کنتاکتور بعدی را وصل نمود. پس می توان یکی از کنتاکت های بسته هر کنتاکتور را به طور سری با بوبین کنتاکتور بعدی قرار داد تا شرط ذکر شده - یعنی امکان اتصال هر یک از کنتاکتورها در صورت قطع کنتاکتور دیگر - برقرار شود. مدار فرمان صحیح این کار عملی در شکل ۸-۵۰ داده شده است. با توجه به این شکل، ملاحظه می شود که اگر موتور مثلاً با متصل بودن کنتاکتور K1M راست گرد باشد، برای چپ گرد کردن آن، باید حتماً اول شستی قطع و پس از آن شستی وصل II فشار داده شود تا کنتاکتور K2M جذب و موتور چپ گرد شود.



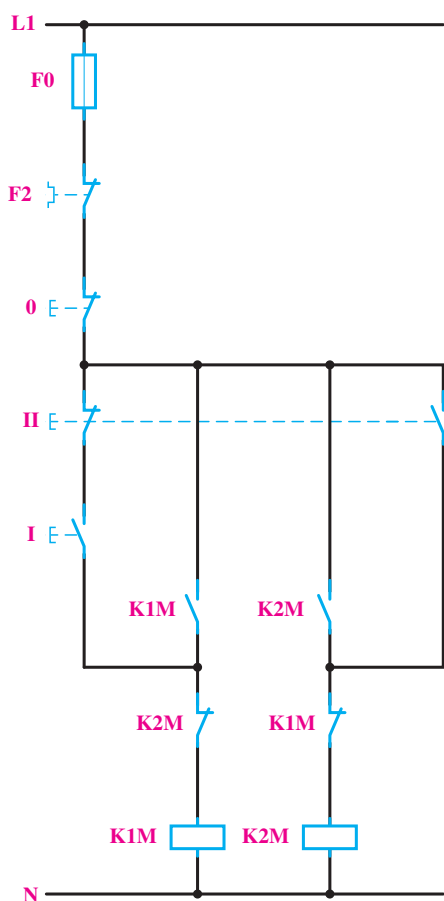
شکل ۸-۵۰

**مدار فرمان:** در طراحی مدارهای فرمان، باید دقت کرد که تأخیرهای زمانی در قطع و وصل کنتاکتورها، اشکالی در مدار ایجاد نکند. هم چنین در مراحل که وصل یک کنتاکتور، باعث قطع کنتاکتور دیگر می شود، باید این نکته را کاملاً مراعات کرد و دقت نمود که اتصال کوتاه لحظه ای بین فازها واقع نشود. این مطلب در مورد این کار عملی صادق است. بنابراین، باید مدار فرمان را طوری طراحی کرد که برای وصل یکی از کنتاکتورها، احتیاج به قطع کنتاکتور دیگر باشد. این مطلب را در طراحی مدار فرمان این کار و هم چنین در چند کار عملی دیگر بررسی خواهیم کرد. برای طراحی مدار فرمان این کار به ترتیب زیر عمل می کنیم: چون برای هر یک از حالت های راست گرد و چپ گرد، یک شستی وصل و برای خاموش کردن موتور نیز یک شستی قطع لازم است، پس در مجموع دو شستی وصل و یک شستی قطع برای این مدار مورد نیاز است که شستی قطع برای هر دو حالت راست گرد و چپ گرد مشترک خواهد بود. ابتدا مانند مدار فرمان معمولی، برای هر یک از کنتاکتورها، مدار فرمان را (مطابق شکل ۸-۴۹) ترسیم می کنیم. این مدار، در صورتی که موتور خاموش باشد و بعد به صورت راست گرد و یا چپ گرد راه اندازی شود، صحیح خواهد بود.



شکل ۸-۴۹

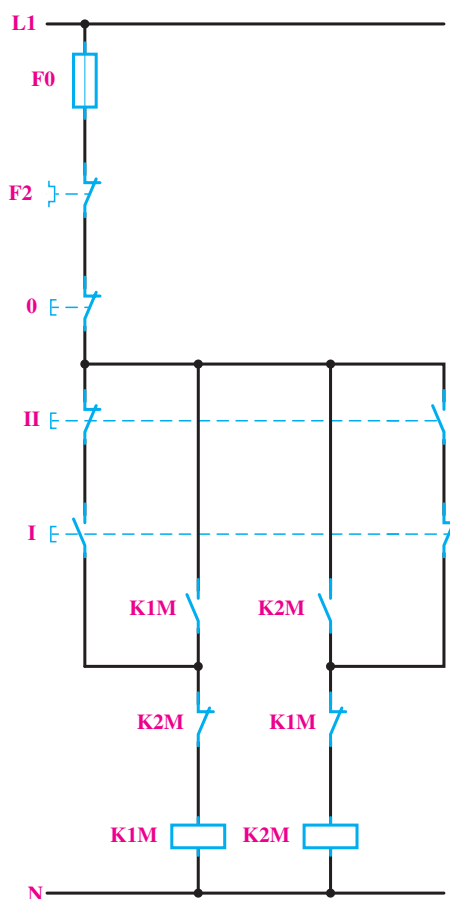
سری با شستی I قرار می‌دهیم.



شکل ۸-۵۲

در مدارهای فرمان که تا به حال در مورد این کار عملی طراحی شد، برای تغییر جهت گردش موتور، باید ابتدا شستی قطع را فشار داد. در صورتی که بخواهیم بدون قطع کردن مدار، جهت چرخش موتور را عوض کنیم، می‌توانیم کنتاکت بسته‌ی شستی I را در مدار بویین کنتاکتور K2M و کنتاکت بسته‌ی شستی II را در مدار بویین کنتاکتور K1M، مانند شکل ۸-۵۳، به صورت سری قرار دهیم تا با فشار به هر یک از آن‌ها ابتدا مدار کنتاکتور مقابل قطع و سپس جهت چرخش موتور عوض شود. در چنین حالتی، دیگر اشکال وصل هم‌زمان دو کنتاکتور در اثر

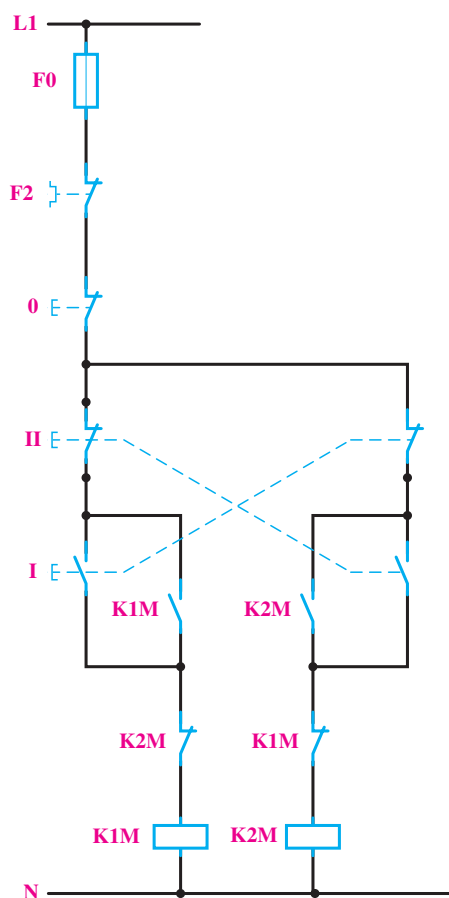
اگر در این مدار، هم‌زمان شستی‌های I و II فشار داده شوند، هر دو کنتاکتور K1M و K2M هم‌زمان جذب کرده و اتصال کوتاه دو فاز پیش خواهد آمد. برای کیفیت بهتر مدار، می‌توان شستی‌های I و II را دابل انتخاب کرد و مدار را مانند شکل ۸-۵۱ اتصال داد. در این صورت با فشار هم‌زمان به شستی‌ها، هیچ یک از کنتاکتورها جذب نخواهند شد.



شکل ۸-۵۱

هم‌چنین برای رفع این اشکال، می‌توانیم مدار را طوری طراحی کنیم که با فشار دادن هم‌زمان به شستی‌های I و II، فقط یکی از کنتاکتورها، مثلاً K2M، جذب شود. برای این منظور (مانند شکل ۸-۵۲)، فقط کنتاکت بسته‌ی شستی II را به‌طور

فشار دادن هم‌زمان دو شستی نیز وجود نخواهد داشت. در این مدار با وجودی که کنتاکتور  $K1M$  و  $K2M$  به‌طور هم‌زمان اتصال پیدا نمی‌کنند، باز احتمال اتصال کوتاه دو فاز در اثر جرقه‌ی بین کنتاکت‌ها وجود خواهد داشت؛ زیرا در فاصله‌ی زمانی بسیار کم بین قطع کنتاکتور اول و وصل کنتاکتور دوم، که حدود چند میلی‌ثانیه است و هنوز جرقه ایجاد شده در کنتاکت‌های کنتاکتور اول خاموش نشده است، احتمال این که از همین طریق بین دو فاز اتصال کوتاه ایجاد شود وجود خواهد داشت.



شکل ۵۳-۸

## تجهیزات تابلو

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که:

- ۱- چگونگی قرائت آمپر متر و ولت متر را توضیح دهد.
- ۲- کاربرد کلید ولت متر را توضیح دهد.
- ۳- عمل ترانسفورماتور جریان در مدار را توضیح دهد.
- ۴- ساختمان و اصول کار کلید فیوز را توضیح دهد.
- ۵- علت استفاده از شمش مسی و ترمینال‌ها را در تابلو بیان کند.
- ۶- تعرفه را تعریف و روش‌های کاهش مصرف برق را نام ببرد.
- ۷- در مورد کنتورهای دو تعرفه توضیح دهد.

### ۱-۹- مقدمه

تابلوهای توزیع بستگی به نیاز در ابعاد مختلف و همچنین از نظر تجهیزات برای کاربردهای خاصی ساخته می‌شوند مثلاً تابلوهای توزیع برق در یک منزل مسکونی در ابعاد نسبتاً کوچکی

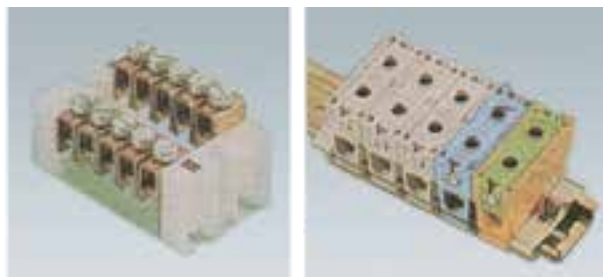


شکل ۱-۹- نمونه‌ای از خطوط انتقال

همان‌طور که قبلاً گفته شد در نیروگاه‌های برق، پس از تولید انرژی الکتریکی باید آن را به مصرف کننده انتقال داد. فاصله نیروگاه تا مصرف کننده ممکن است حتی به صدها کیلومتر نیز برسد. این انتقال به وسیله سیم‌های برق که توسط دکل‌های بزرگ نگهداشته می‌شوند، انجام می‌پذیرد. شکل ۱-۹ نمونه‌ای از این انتقال و دکل‌ها را نشان می‌دهد.

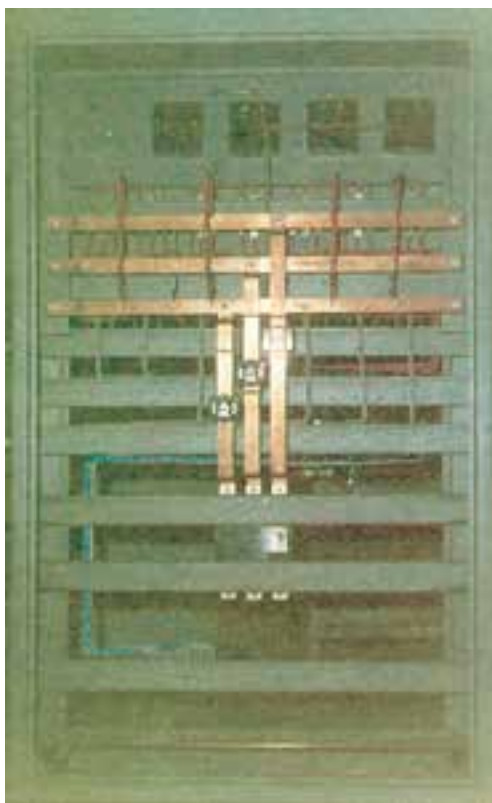
برای کاهش تلفات انرژی الکتریکی در مسیر تولید تا مصرف، ابتدا در محل تولید ولتاژ را توسط ترانسفورماتور افزایش داده و سپس در نزدیکی محل مصرف ولتاژ را مجدداً کاهش می‌دهند، این ولتاژ کاهش داده شده باید بین مصرف کننده‌ها توزیع شود. نقش تابلوهای برق در واقع توزیع انرژی الکتریکی بین مصرف کننده‌ها است. شکل ۲-۹ نمونه‌ای از تابلو برق را نشان می‌دهد.

تعدادی از انواع ترمینال‌ها که بدین منظور به کار می‌روند نشان داده شده‌اند.



شکل ۴-۹- نمونه‌هایی از انواع ترمینال‌ها که در تابلوهای توزیع به کار می‌روند.

در تابلوهای بزرگ که جریان مصرف‌کننده‌ها زیاد است به جای سیم‌کشی داخل تابلو، شمش‌کشی می‌کنند. شمش‌ها سطح مقطع نسبتاً بزرگی دارند و می‌توانند جریان‌های بسیار زیاد را از خود عبور دهند بدون این‌که افت ولتاژ قابل ملاحظه‌ای را ایجاد کنند. شکل ۵-۹ نمونه‌ای از شمش‌کشی درون یک تابلو را نشان می‌دهد.



شکل ۵-۹- شمش‌کشی داخل یک تابلو توزیع



شکل ۲-۹- نمونه‌ای از تابلو توزیع برق

ساخته می‌شود. شکل ۳-۹ نمونه‌ای از تابلو برق که در منازل استفاده می‌شود را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۹- نمونه‌ای از تابلو کوچک برق که در منازل مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در تابلوهای کوچک که جریان مصرف‌کننده‌ها محدود است بین اجزای تابلو (مانند کلیدها، فیوزها و ...) به وسیله سیم‌های معمولی پلاستیکی (ترجیحاً مفتولی) سیم‌کشی می‌شود. ورودی تابلو معمولاً برق شبکه سراسری است و خروجی آن مصرف‌کننده می‌باشد. برای اتصال تابلو به ورودی و خروجی‌ها معمولاً از ترمینال استفاده می‌کنند. در شکل ۴-۹



می‌رود. آمپمترهایی که در تابلوهای برق به کار می‌روند معمولاً حساسیت کم‌تری نسبت به آمپمترهای آزمایشگاهی دارند. آمپمترها با توجه به نیاز، در رنج‌های مختلف جریان ساخته می‌شوند. شکل ۶-۹ چگونگی قرار گرفتن آمپمتر در مدار را نشان می‌دهد.

در تابلوهای توزیع، وسایلی جهت نشان دادن پارامترهای الکتریکی مانند توان مصرفی، ولتاژ، جریان، انرژی و ... همچنین وسایل حفاظتی مانند رله‌های جریان اضافی و فیوزها نصب می‌کنند.

## ۹-۲- آمپمتر

آمپمتر برای اندازه‌گیری جریان مصرف‌کننده‌ها به کار



شکل ۶-۹- آمپمتر با مصرف‌کننده به طور سری در مدار قرار می‌گیرند.

شکل ۷-۹ چند نمونه از آمپمتر تابلویی را نشان می‌دهد.

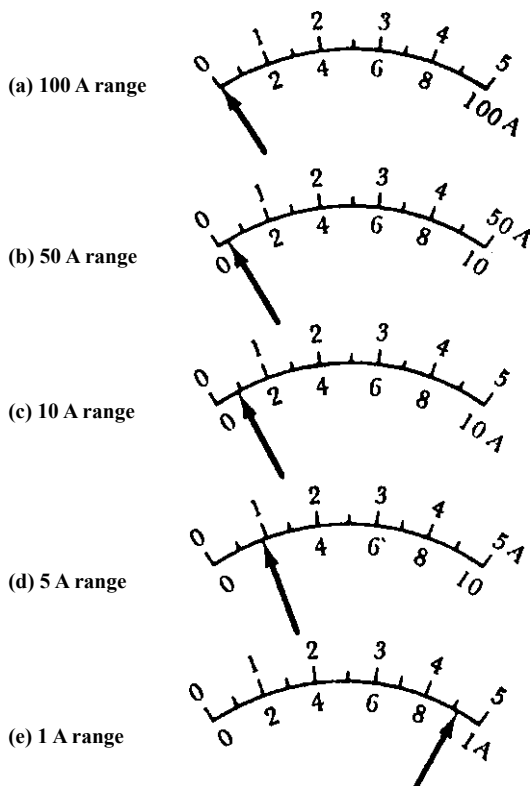


ب- عقربه‌ای



الف- دیجیتالی

شکل ۷-۹- نمونه آمپمتر تابلویی



شکل ۸-۹- چگونگی قرائت آمپرمتر به طریقه صحیح

آمپرمتر را مستقیماً با مصرف کننده سری کرد، بلکه باید از ترانسفورماتور جریان استفاده شود. در حقیقت ترانسفورماتور جریان، جریان مصرف کننده را با یک نسبت به آمپرمتر منتقل می کند. مثلاً ترانس جریان (۱۰۰/۵) اگر در اولیه ترانسفورماتور جریان ۱۰۰ آمپر عبور کند در ثانویه ترانسفورماتور ۵A جریان خواهیم داشت. زمانی که ترانسفورماتور جریان در مدار وجود دارد معمولاً صفحه مدرج آمپرمتر را بر حسب جریان مصرف کننده اولیه ترانسفورماتور درجه بندی می کنند. شکل ۹-۹ نمونه هایی از ترانسفورماتور جریان را نشان می دهد.

چگونگی قرائت آمپرمتر: آمپرمترهای تابلویی معمولاً یک رنج دارند و عقربه آن هر عددی را که نشان دهد مقدار جریان عبوری از آمپرمتر است. اگر عقربه روی درجه ای ایستاد که عددی مقابل آن نوشته نشده بود می توان به صورت زیر مقدار دقیق جریان را به دست آورد.

اختلاف دو عدد متوالی  
مقدار جریان هر یک از کوچکترین تقسیمات  
تعداد تقسیمات  
بین دو عدد متوالی

+ مقدار جریان عدد کوچکتر = مقدار جریان قرائت شده  
مقدار جریان هر تقسیم  $\times$  تعداد تقسیمات

اگر آمپرمتر دارای چند رنج مختلف باشد برای قرائت مقدار جریان باید به طریقه زیر عمل کرد :

رنج آمپرمتر  
مقدار جریان قرائت شده توسط آمپرمتر  
 $\times$  تعداد تقسیمات

تعداد تقسیماتی که عقربه نشان می دهد

توصیه می شود چنانچه آمپرمتر دارای چندین رنج مختلف است برای اندازه گیری جریان، رنجی را انتخاب کنیم که عقربه حداکثر انحراف را داشته باشد. مثلاً اگر جریان ما ۹۲/۰ میلی آمپر باشد بهترین رنج برای اندازه گیری آن رنج ۱A است در شکل ۸-۹ جریان ورودی میلی آمپرمتر ۹۲A/۰ است. اگر خوب دقت شود مشخص می شود که فقط در رنج ۱A است که می توان دقیقاً مقدار ۹۲A/۰ را قرائت کرد و در بقیه رنج ها قرائت صدم آمپر تقریباً امکان پذیر نیست.

اگر جریان مصرف کننده کم باشد آمپرمتر مستقیماً در مسیر جریان مصرف کننده قرار می گیرد و مقدار جریان مصرفی را نشان می دهد. اگر جریان مصرف کننده زیاد باشد دیگر نمی توان



شکل ۹-۹- نمونه هایی از ترانسفورماتور جریان

### ۹-۳- ولت متر

ولت متر در مدارات مقدار ولتاژ را اندازه می‌گیرد و به صورت موازی با مصرف کننده قرار می‌گیرد. شکل ۹-۱۰ چگونگی اتصال ولت متر به یک مصرف کننده را نشان می‌دهد.



ولت متر

شکل ۹-۱۰- ولت متر در مدارات به صورت موازی با مصرف کننده قرار می‌گیرد.

شکل ۹-۱۱ دو نمونه از ولت مترهای تابلویی را نشان می‌دهد. نحوه قرائت ولت متر همانند آمپر متر می‌باشد.

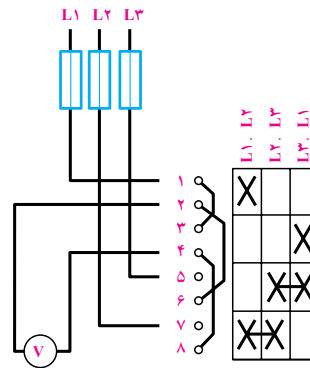


شکل ۹-۱۱- نمونه ولت متر تابلویی

#### ۹-۴- کلید ولت متر

شش ولت متر، یک ولت متر را نصب می کنند و سپس توسط یک کلید به نام کلید ولت متر، ولتاژهای مختلف را به ولت متر اعمال و مقدار آن را قرائت می کنند (شکل ۹-۱۲).

در یک تابلوی برق، اگر بخواهند ولتاژهای بین فازهای مختلف و همچنین ولتاژهای هر فاز نسبت به سیم صفر را بخوانند، باید شش ولت متر در تابلو نصب کنند. برای اجتناب از نصب



(الف)

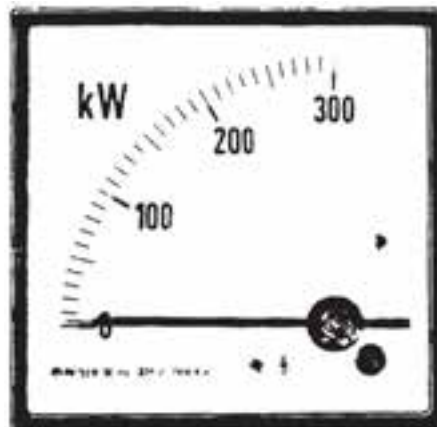
(ب)

شکل ۹-۱۲ الف) مدار داخلی کلید ولت متر ب) شکل ظاهری کلید ولت متر

#### ۹-۵- وات متر

نحوه اتصال وات متر به مدار بدین صورت است که باید جریان مصرف کننده و ولتاژ دو سر مصرف کننده را به وات متر اعمال نمود تا وات متر توان مصرفی مصرف کننده را نشان دهد.

وات متر دستگاهی است که مقدار توان مصرفی مصرف کننده را نشان می دهد. شکل ۹-۱۳ یک وات متر با رنج  $300 \text{ kW}$  را نشان می دهد.



شکل ۹-۱۳- وات متر تابلویی

## ۶-۹- کنتور

کنتورها به صورت یکفازه و سه فازه ساخته می شوند. شکل

۹-۱۴ یک نمونه کنتور سه فاز و یک نمونه کنتور یکفاز دیجیتالی را نشان می دهد.

کنتور دستگاهی است که انرژی مصرفی کل مصرف کننده ها را اندازه می گیرد و بر حسب کیلووات-ساعت به صورت یک سری اعداد در جلوی دستگاه نمایش می دهد.



شکل ۹-۱۴ - کنتور سه فاز و تکفاز دیجیتالی

سه زمان تعریف شده است.

۱- اوج بار (ساعات ۱۹ تا ۲۳)

۲- میان باری (۷ صبح تا ۱۹)

۳- کم باری (۲۳ تا ۷ صبح) با وجود این کنتورها،

مشترکین می توانند با مدیریت صحیح بر مصرف خود، سبب کاهش بهای برق مصرفی، کاهش هزینه های تأمین برق و استفاده بهتر از منابع انرژی کشور شوند.

توجه: بهای برق مصرفی در ساعات کم باری با  $\frac{1}{4}$  قیمت

در ساعات میان باری و در ساعات اوج مصرف با  $\frac{2}{5}$  برابر قیمت در ساعات میان باری محاسبه می گردد.

### روش های کاهش مصرف برق

همان گونه که گفته شد برای کاهش مبلغ بهای پرداختی

لازم است مصرف برق در ساعات اوج کاهش یابد. برای این

تعرفه: قیمت برق مصرفی علاوه بر میزان مصرف برق

(برحسب کیلووات ساعت) به عامل مهم دیگری ارتباط دارد. این عامل قیمت واحد انرژی الکتریکی است که تعرفه نامیده می شود.

کنتور دو تعرفه: به دلیل این که مقدار مصرف برق در

ساعات مختلف شبانه روز با یکدیگر متفاوت است، (مثلاً در اوایل شب اوج مصرف و در ساعات دیگر مصرف برق کم است) این

موضوع مشکلات زیادی را برای نیروگاه های برق به وجود می آورد. لذا برای تشویق مشترکان به تغییر زمان مصرف از ساعات

اوج مصرف به ساعات دیگر، قیمت برق در دو زمان مختلف، متفاوت محاسبه می شود یعنی مشترکی که در ساعات اوج مصرف

برق مصرف کند، بهای بیش تری و در ساعات دیگر بهای کم تری می پردازد. به همین منظور به کنتوری نیاز است که دو زمانه

باشد. به چنین کنتوری، کنتور دو تعرفه می گویند.

توجه: کنتورهای سه تعرفه نیز وجود دارند که برای آن

همچون ماشین لباسشویی، اتو، ششوار و جاروبرقی از ساعات اوج بار به ساعات کم باری.

ج: استفاده از لامپ‌های کم مصرف به جای لامپ‌های رشته‌ای یکی از عوامل مهم در کاهش بهای برق مصرفی است.

منظور سه فعالیت مهم می‌تواند انجام گردد که عبارتند از:

الف: صرفه‌جویی در مصرف برق مهم‌ترین اقدام برای کاهش بهای برق و استفاده بهتر از این نعمت است.

ب: جابه‌جایی زمان استفاده از تجهیزات غیرضروری

### آیا می‌دانید؟

- یک کیلو وات ساعت معادل است با:
- مصرف یک لامپ رشته‌ای معمولی ۱۰۰ وات و در ۱۰ ساعت
- مصرف یک لامپ فلورسنت در ۲۰ ساعت
- مصرف یک لامپ کم مصرف در ۴۰ ساعت

در کلید فیوز چون فیوزها در روی کلید قرار می‌گیرند اولاً تعویض فیوزها به آسانی صورت می‌گیرد و ثانیاً نیازی نیست که برای تعویض فیوز در تابلو را باز کنیم (که البته خطرانی هم ممکن است در برداشته باشد) و این دو مورد از مزایای مهم کلید فیوز است.

### ۹-۷- کلید فیوز

کلید فیوز در حقیقت نوعی کلید است که همراه با فیوزها قطع و وصل می‌شود. و قطع و وصل اکثر کلید فیوزها با دست انجام می‌گیرد. فیوزهای این کلید با باز کردن کلید، قابل تعویض هستند. شکل ۹-۱۵ نمونه‌ای از این کلید را نشان می‌دهد. این کلید معمولاً در جریان‌های کم کاربرد ندارد و در اکثر تابلوهای توزیع به عنوان کلید اصلی قطع و وصل به کار می‌رود.

### ۹-۸- کلید اتوماتیک

کلید اتوماتیک نیز نوعی کلید همراه با یک فیوز است و در موقع اتصال کوتاه مدار، کلید قطع می‌شود و برای وصل مجدد آن باید اهرم آن را به سمت بالا بزنیم. شکل ۹-۱۶ نمونه‌هایی از کلید اتوماتیک را نشان می‌دهد.



شکل ۹-۱۶- نمونه‌هایی از کلید اتوماتیک



شکل ۹-۱۵- نمونه‌ای از کلید فیوز

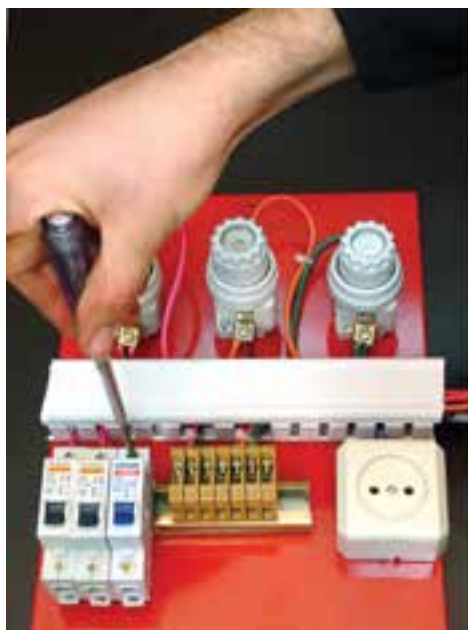
کلیدهای اتوماتیک به صورت تکی، دوتایی، سه‌تایی و چهارتایی در بازار یافت می‌شوند. در کلیدهای اتوماتیک دوتایی یا سه‌تایی و یا چهارتایی، اگر اتصال کوتاه در مسیر یکی از کلیدها رخ دهد تمامی کلیدها با هم قطع می‌شوند.

از کلیدهای اتوماتیک بیش‌تر در تابلوهای برق خانگی و یا در جاهایی که مصرف کم است استفاده می‌شود در ساختمان داخلی این نوع کلیدها، یک رله وجود دارد که جریان مصرف‌کننده

مستقیماً از سیم پیچ این رله عبور می‌کند در صورتی که جریان از مقدار مشخصی بیش‌تر شد، رله جذب نموده و اهرم نگهدارنده کلید اصلی را رها می‌کند و به کمک فنر کنتاکت‌های کلید اصلی قطع می‌گردند و بدینوسیله کلید قطع می‌شود.

شکل ۹-۱۷ چند تابلوی الکتریکی را در حال مونتاژ و تست نشان می‌دهد.

شکل ۹-۱۸ دو تابلوی آماده شده را نشان می‌دهد.



شکل ۹-۱۷- مونتاژ و تست تابلو








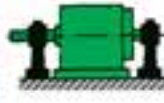


شکل ۱۸-۹

## سوالات



- ۱- چرا در داخل بعضی از تابلوهای برق شمش کشی می‌نمایند؟
- ۲- نقش مقره‌ها در تابلوهای برق کدام است؟
- ۳- آمپر متر چگونه در یک مدار الکتریکی وصل می‌شود؟ شکل یک مدار را همراه با آمپر متر رسم کنید.
- ۴- نقش ترانسفورماتور جریان در تابلوهای توزیع کدام است؟
- ۵- ولت متر در مدار چگونه قرار می‌گیرد؟ مداری رسم کنید که ولت متر در حال نشان دادن ولتاژ دو سر بار است.
- ۶- کلید ولت متر چیست و کجا کاربرد دارد؟
- ۷- نقش وات متر در تابلو کدام است؟
- ۸- کنتور برق چه پارامتری را اندازه می‌گیرد؟
- ۹- فرق کلید معمولی با کلید فیوز کدام است؟
- ۱۰- کنتور دو تعرفه چه وظیفه‌ای دارد؟

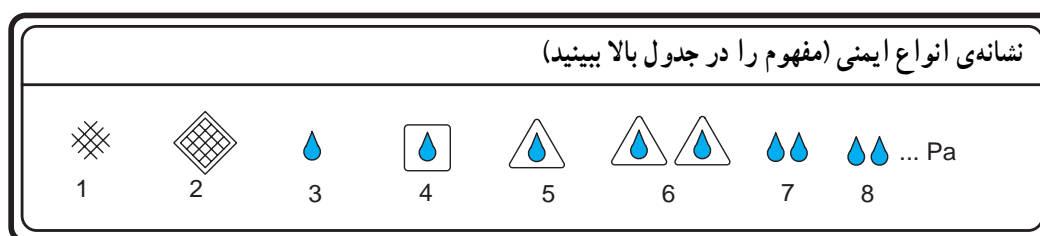


شکل ساختمانی ماشینهای الکتریکی					
علامه IEC - کد	شکل	شرح	علامه IEC - کد	شکل	شرح
ماشین با یاتاقان سپری			ماشین برای وضعیت عمودی		
B5 IM 3001		با دو یاتاقان سپری و طوق (فلانچ) نصب	V4 IM 3211		مانند V3، اما سر آزاد محور در سمت پایین
B6 IM 1051		با دو یاتاقان سپری و یک سر آزاد محور، برای نصب روی دیوار	V5 IM 1011		با دو یاتاقان نمونه، پایه برای نصب روی دیوار، سر آزاد محور در سمت پایین
B7 IM 1061		مانند B6، اما سر آزاد محور در سمت چپ	V10 IM 4011		با دو یاتاقان سپری، طوق نصب و سر آزاد محور در سمت پایین
B8 IM 1071		مانند B6، اما برای نصب از سقف	V18 IM 3611		مانند V10، اما سطح نصب بر روی طرف پیشانی (جلو)
B10 IM 4001		با دو یاتاقان سپری و طوق (فلانچ) نصب	ماشین بدون یاتاقان و با یاتاقان مجزا		
B14 IM 3601		با دو یاتاقان سپری و سطح نصب بر روی سمت پیشانی (جلو)	A2 IM 5510		بدون محور، بدنه دارای پایه
ماشین برای وضعیت عمودی			C2 IM 6010		با دو یاتاقان سپری و یک یاتاقان مجزا
V1 IM 3011		با دو یاتاقان نمونه و طوق نصب، سر آزاد محور در سمت پایین	D1 IM 7005		با یک یاتاقان مجزا و محور طوق دار
V2 IM 3231		مانند V1، اما سر آزاد محور در سمت بالا	D9 IM 7201		با دو یاتاقان مجزا، سر محور آزاد
V3 IM 3031		مانند V1، اما طوق نصب و سر آزاد محور در سمت بالا	W1 IM 8015		یاتاقان عرضی در بالا، طوق اتصال در پایین، نصب بر روی ستون حامل، الوارچویی، حلقه چاه.

بر روی پلاک برخی موتورهای الکتریکی در یک ردیف با نوشتن حروف<sup>۱</sup> IP، که دو رقم را به دنبال خود دارند، نوع حفاظت به کار رفته در موتور، از نظر حفاظت در مقابل تماس (ضربه) و نفوذ اجسام خارجی و آب، نشان داده می‌شود. در جدول زیر مفهوم هریک از اعداد به کار رفته بیان شده است.



نوع ایمنی	توضیح	نشانه
<b>ایمنی تماس و ایمنی جسم خارجی</b>		
IP0X	بدون ایمنی تماس، بدون ایمنی جسم خارجی	—
IP1X	ایمنی در مقابل جسم خارجی بزرگ‌تر از 50 mm.	—
IP2X	ایمنی در مقابل جسم خارجی بزرگ‌تر از 12 mm.	—
IP3X	ایمنی در مقابل جسم خارجی بزرگ‌تر از 2.5 mm.	—
IP4X	ایمنی در مقابل جسم خارجی بزرگ‌تر از 1 mm.	—
IP5X	ایمنی در مقابل رسوب گرد و غبار مضر به داخل	1
IP6X	ایمنی در مقابل نفوذ گرد و غبار	2
<b>ایمنی آب</b>		
IPX0	بدون ایمنی آب	—
IPX1	ایمنی در مقابل ریزش عمودی قطرات آب	3
IPX2	ایمنی در مقابل ریزش مایل قطرات آب (150 نسبت به عمود)	3
IPX3	ایمنی در مقابل بخش آب	4
IPX4	ایمنی در مقابل پاشیدن آب	5
IPX5	ایمنی در مقابل فوران آب، مثلاً از نازل	6
IPX6	ایمنی در مقابل جریان آب	7
IPX7	ایمنی در مقابل غوطه‌ور شدن	7
IPX8	ایمنی در مقابل غوطه‌ور کامل	8



## منابع

1. Lee, R, W Death for Electrical Shock
  2. Occupational Health and Safety (inter national labour office Geneva)
  3. Soldering for Reliability (Honeywell)
  4. Fundamentals of Electrical Engineering (M.Kuznetsov)
  5. Electricity 1 - 7 (Harry Mileaf)
  6. Transistor Funamentals (Robert J: Brite)
- ۷- اعتضادی، محمود. ساعتچی، ناصر. یوسفی، عباس. تکنولوژی و کارگاه برق صنعتی. (۱۳۸۷). شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
- ۸ - رحیمیان پرور، علی. جاهد بزرگان، هادی. کارگاه سیم‌کشی (۱) (۱۳۸۷). شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.

