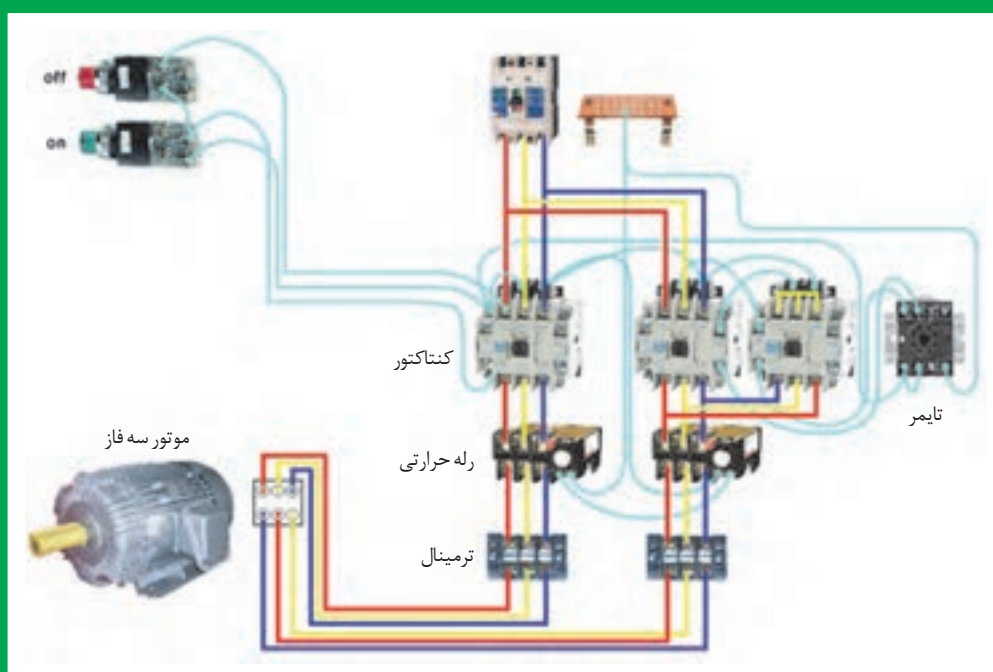


## پودمان ۲

# تعمیرات برقی ماشین‌های ثابت کشاورزی



امروزه برای تأمین نیاز انواع ماشین‌ها و تجهیزات کشاورزی مانند ماشین بوجاری، ماشین جوجه‌کشی، سالن پرورش طیور، نقاله، دستگاه‌های دان‌خوری اتوماتیک، دستگاه پرکن، دستگاه گاه‌خردکن، آسیاب، شیر سردکن و شیر دوش، از موتورهای الکتریکی استفاده می‌شود. به همین جهت داشتن اطلاعات کافی در زمینه اصول کار، ساختمان داخلی و طرز کار این موتورها برای هنرجویان رشته ماشین‌های کشاورزی، تقریباً یک امر ضروری است. آشنایی با این موارد شما را در رفع عیوب ساده، تعویض قطعات یا انتخاب موتور مناسب با کار مورد نظر در ماشین‌های کشاورزی یاری می‌کند.

## واحد یادگیری ۲

### نصب و راه‌اندازی موتورهای الکتریکی

آیا تا به حال به این موارد اندیشیده‌اید که:

- موتورهای الکتریکی چگونه کار می‌کنند؟
- نحوه اتصال موتور الکتریکی به شبکه برق چگونه است؟
- چگونه می‌توان از موتور الکتریکی در مقابل نوسانات برقی محافظت کرد؟
- چگونه می‌توان موتور الکتریکی را راه‌اندازی نمود؟

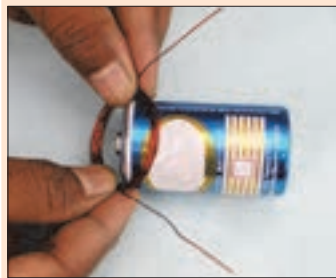
امروزه موتورهای الکتریکی در ماشین‌ها و تجهیزات کشاورزی نقش مهمی را ایفا می‌کنند به طوری که کمتر ماشینی دیده می‌شود که موتور الکتریکی در آن به کار نرفته باشد. لذا در استفاده از این ماشین‌ها باید راه‌اندازی موتورهای الکتریکی، سرویس و نگهداری و رفع عیوب ساده آنها را فرا گرفت تا در مواقع ضروری بدون حضور متخصصین برق بتوان مشکلات جزئی الکتریکی پیش آمده را رفع کرد. همچنین، آگاهی از نحوه کارکرد سیستم‌های الکتریکی ماشین‌های کشاورزی، کاربر را در استفاده صحیح از دستگاه کمک می‌کند و باعث طول عمر بیشتر دستگاه نیز خواهد شد. به دلیل اینکه در بیشتر موارد، موتورهای الکتریکی با کلیدهای دستی یا مغناطیسی راه‌اندازی می‌شود، ضروری است که هنرجویان با ساختمان، طرز کار، کاربرد و همچنین با نقشه‌های فنی و حقیقی مدارهای راه‌اندازی آشنا شوند و مهارت‌های لازم را به دست آورند.

### استاندارد عملکرد کار

در پایان این واحد یادگیری هنرجویان قادر خواهند بود موتورهای الکتریکی تک فاز و سه فاز به کار رفته در تجهیزات کشاورزی را بر اساس نقشه و استاندارد، نصب و راه‌اندازی نمایند.

## اصول کار موتورهای الکتریکی

گفت‌وگوی  
کلاسی



۳- سیم پیچ را از روی باتری خارج کنید.



۲- سیم مسی لاکه را ۱۰ تا ۱۵ مرتبه، دور باتری بچرخانید.



۱- تجهیزات آزمایش را تهیه کنید.  
(باتری ۱/۵ ولتی - سیم مسی لاکه به طول ۱/۵ متر - سنجاق قفلی - حلقه تیوب دوچرخه - آهن‌ریا)



۶- قطعات را مانند شکل مونتاژ کنید.

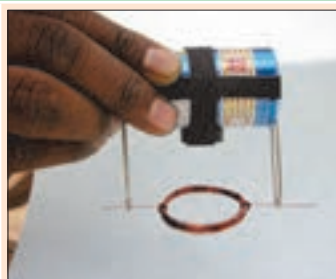


۵- عایق روی سیم‌های دو انتها را خراش دهید.



۴- با سر و ته آزاد سیم، حلقه‌ای به دور سیم پیچ ایجاد کنید.

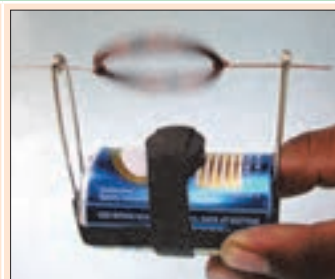
۷- دو سر سیم پیچ را داخل روزنه‌های سنجاق قرار دهید و به سؤالات زیر پاسخ دهید:



اگر مجموعه را برعکس کنید چه اتفاقی می‌افتد؟ چرا؟



اگر یک آهن‌ریا دیگر بالای سیم پیچ نگه داریم چه اتفاقی می‌افتد؟ چرا؟ (سعی کنید جهت قطب‌ها را تغییر دهید)



چه عاملی سبب چرخش سیم پیچ می‌شود؟

اصول کار موتورهای الکتریکی نیز مانند آنچه در آزمایش فوق مشاهده کردید بر مبنای ایجاد جریان القایی و میدان مغناطیسی استوار است، با این تفاوت که در موتورهای الکتریکی به جای آهن ربا از یک یا سه دسته سیم پیچ استفاده می شود. این سیم پیچ ها در شیارهای استاتور قرار می گیرند و با اتصال به شبکه برق، میدان مغناطیسی مورد نیاز را به وجود می آورند.

## انواع موتورهای الکتریکی

موتورهای الکتریکی از نظر نوع جریان مصرفی به دو دسته تقسیم می شوند:

۱- موتورهای جریان متناوب (AC)

۲- موتورهای جریان مستقیم (DC)

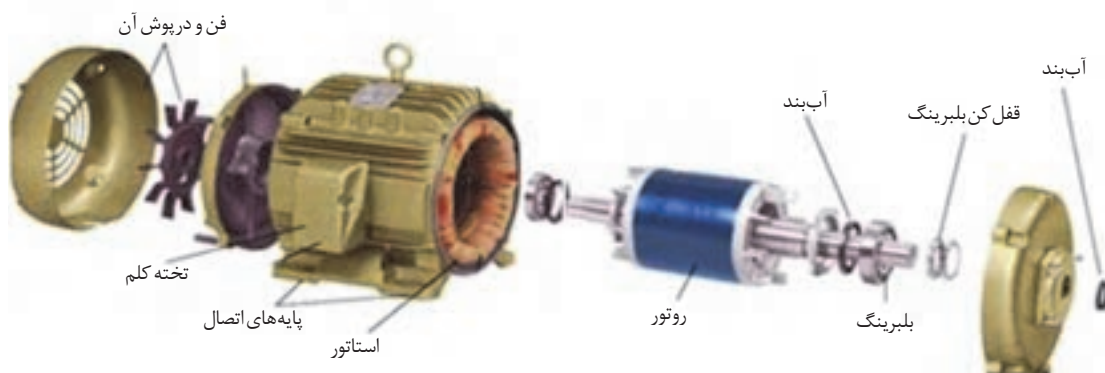
بیشتر موتورهایی که در صنعت مورد استفاده قرار می گیرند از نوع جریان متناوب (AC) هستند. یعنی با برق جریان متناوب کار می کنند. موتورهای جریان متناوب خود به دو گروه کلی تقسیم می شوند:

**موتورهای سنکرون:** موتورهایی هستند که در همه شرایط سرعت ثابتی دارند. موتورهای به کار رفته در لوازم آشپزخانه مانند آب میوه گیر، چرخ گوشت و ... از این نوع هستند.

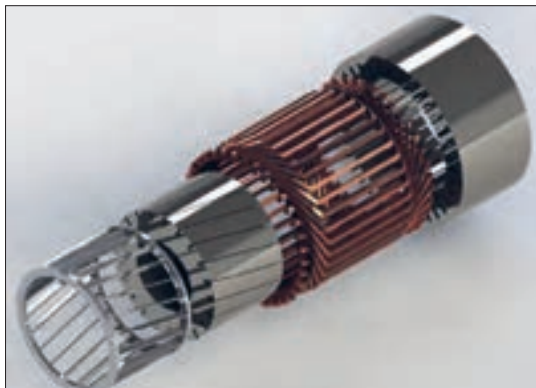
**موتورهای آسنکرون:** این موتورها وقتی زیر بار قرار می گیرند کمی سرعتشان افت می کند. از آنجایی که موتورهای سنکرون در ماشین های کشاورزی کمتر به کار می روند از توضیح آن در این کتاب خودداری می کنیم و به موتورهای آسنکرون می پردازیم. موتورهای جریان متناوب آسنکرون به دو دسته کلی سه فاز و تک فاز تقسیم می شوند.

## ساختار موتورهای الکتریکی

ساختار موتورهای الکتریکی از قسمت های مختلفی تشکیل شده است که در ادامه به توضیح مهم ترین قسمت ها پرداخته می شود (شکل ۱):



شکل ۱- اجزای موتور الکتریکی



شکل ۲

### ۱- روتور (گردنده):

روتور عبارت از یک استوانه توپر است که از کنار هم قرار گرفتن ورقه‌های آهنی نازک، که نسبت به هم عایق هستند، ساخته شده و روی محوری قرار گرفته است. در داخل این استوانه توپر، شیارهایی تعبیه شده که هادی‌های روتور در آن قرار می‌گیرد.

هادی‌های روتور به صورت میله‌ای هستند این میله‌ها از هر دو طرف به دو حلقه انتهایی، متصل‌اند. چون شکل به دست آمده برای این روتور، شبیه یک قفس فلزی است (شکل ۲)، به همین دلیل این گونه موتورهای

القایی را روتور قفسی می‌گویند. حدود ۹۰٪ موتورهای الکتریکی جریان متناوب از نوع روتور قفسی هستند.

### ۲- استاتور (ساکن):

استاتور عبارت از یک استوانه تو خالی است که از کنار هم قرار گرفتن ورقه‌های آهنی نازک که نسبت به هم عایق هستند ساخته شده است. در داخل این استوانه شیارهایی تعبیه شده است و سیم پیچ‌ها درون آن، قرار می‌گیرند. استاتور در موتورهای الکتریکی سه فاز دارای سه سیم پیچ است. در این موتورها به دلیل وجود سه سیم پیچ و سه جریان متناوب، که با یکدیگر اختلاف فاز متقارن دارند، میدان دوار مورد نیاز برای ایجاد خاصیت القایی ایجاد می‌شود. اما در موتورهای تک فاز، با یک سیم پیچی و یک جریان، امکان ایجاد میدان دوار نیست. به همین دلیل، برای راه‌اندازی موتورهای تک فاز، از یک سیم پیچ دیگر برای کمک به سیم پیچ اصلی در راه‌اندازی موتور به صورت موقت استفاده می‌شود. به این سیم پیچ، که در راه‌اندازی به کمک سیم پیچ اصلی می‌آید، سیم پیچ کمکی یا راه‌انداز (استارت) می‌گویند. این سیم پیچ، قادر است در لحظه راه‌اندازی، به همراه سیم پیچ اصلی، گشتاور قابل توجهی به محور روتور اعمال کند و باعث چرخش آن شود. از آنجایی که وظیفه سیم پیچ کمکی فقط راه‌اندازی موتور است، می‌توان پس از اینکه موتور به راه افتاد آن را از مدار خارج کرد.

موتورهای تک فاز را بر اساس روش راه‌اندازی به صورت زیر می‌توان طبقه‌بندی کرد:

شکل مدار	ویژگی	انواع موتور تک فاز
	<p>در این موتورها، سیم پیچ اصلی و سیم پیچ کمکی با هم به صورت موازی قرار می‌گیرند. سیم پیچ راه‌انداز، پس از راه‌اندازی و رسیدن سرعت موتور به ۵۷٪ سرعت نامی به وسیله کلید تابع دور (کلید گریز از مرکز) از مدار خارج می‌شود</p>	<p>موتور با فاز شکسته</p>

شکل مدار	ویژگی	انواع موتور تک فاز
	<p>در موتورهای تک فاز با راه انداز خازنی برای افزایش گشتاور موتور در لحظه راه اندازی، از خازن به صورت سری با سیم پیچ کمکی استفاده می شود. خازن مورد نظر از نوع الکترولیتی با ظرفیت بالاست و معمولاً به صورت جداگانه روی بدنه موتور نصب می شود. در مدار سیم پیچ راه انداز با خازن، از یک کلید گریز از مرکز (تابع دور) نیز استفاده می شود، که سیم پیچ کمکی و خازن را در ۵۷٪ دور نامی موتور از مدار خارج می کند.</p>	<p>موتور با راه انداز خازنی</p>
	<p>در این موتورها از یک خازن روغنی، که با سیم پیچ راه انداز سری شده است، استفاده می شود. این موتورها کلید تابع دور ندارند و سیم پیچ راه انداز به همراه خازن، پس از راه اندازی نیز در مدار باقی می ماند. قرار داشتن خازن به صورت دائم در مدار، گشتاور در حالت کار را افزایش می دهد.</p>	<p>موتور با خازن دائم کار</p>
	<p>در این موتورها از یک خازن به صورت لحظه ای و یک خازن به صورت دائم کار استفاده می شود. این دو خازن با یکدیگر به صورت موازی و هر دو با سیم پیچ راه انداز به صورت سری قرار گرفته اند. خازن راه انداز پس از رسیدن به ۵۷٪ دور نامی از مدار خارج می شود اما خازن دائم کار در مدار باقی می ماند.</p>	<p>موتور تک فاز دو خازنی</p>



شکل ۳- پلاک اتصالات موتور الکتریکی



### ۳- پلاک اتصالات

#### موتور (تخته کلم)

برای اتصال سیم پیچ های درون موتور الکتریکی به شبکه برق، سر سیم ها از داخل به ترمینال موتور هدایت می شوند که اصطلاحاً به آن جعبه

اتصالات موتور (تخته کلم) می گویند (شکل ۳).

قبل از آشنایی با نحوه اتصال موتور به شبکه برق لازم است با تخته کلم و نحوه اتصالات سیم پیچ های موتور آشنا شوید.



شکل ۴- تخته کلم موتور سه فاز

**تخته کلم موتورهای سه فاز:** موتورهای الکتریکی سه فاز سه دسته سیم پیچ دارند و سر و ته کلاف‌های سیم پیچی آنها، با دو حرف مشخص می‌شوند. برای نام‌گذاری سر سیم پیچ‌های اول تا سوم در استاندارد (VDE آلمان) به ترتیب از حروف V، U و W و برای ته کلاف‌ها به ترتیب از حروف Y، X و Z استفاده می‌شود، اما در استاندارد (IEC کمیته بین‌المللی الکتروتکنیک) به ترتیب سر کلاف‌ها با حروف  $V_1$ ،  $U_1$  و  $W_1$  و ته کلاف‌ها با حروف  $V_2$ ،  $U_2$  و  $W_2$  نامگذاری می‌شوند.



شکل ۵- تخته کلم موتور تک فاز

**تخته کلم موتورهای تک فاز:** به طور کلی روی تخته کلم موتورهای تک فاز در استاندارد (VDE آلمان) از حروف U و V برای مشخص کردن سر و ته سیم پیچ اصلی و از حروف W و Z برای سیم پیچ کمکی استفاده می‌شود. اما در استاندارد (IEC) از حروف  $U_1$  و  $U_2$  برای نشان دادن سرهای سیم پیچ اصلی و از حروف  $Z_1$  و  $Z_2$  برای مشخص کردن سرهای سیم پیچ کمکی استفاده می‌شود (شکل ۵).

#### ۴- یاتاقان‌ها

یاتاقان‌ها در هر دو انتهای موتور (محفظه یاتاقان) قرار دارند و به شفت یا مجموعه روتور اجازه می‌دهند که با آزادی و به صورت نرم دوران کند. یاتاقان‌ها ممکن است از نوع لغزشی (بوش) و یا غلتشی (بلبرینگ) باشند.

#### عیب‌یابی موتور الکتریکی قبل از نصب

وقتی که یک موتور الکتریکی خراب شده باشد معمولاً مشکل است که فقط با دیدن ظاهر آن پی به مشکل ببریم. یک موتور که در انبار وجود دارد بدون توجه به ظاهر آن ممکن است کار کند یا نکند. یک بازبینی سریع با استفاده از مولتی‌متر می‌تواند انجام شود، اما قبل از اینکه از موتور استفاده شود اطلاعات زیادی باید جمع‌آوری و سنجیده شود.



در حین بررسی و بازدید موتور هیچ‌گاه به برق نیاز نیست از این رو در تمامی مراحل زیر اگر موتور قبلاً به برق وصل شده است آن را به صورت ایمن از برق جدا کنید.



## اطمینان از سالم بودن الکتروموتور

### مراحل انجام کار:

۱- **بدنه موتور را چک کنید.** اگر موتور در قسمت‌های بیرونی خود دارای هرگونه خرابی به شرح زیر باشد. ممکن است مشکلی وجود داشته باشد که به دلیل اضافه بارهای پیشین یا کاربری نامناسب یا هر دو عمر موتور کاهش یابد.

- سوراخ‌های نصب جا پیچ یا پایه شکسته باشد.

- رنگ موتور تک فاز در وسط آن تغییر پیدا کرده باشد (نشان دهنده حرارت اضافی است).

- مشاهده آلودگی و اجسام خارجی متفرقه که بر روی سیم پیچ موتور تک فاز افتاده یا ریخته باشد از طریق سوراخ‌های موجود در محفظه موتور.

۲- **سلامت یاتاقان‌ها را بررسی کنید.** برای بررسی سریع یاتاقان‌ها، موتور را بر روی یک سطح سخت قرار داده و یک دست خودتان را بر روی موتور بگذارید و محور موتور را با دست دیگر بچرخانید، به دقت نگاه کنید، حس کنید و گوش بدهید؛ محور باید آهسته و بی صدا، به طور آزاد و به نرمی بچرخد و هیچ‌گونه علائمی از سایش، خرد شدن فلز، یا ناهمواری گردش محور احساس نشود.

۳- **انطباق محور و یاتاقان‌ها را بررسی کنید.** محور موتور را به سمت بیرون و داخل، بکشید و هل دهید. یک مقدار حرکت کوچک به داخل یا بیرون (در حدود ۳ میلی‌متر) پذیرفته شده است، اما هر چه به مقدار صفر نزدیک تر باشد بهتر است.

۴- **بررسی کنید سیم پیچ‌ها نسوخته باشند.** بررسی ظاهری سوختن سیم پیچ‌ها از طریق بویایی انجام می‌گیرد. بوی سوختگی از موتوری که سیم پیچ‌های آن سالم است نباید به مشام برسد.



شکل ۶- آزمایش الکتروموتور با استفاده از مولتی متر

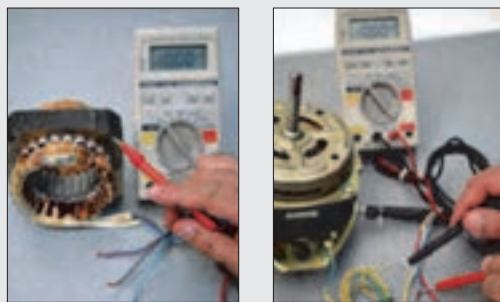
۵- **بررسی کنید سیم پیچ‌ها، مدار باز نباشند.** مولتی متر موجود در کارگاه را در حالت اهم متری قرار دهید و دو سر سیم اهم متر را، مطابق شکل، به پیچ‌های تخته کلم وصل کنید. توجه داشته باشید دو پیچی که دو سر اهم متر را به آنها متصل می‌کنید باید مربوط به یک کلاف باشد (مثلاً  $U_1$  و  $U_2$ ). در این صورت لازم است در اهم متر آنالوگ، عقربه اهم متر تا



انتهای صفحه منحرف شود و در اهم‌متر دیجیتال عدد ۱ نمایش داده شود. انحراف عقربه اهم‌متر تا انتها نشان‌دهنده این است که کلاف هیچ‌گونه قطعی ندارد و سالم است. در موتورهای سه فاز این عمل را برای هر سه سیم پیچ تکرار کنید.

در صورتی که عقربه اهم‌متر منحرف نشده و عدد صفر را نشان دهد، در این صورت سیم‌پیچ‌های موتور سالم نیستند و نباید موتور را به شبکه برق متصل و راه‌اندازی نمود.

نکته



شکل ۷- آزمایش اتصال بدنه

۶- سیم‌پیچ‌ها را از نظر اتصال کوتاه به بدنه چک کنید. در موتور سالم هرگاه یک سر اهم‌متر به بدنه فلزی موتور و سر سیم دیگر آن به هر یک از سیم‌پیچ‌های تخته کلم وصل شود، عقربه نباید منحرف شود. به عبارت دیگر نباید هیچ ارتباط الکتریکی بین سیم‌پیچ‌های موتور و بدنه وجود داشته باشد (شکل ۷).

در صورتی که موتور اتصال بدنه داشته باشد هنگام اتصال آن به شبکه برق ممکن است افراد دچار برق‌گرفتگی شوند.

ایمنی



۷- کاسه باد و فن را چک کنید. مطمئن شوید که حفاظ فلزی (کاسه باد) به طور ایمن به بدنه موتور متصل شده باشد و با آلودگی‌ها و خاک و شن پر نشده باشد. سوراخ‌های موجود در کاسه باد فلزی انتهای موتور نیاز است کاملاً باز و هوا به راحتی از طریق آنها جریان یابد. در غیر این صورت، موتور بیش از اندازه داغ شده و در نهایت خواهد سوخت.

کاسه باد باید همیشه روی موتور نصب باشد در غیر این صورت موتور گرم می‌کند.

نکته



۸- اگر موتور دارای خازن است (موتور تک فاز) سلامت آن را بررسی کنید. نشت کردن روغن از پوسته خازن، تورم و بادکردگی پوسته خازن، یا هرگونه سوراخ در پوسته، بوی سوختگی یا دودزدگی، همه از

عوامل نشان دهنده خرابی هستند. پس از بررسی ظاهری، پراب‌های مولتی‌متر را بر روی ترمینال‌های خازن وصل کنید، مقاومت باید از مقداری کوچک شروع شود و رفته رفته با تحویل ولتاژ کوچکی که باطری اهم‌متر دارد به تدریج خازن شارژ گردد. اگر مقدار مقاومت افزایش نیابد، خازن دچار مشکل شده است و نیاز به تعویض دارد.

## اتصال موتور به شاسی ماشین برای تأمین قدرت مکانیکی

اگر بخواهیم موتوری را برای دستگاهی انتخاب یا با موتور قبلی آن جایگزین کنیم باید به سیستم اتصال موتور به دستگاه توجه داشته باشیم. دو حالت برای اتصال موتور به دستگاه وجود دارد:

### الف) اتصال مستقیم و بدون تغییر



شکل ۸- انتقال قدرت مستقیم از موتور به دستگاه

در صورتی که سرعت دورانی محور ورودی دستگاه با سرعت موتور یکی باشد از اتصال مستقیم استفاده می‌شود. این کار با اتصال مستقیم محور گردنده ماشین روی محور موتور (کوپل کردن) امکان پذیر است (شکل ۸). معمولاً در موتورهای الکتریکی، که برای به حرکت درآوردن پمپ‌های چاه آب، پمپ‌های گریز از مرکز و تهویه هوای سالن پرورش طیور استفاده می‌شوند، انتقال قدرت مستقیم صورت می‌گیرد.

در اتصال مستقیم محورهای محرک و متحرک به وسیله کوپلینگ به یکدیگر متصل می‌شوند. هم‌راستا بودن این دو محور در این روش اتصال بسیار حائز اهمیت است. برای هم‌راستا کردن محورها معمولاً از شیم‌گذاری زیر پایه موتور استفاده می‌شود.

توجه



### ب) سیستم مبدل سرعت

اگر سرعت لازم برای وسیله مورد نظر با سرعت موتور انتخاب شده یکی نباشد از دستگاه‌های تغییر دور، مانند جعبه دنده (گیربکس)، تسمه و چرخ تسمه یا زنجیر و چرخ زنجیر، برای تبدیل سرعت استفاده می‌شود (شکل ۹).



ب) تغییر دور موتور با تسمه در کاه خردکن



الف) تغییر دور موتور با جعبه دنده در دانخوری زنجیری

شکل ۹- انتقال قدرت از موتور به دستگاه با مبدل سرعت

## اتصال سیم‌پیچ‌های موتور به شبکه برق (راه‌اندازی موتورهای الکتریکی)

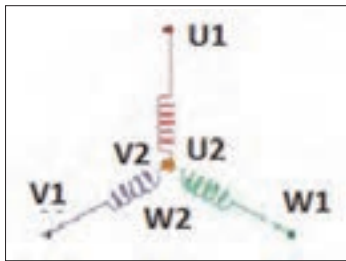
نحوه اتصال موتور آسنکرون به شبکه الکتریکی را اصطلاحاً راه‌اندازی می‌گویند. برای راه‌اندازی موتور باید سر سیم‌پیچ‌های آن به شبکه برق متصل شوند.

شبکه برق تک فاز دارای یک سیم فاز و یک سیم نول است که باید به سر سیم‌پیچ‌های موتور در تخته کلم ( $U_1$ ) و ( $U_2$ ) متصل شوند.

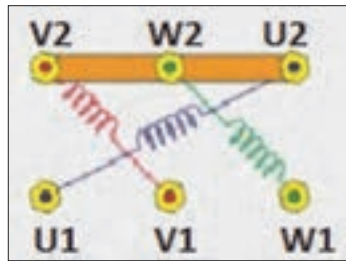
شبکه برق سه فاز دارای سه سیم فاز است که با حروف  $L_1$ ،  $L_2$  و  $L_3$  نام‌گذاری شده‌اند. این سه سیم باید به سر سیم‌پیچ‌های موتور یعنی  $V_1$ ،  $U_1$  و  $W_1$  اتصال داده شوند. بر مبنای نحوه اتصال سر و ته سیم‌پیچ‌ها به همدیگر و اتصال شبکه به آنها روش‌های اتصال مختلف به شرح زیر وجود دارند:

### ۱- اتصال ستاره

اگر سرکلاف‌ها یعنی  $V_1$ ،  $U_1$  و  $W_1$  به شبکه برق سه فاز  $L_1$ ،  $L_2$  و  $L_3$  متصل شوند و ته سیم‌پیچ‌ها یعنی  $V_2$ ،  $U_2$  و  $W_2$  توسط دو تسمه مسی به همدیگر متصل شوند، اتصال ستاره به وجود می‌آید. این اتصال به سبب شکل قرارگیری سیم‌پیچ‌های آن نسبت به هم، اتصال ستاره نام‌گذاری شده است (شکل ۱۰).



این شکل نشان می‌دهد که چرا این اتصال را ستاره می‌گویند



اجرای اتصال ستاره با بستن افقی تیغه‌های مسی تخته ترمینال

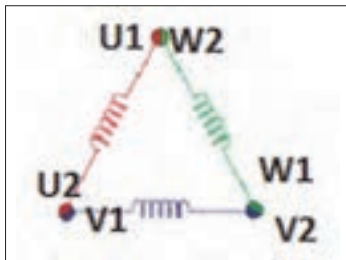


عکسی از تخته ترمینال یک موتور با اتصال ستاره

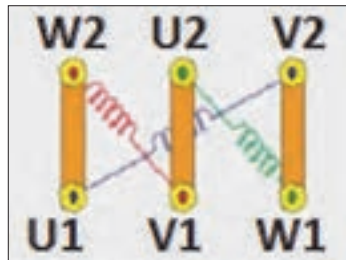
شکل ۱۰- اتصال ستاره

### اتصال مثلث

در این اتصال ته هر کلاف به سر کلاف بعد متصل می‌شود. این اتصال به سبب شکل قرارگیری سیم پیچ‌های آن نسبت به هم، اتصال مثلث نام‌گذاری شده است (شکل ۱۱). در این روش سیم‌های  $L_1$  و  $L_2$  و  $L_3$  به ترتیب به  $V_1$ ،  $U_1$  و  $W_1$  وصل می‌شوند.



این شکل نشان می‌دهد که چرا این اتصال را دلتا (حرف یونانی) می‌گویند



اجرای اتصال مثلث با بستن عمودی تیغه‌های مسی تخته ترمینال



عکسی از تخته ترمینال یک موتور با اتصال مثلث

شکل ۱۱- اتصال مثلث در تخته کلم موتور

## پلاک خوانی و انتخاب کابل و فیوز مناسب

برق‌رسانی و راه‌اندازی موتورهای الکتریکی از اهمیت خاصی برخوردار است. در جایگزینی قطعاتی مانند فیوز، کلید، نوع سیم و سطح مقطع آن باید توجه خاص داشت، زیرا انتخاب اشتباه هر یک از موارد یاد شده ممکن است به وقوع حالات زیر منجر شود:

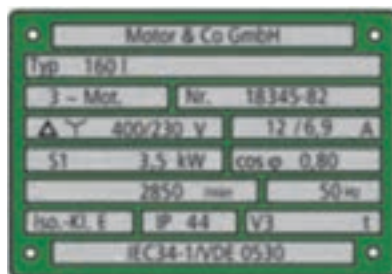
- راه‌اندازی نشدن موتور به علت کم بودن جریان نامی فیوز نسبت به جریان نامی موتور؛
- سوختن فیوز به دلیل کم بودن جریان نامی فیوز، نسبت به جریان نامی موتور؛
- سوختن قطعات داخل مدار به علت زیاد بودن جریان نامی فیوز، نسبت به جریان نامی موتور؛
- گرم شدن یا ایجاد جرقه‌های شدید بین کنتاکت‌های کلید، به دلیل کم بودن جریان نامی کلید؛
- گرم شدن یا سوختن کابل به کار رفته در مدار به علت کم بودن سطح مقطع انتخابی، نسبت به سطح مقطع مورد نیاز.

شماره	اطلاعات داده شده
۱	نام کارخانه سازنده
۲	شماره نوع ماشین (تیپ ماشین)
۳	نوع جریان (مستقیم یا متناوب تک فاز سه فاز)
۴	نوع ماشین (موتور یا مولد)
۵	شماره تولید ماشین
۶	ولتاژ نامی
۷	جریان نامی
۸	توان نامی
۹	حالت کاری (دایم یا موقت)
۱۰	ضریب توان
۱۱	سرعت نامی
۱۲	فرکانس نامی (فرکانس کار)
۱۳	ظرفیت خازن راه انداز (الکترولیتی-CA)
۱۴	ظرفیت خازن دایم کار (روغنی-CB)
۱۵	نوع محافظت موتور
۱۶	شماره استاندارد

برای انتخاب کابل و فیوز مناسب باید به جریان مجاز موتور (روی پلاک موتور) توجه شود. شکل پلاک موتور و اطلاعات نوشته شده روی آنها متفاوت است. دو نمونه پلاک موتورهای تک فاز و سه فاز و توضیح برخی اطلاعات ارائه شده در آنها در جدول‌های زیر آمده است.



جدول پلاک مشخصات یک نمونه موتور تک فاز



جدول پلاک مشخصات یک نمونه موتور سه فاز

شماره	اطلاعات داده شده
۱	نام کارخانه سازنده
۲	مدل (تیپ ماشین)
۳	تعداد فاز (یک فاز یا سه فاز)
۴	موتور یا مولد
۵	شماره بدنه
۶	نوع اتصال موتور (ستاره یا مثلث)
۷	ولتاژ کار موتور (برحسب ولت)
۸	جریان موتور (برحسب آمپر)
۹	نوع کار موتور (پیوسته یا موقت)
۱۰	قدرت موتور (برحسب اسب بخار)
۱۱	ضریب قدرت موتور
۱۲	سرعت موتور (برحسب دور در دقیقه)
۱۳	فرکانس موتور (برحسب هرتز)
۱۴	حفاظت بین المللی
۱۵	استاندارد مورد استفاده در ساخت موتور

در قسمتی از پلاک مشخصات موتور که نوع محافظت (ایمنی) به کار رفته در مقابل تماس و نفوذ اجسام خارجی و آب بیان می‌شود از دو حرف IP (حفاظت بین المللی - International Protection) و دو رقم که استفاده می‌شود.

اولین رقم درجه ایمنی را در مقابل تماس و نفوذ اجسام خارجی و دومین رقم درجه ایمنی در مقابل نفوذ آب را نشان می‌دهد.

برای مثال اگر بر روی پلاک موتوری IP ۴۴ نوشته شده باشد بیانگر آن است که این موتور در مقابل اجسام خارجی بزرگ تر از قطر ۱ میلی‌متر و همچنین در مقابل پاشیده شدن آب، حفاظت شده است. در کتاب همراه هنر جو جدول حفاظت بین المللی (IP) آمده است.

ایمنی





پلاک موتور الکتریکی چند ماشین کشاورزی را بررسی و مشخصات آن را یادداشت نمایید.

پس از استخراج اطلاعات فنی (جریان و ولتاژ مجاز) از پلاک موتور و دانستن مسافت مورد نیاز می توان قطر سیم یا کابل را محاسبه نمود.

جدول محاسبه سطح مقطع سیم های مسی و آلومینیومی، نسبت به مسافت و جریان مجاز

مس	آلومینیوم	۱۰	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۳۵۰	۴۰۰	۴۵۰	۵۰۰	۶۰۰	۷۰۰	۸۰۰	۹۰۰	۱۰۰۰
۱/۵	۲/۵	۲۷	۱۵	۷	۵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۲/۵	۴	۳۶	۲۵	۱۲	۸	۶	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۴	۶	۴۶	۴۰	۲۰	۱۳	۱۰	۸	۸	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۶	۱۰	۵۸	۵۸	۳۰	۲۰	۱۵	۱۲	۱۰	۸	۷	۶/۵	۶	۵	-	-	-	-
۱۰	۱۶	۷۷	۷۷	۵۰	۳۳	۲۵	۲۰	۱۸	۱۴	۱۲	۱۱	۱۰	۸	۷	۶	۵	۵
۱۶	۲۵	۱۰۰	۱۰۰	۸۰	۵۳	۴۰	۳۲	۲۶	۲۲	۲۰	۱۷	۱۶	۱۳	۱۱	۱۰	۸	۸
۲۵	۵۰	۱۳۰	۱۳۰	۱۲۵	۸۳	۶۲	۵۰	۴۱	۳۵	۳۱	۲۷	۲۵	۲۰	۱۷	۱۵	۱۳	۱۲
۳۵	۷۰	۱۵۵	۱۵۵	۱۵۵	۱۱۵	۸۶	۶۹	۵۷	۴۹	۴۳	۳۸	۳۴	۲۸	۲۴	۲۱	۱۸	۱۷
۵۰	۹۵	۱۸۵	۱۸۵	۱۸۵	۱۵۸	۱۱۷	۹۳	۷۸	۶۶	۵۸	۵۲	۴۶	۳۸	۳۲	۲۸	۲۵	۲۳
۷۰	۱۲۰	۲۳۰	۲۳۰	۲۳۰	۲۲۲	۱۶۶	۱۳۳	۱۱۱	۹۵	۸۳	۷۴	۶۶	۵۵	۴۷	۴۱	۳۶	۳۳
۹۵	۱۵۰	۲۷۵	۲۷۵	۲۷۵	۲۷۵	۲۲۵	۱۸۰	۱۵۰	۱۲۹	۱۱۲	۱۰۰	۹۰	۷۵	۶۴	۵۸	۵۰	۴۵
۱۲۰	۱۸۵	۳۱۵	۳۱۵	۳۱۵	۳۱۵	۲۷۵	۲۲۲	۱۸۵	۱۵۹	۱۳۹	۱۲۳	۱۱۱	۹۲	۸۹	۶۹	۸۷	۵۵
۱۵۰	۲۴۰	۳۵۵	۳۵۵	۳۵۵	۳۵۵	۳۳۰	۲۶۴	۲۲۰	۱۸۹	۱۶۵	۱۴۷	۱۳۲	۱۱۰	۹۴	۸۲	۷۳	۶۶
۱۸۵	۳۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۳۹۳	۳۱۴	۲۶۷	۲۲۴	۱۹۸	۱۷۶	۱۵۷	۱۳۱	۱۱۲	۹۸	۸۷	۷۸
۲۴۰	۴۰۰	۴۶۵	۴۶۵	۴۶۵	۴۶۵	۴۳۷	۳۴۹	۲۹۱	۲۴۹	۲۱۸	۱۹۴	۱۷۴	۱۴۵	۱۲۴	۱۰۲	۹۷	۸۷
۳۰۰	۵۰۰	۵۵۰	۵۵۰	۵۵۰	۵۵۰	۴۹۶	۳۹۷	۳۳۱	۲۸۳	۲۴۸	۲۲۰	۱۸۹	۱۶۵	۱۴۱	۱۲۴	۱۱۰	۹۹

مثال: سیم مسی با سطح مقطع ۱۰ میلی متر یا سیم آلومینیومی با سطح مقطع ۱۶ میلی متر در فاصله ۱۰۰ متری، می تواند ۵۰ آمپر تحمل کند.

## کنترل موتورهای الکتریکی

برای کار مطلوب یک موتور الکتریکی باید:

- ۱- انرژی الکتریکی به آن منتقل شود.
  - ۲- در زمان و مکان مشخصی این انرژی قطع یا وصل شود.
  - ۳- این انرژی در حد نیاز موتور مورد نظر باشد.
- این خواسته ها با استفاده از کلیدها برآورده می شود.

کلیدها دارای مکانیزم‌های مختلفی بوده و در انواع مختلف وجود دارند. در این پودمان شما با طرز کار برخی از کلیدهای رایج آشنا می‌شوید و روش اتصال آنها به مصرف‌کننده‌ها را، به صورت عملی در کارگاه، فرا می‌گیرید.

## الف) کلیدهای دستی

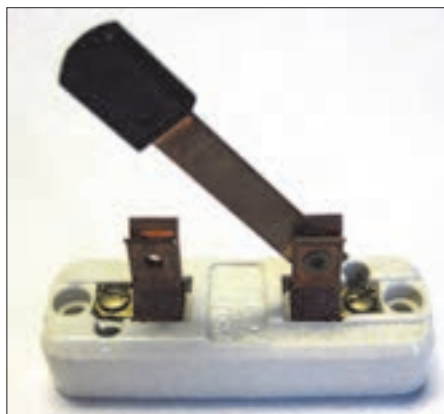
کلیدهای دستی در ماشین‌های کشاورزی کاربرد فراوانی دارد. از کاربردهای کلیدهای دستی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- روشن و خاموش کردن موتورهای الکتریکی
- تغییر جهت گردش موتورهای الکتریکی (چپ‌گرد، راست‌گرد)
- تغییر سرعت موتورهای الکتریکی (کند، تند)
- تغییر وضعیت اتصال سیم‌پیچ‌ها (ستاره، مثلث)

از نظر ساختمان، کلیدهای دستی به دو نوع اهرمی و زبانه‌ای تقسیم می‌شوند. امروزه کلیدهای زبانه‌ای کاربرد گسترده‌تری نسبت به کلیدهای اهرمی دارند. در ادامه انواع کلیدهای زبانه‌ای معرفی می‌گردد.



شکل ۱۳- نقشه تفکیکی کلید زبانه‌ای تابولی (سلکتور)



شکل ۱۲- کلید اهرمی (چاقویی)



شکل ۱۴- کلید ۱-۰

### - کلید یک طرفه یا صفر و یک

کلید یک طرفه یا صفر و یک (ON-OFF Switch) دارای یک حالت وصل و یک حالت قطع بوده و برای قطع و وصل برق اصلی الکتروموتورها در مدارهای تک فاز و سه فاز استفاده می‌شود. کلید یک طرفه در دو مدل فرمان دائم و برگشت فنری وجود دارد. در فرمان دائم، کلید می‌تواند در وضعیت صفر یا یک باقی بماند اما در نوع برگشت فنری، پس از رها کردن دسته در وضعیت یک، کلید توسط فنرهای تعبیه شده به موقعیت صفر بر می‌گردد.

## – کلید چپ گرد و راست گرد

در بسیاری از موارد، دستگاه‌های الکتریکی نظیر ماشین توزیع دان در قفس‌ها و... نیازمند تغییر جهت گردش از راست گرد به چپ گرد یا برعکس‌اند. در الکتروموتورهای سه فاز اگر جای دو فاز را عوض کنیم، جهت گردش تغییر می‌کند.

در حالت اول باید سه فاز  $L_1$ ،  $L_2$  و  $L_3$  را به سرهای  $U_1$ ،  $V_1$  و  $W_1$  در موتور اتصال داد و در حالت دوم باید محل اتصال دو فاز از سه فاز ورودی را برای اتصال به سرهای  $U_1$ ،  $V_1$  و  $W_1$  به طور دلخواه عوض کرد. اما در الکتروموتورهای تک فاز کار به این سادگی نیست و اگر جای فاز و نول را در یک الکتروموتور تک فاز عوض کنید هیچ تغییر جهتی رخ نمی‌دهد.



شکل ۱۵- تخته کلم و اتصال سیم پیچ‌های موتور تک فاز در جهت راست گرد و تبدیل آن به وضعیت چپ گرد با جابه‌جایی تسمه

برای تغییر جهت گردش موتورهای الکتریکی تک فاز باید جهت جریان الکتریکی در سیم پیچی کمکی (راه‌انداز) را عوض کنیم، یعنی جای سر و ته سیم پیچ متصل شده به فاز و نول عوض شود. بر اثر این جابه‌جایی، جهت میدان مغناطیسی ایجاد شده در فضای داخلی استاتور و در نتیجه، نیروی وارد شده بر روتور عوض می‌شود. با عوض شدن نیروی وارد شده، جهت گردش موتور نیز عکس حالت اول می‌شود. (شکل ۱۵).



شکل ۱۶- شکل ظاهری کلید زبانه‌ای چپ گرد- راست گرد

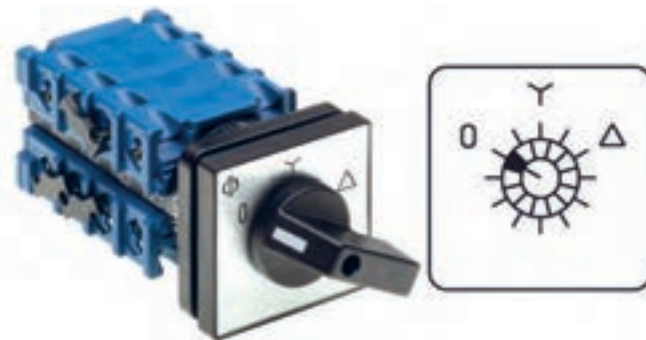
به منظور سهولت در تغییر جهت گردش موتور بدون نیاز به جابه‌جایی دستی فازها (موتور سه فاز) یا تسمه‌ها (موتور تک فاز) می‌توان از کلیدهای زبانه‌ای چپ گرد- راست گرد (شکل ۱۶) استفاده نمود. کلید زبانه‌ای (۲-۱-۰) دارای سه حالت (۰ قطع، (۱) چپ گرد و (۲) راست گرد است.

## – کلید ستاره – مثلث

در موتورهای سه فاز با توان بالا (بیش از ۷/۵ کیلووات) در لحظه راه‌اندازی، جریان خیلی زیادی (حدود ۴ تا ۷ برابر جریان نامی موتور) از سیم پیچی‌های موتور عبور می‌کند و می‌تواند صدماتی به موتور وارد کند. لذا، ابتدا موتور را به صورت ستاره راه‌اندازی می‌کنند (زیرا جریانی به میزان یک سوم کمتر نسبت به اتصال مثلث می‌کشد)، پس از راه‌اندازی، اتصال موتور را به مثلث تغییر می‌دهند. این کار در مدت چند ثانیه انجام می‌شود.



کلید زبانه‌ای (Y - Δ - 0) دارای سه حالت (0) قطع، (Y) ستاره و (Δ) مثلث است.



شکل ۱۷- تصویر یک کلید زبانه‌ای ستاره - مثلث

کاربردهایی از راه‌اندازی موتورها به صورت ستاره مثلث در ماشین‌های کشاورزی را بیابید.



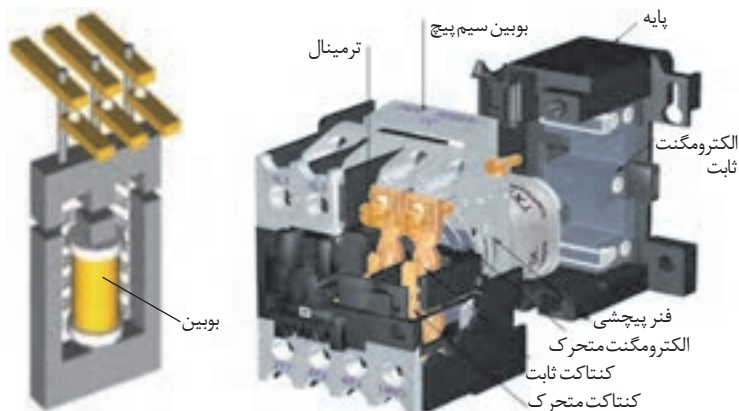
### ب) کلید مغناطیسی یا کنتاکتور

در ماشین‌های کشاورزی ممکن است، علاوه بر کلیدهای دستی از کلیدهای مغناطیسی (کنتاکتورها) نیز برای راه‌اندازی استفاده شود. کنتاکتور با استفاده از خاصیت الکترومغناطیس تعدادی کنتاکت را به یکدیگر وصل یا از یکدیگر جدا می‌کند. از این خاصیت برای قطع و وصل یا تغییر اتصال مدار استفاده می‌شود.

کنتاکتورها نسبت به کلیدهای دستی صنعتی مزایایی به شرح زیر دارند:

- مصرف کننده از راه دور کنترل می‌شود.
- سرعت قطع و وصل کلید زیاد و استهلاک آن کم است.
- از نظر حفاظتی مطمئن ترند و حفاظت مناسب تر و کامل تر دارند.
- عمر مؤثرشان بیشتر است.
- هنگام قطع برق، مدار مصرف کننده نیز قطع می‌شود و به استارت مجدد نیاز پیدا می‌کند؛ در نتیجه از خطرات وصل ناگهانی دستگاه جلوگیری می‌گردد.

این کلید از دو هسته به شکل E یا U، که یکی ثابت و دیگری متحرک است، تشکیل می‌شود. در میان هسته ثابت یک بوبین یا سیم پیچ قرار دارد. وقتی بوبین به برق متصل می‌شود با استفاده از خاصیت مغناطیسی، نیروی کششی فنر را خنثی می‌کند و هسته فوقانی را به هسته تحتانی اتصال می‌دهد و باعث می‌شود که تعدادی کنتاکت عایق شده از یکدیگر به ترمینال‌های ورودی و خروجی کلید متصل شود یا باعث گردد کنتاکت‌های بسته کنتاکتور باز شوند. در صورتی که مدار تغذیه بوبین کنتاکتور قطع شود، در اثر نیروی فنری که داخل کلید قرار دارد هسته متحرک دوباره به حالت اول باز می‌گردد (شکل ۱۸).



شکل ۱۸- کنتاکتور و طرح ساده‌ای از آن



شکل ۱۹- پیچ‌های مربوط به کنتاکت‌های فرمان و قدرت

کنتاکتورها دارای دو نوع تیغه هستند که وظیفه قطع و وصل مدارها را به عهده دارند. یکی تیغه‌های قدرت، که ضخیم‌ترند و قابلیت عبور جریان زیادی را دارند و برای اتصال موتور به شبکه برق سه فاز از این تیغه‌ها استفاده می‌شود. هر کنتاکتور دارای سه تیغه قدرت است، که در حالت عادی باز هستند و پس از اینکه کنتاکتور عمل کرد، بسته می‌شوند و برق را به موتور سه فاز می‌رسانند. کنتاکتورها، علاوه بر تیغه‌های قدرت دارای تیغه‌های ظریف‌تری به نام تیغه‌های فرمان نیز هستند. تیغه‌های فرمان هم باز هستند و هم بسته، که با عمل کردن کنتاکتور، تیغه‌های باز، بسته شده و تیغه‌های بسته باز می‌شوند. تیغه‌های فرمان با اعداد دو رقمی و تیغه‌های قدرت با اعداد یک رقمی نام‌گذاری می‌شوند (شکل ۱۹).

با توجه به نوع مصرف‌کننده و شرایط کار، کنتاکتورها، قدرت و جریان عبوری مشخصی برای ولتاژهای مختلف دارند. بنابراین، برای انتخاب کنتاکتور متناسب با مصرف‌کننده، باید به جدول و مشخصات کنتاکتور توجه کرد، تا در هنگام اتصال به شبکه، کنتاکت‌های آن، جریانی را که مصرف‌کننده از شبکه می‌کشد، تحمل کنند.

توجه



### ج) کلیدهای محافظ

موتورهای الکتریکی را باید در مقابل خطرات و خطاهای احتمالی حفاظت کرد. یکی از راه‌های حفاظت موتورهای الکتریکی، استفاده از کلیدهای محافظ می‌باشد. کلیدهای محافظ انواع مختلفی دارند که مهم‌ترین آنها عبارت‌اند از:

– **فیوزها:** فیوز یک وسیله حفاظتی است که هنگام اتصال کوتاه، در کوتاه‌ترین زمان ممکن و قبل از اینکه صدمه‌ای به سیم‌ها و تأسیسات الکتریکی برسد، مدار را قطع می‌کند. فیوز به صورت سری در مدار اتصال داده می‌شود و همیشه در مسیر سیم فاز قرار می‌گیرد. فیوز از نظر ساختمان در انواع مختلف ذوب شونده (فشنگی)، اتوماتیک (آلفا) و مینیاتوری ساخته می‌شود. مقادیر استاندارد فیوزها ۱۰، ۸، ۱۶، ۲۰، ۲۵، ۳۵، ۵۰، ۶۳، ۸۰، ۱۰۰، ۱۲۵ و... آمپر است.



ج) فیوز مینیاتوری

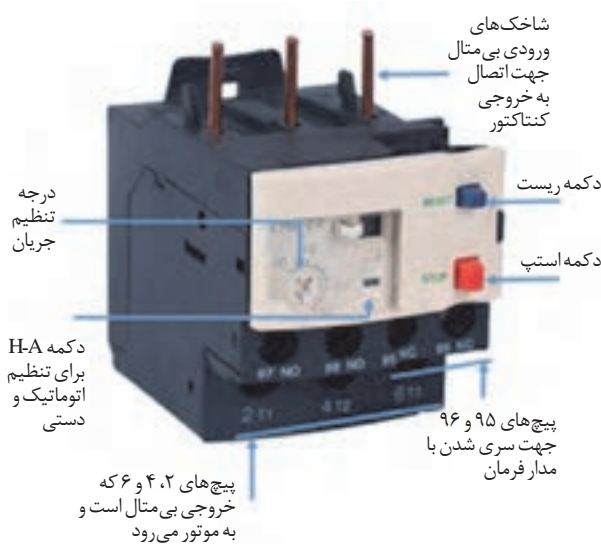


ب) فیوز اتوماتیک



الف) فیوز فشنگی

شکل ۲۰- انواع فیوز



– **رله حرارتی (بی‌متال):** رله حرارتی، موتور را در مقابل اضافه بار (بار زیاد) حفاظت می‌کند. اگر موتور جریان زیادی بکشد به این معنی که مثلاً بیش از حد توان موتور، موتور زیر بار برود یا به یک جعبه‌دنده متصل شود و پس از کارکرد زیاد، جعبه‌دنده متصل به موتور از کار بی‌افتد و قفل شود و همچنان موتور هم روشن باشد طبیعی است که موتور جریان زیادی در این شرایط تحمل می‌کند و ممکن است آسیب جدی ببیند. رله حرارتی که در مدار موتور قرار گرفته است، با عبور جریان زیاد، گرم می‌شود و مدار را قطع می‌کند.

شکل ۲۱- تصویر ظاهری بی‌متال و اجزای آن

رله حرارتی از دو تیغه فلزی با ضریب انبساط طولی مختلف، ساخته شده است که به صورت پرسی به هم متصل شده‌اند. عبور جریان بیش از حد مجاز از این تیغه، هر دو فلز را گرم و موجب افزایش طول آنها می‌شود، چون ازدیاد طول یکی از فلزات بیشتر از دیگری است، تیغه خم می‌شود و انتقال حرکت آن به کنتاکتور، مدار را قطع می‌کند. پس از قطع مدار، تیغه سرد شده، به حالت قبل برمی‌گردد و مدار را وصل می‌کند. بی‌متال همیشه با کنتاکتور نصب می‌شود. نحوه نصب بی‌متال بسیار ساده است کافی است شاخک‌های بی‌متال را به خروجی کنتاکتور وصل کرد. در این حالت ورودی سه فاز قدرت یا شاخک‌ها ورودی مستقیماً به زیر کنتاکتور وصل شده و خروجی بی‌متال به موتور وصل می‌شود.



ج) اتصال بی‌متال زیر کنتاکتور



الف) تصویر زیر کنتاکتور



ب) تصویر شاخک‌ها و ضامن بالای بی‌متال

شکل ۲۲- اتصال بی‌متال به کنتاکتور

در صورت قرار داشتن بی‌متال در مدار حتماً باید از فیوز مینیاتوری هم در مدار استفاده کنیم تا آن را در مقابل اتصال کوتاه محافظت کند زیرا بی‌متال فقط محافظ جریان حرارتی است.

نکته



### – کلید محافظ موتور (کنترل فاز)

این کلید، معمولاً بعد از فیوز مینیاتوری در مدار قرار می‌گیرد و موتور را در مقابل تغییرات ولتاژ و همچنین اتصال کوتاه، محافظت می‌کند. به این صورت که اگر یکی از فازهای شبکه برق قطع شود (که به آن اصطلاحاً دو فاز شدن موتور می‌گویند)، کلید، موتور را از شبکه برق قطع می‌کند. اگر خطایی مانند اتصال کوتاه در موتور پیش آید در اثر عبور جریان زیاد نیز کلید موتور را قطع می‌نماید (شکل ۲۳).



شکل ۲۳- دو نوع کلید کنترل فاز



شکل ۲۴- کلید محافظ جان

### - کلید محافظ جان

کلید محافظ جان نوعی کلید است که با مقایسه جریان سیم‌های رفت و برگشت، در صورتی که اختلافی بین جریان رفت و برگشت وجود داشته باشد مدار را قطع می‌کند. در حالت عادی مدارهای الکتریکی، جریان رفت با جریان برگشت برابر است، اما اگر به هر دلیلی جریان بین سیم‌های رفت و برگشت اختلاف داشته باشد کلید محافظ جان عمل خواهد کرد. وجود این اختلاف ممکن است بر اثر اتصال بدنه یکی از دستگاه‌های الکتریکی و یا از راه بدن فردی که با زمین تماس دارد و تصادفاً دستش با قسمت برق دار مدار تماس پیدا کرده است به وجود آید. کلیدهای محافظ جان به گونه‌ای طراحی می‌شوند که پیش از آسیب رسیدن به فرد، مدار را قطع می‌کنند. این کلیدها برای قطع مدار در برابر اضافه بار و اتصال کوتاه طراحی نشده‌اند.



شکل ۲۵- طریقه جدا کردن شخص برق گرفته

### 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 قطع کردن برق امکان نداشت، باید شخص را توسط یک عایق از منبع برق جدا کرد و هرگز نباید مستقیماً به مصدوم دست زد (شکل ۲۵).





شکل ۲۶- نحوه گرفتن نبض و تشخیص تنفس

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

گفت و گو کنید






چگونه می توان با استفاده از آیینه یا شیشه تشخیص داد مصدوم تنفس دارد یا نه؟

### کلیدهای مخصوص:

در بازار کلیدهای دیگری نیز وجود دارند که برای مصارف خاص صنعتی و عمومی ساخته می شوند.

تصویر	مشخصات و کاربرد	نام کلید
	این کلیدها برای کنترل سطح گاز داخل مخازن و کمپرسورها، تنظیم فشار آب داخل لوله ها و روشن و خاموش کردن خودکار این دستگاه ها مورد استفاده قرار می گیرد. عامل فرمان این کلید، فشار گاز یا مایع داخل مخزن است.	کلیدهای تابع فشار (کلیدهای گازی)
	کلیدهای شناور برای کنترل سطح آب یا مایعات داخل منبع ها و مخازن مورد استفاده قرار می گیرد.	کلیدهای شناور (فلوتر سویچ)
	رله زمانی یکی از وسایل فرمان دهنده مدار است که کنترل مدار را برای مدت زمانی معین به عهده دارد. این رله در انواع موتوری (الکترومکانیکی) و الکترونیکی ساخته می شود.	رله زمانی (تایمر)

تصویر	مشخصات و کاربرد	نام کلید
	ترموستات نوعی رله حرارتی است که در مقابل تغییرات درجه حرارت محیط از خود حساسیت نشان می‌دهد. در صورتی که درجه حرارت از حد تنظیمی فراتر رود، کلید عمل می‌کند.	کلید تابع حرارت (ترموستات)
	شستی‌ها از جمله وسایل فرمان هستند، که تحریک آنها به وسیله دست انجام می‌گیرد و در انواع مختلف و برای کاربردهای متفاوت طراحی می‌شوند.	شستی استپ - استارت
	این نوع کلیدها معمولاً برای فرمان‌های مکانیکی یا محدود کردن حرکت دستگاه‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند. ساختمان این نوع سوئیچ‌ها مانند شستی‌ها است با این تفاوت که توسط یک سیستم متحرک به آن نیرو وارد می‌گردد.	لیمیت سوئیچ (میکرو سوئیچ)

### راه‌اندازی موتور سه فاز با کلید زبانه‌ای (۱-۰)



#### مراحل اجرای کار:

- ۱- اطلاعات موتور الکتریکی را از روی پلاک مشخصات استخراج و یادداشت نمایید.
- ۲- مقدار جریان فیوز و همچنین سطح مقطع کابل را انتخاب کنید.
- ۳- با رعایت اندازه‌های داده شده کابل‌ها را ببرید و لخت کنید.
- ۴- کلید زبانه‌ای و سه عدد فیوز تک فاز، روی تابلو نصب کنید.



شکل ۲۷- نحوه کابل کشی و برق رسانی به یک موتور سه فاز آسنکرون با کلید زبانهای (۱-۰)

در این فعالیت عملی به منظور انجام آزمایش های بعدی از سه فیوز استفاده شده است ولی در عمل باید از یک فیوز سه فاز استفاده نمود.

- ۵- کابل کشی را با رعایت اندازه ها و اتصال صحیح انجام دهید.
- ۶- سه فاز را مطابق شکل ۲۷ به فیوزها متصل کنید.
- ۷- خروجی فیوزها را به ترمینال های S, R, و T کلید متصل کنید.
- ۸- ترمینال های U, V, و W کلید را به سرهای  $U_1$ ,  $V_1$ , و  $W_1$  موتور متصل کنید.
- ۹- قبل از راه اندازی موتور، قسمت های مختلف مدار را از لحاظ رعایت نکات ایمنی بررسی کنید.
- ۱۰- پس از تأیید مربی، فیوزها را هم زمان با هم وصل کنید و کلید را از حالت صفر به یک ببرید.
- ۱۱- نتایج کار عملی را در دفتر گزارش کار خود یادداشت کنید.



- پس از انجام کار عملی به سؤالات زیر پاسخ دهید:
- ۱- یکی از فازهای موتور را به وسیله یکی از فیوزها، قطع کنید، هنگام وصل کلید با دو فاز، موتور چه رفتاری را از خود نشان می دهد؟
  - ۲- اگر یکی از فازهای موتور سه فاز در حین کار قطع شود (با قطع یکی از فیوزها امتحان کنید)، چه اتفاقی خواهد افتاد؟
  - ۳- نتیجه مشاهدات خود در مورد دو فاز شدن را در قالب یک گزارش به هنرآموزتان تحویل دهید.



نحوه کابل کشی و برق رسانی به یک موتور سه فاز آسنکرون با کلید زبانهای چپ گرد راست گرد (۲-۱-۰) و کلید ستاره- مثلث با کلید زبانهای (Δ-Y-۰) نیز همانند شکل ۲۷ می باشد.





### راه اندازی موتور سه فاز به صورت چپ گرد - راست گرد با کلید زبانه ای (۲-۱-۰)

#### شرح فعالیت:

مطابق مراحل فعالیت قبلی موتور را به صورت چپ گرد راست گرد راه اندازی کنید.



### راه اندازی موتور سه فاز به صورت ستاره - مثلث با کلید زبانه ای (Δ-Y-۰)

#### شرح فعالیت:

مطابق مراحل فعالیت قبلی موتور را به صورت ستاره - مثلث راه اندازی کنید.



### راه اندازی و کنترل یک نمونه موتور تک فاز (موتور کولر) در دو دور مختلف

#### مراحل اجرای کار:

۱- با توجه به نوع کلید کولر و نقشه آن، سیم کشی از جعبه فیوز تا جعبه تقسیم کولر را مطابق شکل ۲۸ انجام دهید. توجه داشته باشید که کلید کولر آبی در واقع از سه کلید تشکیل شده است؛ یک کلید یک پل برای واتر پمپ، یک کلید یک پل برای موتور و یک کلید تبدیل برای دور تند و کند.

۲- از جعبه تقسیم کولر سیم های مربوط به پمپ، دور کند، دور تند را به پمپ و موتور متصل کنید.



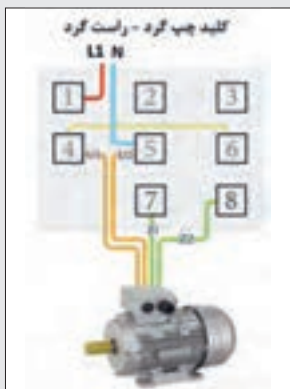
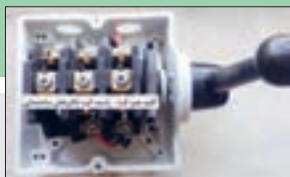
شکل ۲۸- دو نمونه کلید کولر و نحوه اتصال آنها

۳- در صورتی که کلید کولر چراغ دار است، سیم های نول جعبه تقسیم کولر و جعبه فیوز را به شماره ۶ کلید متصل کنید. در غیر این صورت نیازی به وارد کردن سیم نول به کلید نیست و باید سیم نول جعبه فیوز را به سیم نول جعبه تقسیم متصل کنید. توجه داشته باشید که از نظر ایمنی و به منظور جلوگیری از برق گرفتگی احتمالی، کلید های جدید به گونه ای طراحی شده اند که قابلیت قطع و وصل سیم نول را دارند.

۴- موتور را راه اندازی کنید.



## راه اندازی موتور تک فاز به صورت راست گرد و چپ گرد



شکل ۲۹- مدار راه اندازی موتور الکتریکی تک فاز به صورت راست گرد و چپ گرد

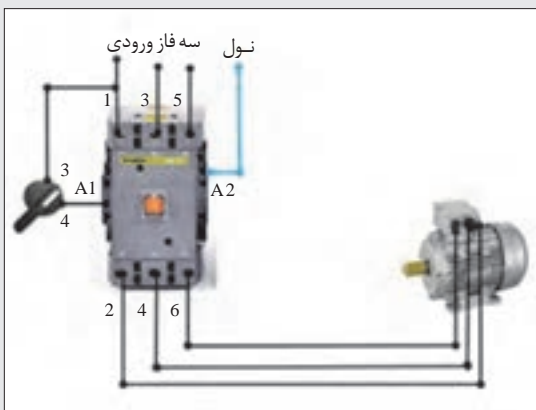
### مراحل اجرای کار:

- ۱- اطلاعات موتور الکتریکی تک فاز را از روی پلاک مشخصات استخراج و یادداشت نمایید.
- ۲- مقدار جریان فیوز و همچنین سطح مقطع کابل را انتخاب کنید.
- ۳- با رعایت اندازه‌های داده شده، کابل‌ها را ببرید و لخت کنید.
- ۴- کلید زبانه‌ای، فیوز و ترمینال‌ها را نصب کنید.
- ۵- فاز و نول را به پیچ‌های ۱ و ۵ کلید، اتصال دهید.
- ۶- از پیچ‌های ۴ و ۵ کلید، سیم‌های کابل را خارج کنید و از طریق ترمینال به حروف  $U_1$  و  $U_2$  اتصال دهید.
- ۷- پیچ شماره ۷ و ۸ کلید را به ترتیب به سرهای  $Z_1$  و  $Z_2$  موتور وصل کنید.
- ۸- پیچ‌های ۴ و ۶ را به یکدیگر متصل کنید.
- ۹- قبل از راه‌اندازی موتور، قسمت‌های مختلف مدار را از لحاظ رعایت نکات ایمنی بررسی کنید.
- ۱۰- پس از تأیید مربی، فیوز را وصل و کلید را از حالت صفر به یک ببرید تا موتور راه‌اندازی شود.



## نصب کنتاکتور و کلید ۱-۰ برای کنترل موتور سه فاز

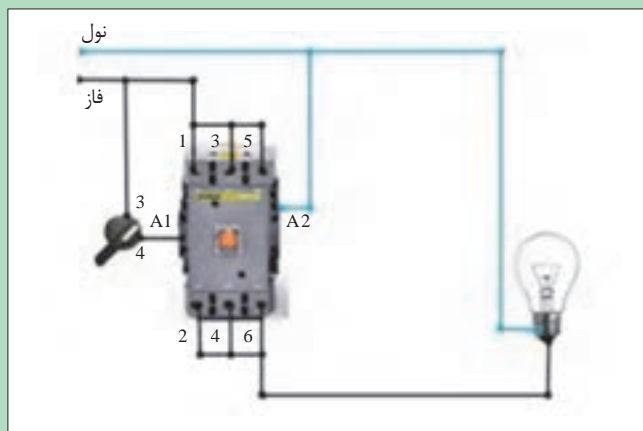
### مراحل اجرای کار:



شکل ۳۰- مدار راه اندازی موتور سه فاز با کنتاکتور و کلید ۱-۰

- ۱- کنتاکتور، کلید و کابل مناسب را با توجه به نوع موتور انتخاب کنید.
- ۲- کلید ۱-۰ و کنتاکتور را روی تابلو نصب کنید.
- ۳- هر سه فاز را به یک فیوز سه فاز متصل کنید.
- ۴- سیم‌کشی مدار قدرت کنتاکتور را مطابق شکل ۳۰ انجام دهید (فازها را پس از خروج از فیوز به ترمینال‌های ۱، ۳ و ۵ کنتاکتور متصل و سپس ترمینال‌های ۲، ۴ و ۶ کنتاکتور را به سرهای  $U_1$ ،  $V_1$  و  $W_1$  موتور متصل کنید).
- ۵- سیم‌کشی مدار فرمان را مطابق شکل ۳۰

انجام دهید (از ترمینال ۱ کنتاکتور یک سیم به ترمینال ۳ کلید وصل کرده و ترمینال ۴ کلید را به کنتاکتور متصل کنید. سیم نول را به A۲ کنتاکتور متصل کنید).  
 ۶- پس از تأیید مربی فیوزها را وصل و موتور را راه‌اندازی کنید.



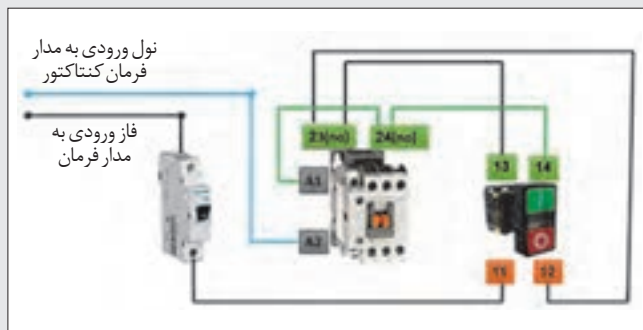
شکل ۳۱- مدار راه‌اندازی موتور تک فاز با کنتاکتور و کلید ۱-۰

برای مصرف‌کننده‌های تک فاز هم از کنتاکتورهای سه فاز استفاده می‌شود، برای این منظور کفایت سه ورودی را به هم انشعاب داده و سیم فاز را در یکی از سه پیچ ورودی قرار دهیم و در قسمتی که سه پیچ خروجی قرار دارد هم مانند بالا سیم‌ها را به هم انشعاب می‌دهیم و یک سیم خروجی از آن خارج می‌کنیم.

توجه



### راه‌اندازی موتور الکتریکی با استفاده از شستی استپ - استارت و کنتاکتور



شکل ۳۲- مدار فرمان کنتاکتور با شستی استپ - استارت

#### مراحل اجرای کار:

۱- کنتاکتور، شستی استپ - استارت، فیوزهای مینیاتوری تک فاز و سه فاز و کابل مناسب را با توجه به نوع موتور انتخاب کنید.  
 ۲- شستی استپ - استارت، فیوزها و کنتاکتور را روی تابلو نصب کنید.  
 ۳- هر سه فاز را از فیوز مینیاتوری سه فاز عبور دهید.

۴- سیم‌کشی مدار قدرت کنتاکتور را مطابق فعالیت قبل انجام دهید.

۵- سیم‌کشی مدار فرمان را مطابق شکل ۳۲ انجام دهید. (در ابتدا یک سیم نول به A۲ کنتاکتور متصل کنید. سپس یک سیم فاز به یک فیوز تک فاز وارد و برق خروجی از فیوز را به ۱۱ استپ استارت ببرید. یک

فعالیت کارگاهی





## راه اندازی موتور سه فاز با حفاظت کامل

سیم از ۱۲ استپ استارت به ۲۳ کنتاکتور وصل کنید و سپس یک سیم دیگر از ۲۳ کنتاکتور به ۱۳ استپ استارت ببرید. بعد از آن یک سیم دیگر از ۱۴ استپ استارت به ۲۴ کنتاکتور و در نهایت از ۲۴ کنتاکتور به A۱ کنتاکتور ببرید.

### مراحل اجرای کار:

۱- ابتدا فیلم آموزشی شماره ۱ را ببینید.

۲- بر اساس آموزش فیلم و مطابق شکل ۳۳، سیم کشی مدارهای قدرت و فرمان را برای کنترل با کلید ۱-۰ انجام دهید.

۳- مدار را پس از تأیید هنرآموز راه اندازی کنید.

۴- سیم کشی اجزای مدار را باز کنید.

۵- فیلم آموزشی شماره ۲ را ببینید و این بار سیم کشی مدار فرمان و قدرت را همراه با شستی استپ-استارت مطابق شکل ۳۴، انجام دهید و مدار را پس از تأیید هنرآموز راه اندازی کنید.



شکل ۳۳- مدار راه اندازی موتور سه فاز با حفاظت کامل و با استفاده از کلید ۱-۰



شکل ۳۴- مدار راه اندازی موتور سه فاز با حفاظت کامل و با استفاده از شستی استپ-استارت



## راه اندازی موتور سه فاز با حفاظت کامل همراه با تایمر ساعتی

### مراحل اجرای کار:

- ۱- ابتدا فیلم آموزشی شماره ۳ را ببینید.
- ۲- اجزای مدار را با توجه به نوع موتور انتخاب کنید.
- ۳- کلیدها را روی تابلو نصب کنید.
- ۴- سیم کشی مدارهای فرمان و قدرت را مطابق شکل ۳۵ انجام دهید.
- ۵- مدار را پس از تأیید هنرآموز راه اندازی کنید.



شکل ۳۵- مدار راه اندازی موتور سه فاز با حفاظت کامل و با استفاده از تایمر

## ارزشیابی نهایی شایستگی نصب و راه اندازی موتورهای الکتریکی

**شرح کار:** آزمایش و تعیین عیوب موتورهای الکتریکی قبل از نصب با استفاده از ابزارهای دستی مانند مولتی متر و چراغ تست - آماده سازی محل نصب الکتروموتور، نصب و همراستا سازی کوپلینگ ها - انتخاب کابل، اتصال کابل به تخته کلم - نصب کلیدها و فیوزهای کنترل کننده دستی و مغناطیسی جهت کنترل موتور الکتریکی، اتصال به شبکه برق، ارزیابی نهایی

**استاندارد عملکرد:** نصب و راه اندازی موتورهای الکتریکی سه فاز و تک فاز به کار رفته در تجهیزات و ماشین های کشاورزی با استفاده از کلیدهای دستی و مغناطیسی بر اساس نقشه و استاندارد  
**شاخص ها:** استفاده درست از ابزار در تشخیص عیب، توانایی تعیین عیوب - همراستا شدن کوپلینگ ها، شیم گذاری مناسب - انتخاب کابل مناسب، اتصال صحیح کابل به تخته کلم موتور - انتخاب کلیدهای مناسب، انتخاب فیوزهای مناسب، اتصال صحیح قطعات، استفاده درست از ابزار، راه اندازی و تست مدار الکتریکی

**شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:** کارگاه برق استاندارد با تهویه و نور کافی مجهز به سیستم سرمایشی و گرمایشی  
**ابزار و تجهیزات:** موتورهای تک فاز و سه فاز، سیم و کابل، فیوزهای مینیاتوری، کنتاکتور، رله حرارتی، مولتی متر، چراغ تست، سیم چین، انبردست، سیم لخت کن، چسب برق، جعبه ابزار عمومی مکانیک، لوازم جانبی ایمنی فردی

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	عیب یابی موتور الکتریکی قبل از نصب	۱	
۲	اتصال موتور الکتریکی به دستگاه	۱	
۳	اتصال سیم پیچ های موتور به شبکه برق	۱	
۴	کنترل موتور الکتریکی	۲	
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: استفاده از لوازم ایمنی کار فردی-رعایت ایمنی در هنگام کار با تجهیزات برقی- توجه به نکات زیست محیطی		۲
	میانگین نمرات		*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.