


فصل چهارم

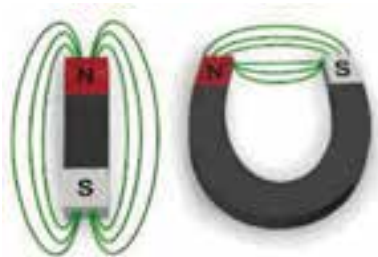
ماشین‌های الکتریکی

هدف‌های رفتاری - با یادگیری این فصل هنرجو می‌تواند:

- مغناطیس و میدان مغناطیسی را تعریف کند.
- ترانسفورماتور را تعریف کند.
- ساختمان ترانسفورماتورهای تک فاز را شرح دهد.
- اساس کار ترانسفورماتور را شرح دهد.
- ترانسفورماتور کاهنده و افزایشنده را توضیح دهد.
- ماشین‌های الکتریکی را تعریف کند.
- انواع ماشین‌های الکتریکی را نام ببرد.
- انواع موتورهای الکتریکی از نظر نوع جریان الکتریکی را نام ببرد.
- انواع موتورهای سه‌فاز را نام ببرد.
- خصوصیات و انواع موتورهای آسنکرون را بیان کند.
- ساختمان داخلی و طرز کار موتورهای آسنکرون القایی را شرح دهد.
- روش‌های راه‌اندازی موتورهای سه‌فاز آسنکرون در شبکه‌ی سه‌فاز را توضیح دهد.
- اطلاعات روی پلاک مشخصات الکتروموتورهای سه‌فاز را توضیح دهد.
- مفهوم حفاظت بین‌المللی و کلاس حرارتی در موتورهای الکتریکی را شرح دهد.
- انواع موتورهای تک‌فاز را نام ببرد.
- ساختمان داخلی و طرز کار موتورهای القایی تک‌فاز را شرح دهد.
- چگونگی راه‌اندازی انواع موتورهای تک‌فاز را شرح دهد.

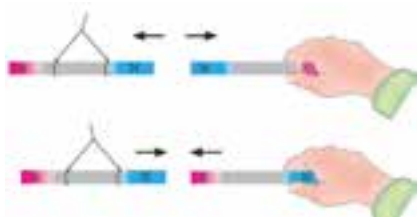
عملی	نظری	
۴	۸	ساعت

مغناطیس



به خاصیت مغناطیسی‌ای که در اطراف آهنربای دائمی، وجود دارد و بر اجسام مغناطیسی دیگر اثر می‌گذارد مغناطیس طبیعی می‌گویند (شکل ۱-۴). مغناطیس از جمله مباحثی است که در موتورهای الکتریکی کاربرد دارد.

شکل ۱-۴ مغناطیس طبیعی

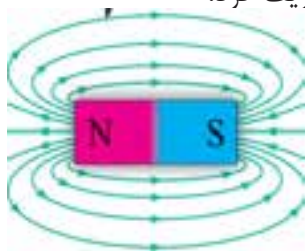


برای تشخیص قطب‌های یک آهنربا باید هر یک از آنها را به ترتیب به قطب‌های مشخص یک آهنربای دیگر، که آویزان است، نزدیک کنید. اگر دو قطب همدیگر را دفع کردند «همنام» و اگر دو قطب یکدیگر را جذب کردند، «غیرهمنام» هستند (شکل ۴).

شکل ۲-۴ جذب و دفع قطب‌های آهنرباها

خطوط نیروی مغناطیس و میدان مغناطیسی

یک آهنربا می‌توان بدون اینکه با یک قطعه آهن تماس داشته باشد، آن را جذب نماید یا از یک فاصله دور روی آهنربای دیگر اثر کند. دلیل اینکه یک آهنربا از فاصله‌های کم به آهنربای دیگر نیرو وارد می‌کند وجود «میدان مغناطیسی» در اطراف آن است. پس می‌توان میدان مغناطیسی را به صورت زیر تعریف کرد:



به فضایی از اطراف جسم مغناطیسی که بر اجسام مغناطیسی دیگر اثر می‌گذارد، «میدان مغناطیسی» می‌گویند. میدان مغناطیسی را می‌توان با خطوطی به نام «خطوط نیروی میدان مغناطیسی» نشان داد. میدان مغناطیسی عبارت است از کلیه خطوط میدان مغناطیسی‌ای که از آهنربا خارج می‌شود. جهت این خطوط از قطب شمال (N) به سمت قطب جنوب (S) است (شکل ۳-۴).

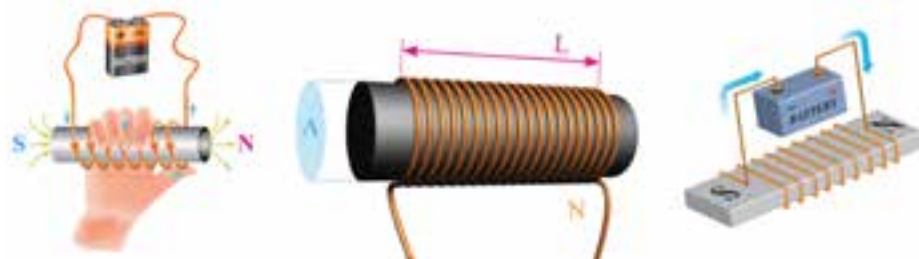
شکل ۳-۴ خطوط نیروی مغناطیسی

با عبور جریان الکتریکی از داخل یک سیم، خاصیت مغناطیسی در اطراف آن سیم پدید می‌آید، که اصطلاحاً به آن خاصیت الکترومغناطیسی می‌گویند (شکل ۴-۴).



شکل ۴-۴ خاصیت مغناطیسی اطراف سیم حامل جریان

هرگاه یک سیم صاف را مطابق شکل ۴-۵ به صورت چند حلقه (سیم پیچ) در آوریم، میدان مغناطیسی به وجود آمده در اطراف حلقه‌ها با هم جمع می‌شوند و میدان مغناطیسی قوی‌تری پدید می‌آید.



شکل ۴-۵ سیم پیچ و میدان مغناطیسی اطراف آن

در برخی از ماشین‌های بوجاری، از میدان مغناطیسی برای جدا کردن دانه‌ها استفاده می‌شود. در این روش دانه‌ها بر اساس اختلاف بین خصوصیات مغناطیسی شان جدا میشوند. دانه‌ها تحت تأثیر یک میدان مغناطیسی قوی قرار می‌گیرند و دانه‌هایی که دارای خصوصیت مغناطیسی قوی‌تری هستند از دیگر دانه‌ها جدا می‌شوند.

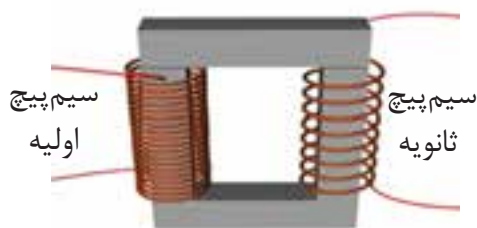
ترانسفورماتور تک فاز

ترانسفورماتور، یک مبدل (تبدیل کننده) ولتاژ است، که بر اساس میدان مغناطیسی کار می‌کند و از آن در شبکه‌ها و وسایل الکتریکی و الکترونیکی استفاده می‌شود. ترانسفورماتور در نوع انرژی الکتریکی تغییری ایجاد نمی‌کند ولی مقادیر ولتاژ و جریانی آن را تغییر می‌دهد (شکل ۴-۶).



شکل ۴-۶

ساختمان ترانسفورماتور

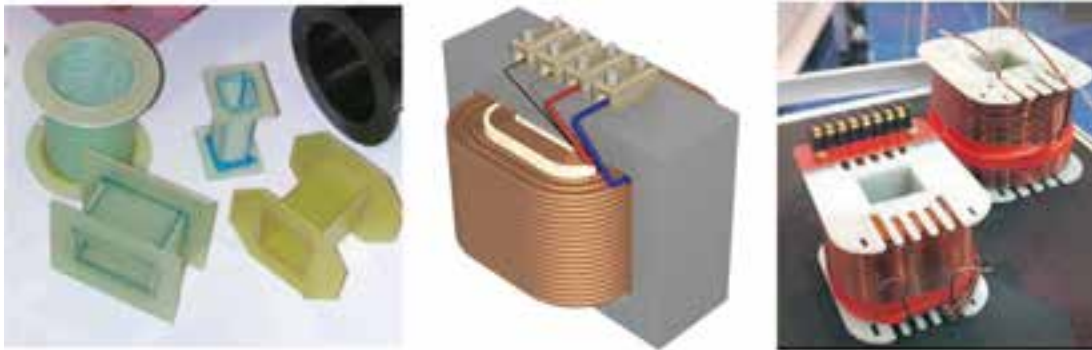


شکل ۴-۷

ترانسفورماتور از یک هسته‌ی آهنی تشکیل می‌شود که روی آن دو سیم پیچ قرار دارد. این دو سیم پیچ نسبت به یکدیگر و نسبت به هسته آهنی عایق هستند، یعنی هیچ ارتباط الکتریکی بین آنها برقرار نمی‌شود. سیم پیچ متصل به منبع ولتاژ «سیم پیچ اولیه» نام دارد. این سیم پیچ، انرژی الکتریکی را تحت ولتاژ V_1 و جریان I_1 دریافت می‌کند. سیم پیچی که به مصرف کننده متصل می‌شود «سیم پیچ ثانویه» نامیده می‌گردد. این سیم پیچ، انرژی الکتریکی را تحت ولتاژ V_2 و جریان I_2 به مصرف کننده می‌دهد (شکل ۴-۷).

■ سیم پیچ ترانسفورماتور:

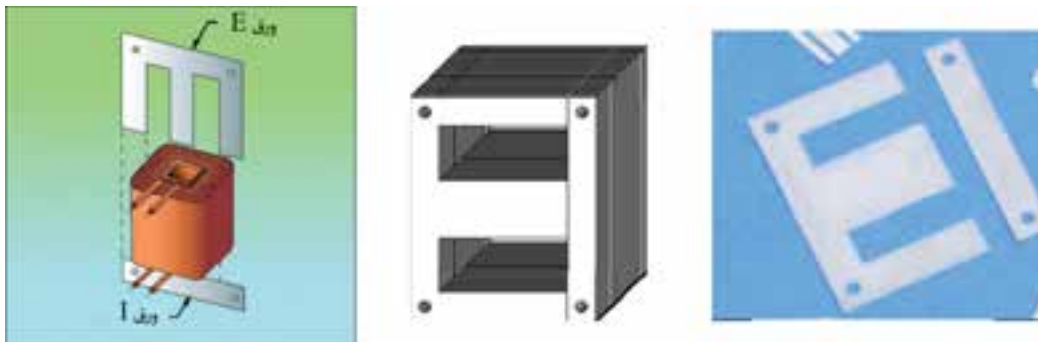
برای سیم پیچی ترانسفورماتور، معمولاً از جنس مس استفاده می‌شود. سطح مقطع سیم‌های ترانس متناسب با جریان مورد نیاز مصرف کننده محاسبه می‌شود. سیم پیچ ترانسفورماتورهای کوچک را معمولاً روی قرقره‌های پلاستیکی (ترموپلاست) می‌پیچند و در آن از سیم‌های لاک‌پوش با مقطع گرد استفاده می‌شود. تعداد دور سیم پیچ‌ها را با حرف N نشان می‌دهند (شکل ۴-۸).



شکل ۴-۸

■ هسته‌ی ترانسفورماتور

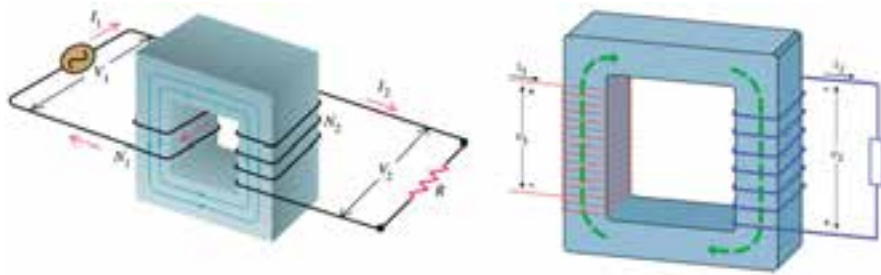
جنس هسته‌ی ترانسفورماتور از آهن است و به شکل‌های مختلف ساخته می‌شود. برای کاهش تلفات در ترانسفورماتورها، هسته‌ی آن را ورق ورق می‌سازند. ورقه‌ایی که شکل «EI» دارند، از جمله ورق‌های پرکاربرد برای هسته‌ی ترانسفورماتورها است. در شکل ۴-۹ هسته ترانس و چند نمونه از ورق‌های مختلف نشان داده شده است.



شکل ۴-۹

◀ اساس کار ترانسفورماتور

اساس کار ترانسفورماتور بر مبنای اثر میدان‌های مغناطیسی (القای متقابل) بین سیم پیچ‌های اولیه و ثانویه است. هرگاه سیم پیچ اولیه‌ی ترانسفورماتوری را مطابق شکل ۴-۱۰ به یک منبع ولتاژ متناوب با ولتاژ V_1 وصل کنیم، جریانی از آن عبور می‌کند و در فضای اطراف سیم پیچ اولیه میدان مغناطیسی تولید می‌شود. این میدان پس از عبور از هسته‌ی ترانس، سیم پیچ‌های ثانویه را قطع می‌کند و باعث القای ولتاژ V_2 در آن می‌شود. هرگاه مصرف کننده‌های (بار) به ثانویه ترانسفورماتور متصل شود چون مسیر آن بسته می‌شود در نتیجه جریان I_2 در آن جاری می‌شود.



شکل ۴-۱۰

در یک ترانسفورماتور ایده‌آل رابطه‌ی ۴-۱ همواره صادق است، که به آن رابطه‌ی اساسی ترانسفورماتور می‌گویند. (۴-۱)

$$a = \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

کمیت‌های به کار رفته در این رابطه عبارت‌اند از:

V_2 ولتاژ دو سر مصرف کننده
 N_2 تعداد حلقه‌های ثانویه
 I_2 جریان سیم پیچ ثانویه

V_1 ولتاژ منبع تغذیه
 N_1 تعداد حلقه‌های اولیه
 I_1 جریان سیم پیچ اولیه

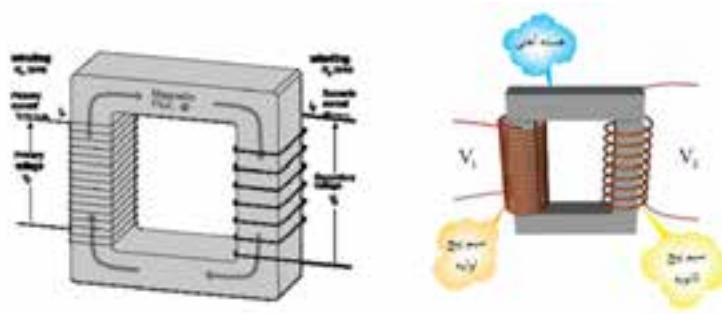
سطح مقطع سیم‌پیچ‌های ترانسفورماتور نشان دهنده‌ی مقدار جریان قابل تحمل آنهاست. هرچه سطح مقطع سیم‌پیچ بزرگتر باشد جریان بیشتری می‌تواند از آن عبور کند. بدیهی است سیم‌پیچ با سطح مقطع سیم کوچکتر، جریان عبوری کمتری را تحمل می‌کند.

انواع ترانسفورماتور

ترانسفورماتورها را از نظر مقدار ولتاژ خروجی نسبت به ولتاژ ورودی به دو دسته می‌توان تقسیم کرد:
 الف) ترانسفورماتور کاهنده ب) ترانسفورماتور افزایشنده

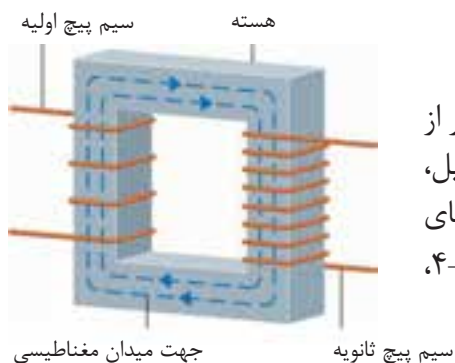
■ ترانسفورماتور کاهنده

در ترانسفورماتور کاهنده لازم است، ولتاژ ثانویه کمتر از ولتاژ اولیه باشد، یعنی: $V_2 < V_1$. لذا تعداد دور سیم پیچ‌های ثانویه را کمتر از تعداد دور سیم پیچ‌های اولیه ($V_2 < V_1$) انتخاب می‌کنند. شکل ۴-۱۱ تصاویری از ترانسفورماتور کاهنده را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۱۱ ترانسفورماتور کاهنده

معمولاً از این ترانسفورماتورها زمانی استفاده می‌شود که ولتاژ کار مصرف کننده کمتر از ولتاژ منبع تغذیه باشد مانند ترانسفورماتورهایی که در لوازم خانگی (مانند رادیو ضبط صوت و...) به کار می‌روند. در آداپتورها نیز از این نوع ترانسفورماتور استفاده می‌شود.



شکل ۴-۱۲ ترانسفورماتور افزایشی

■ ترانسفورماتور افزایشی

ترانسفورماتور افزایشی ترانسفورماتوری است که ولتاژ ثانویه‌ی آن بیشتر از اولیه است، یعنی: $V_2 > V_1$. با توجه به تعریف فوق و رابطه‌ی ضریب تبدیل، می‌توان نتیجه گرفت که در ترانسفورماتور افزایشی تعداد دور سیم پیچ‌های ثانویه بیشتر از سیم پیچ‌های اولیه است، یعنی: $N_2 > N_1$. در شکل ۴-۱۲، تصویری از این ترانسفورماتورها را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۱۳ تک چین جوجه

از این ترانسفورماتورها در مواردی که مصرف کننده به ولتاژی بیشتر از ولتاژ موجود نیاز داشته باشد، استفاده می‌شود. از جمله‌ی این موارد می‌توان ترانسفورماتورهای انتقال انرژی الکتریکی در شبکه‌های برق را نام برد.

ترانسفورماتور در دستگاه تک چین جوجه کاربرد دارد. در این دستگاه از ترانسفورماتور کاهنده استفاده می‌شود که سیم پیچ اولیه‌ی آن را توسط دوشاخه به برق شهر (ولتاژ ۲۲۰ ولت) و دو سر سیم پیچ ثانویه آن را با یک قطعه‌ی آهنی، به یکدیگر متصل می‌کنند. در نتیجه جریان زیادی از قطعه آهنی می‌گذرد و آن را بسیار گرم می‌کند از این قطعه برای چپیدن تک جوجه استفاده می‌شود. در (شکل ۴-۱۳) یک نمونه دستگاه تک چین جوجه را مشاهده می‌کنید.

کاربرد دیگر میدان مغناطیسی در الکتروموتورهاست، که در ماشین‌های کشاورزی کاربرد فراوان دارند (شکل ۴-۱۴)



شکل ۴-۱۴ سیم پیچ‌های یک موتور الکتریکی

موتورهای الکتریکی

موتورهای الکتریکی می‌توانند برای به کار انداختن انواع و اقسام وسایل به کار می‌روند. امروزه برای تامین توان مورد نیاز انواع ماشین‌ها و تجهیزات کشاورزی مانند ماشین بوجاری، ماشین جوجه‌کشی، سالن پرورش طیور، نقاله، دستگاه‌های دانخوری اتوماتیک، دستگاه پرکن، دستگاه کاه خردکن، دستگاه توزیع دان، آسیا، شیر سردکن و شیر دوش، همگی به موتورهای الکتریکی مجهز هستند. به طوری که می‌توان گفت در بسیاری از ماشین‌های کشاورزی از موتورهای الکتریکی استفاده میشود. به همین جهت داشتن اطلاعات کافی در زمینه‌ی اصول کار، ساختمان داخلی و طرز کار 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. شکل ۱۵-۴ دو نمونه از کاربرد موتور الکتریکی را، در کشاورزی نشان می‌دهد.



ب) موتور پمپ



الف) هواکش دستگاه جوجه‌کشی

شکل ۴

برخی از مزایای کاربرد موتورهای الکتریکی نسبت به موتورهای احتراقی عبارتند از:

- قیمت ارزانتر
- راه‌اندازی کم هزینه
- استفاده آسان
- سر و صدا و حجم کم
- تأثیر کم سرما و گرمای محیط بر آنها
- آلودگی نشدن هوا امکان قرار گرفتن در وضعیت‌های مختلف
- سرویس و نگهداری آسان

با توجه به دلایل بیان شده، یکی از سیاست‌های دولت در چند ساله‌ی اخیر این است که در ایستگاه‌های پمپاژ بخش کشاورزی، به جای موتورهای احتراقی، از موتورهای الکتریکی استفاده شود.

◀ انواع موتورهای الکتریکی

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

۱. موتورهای جریان متناوب (AC)

۲. موتورهای جریان مستقیم (DC)

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

- **موتورهای سنکرون** : موتورهایی هستند که در همه‌ی شرایط سرعت ثابتی دارند.
 - **موتورهای آسنکرون**: این موتورها وقتی زیر بار قرار می‌گیرند کمی سرعتشان افت می‌کند. از آن جایی که موتورهای سنکرون در ماشین‌های کشاورزی کمتر به کار می‌روند از توضیح آن در این کتاب خودداری می‌کنیم و به موتورهای آسنکرون می‌پردازیم.
- موتورهای جریان متناوب آسنکرون به دو دسته‌ی کلی سه‌فاز و تک‌فاز تقسیم می‌شوند.



ب) موتور سه فاز



الف) موتور تک‌فاز

شکل ۱۶-۴ موتورهای AC

◀ **ساختمان موتور آسنکرون**

ساختمان این موتورها از دو قسمت اصلی استاتور و روتور تشکیل شده است (شکل ۱۷-۴).



شکل ۱۷-۴ استاتور و روتور موتور آسنکرون

- **استاتور (ساکن)**: استاتور عبارت از یک استوانه‌ی 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.



ب) بدون سیم پیچی

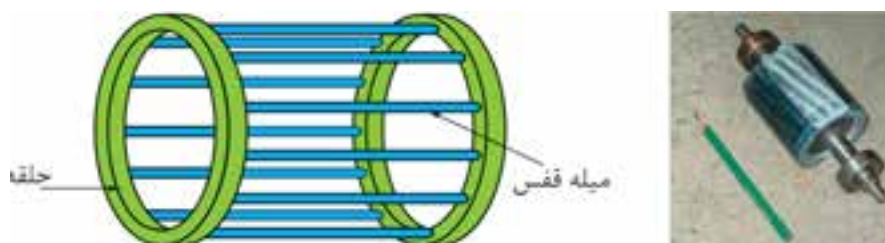


الف) سیم پیچی شده

شکل ۱۸-۴ استاتور

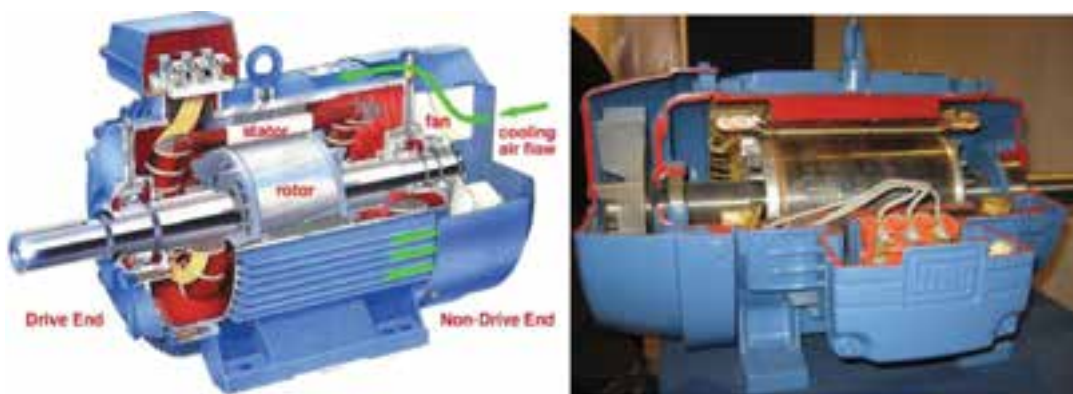
■ **روتور (گردنده):** روتور عبارت از یک استوانه‌ی تو پر است که از کنار هم قرار گرفتن ورقه‌های آهنی نازک، که نسبت به هم عایق هستند، ساخته شده و روی محوری قرار گرفته است. در داخل این استوانه‌ی تو پر، شیارهایی تعبیه شده که هادی‌های روتور در آن قرار می‌گیرد.

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 ۱۹-۴). به همین دلیل این گونه موتورهای القایی را « **روتور قفسی** » می‌گویند. حدود ۹۰٪ موتورهای الکتریکی جریان متناوب از نوع روتور قفسی هستند.



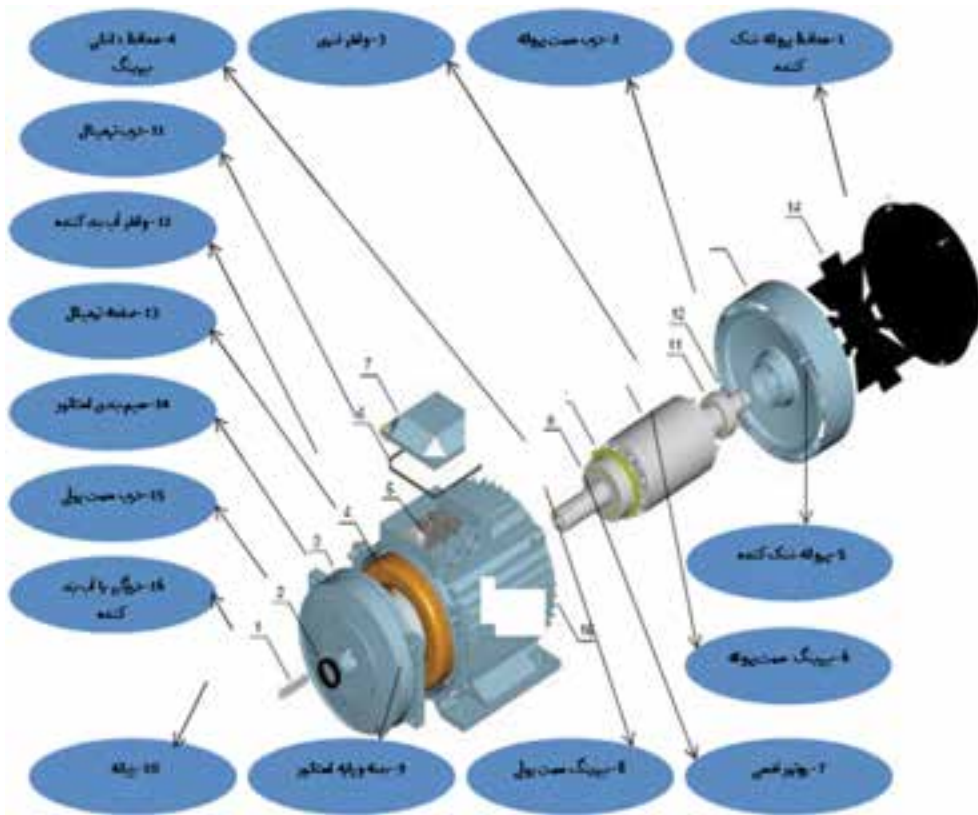
شکل ۱۹-۴ روتور

در شکل ۲۰-۴ نماهای برش خورده یک موتور سه فاز آسنکرون نشان داده شده است



شکل ۲۰-۴ نماهای برش خورده‌ی موتور آسنکرون سه فاز

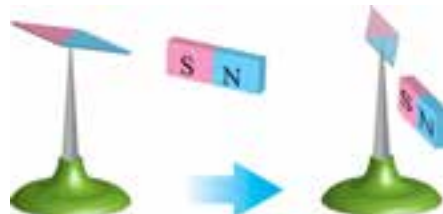
شکل ۲۱ - ۴ نقشه‌ی تفکیکی (انفجاری) یک الکترو موتور را با ذکر نام قسمت‌های مختلف آن نشان می‌دهد.



شکل ۲۱-۴ نقشه‌ی انفجاری یک موتور سه فاز آسنکرون

اصول کار موتورهای آسنکرون سه‌فاز

وقتی آهنی باریک را روی یک پایه قرار می‌دهیم و آهنربایی را به آن نزدیک می‌کنیم مشاهده می‌کنیم که ورق آهنی به طرف آن می‌رود. حال اگر آهنربا را به صورت دایره‌ای حول ورق آهنی بچرخانیم مشاهده می‌کنیم که ورق آهنی نیز جهت حرکت آهنربا را دنبال می‌کند و در جهت حرکت میدان مغناطیسی آهنربا می‌چرخد. لذا می‌توان نتیجه گرفت در صورتی که میدان مغناطیسی حول قسمت گردنده بچرخد، قسمت گردنده نیز به صورت دورانی به چرخش در خواهد آمد (شکل ۲۲-۴).



شکل ۲۲-۴ ورق آهنی حرکت آهنربا را دنبال می‌کند.

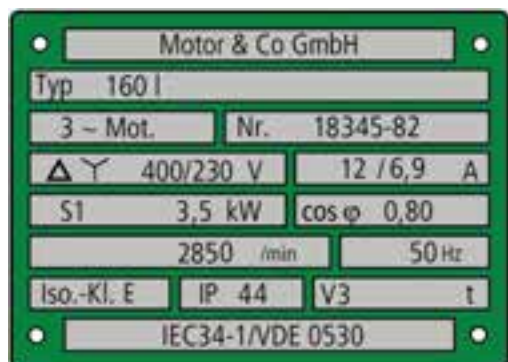
در موتورهای الکتریکی سه فاز به جای آهنربا از سه دسته سیم پیچ استفاده می‌شود. این سیم پیچ‌ها در شیارهای استاتور قرار می‌گیرند و با اتصال به شبکه برق میدان مغناطیسی مورد نیاز را به وجود می‌آورند. این میدان مغناطیسی به وجود آمده نیز گردان است (شکل ۲۳-۴).



شکل ۲۳-۴ سیم پیچ‌های موتور الکتریکی

پلاک مشخصات الکتروموتورهای سه‌فاز

برای انتخاب درست موتور سه‌فاز باید به توضیحات روی پلاک مشخصات موتور کاملاً توجه نمود. شکل پلاک موتور و اطلاعات نوشته شده روی آنها متفاوت است شکل یک نمونه پلاک موتور سه‌فاز و توضیح برخی اطلاعات ارائه شده در آن در (شکل ۲۴-۴) آمده است.



شکل ۲۴-۴ یک نمونه پلاک موتور الکتریکی سه‌فاز

شماره	اطلاعات داده شده
۱	نام کارخانه‌ی سازنده
۲	مدل (تیپ ماشین)
۳	تعداد فاز (یک‌فاز یا سه‌فاز)
۴	موتور یا مولد
۵	شماره‌ی 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 (بر حسب دور در دقیقه)
۱۳	فرکانس موتور (برحسب هرتز)
۱۴	حفاظت بین المللی
۱۵	استاندارد مورد استفاده در ساخت موتور

تحقیق



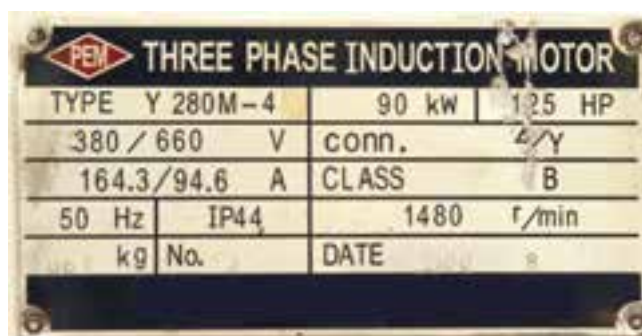
پلاک موتور الکتریکی چند ماشین کشاورزی را بررسی و مشخصات آن را یادداشت نمایید.

در روی پلاک موتور برای نشان دادن نوع محافظت (ایمینی) به کار رفته در مقابل تماس و نفوذ اجسام خارجی و آب از دو حرف IP (حفاظت بین المللی Protection) و دو رقم کد استفاده می‌شود. اولین رقم، درجه‌ی ایمینی در مقابل تماس و نفوذ اجسام خارجی و دومین رقم درجه ایمینی در مقابل نفوذ آب را نشان می‌دهد. برای مثال اگر روی پلاک موتوری IP44 نوشته شده باشد بیانگر آنست که این موتور در مقابل اجسام خارجی بزرگتر از قطر 1 mm و همچنین در مقابل پاشیده شدن آب حفاظت شده است. در جدول ۱-۴ حفاظت بین المللی موتورهای الکتریکی آمده است.

نوع ایمینی	توضیح	شماره						
ایمینی تماس و ایمینی جسم خارجی								
IP 0X	بدون ایمینی تماس، بدون ایمینی جسم خارجی	-						
IP 1X	ایمینی در مقابل جسم خارجی بزرگتر از 50 mm	-						
IP 2X	ایمینی در مقابل جسم خارجی بزرگتر از 12 mm	-						
IP 3X	ایمینی در مقابل جسم خارجی بزرگتر از 2.5 mm	-						
IP 4X	ایمینی در مقابل جسم خارجی بزرگتر از 1 mm	-						
IP 5X	ایمینی در مقابل رسوب گرد و غبار مضر به داخل	1						
IP 6X	ایمینی در مقابل نفوذ گرد و غبار	2						
ایمینی آب								
IP X0	بدون ایمینی آب	-						
IP X1	ایمینی در مقابل ریزش عمودی قطرات آب	3						
IP X2	ایمینی در مقابل ریزش مایل قطرات آب (150° نسبت به عمود)	3						
IP X3	ایمینی در مقابل پخش آب	4						
IP X4	ایمینی در مقابل پاشیدن آب	5						
IP X5	ایمینی در مقابل فوران آب، مثلاً از نازل	6						
IP X6	ایمینی در مقابل جریان آب	7						
IP X7	ایمینی در مقابل غوطه‌ور شدن	8						
IP X9	ایمینی در مقابل غوطه‌وری کامل	9						
نمونه انواع ایمینی (مفهوم را در جدول بالا ببینید)								
1	2	3	4	5	6	7	8	... Pa

جدول ۱-۴ حفاظت بین المللی موتورهای الکتریکی

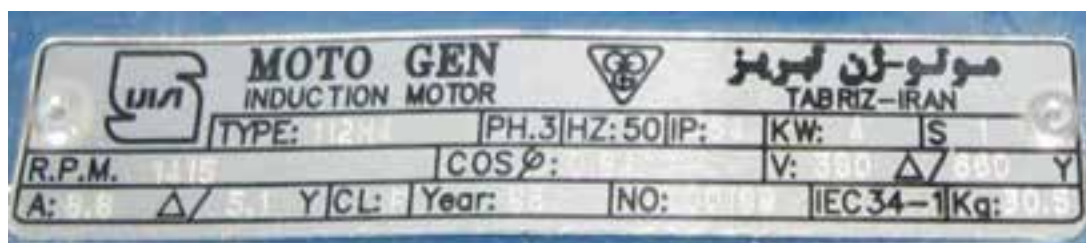
در شکل ۲۵-۴ دو نمونه پلاک موتور سه فاز و شرح هر کدام در جدول مربوط نشان داده شده است.



موتور القایی سه فاز

تیب: Y۲۸۰M-۴		قدرت خروجی موتور: ۱۲۵ اسب بخار ۹۰ کیلو وات
ولتاژ نامی سیم پیچ های موتور در اتصال ستاره/مثلث: ۶۶۰ ولت/۳۸۰ ولت		نوع اتصال سیم پیچ ها: ستاره/مثلث
جریان نامی موتور در اتصال ستاره/مثلث: ۹۴/۶ آمپر. ۱۶۴/۳ آمپر		کلاس: B
فرکانس: ۵۰ هرتز	حفاظت بین المللی: IP۴۴	سرعت موتور: ۱۴۸۰ دور در دقیقه
وزن موتور: ۶۶۷ کیلو گرم	شماره: ۲۵۷	تاریخ تولید: سال ۲۰۰۰ میلادی
کشور سازنده: چین		

الف



ب

موتور القایی سه فاز

تیپ: ۴۱۱۲M	تعداد فاز: ۳ فاز	فرکانس: ۵۰ هرتز	حفاظت بین المللی: IP۵۴	توان: ۴ کیلو وات	حالت کاری: S۱
سرعت: ۱۴۱۵ دور در دقیقه		ضریب قدرت: ۰/۸۴		ولتاژ: ۶۶۰ ولت در اتصال ستاره ۳۸۰ ولت در اتصال ثلث	
جریان: ۵/۱ در اتصال ستاره ۸/۸ آمپر در اتصال مثلث	CL: F	سال تولید: ۱۳۸۶	شماره سریال: ۰۰۱۸۹	شماره ی استاندارد: ۳۴-۱	وزن: ۳۰/۵ کیلوگرم

شکل ۲۵-۴ دو نمونه پلاک موتور سه فاز

■ کلاس حرارتی

از آنجایی که افزایش بیش از حد دما روی خواص مکانیکی و عایقی ماشین های الکتریکی تأثیر می گذارد، لذا روی بدنه ی آنها حداکثر دمای مجاز ماشین مشخص شده است. اصطلاحاً به این دما « کلاس حرارتی » یا « کلاس عایقی » گفته می شود و آن را روی پلاک ماشین با حروف اختصاری به صورت ISOL یا CONTCLASS، نشان می دهند.

◀ انتخاب موتورهای الکتریکی

اگر بخواهیم موتوری را برای کار خاصی انتخاب کنیم باید به نکات زیر توجه کنیم.

■ **تناسب قدرت موتور با کار مورد نظر** برای این منظور لازم است قدرتی که کار مورد نظر را انجام دهد برحسب «وات» یا «اسب بخار» تعیین شود و سپس باید موتوری متناسب با آن قدرت انتخاب کرد.

■ **میزان جریاندهی تابلوی برق** ظرفیت جریاندهی تابلوی برق باید در حد سه برابر جریان نامی موتور باشد تا بتواند جریان راهاندازی موتور را تأمین کند. بهترین روش برقرسانی آن است که یک نقطه‌ی توزیع مرکزی داشته باشیم و سپس برای هر قسمت یک تابلوی فرعی جداگانه تهیه کنیم.

■ **سرعت دورانی مورد نیاز موتور (RPM)** اگر نسبت به سرعت از پیش تعیین شده‌ی مورد نیاز برای انجام کار بی‌اطلاع هستید، بهتر است دنبال دستگاهی مشابه باشید. یا اینکه موتوری با دور استاندارد انتخاب کنید. و سپس، با تغییر ولتاژ تغذیه‌ی آن، به کمک اتوترانسفورماتور یا با استفاده از جعبه دنده، تعداد دور مناسب کار را به دست آورید.

برای اندازه‌گیری سرعت دورانی موتورهای الکتریکی، از دستگاهی به نام دورسنج استفاده می‌شود (شکل ۲۶-۴).



شکل ۲۶-۴ دورسنج دیجیتالی با حس‌کننده‌ی نوری و مکانیکی

شکل ۲۷-۴ نحوه‌ی قرارگیری این دورسنج را روی محور موتور الکتریکی به صورت مکانیکی نشان می‌دهد. بدیهی است برای اندازه‌گیری سرعت به صورت نوری باید حس‌گر نوری را به سمت محور و در نزدیکی آن قرار دهیم.



شکل ۲۷-۴ نحوه‌ی اندازه‌گیری سرعت دورانی موتور

■ **شرایط کاری موتور** - منظور از شرایط کاری آن است که بررسی کنیم موتوری که برای کار مورد نظر انتخاب می‌شود چه مدت در حالت خاموش و چه مدت تحت بار کامل می‌تواند باشد. معمولاً شرایط کاری موتورها یکی از دو حالت «کار مداوم» یا «کار متناوب» است. حالت کاری موتور روی پلاک با حرف S به همراه یک عدد مشخص می‌شود که در زمان انتخاب باید به آنها توجه کرد.

■ **نوع (تیپ) موتور** - در انتخاب نوع موتور به عواملی همچون نوع شبکه (سه فاز - تک فاز)، هزینه خرید، شرایط و تجهیزات راه اندازی، گشتاور و جریان نامی موتور باید توجه کرد.
فیوز موتورهای الکتریکی حتما باید متناسب با جریان درج شده روی پلاک مشخصات موتور که جریان کار موتور است، انتخاب شود.

■ **وضعیت نصب موتور** - وضعیت نصب، یکی از عوامل فیزیکی است که در انتخاب یک موتور باید به آن توجه داشت، زیرا نوع یاتاقان‌های موتور برای وضعیت نصب ویژه ای طراحی شده است و اگر موتور در وضعیت نامناسبی نصب شود، عمر مفید دستگاه در آن وضعیت، کاهش می‌یابد.
در جدول ۲۴ چگونگی نصب موتورهای الکتریکی بر اساس استاندارد (IEC) نشان داده شده است.

شکل ساختمانی ماشینهای الکتریکی					
شرح	شکل	علامه IEC - کد	شرح	شکل	علامه IEC - کد
ماشین برای وضعیت عمودی			ماشین با یاتاقان سه‌ری		
مانند V3، اما سر آزاد محور در سمت پایین		V4	با دو یاتاقان سه‌ری و طوق (فلنج) نصب		B5 IM 3001
با دو یاتاقان نمونه، پایه برای نصب روی دیواره، سر آزاد محور در سمت پایین		V5	با دو یاتاقان سه‌ری و یک سر آزاد محصور، برای نصب روی دیوار		B6 IM 1051
با دو یاتاقان سه‌ری، طوق نصب و سر آزاد محور در سمت پایین		V10	مانند B6، اما سر آزاد محور در سمت چپ		B7 IM 1061
مانند V10، اما سطح نصب بر روی طرف پستی (جلو)		V18	مانند B6، اما برای نصب از سقف		B8 IM 1071
ماشین بدون یاتاقان و با یاتاقان مجزا			ماشین برای وضعیت عمودی		
بدون محصور، بدنه دارای پایه		A2 IM 5510	با دو یاتاقان سه‌ری و طوق (فلنج) نصب		B10 IM 4001
با دو یاتاقان سه‌ری و یک یاتاقان مجزا		C2	سطح نصب بر روی سمت پستی (جلو)		B14 IM 3601
ماشین بدون یاتاقان مجزا و محور طوق دار			ماشین برای وضعیت عمودی		
با یک یاتاقان مجزا و محور طوق دار		D1 IM 7005	با دو یاتاقان نمونه و طوق نصب، سر آزاد محور در سمت پایین		V1 IM 3011
با دو یاتاقان مجزا سر محور آزاد		D9 IM 7201	مانند V1، اما سر آزاد محور در سمت بالا		V2 IM 3231
یاتاقان عرضی در بالا، طوق اتصال در پایین، نصب بر روی ستون حامل، الوار چوبی، حلقه چاد.		W1 IM 8015	مانند V1، اما طوقی نصب و سر آزاد محور در سمت بالا		V3 IM 3031

◀ اتصال موتور 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 سرعت ب) اتصال با مبدل برای تغییر سرعت

■ اتصال مستقیم و بدون تغییر سرعت

در صورتی که سرعت دستگاه با سرعت موتور یکی باشد از اتصال مستقیم استفاده می‌شود این کار با نصب مستقیم قطعه‌ی گردنده ماشین روی محور موتور (کوپل کردن) امکان‌پذیر است (شکل ۴). معمولاً در موتورهای الکتریکی، که برای به حرکت درآوردن پمپ‌های چاه آب، پمپ‌های گریز از مرکز و تهویه‌ی هوای سالن پرورش طیور استفاده می‌شوند، انتقال قدرت مستقیم صورت می‌گیرد.



شکل ۴-۲۸ سیستم انتقال قدرت مستقیم

■ سیستم مبدل سرعت

اگر سرعت لازم برای وسیله‌ی 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 ۴-۲۹).



ب) تغییر دور موتور با جعبه دنده



الف) کاربرد تسمه و چرخ تسمه در ماشین بوجاری

شکل ۴-۲۹ کاربرد موتور ماشین‌های کشاورزی با تغییر دور



هدف: شناسایی قطعات مکانیکی و الکتریکی الکتروموتور
ابزار و وسایل مورد نیاز: پیچ‌گوشتی ضربه خور، آچار رینگ، آچار بوکس و چکش
مراحل انجام کار:

۱. یک موتور الکتریکی را به همراه ابزار مناسب از انبار تحویل بگیرید. (شکل ۴-۳۰)



شکل ۴-۳۰

۲. پیچ‌های درپوش جلو و عقب موتور را مطابق شکل ۴-۳۱ توسط آچار، مناسب باز کنید.



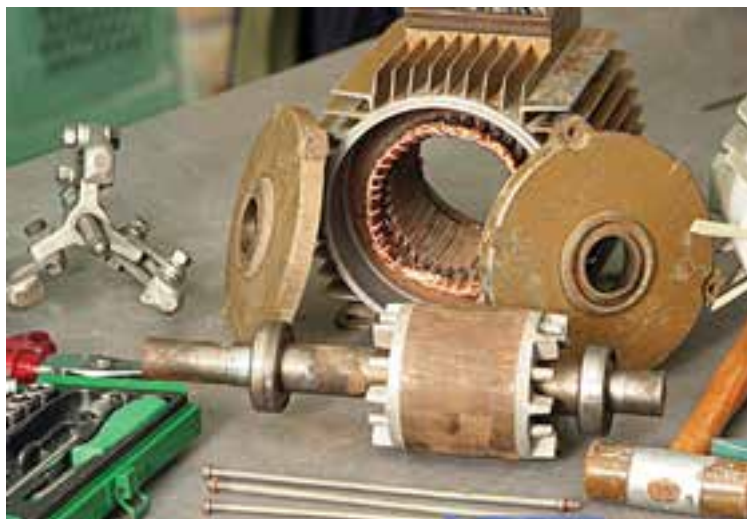
شکل ۴-۳۱

۳. نک پیچ‌گوشتی را روی درپوش‌ها بگذارید و با چکش، ضربه آرامی به آن وارد کنید تا درپوش‌ها از محل خود خارج شوند (شکل ۴-۳۲).



شکل ۴-۳۲

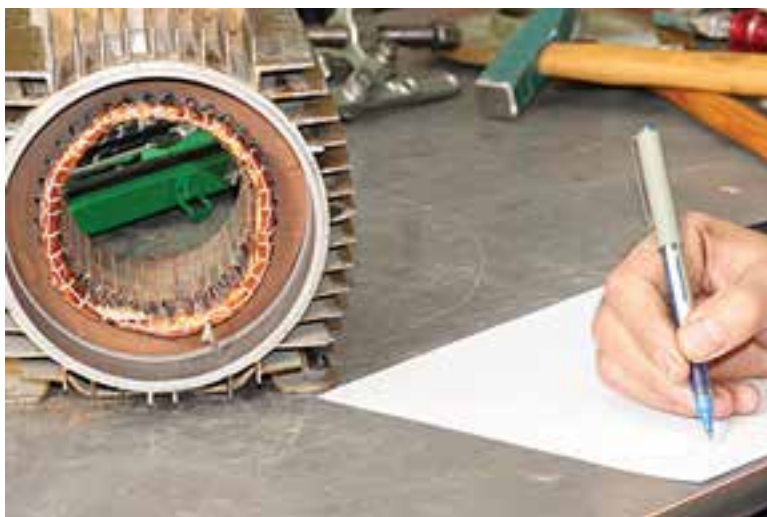
۴. روتور را از داخل استاتور بیرون بکشید (شکل ۴-۳۳).



شکل ۴-۳۳

۵. یاتاقان‌ها (بلبرینگ‌ها)، محور روتور (شفت)، استاتور، سیم‌پیچ‌ها، تخته‌کلم و نوع اتصال موتور را شناسایی کنید.

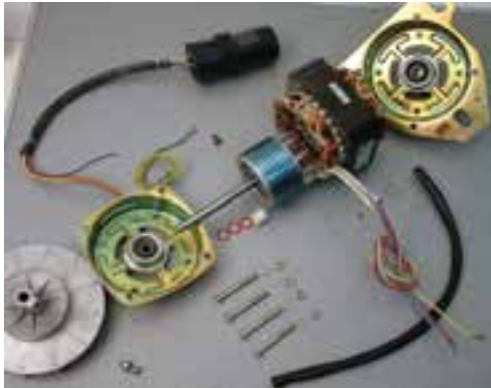
۶. مشاهدات خود را در دفتر گزارش کار ثبت کنید (شکل ۴-۳۴).



شکل ۴-۳۴

◀ الکتروموتورهای تک فاز ■ ساختمان

ساختمان داخلی این موتورها از یک قسمت ساکن (استاتور) و یک قسمت گردان (روتور) تشکیل شده است. استاتور و روتور این موتورها شبیه موتورهای سه فاز آسنکرون روتور قفسی است، با این تفاوت که در استاتور آنها دو نوع سیم پیچی «سیم پیچ اصلی» و «سیم پیچ راه انداز یا کمکی» وجود دارد. موتورهای تک فاز برای راه اندازی نیاز به جریان متناوب تک فاز (N و L_1) دارند. این موتورها از اندازه های کوچک $\frac{1}{4}$ اسب بخار تا حدود ۵ اسب بخار ساخته می شوند (شکل ۳۵-۴).



شکل ۳۶-۴ اجزای موتور آسنکرون تک فاز



شکل ۳۵-۴ استاتور و روتور موتور آسنکرون تک فاز

■ اصول کار الکتروموتورهای تک فاز

اصول کار اغلب موتورهای تک فاز مانند موتورهای سه فاز بر خاصیت القایی استوار است. در نتیجه، برای به حرکت درآوردن به میدان دوار نیاز دارند. این موضوع در موتورهای سه فاز، به دلیل وجود سه سیم پیچ و سه جریان متناوب، که با یکدیگر اختلاف فاز متقارن دارند، امکان پذیر بود اما در موتورهای تک فاز، با یک سیم پیچی و یک جریان، امکان ایجاد میدان دوار نیست. به همین دلیل، برای راه اندازی موتورهای تک فاز، از یک سیم پیچ دیگر (برای کمک به سیم پیچ اصلی در راه اندازی موتور) به صورت موقت استفاده می شود. به این سیم پیچ، که در راه اندازی به کمک سیم پیچ اصلی می آید، **سیم پیچ کمکی** یا **راه انداز** (استارت) می گویند. این سیم پیچ، قادر است در لحظه ی راه اندازی، 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 راه اندازی موتور است، می توان پس از اینکه موتور به راه افتاد آن را از مدار خارج کرد.

■ انواع موتورهای تک فاز

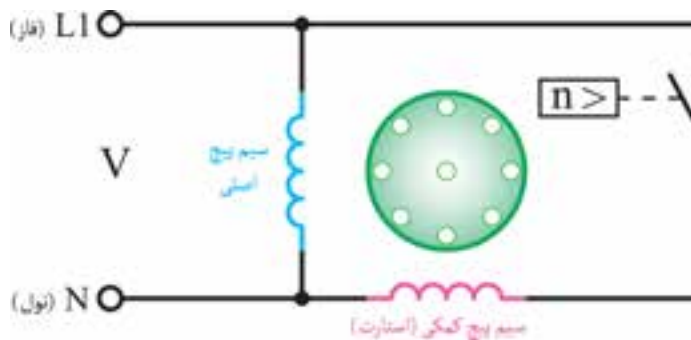
- موتورهای تک فاز را بر اساس ساختمان داخلی و روش راه اندازی به صورت زیر می توان طبقه بندی کرد:
۱. موتورهای القایی (فاز شکسته - خازن دار)
 ۲. موتورهای اونیورسال

موتور با فاز شکسته: در موتورهای القایی تک فاز با فاز شکسته، یک سیم پیچ اصلی و یک سیم پیچ کمکی در موتور وجود دارد. این دو سیم پیچ با هم به صورت موازی قرار می گیرند. سیم پیچ راه انداز پس از راه اندازی و

رسیدن سرعت موتور به ۷۵٪ سرعت نامی به وسیله‌ی کلید تابع دور (کلید گریز از مرکز)، از مدار خارج می‌شود. قدرت این موتورها معمولاً بین $\frac{1}{3}$ تا $\frac{1}{4}$ اسب بخار است (شکل ۳۷-۴).



ب) شکل ظاهری



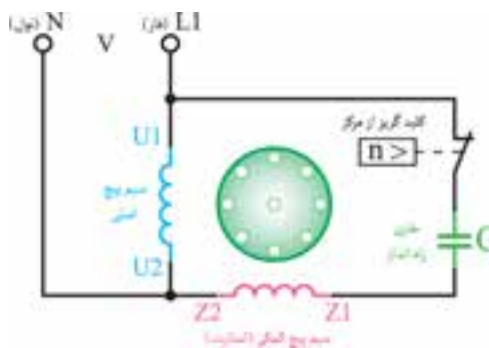
الف) مدار الکتریکی

شکل ۳۷-۴ موتور تکفاز با فاز شکسته

موتور با راه‌انداز خازنی: در موتورهای تک فاز با راه‌انداز خازنی برای افزایش گشتاور موتور در لحظه راه‌اندازی، از خازن به صورت سری با سیم‌پیچ کمکی استفاده می‌شود. خازن مورد نظر از نوع الکترولیتی با ظرفیت بالاست و معمولاً به صورت جداگانه روی بدنه‌ی موتور نصب می‌شود. در مدار سیم‌پیچ راه‌انداز با خازن، از یک کلید گریز از مرکز (تابع دور) نیز استفاده می‌شود، که سیم پیچ کمکی و خازن را در ۷۵٪ دور نامی موتور از مدار خارج می‌کند. این موتورها از قدرت $\frac{1}{8}$ اسب بخار به بالا (رنجهای استاندارد در صنعت) ساخته می‌شوند (شکل ۳۸-۴).



ب) شکل ظاهری



الف) مدار الکتریکی



د) خازن



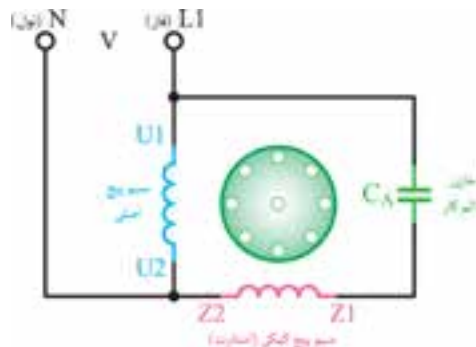
ج) کاربرد موتور تکفاز

شکل ۳۸-۴ موتور تکفاز با خازن راه‌انداز

موتور با خازن دائم کار: 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. شکل ۳۹-۴ مدار الکتریکی موتور تک فاز با خازن دائم کار را به همراه شکل ظاهری یک نمونه از این نوع موتورها نشان می دهد. قرار داشتن خازن به صورت دائم در مدار، گشتاور در حالت کار را افزایش می دهد.



ب) شکل ظاهری



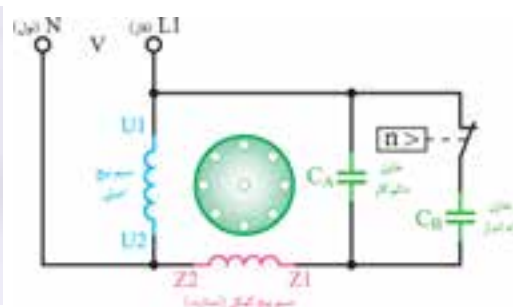
الف) مدار الکتریکی

شکل ۳۹-۴ موتور تک فاز با خازن دائم کار

موتور تک فاز دو خازنی: 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. پس از راه اندازی و رسیدن دور موتور به ۷۵٪ دور نامی خازن راه انداز توسط کلید گریز از مرکز از مدار خارج می شود، ولی خازن دائم کار به همراه سیم پیچ راه انداز در مدار باقی می ماند. خازن راه انداز از نوع الکتrolیتی و خازن دائم کار از نوع روغنی است. این موتورها ترکیبی از خصوصیات دو نوع موتور قبل را دارند، یعنی هم دارای گشتاور راه اندازی و هم گشتاور کار خوبی هستند (شکل ۴۰-۴).



ب) شکل ظاهری



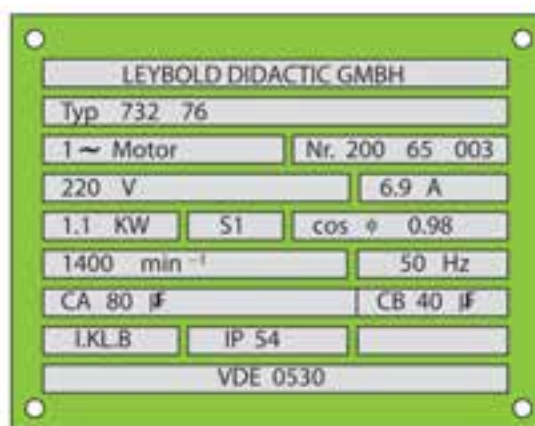
الف) مدار الکتریکی

شکل ۴۰-۴ موتور تک فاز دو خازنی

آشنایی با پلاک مشخصات الکتروموتورهای تک فاز

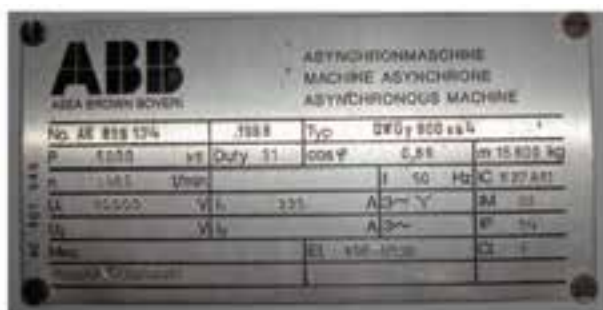
برای استفاده صحیح از موتورها لازم است تا پلاک مشخصات آنها را مورد توجه قرار دهیم.

شماره	اطلاعات داده شده
۱	نام کارخانه سازنده
۲	شماره‌ی نوع ماشین (تیپ ماشین)
۳	نوع جریان (مستقیم یا متناوب تک‌فاز سه‌فاز)
۴	نوع ماشین (موتور یا مولد)
۵	شماره‌ی 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 راه‌انداز (الکترولیتی - CA)
۱۴	ظرفیت خازن دایم‌کار (روغنی - CB)
۱۵	نوع محافظت موتور
۱۶	شماره‌ی استاندارد



در شکل ۴-۴۱ پلاک مشخصات یک موتور تک فاز دو خازنی را مشاهده می‌کنید.

۱. ترانسفورماتور را تعریف کنید؟
۲. ساختمان ترانسفورماتورهای تک فاز را شرح دهید؟
۳. اساس کار ترانسفورماتور و چگونگی القا را شرح دهید؟
۴. ترانسفورماتور کاهنده و افزایشنده را تعریف کنید؟
۵. انواع موتورهای الکتریکی از نظر نوع جریان و تعداد فاز نام ببرید؟
۶. ساختمان موتورهای الکتریکی را توضیح دهید؟
۷. اصول کار موتورهای الکتریکی سه فاز را توضیح دهید؟
۸. اطلاعات پلاک مشخصات شکل ۴۲-۴ را استخراج کنید؟



شکل ۴۲-۴

۹. در انتخاب موتور الکتریکی به چه نکاتی باید دقت کرد؟
۱۰. انواع سیستم‌های انتقال قدرت در موتورهای الکتریکی را توضیح دهید؟
۱۱. اصول کار موتورهای الکتریکی تک فاز را توضیح دهید؟
۱۲. طرز کار موتورهای الکتریکی تک فاز القایی را شرح دهید؟
۱۳. مدار الکتریکی انواع موتورهای تک فاز القایی را ترسیم کنید؟
۱۴. کاربرد هر یک از موتورهای الکتریکی تک فاز القایی را بیان کنید؟

