

# بازیچه‌ی الکتروموتورها

ساخته‌ی کار دانش (گروه تحصیل برق)

رشته‌های مهارتی: ماشین‌های الکتریکی، ماشین‌های الکتریکی درجه (۱)



بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

## بازیچی الکتروموتورها

شاخه‌ی: کار دانش

زمینه‌ی: صنعت

گروه تحصیلی: برق

زیر گروه: الکتروتکنیک

رشته‌های مهارتی: ماشین‌های الکتریکی و ماشین‌های الکتریکی درجه (۱)

شماره‌ی رشته‌های مهارتی: ۳۰۶ - ۱۰۱ - ۱۰ - ۱ و ۳۰۵ - ۱۰۱ - ۱۰ - ۱

کد رایانه‌ای رشته‌های مهارتی: ۹۳۷۵ و ۹۳۷۶

نام استاندارد مهارتی مبنا: تعمیر ماشین‌های الکتریکی درجه (۲)

کد استاندارد متولی: ۷۵ و ۸-۵۳/۴۸

شماره‌ی درس: نظری ۸۳۰۰/۴ و عملی ۸۳۰۱/۴

عراقی، علی	۶۲۱
بازیچی الکتروموتورها / مؤلف: علی عراقی - تهران: شرکت صنایع آموزشی وابسته به وزارت آموزش و پرورش، ۱۳۸۲.	۱/۴۶
۱۱۷ص: - مصور: - (شاخه‌ی کار دانش: شماره‌ی درس نظری ۸۳۰۰/۴ و عملی ۸۳۰۱/۴)	ب-۲۹۴/ع
متون درسی شاخه‌ی کار دانش، زمینه‌ی صنعت، گروه تحصیلی برق، زیرگروه الکتروتکنیک، رشته‌های مهارتی ماشین‌های الکتریکی و ماشین‌های الکتریکی درجه (۱)	۱۳۸۲
برنامهریزی محتوا و نظارت بر تألیف: دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاروانش.	
۱- موتورهایی برقی - سیم‌بچی - الف - عنوان.	

همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز:

پیشنهادات و نظرات خود را دربارۀ این مجشوی این کتاب به انسانی  
تهران- صندوق پستی شماره ۴۸۷۲/۱۵ دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های  
فنی و حرفه‌ای زکازدالمن، ارسال فرمایند.

## وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

ویدئوی محتوا و نظارت و تألیف: دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاره‌های

بم کتاب: بازیچهی الکترون تورها - ۶۰۵/۱

مؤلف: مهندس علی عراقی

دوستان: مهندس فریدون طرمی

دوستان: این 'عقروانی

آمادگی و نظارت بر چاپ: ادارۀ کل چاپ و توزیع کتاب‌های درسی

رنگ: محمد سامعی

مستند: قطری خاچی

طراح: مکتب طرافنا و فاضل‌نجر

پس: شرکت صنایع آموزشی (واسته به وزارتۀ آموزش و پرورش)

چاپخانه: آزمون

سال انتشار: تیرت سال چاپ اول ۱۳۸۲

حق چاپ محفوظ است.

شابک ۴-۱۲۱۸-۵-۹۶۴-۹64-05-1218-4 ISBN



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 اتکالی به اجانب بپرهیزید.

امام خمینی «ره»

## مقدمه‌ای بر چگونگی برنامه‌ریزی کتاب‌های بودمانی

برنامه‌ریزی تألیف «بودمان‌های مهارت» یا «کتاب‌های تخصصی شاخه‌ی کار دانش» بر مبنای استانداردهای کتاب «مجموعه برنامه‌های درسی رشته‌های مهارتی شاخه‌ی کار دانش، مجموعه ششم» صورت گرفته است. بر این اساس ابتدا توانایی‌های هم‌خانواده (Harmonic Power) مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. سپس مجموعه مهارت‌های هم‌خانواده به صورت واحدهای کار تحت عنوان (Unit) دسته‌بندی می‌شوند. در نهایت واحدهای کار هم‌خانواده با هم مجدداً دسته‌بندی شده و بودمان مهارتی (Module) را شکل می‌دهند.

دسته‌بندی «توانایی‌ها» و «واحدهای کار» توسط کمیسیون‌های تخصصی یا یک نگرش علمی انجام شده است به گونه‌ای که یک سیستم برپا بر برنامه‌ریزی و تألیف بودمان‌های مهارت نظارت دانشی دارد.

به منظور آشنایی هر چه بیشتر مربیان، هنرآموزان و هنرجویان شاخه‌ی کار دانش و سایر علاقه‌مندان و دست‌اندرکاران آموزش‌های مهارتی با روش تدوین «بودمان‌های مهارت»، توصیه می‌شود الگوهای ارائه شده در نمونه برگ‌های شماره (۱)، (۲) و (۳) مورد بررسی قرار گیرد. در ارائه دسته‌بندی‌ها، زمان مورد نیاز برای آموزش آن‌ها نیز تعیین می‌گردد. با روش مذکور یک «بودمان» به عنوان کتاب درسی مورد تأیید وزارت آموزش و پرورش در شاخه‌ی کار دانش، چاپ سپاری می‌شود.

به‌طور کلی هر استاندارد مهارت به تعدادی بودمان مهارت ( $M_1$  و  $M_2$  و ...) و هر بودمان نیز به تعدادی واحد کار ( $U_1$  و  $U_2$  و ...) و هر واحد کار نیز به تعدادی توانایی ویژه ( $P_1$  و  $P_2$  و ...) تقسیم می‌شوند. نمونه برگ شماره (۱) برای دسته‌بندی توانایی‌ها به کار می‌رود. در این نمونه برگ مشاهده می‌کنیم که در هر واحد کار چه نوع توانایی‌هایی وجود دارد. در نمونه برگ شماره (۲) واحدهای کار مرتبط با بودمان و در نمونه برگ شماره (۳) اطلاعات کامل مربوط به هر بودمان درج شده است. بدیهی است هنرآموزان و هنرجویان از جمله شاخه کار دانش و کلیه عزیزانی که در امر توسعه آموزش‌های مهارتی فعالیت دارند، می‌توانند ما را در غنای کیفی بودمان‌ها که برای توسعه آموزش‌های مهارتی تدوین شده است راهنمون و باور باشند.

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های

فنی و حرفه‌ای و کار دانش

## بیش گفتار

حد و ستایش پروردگاری را که جای جای هستی را با آیات و جلوه‌های خویش بیاراسته، تا صاحبان خرد در آن اندیشه کنند.

هنرآموزان گرامس و قراگیران عزیز: کتابی که اینک پیش رو دارید، یکی از کتاب‌های درسی نظام جدید آموزشی در ساخدهی کارداتس، زمینه‌ی صنعت، می‌باشد که به کوشش شرکت صنایع آموزشی (وابسته به وزارت آموزش و پرورش) تألیف و چاپ شده است. این شرکت در سال ۱۳۵۶ با هدف طراحی، تولید و تأمین تجهیزات آزمایشگاهی و کارگاهی برای تمام دوره‌های تحصیلی (از پیش‌دستانی تا دانشگاه) تأسیس شده است.

مهم‌ترین رسالت شرکت حمایت و پشتیبانی همه‌جانبه از آموزش کشور می‌باشد. در این راستا از آغاز تأسیس تا کنون همواره با بهره‌گیری از آخرین دستاوردها و فناوری‌های کشورهای پیشرفته‌ی صنعتی اقدام به تولید بسیاری از تجهیزات آموزشی برای کلاس‌ها، آزمایشگاه‌ها، و کارگاه‌های مراکز آموزشی نموده است.

یکی دیگر از خدمات شرکت، همکاری با سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی برای تألیف و چاپ کتاب‌های درسی می‌باشد. در تألیف این کتاب پیشکسوتان و صاحب‌نظران آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و مهارتی در نهایت صمیمیت، شرکت را یاری داده‌اند تا کتابی آسان و روان و خودآموز تهیه و در اختیار فراگیران قرار داده شود. شیوه‌ی نگارش این کتاب مستقیماً با شیوه‌ی آموزش مهارت‌بودمائی (Modular) است. این شیوه‌ی آموزش مهارت، هم‌اکنون در بسیاری از کشورهای پیشرفته‌ی صنعتی در حال اجرا می‌باشد.

امید است با اجرا شدن مؤثر این شیوه‌ی نوین آموزشی توسط مدیران و هنرآموزان محترم، به زودی شاهد باشیم که قراگیران عزیز در زمره‌ی صنعتگران خلاق و کارآفرین کشور عزیزمان قرار گرفته و نقش عمده‌ای در شکوفایی صنعت و اشتغال‌زایی ایفا نمایند.

شرکت صنایع آموزشی

واحد تحقیقات و طرح و برنامه

## مقدمه

بیشتر کارهای مکانیکی در کارخانه‌ها توسط الکتروموتورهای سه‌فاز انجام می‌شود و اکثر وسایل خانگی از قبیل جاروبرقی، یخچال، گولر، ماشین‌های آب‌سوه‌گیری، خردکن‌ها و ... با استفاده از موتورهای تک‌فاز کار می‌کنند و موجبات رفاه انسان را در محیط خانه فراهم می‌کنند. موتورهای الکتریکی که طیف گسترده‌ای را تشکیل می‌دهند از نظر کارکرد بسیار حساس هستند. کوچک‌ترین سهل‌انگاری در راه‌اندازی یا سرویس آن‌ها و نیز نوسانات ولتاژ تغذیه باعث می‌شود که موتورهای الکتریکی آسیب دیده و مسوره. بنابراین لازم است افرادی که به‌عنوان پرسنل کار با این وسایل سروکار دارند، اصول اولیه‌ی سرویس‌های مربوط و در نهایت تعمیرات مربوط را بدانند. براساس این اهداف کتاب پارچه‌ی الکتروموتورها تألیف گردیده است. برکناران عزیز با مطالعه‌ی این مجموعه و اجرائی کامل کارهای عملی آن قادر خواهند شد قسمت اعظم کارهای مربوط به سیم‌بندی الکتروموتور را انجام دهند. در این مجموعه قطعات کامل موتورهای سه‌فاز و تک‌فاز معرفی می‌شود و اصول باز و بسته کردن موتورها و هم‌چنین الکتروموتوری از سیم‌بند موجود در داخل موتور دنبال می‌گردد. هم‌چنین روش عمیق‌کاری تیپاره‌ها، جاب‌زدن کلاف‌ها، سر‌بندی، نواربندی، لحیم‌کاری، فرار دادن عایق‌های الکتریکی (وارنیش) و شارلاک زدن مورد مطالعه قرار می‌گیرد و در ادامه راه‌اندازی موتورهای سه‌فاز و تک‌فاز، به وسیله‌ی کلیدهای دستی، تعقیب می‌شود.

از هنگامان محترم خواهشمند است به کارهای عملی این مجموعه بیش‌تر عنایت فرمایید و اجرائی کامل آن‌ها را از هرجویان خود بخواهند تا به‌خواست بروردگار و خدمت همکاران و تلاش هرجویان مجموعه‌ی ارائه‌شده متم‌تر واقع گردد. ضمناً چون این مجموعه کاملاً بدون نقص نمی‌باشد از همکاران و صاحب‌نظران انتظار داریم تا در بهبود کیفیت و رفع نواقص و نارسایی‌ها ما را یاری فرمایند و نظرات اصلاحی خودشان را به شرکت‌های منابع آموزشی ارسال نمایند. قبلاً از حسن نظر شما کمال تشکر را داریم.

مؤلفان

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	واحد کار اول
۳	پیش آزمون (۱)
۵	الف - توانایی باز و بسته کردن الکتروموتورها
۵	۱-۱- آشنایی با قطعات اصلی الکتروموتورها
۸	۱-۲- آشنایی با ابزار کار در موتوربجی
۱۰	۱-۳- اصول کار ماشین های الکتریکی الفای سه فاز و تک فاز
۱۲	۱-۴- اصول باز کردن و بستن الکتروموتورها
۱۳	۵-۱- کار عملی
۱۹	آزمون پایانی (۱-الف)
۲۰	ب- توانایی تمیز کردن و روغن کاری الکتروموتورها
۲۰	۶-۱- مقدمه
۲۱	۷-۱- تست و تسوی موتورها
۲۱	۸-۱- روغن کاری
۲۱	۹-۱- کار عملی
۲۵	آزمون پایانی (۱-ب)
۲۶	ج- توانایی عیب یابی و تعویض قطعات مکانیکی الکتروموتورها
۲۶	۱۰-۱- مقدمه
۲۶	۱۱-۱- بلبرینگ
۲۷	۱۲-۱- بوش و کاسه نمند
۲۸	۱۳-۱- پیچ - مهره - واشر
۲۹	۱۴-۱- کلید گریز از مرکز
۲۹	۱۵-۱- کار عملی
۳۲	آزمون پایانی (۱-ج)
۳۳	واحد کار دوم
۳۵	پیش آزمون (۲)
۳۷	الف - توانایی الگوبرداری از سیم بجی استاتور الکتروموتورهای سه فاز یک سرعته ی یک طبقه
۳۷	۱-۲- مقدمه
۳۷	۲-۲- تعاریف
۳۸	۲-۳- انواع سیم بجی الکتروموتورها و روش های ترسیم دیاگرام آن ها
۴۰	۲-۴- سر بندی کلاف ها
۴۱	۲-۵- نخه کلم یا جعبه ی اتصالات الکتروموتورها
۴۱	۲-۶- کار عملی
۴۶	آزمون پایانی (۲-الف)



۲۷	ب - توانایی خارج کردن سیم‌های سوخته از داخل استاتور.....
۲۷	۲-۷ کلیات.....
۲۸	۲-۸ کار عملی.....
۵۱	آزمون پایانی (۲-ب).....
۵۲	ج - توانایی ساختن عایق‌های تسمیه و عایق‌کاری روی کلاف‌ها در تسمیه‌های استاتور و بیشانی کلاف‌ها.....
۵۲	۲-۹ مقدمه.....
۵۳	۲-۱۰ عایق‌بندی تسمیه‌ها.....
۵۵	۲-۱۱ کار عملی.....
۵۸	آزمون پایانی (۲-ج).....
۵۹	واحد کار سوم.....
۶۰	پیش‌آزمون (۳).....
۶۱	الف - توانایی ساختن قالب کلاف.....
۶۱	۳-۱ کلیات.....
۶۲	۳-۲ تعیین محیط قالب.....
۶۳	۳-۳ کار عملی.....
۶۶	آزمون پایانی (۳-الف).....
۶۷	ب - توانایی آماده کردن کلاف‌های سیم‌بندی.....
۶۷	۳-۴ دستگاه کلاف‌بیج.....
۶۸	۳-۵ کار عملی.....
۷۰	آزمون پایانی (۳-ب).....
۷۱	واحد کار چهارم.....
۷۳	پیش‌آزمون (۴).....
۷۴	الف - توانایی عایق‌کاری سیم‌ها یا وارنیش و نوار روغنی.....
۷۴	۴-۱ مقدمه.....
۷۴	۴-۲ پاک کردن لاک سیم‌ها.....
۷۶	۴-۳ وارنیش (ماکاروتی).....
۷۶	۴-۴ نوارهای عایق‌کاری.....
۷۶	۴-۵ کار عملی.....
۷۹	آزمون پایانی (۴-الف).....
۸۰	ب - توانایی مهار کردن کلاف‌ها.....
۸۰	۴-۶ کلیات.....
۸۱	۴-۷ کار عملی.....
۸۳	آزمون پایانی (۴-ب).....
۸۴	ج - توانایی تسمیه‌لاک زدن و خشک کردن کلاف‌ها.....

۸۴	۸-۴- مقدمه
۸۴	۹-۴- روشی شارلاک زنی
۸۵	۱۱-۴- خشک کردن لاک استاتور
۸۵	۱۱-۲- کار عملی
۸۷	آزمون پایانی (۴-ج)
۸۸	واحد کار پنجم: توانایی انتخاب سیم معادل (یک سیم به چند لا سیم و بالعکس)
۸۹	پیش آزمون (۵)
۹۰	۱-۵- مقدمه
۹۱	۲-۵- تعیین معادل یک سیم از سیم های هم قطر و هم جنس
۹۱	۳-۵- تعیین معادل یک سیم از سیم های با قطر متفاوت ولی هم جنس
۹۲	۴-۵- تعیین معادل مسی سیم آلومینیومی و برعکس
۹۳	۵-۵- کار عملی
۹۴	آزمون پایانی (۵)
۹۵	واحد کار ششم
۹۶	پیش آزمون (۶)
۹۷	الف- توانایی آزمایش سیم پیچ های الکتروموتورهای سه فاز و تک فاز
۹۷	۱-۶- کلیات
۹۸	۲-۶- کار عملی
۱۰۲	آزمون پایانی (۶-الف)
۱۰۴	ب- توانایی راه اندازی الکتروموتورهای سه فاز و تک فاز یک طبقه ی یک سرعت توسط کلیدهای دستی
۱۰۳	۳-۶- مقدمه
۱۰۴	۴-۶- کلیدهای ساده ی دستی
۱۰۴	۵-۶- کلیدهای جیب گرد - راست گرد دستی
۱۰۶	۶-۶- کلید ستاره مثلث (Δ-λ-O) دستی
۱۰۷	۷-۶- کار عملی شماره ی ۱
۱۰۸	۸-۶- کار عملی شماره ی ۲
۱۰۹	۹-۶- کار عملی شماره ی ۳
۱۱۰	۱۰-۶- کار عملی شماره ی ۴
۱۱۱	۱۱-۶- کار عملی شماره ی ۵
۱۱۲	آزمون پایانی (۶-ب)
۱۱۵	پاسخ پیش آزمون ها

## هدف کلی بودمان

بازجهت الکتروموتورهای یک فاز و سه فاز القایی

نماری واحد	عنوان واحد (پروپیتا)	نماری توانایی	عنوان توانایی	ساعت	
				نظری	عملی
۱	عیب‌یابی مکانیکی الکتروموتورها	۱۴	توانایی بزرگ بسته کردن الکتروموتورها	۳	۱۲
		۱۵	توانایی تعمیر کردن و روشن کاری الکتروموتورها	۲	۶
		۱۶	توانایی عیب‌یابی و تعویض قطعات مکانیکی الکتروموتورها	۴	۸
۲	آماده سازی استاتور	۱۸	توانایی الگوبرداری از سه بیج استاتور الکتروموتور سه فاز یک سرشته یک طبقه	۳	۸
		۱۹	توانایی خارج کردن سیم‌های سوخته از داخل استاتور	۲	۱۲
		۲۰	توانایی ساختن عایق‌های روی سیم‌ها و عایق کاری روی کلاف‌ها در سیم‌های استاتور و پیشانی کلاف‌ها	۲	۲۹
۳	کلاف‌بجی	۲۱	توانایی ساختن قالب کلاف	۲	۸
		۲۲	توانایی آماده کردن کلاف‌های سه بندی	۲	۱۲
۴	بج بندی و شارژ لاک رتی	۲۴	توانایی عایق کاری سیم‌ها با وارنیش و نوار روغنی	۲	۲
		۲۵	توانایی مهار کردن کلاف‌ها	۱	۲
		۲۲	توانایی شارژ لاک زدن و خشک کردن کلاف‌ها	۱	۳
۵	انتخاب سیم معادل	۲۷	توانایی انتخاب سیم معادل	۳	۱
۶	راه اندازی الکتروموتورهای سه فاز و یک فاز	۳۱	توانایی آزمایش سه بیج های الکتروموتورهای یک فاز و سه فاز	۲	۵
		۳۳	توانایی راه اندازی الکتروموتورهای سه فاز و یک فاز یک طبقه یک سرشته با کلیدهای دستی	۱	۲۱
			جمع	۲۴	۱۴۸

## واحد کار اول

- الف- توانایی باز و بسته کردن الکتروموتورها
- ب- توانایی تمیز کردن و روغن کاری الکتروموتورها
- ج- توانایی عیب‌یابی و تعویض قطعات مکانیکی الکتروموتورها

### هدف کلی

عیب‌یابی مکانیکی و رفع عیب الکتروموتورها

هدف‌های رفتاری: فراگیر، پس از پایان این واحد کار می‌تواند:

- ۱- قطعات اصلی یک الکتروموتور سه‌فاز و تک‌فاز را نام ببرد.
- ۲- انواع آچارهای مورد نیاز در بازرسی الکتروموتورها را نام ببرد و کاربرد هر یک را شرح دهد.
- ۳- انواع چکش را نام ببرد و کاربرد هر یک را بیان کند.
- ۴- کاربرد پولی کش را شرح دهد.
- ۵- اصول کار موتورهایی تک‌فاز و سه‌فاز را شرح دهد.
- ۶- نکات ایمنی را در بازرسی موتورها به کار ببرد.
- ۷- قطعات اصلی موتور را پیاده و دوباره سوار کند.
- ۸- انواع حلال‌های چربی (جهت شست‌وشو) را نام ببرد.
- ۹- کاربرد روغن گریس را بیان کند و گریس کاری بلبرینگ‌ها را انجام دهد.
- ۱۰- کاربرد روغن والولین را بیان کند و روغن کاری جرخ‌دنده‌ها (گریکس) را انجام دهد.
- ۱۱- موتورهایی الکتریکی را شست‌وشو دهد و سرویس کند.
- ۱۲- نقش بلبرینگ‌ها را در الکتروموتورها بیان کند و عیوب آن‌ها را تشخیص دهد.
- ۱۳- نقش بوش‌ها را در الکتروموتورها بیان کند و مکان‌های استفاده‌ی آن‌ها را نام ببرد و عیوب آن‌ها را تشخیص دهد.

- ۱۴- بلبرینگ‌های خراب را با بلبرینگ کش بیرون آورده و بلبرینگ سالم را جایگزین آن‌ها کند.
- ۱۵- لنگی روتور نانی از خرابی پوش‌ها و بلبرینگ‌ها را تشخیص دهد و آن را رفع عیب نماید.
- ۱۶- عیوب کلید گریز از مرکز را تشخیص دهد.
- ۱۷- نقش کاسه نمد را شرح دهد و طرز کار آن را بیان کند.
- ۱۸- نقش بیج و مهره‌های مورد استفاده در موتورها را شرح دهد.

ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۱۲	۲۶	۳۸

## پیش آزمون (۱)

- ۱- کدام ابزار برای باز و بسته کردن بیج و مهره‌های یک موتور مناسب نیست؟  
 الف) آچار تخت      ب) آچار یوگس      ج) انبردست      د) آچار برنجی
- ۲- از کدام ابزار برای علامت‌گذاری روی قطعات جدا شونده در الکتروموتورها استفاده می‌شود؟  
 الف) قلم      ب) سیمه‌ی نشان      ج) بیج‌گوشنی      د) دم‌باریک
- ۳- وظیفه‌ی سناتور موتورهای القایی چیست؟  
 الف) یونش‌دهنده‌ی سیم‌های لاک‌ی  
 ج) تولید میدان مغناطیسی دوار  
 ب) کاهش تلفات موتور  
 د) کاهش جریان مقنول‌های روتور
- ۴- برای باز و بسته کردن بیج مهره‌هایی که در عمق بیش‌تری قرار دارند از کدام ابزار استفاده می‌شود؟  
 الف) انبردست      ب) دم‌باریک      ج) آچار یوگس      د) آچار تخت
- ۵- در موتورهای تک فاز نقش کلید گریز از مرکز چیست؟  
 الف) قطع سیم بیج استارت در دور نامی از شبکه‌ی برق  
 ب) قطع سیم بیج اصلی در دور نامی از شبکه‌ی برق  
 ج) قطع سیم بیج استارت در ۷۵٪ دور نامی از شبکه‌ی برق  
 د) معاینات از دور شدن قطعات متحرک درون موتور
- ۶- بر اساس تئوری دو میدان، مقدار مؤثر گشتاور در محور موتورهای تک‌فاز چند برابر گشتاور ماکزیمم است؟  
 الف) نصف      ب) یک سوم      ج) دو سوم      د) صفر
- ۷- در بلاک یک الکتروموتور Type **M** نوشته شده است. تنظیم این موتور چگونه است؟  
 الف) دستی      ب) اتوماتیک      ج) دستی یا اتوماتیک      د) قابل تنظیم نمی‌باشد
- ۸- در بلاک الکتروموتورها شاخص محوطه کاری کدام است؟  
 الف) Serial      ب) Housing      ج) Hours      د) S.f
- ۹- مناسب‌ترین مواد برای نسبت‌رشموی الکتروموتورها کدام مواد است؟  
 الف) گازونیل      ب) آب گرم      ج) مواد شوینده      د) آب گرم و مواد شوینده
- ۱۰- روغن مناسب برای باتاقان‌ها در دمای زیاد کدام است؟  
 الف) گریس      ب) روغن موتور      ج) والوالین      د) گریس باروغن موتور
- ۱۱- اثرات انجام سرویس‌های توصیه‌شده برای الکتروموتورها کدام است؟  
 الف) افزایش عمر      ب) افزایش توان  
 ج) کاهش جریان نامی      د) کاهش جریان و افزایش توان

۱۲- موارد کاربرد روغن گریس کدام است؟

الف) روغن کاری یاناقان‌های استوانه‌ای (بوش‌ها)

ب) روغن کاری یاناقان‌های پلیمری با دمای پایین

ج) روغن کاری یاناقان‌های پلیمری با دمای بالا

د) روغن کاری یاناقان‌های بوش با دمای بالا

۱۳- والوالین را ..... نیز می‌گویند.

الف) گریس نسوز      ب) روغن زرمز      ج) روغن موتور نسوز      د) روغن ترانسفورماتور

۱۴- پلیمریک‌ها بیش‌تر برای ..... در الکتروموتورها به‌کار می‌رود.

الف) افزایش سرعت

ب) کاهش اصطکاک

ج) افزایش سرعت و کاهش اصطکاک

د) کاهش اصطکاک و تلفات مکانیکی

۱۵- با قرار دادن پلیمریک در یاناقان‌های الکتروموتورها چه هدفی دنبال می‌شود؟

الف) کاهش سطح تماس روتور یا استاتور

ب) افزایش سطح تماس روتور با استاتور

ج) جلوگیری از سایش محور روتور

د) جلوگیری از سایش محور روتور و استاتور

۱۶- کاربرد بوش‌ها بیش‌تر در کدام موارد مناسب است؟

الف) محیط‌های گرم و خشک

ب) محیط‌های گرم و مرطوب

ج) محیط‌های سرد و خشک

د) محیط‌های سرد و مرطوب

۱۷- معیار تناسبی بیج‌ها کدام است؟

الف) سطح مقطع بیج      ب) ارتفاع بیج      ج) قطر دانه بیج      د) ضخامت بیج

۱۸- روغن کاری پلیمریک‌ها بیش‌تر با چه هدفی صورت می‌گیرد؟

الف) کاهش اصطکاک      ب) افزایش دور ماشین      ج) افزایش عمر پلیمریک      د) کاهش سروصدا

## الف - توانایی باز کردن و بستن الکتروموتورها



شکل ۱-۱- موتور سه فاز کامل

۱-۱- آشنایی با قطعات اصلی الکتروموتورها  
موتورهای جریان متناوب به صورت موتورهای تک فاز و سه فاز ساخته می شوند. موتورهای تک فاز اغلب مصارف خانگی دارند و معمولاً در توان های کم تر از یک اسب بخار ساخته می شوند. ولی موتورهای سه فاز بیش تر کاربرد صنعتی دارند و در توان های کم تا چند صد کیلووات ساخته می شوند (شکل ۱-۱). ساختمان داخلی موتورهای تک فاز و سه فاز تقریباً یکسان است. با این تفاوت که در موتورهای تک فاز گاهی از کلید گریز از مرکز استفاده می شود که در موتورهای سه فاز کاربرد ندارد.



(الف)

موتورها معمولاً از دو قسمت اصلی تشکیل می شوند، یک قسمت ثابت که استاتور نامیده می شود و دوم قسمت متحرک که روتور نام دارد (شکل ۱-۲).



(ب)

شکل ۱-۲- موتور تک فاز



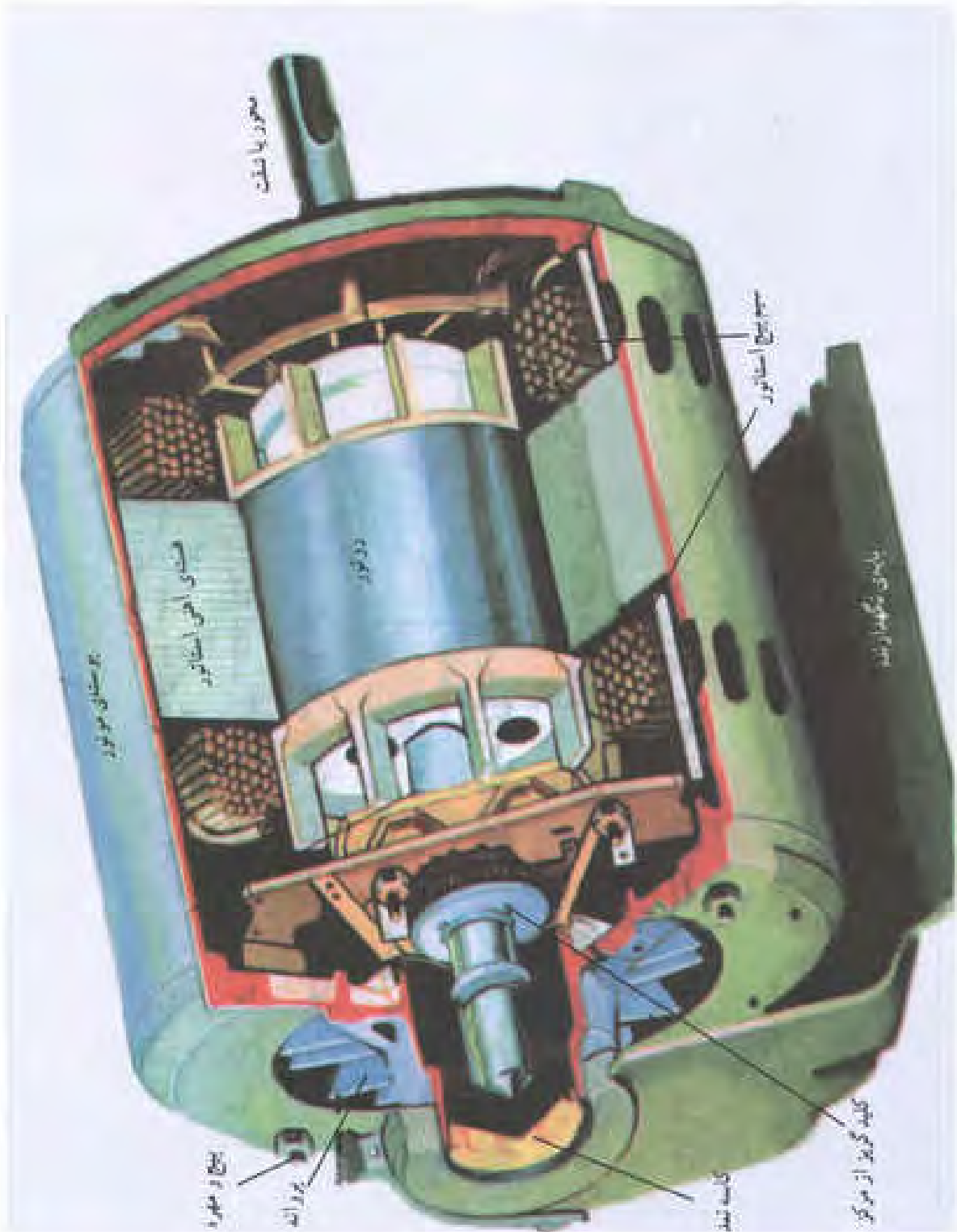
موتورهای تک‌فاز به سبب داشتن تجهیزات اضافی از موتورهای سه‌فاز حجیم‌تر و گران‌تر می‌باشند و مقدار توان آن‌ها در مقایسه با موتورهای سه‌فاز مشابه کم‌تر است و ضریب توان کم‌تر از موتورهای سه‌فاز دارند. به دلایل فوق، در صنعت از موتورهای تک‌فاز خیلی کم استفاده می‌شود.

یک الکتروموتور سه‌فاز از قسمت‌های مختلفی تشکیل شده است. این قسمت‌ها در شکل ۱-۳ نشان داده شده‌اند.



شکل ۱-۳- اجزای اصلی موتور سه‌فاز

یک الکتروموتور تک‌فاز از قسمت‌های مختلفی تشکیل شده است. این قسمت‌ها در شکل ۱-۳ مشاهده می‌شود.



شکل ۱-۳- اجزای یک موتور تک‌فاز

## ۱-۲-۱- آشنایی با ابزار کار در موتوربیجی

۱-۲-۱- انواع آچار: برای باز کردن و سوار کردن اجزای موتورهای الکتریکی اغلب از آچارهای تخت، آچار بوکس و آچار رینگ استفاده می‌شود. از آچارهای تخت برای باز و بسته کردن پیچ و مهره‌هایی که در سطح گاز قرار دارند و فضای کافی برای گردش دسته آچار موجود باشد استفاده می‌شود (شکل ۱-۵).



شکل ۱-۵- آچارهای تخت

در مواقعی که پیچ یا مهره در سطح کار دستگاه نباشند و نسبت به سطح، عمق کمی داشته باشد به گونه‌ای که فک‌های آچارهای تخت نتوانند پیچ یا مهره را بگیرند از آچارهای رینگ استفاده می‌شود. آچارهای رینگ، نظیر آچارهای تخت، به فضای کافی جهت گردش دسته‌ی خود نیاز دارند (شکل ۱-۶).



شکل ۱-۶- آچار رینگ

در بعضی مواقع، پیچ و مهره‌ها در عمق زیادی از قطعات داخلی را به هم دیگر ارتباط می‌دهند لذا آچارهای تخت و رینگ قادر به باز و بسته کردن پیچ و مهره‌ها نخواهند بود که در این صورت از آچار بوکس استفاده می‌شود (شکل ۱-۷).



شکل ۱-۷- آچار بوکس



شکل ۸-۱- چکش پلاستیکی



شکل ۹-۱- چکش فلزی



شکل ۱۰-۱- استفاده از چکش فلزی برای علامت‌گذاری در بازگردن قطعات موتور

۲-۲-۱- چکش: در سیم‌بجی الکتروموتورها از دو نوع چکش استفاده می‌شود. بدنه‌ی موتورهای الکتریکی اغلب از آلومینیوم یا از آلیاژهای آن ساخته می‌شود. لذا این بدنه‌ها تحمل ضربات چکش‌های سنگین فلزی را ندارند؛ بدین علت از چکش‌های پلاستیکی یا چکش‌های فلزی کوچک در سیم‌بجی موتورها استفاده می‌شود.

از چکش‌های پلاستیکی، بیش‌تر در جمع‌کردن قطعات موتور یا کوبیدن سیم‌بجی‌های استاتور استفاده می‌شود؛ به عبارت دیگر می‌توان گفت در ضربه‌های ظریف از چکش‌های پلاستیکی استفاده می‌شود (شکل ۸-۱).

در بریدن سیم‌های استاتور از قلم و برای درآوردن درپوش‌ها از چکش‌های فلزی استفاده می‌شود (شکل‌های ۹-۱ و ۱۰-۱).



شکل ۱۱-۱- بولی کش

۳-۲-۱- بولی کش: برای انتقال حرکت و تبدیل سرعت الکتروموتورها از بولی استفاده می‌شود. بولی ممکن است یک، دو یا چند تبار داشته باشد. معمولاً ارتباط بولی با محور موتور از طریق خازی که بین شیار محور موتور و شیار بولی وجود دارد و با توسط پیچ بولی به محور متصل می‌گردد برقرار می‌شود. برای جدا کردن بولی‌ها از محور موتورهای از بولی کش استفاده می‌شود (شکل ۱۱-۱).

۴-۲-۱- پلیرینگ کش: برای درآوردن پلیرینگ‌ها از محور ماشین‌های الکتریکی، از پلیرینگ کش استفاده می‌شود. ساختمان و عملکرد پلیرینگ کش نظیر بولی کش می‌باشد.

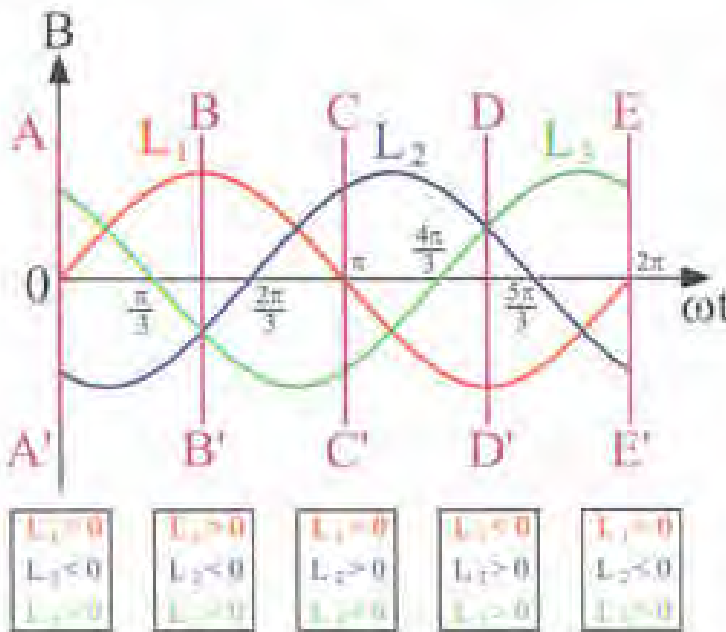
### ۳-۱- اصول کار ماشین‌های الکتریکی القایی سه فاز و تک فاز

۱-۳-۱- اصول کار موتورهای القایی سه فاز: با عبور جریان متناوب سه فاز از داخل سیم‌پیچ‌های استاتور، یک حوزه‌ی دوار در سطح استاتور به وجود می‌آید. این حوزه‌ی دوار مقتول‌های روتور را قطع می‌کند و براساس قانون فاراد، در آن‌ها جریان القایی ایجاد می‌کند. در نتیجه، مقتول‌ها در میدان دوار استاتور، ایجاد گشتاور می‌کنند و روتور را در جهت گردش میدان، حول محور خود به گردش درمی‌آورند.

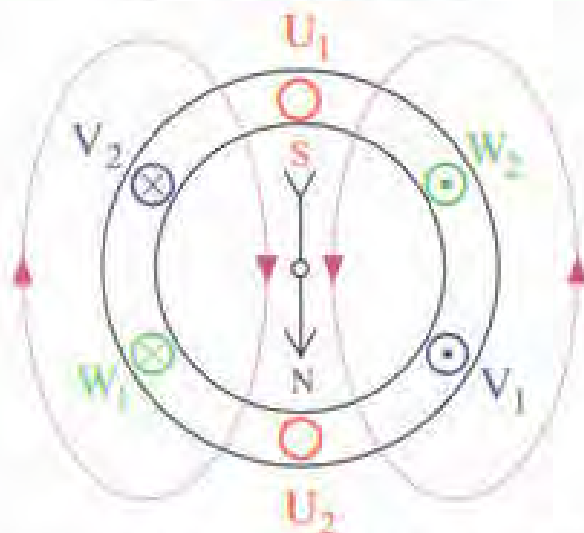
برای تبیین چگونگی تشکیل حوزه‌ی دوار، در سطح استاتور، منحنی سه فاز شکل ۱۲-۱ را در نظر می‌گیریم و چنین فرض می‌کنیم که وقتی فازها در موقعیت دامنه‌ی مثبت قرار می‌گیرند در ورودی بدسیم‌پیچ‌های استاتور، جریان درون سو داشته باشند. همچنین فرض می‌کنیم که فاز ۱، سیم پیچ  $U_1$  و  $V_1$ ، فاز ۲، سیم پیچ  $V_1$  و  $W_1$  و فاز ۳، سیم پیچ  $W_1$  و  $U_1$  را تغذیه می‌کند.

موقعیت تشکیل قطب‌ها در وضعیت  $AA'$  در لحظه‌ی  $t=0$  مطابق شکل ۱۳-۱ می‌باشند. در این موقعیت  $I_{U_1}=0$ ،  $I_{V_1}<0$  و  $I_{W_1}>0$  می‌باشد بنابراین ورودی  $V_1$  منفی و ورودی  $W_1$  مثبت می‌باشد.

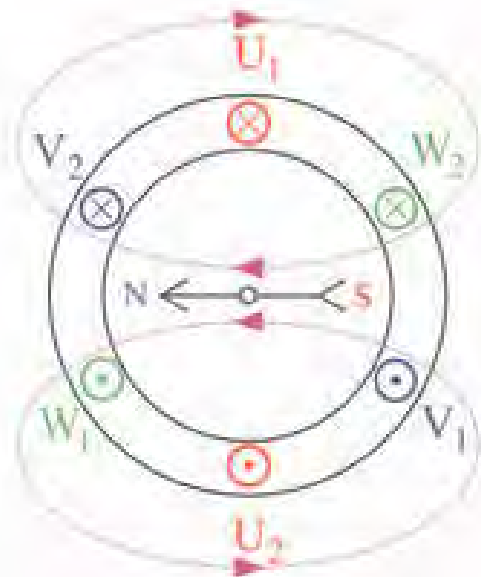
با توجه به قانون دست راست و جریان سیم‌ها، جهت میدان مغناطیسی تعیین می‌شود. اگر انگشت شست دست راست در



شکل ۱۲-۱- منحنی جریان متناوب سه فاز



شکل ۱۳-۱- موقعیت میدان مغناطیسی سیم‌پیچ‌ها در استاتور در وضعیت  $AA'$

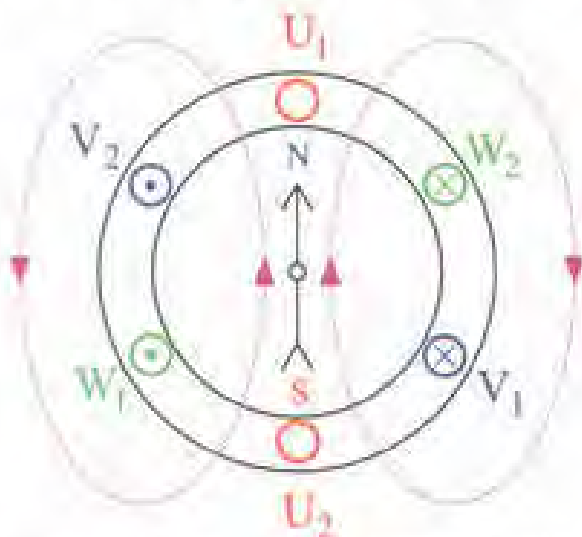


شکل ۱۴-۱- موقعیت میدان مغناطیسی سیم‌پیچ‌ها در استاتور در وضعیت BB'

جهت جریان الکتریکی قرار گیرد و انگشتان نیم‌باز دست راست جهت میدان مغناطیسی را نشان خواهند داد.

موقعیت تشکیل قطب‌ها در وضعیت BB' در لحظه‌ی

$t = \frac{\pi}{4}$  مطابق شکل ۱۴-۱ می‌باشد. در این موقعیت  $i_a > 0$ ،  $i_b < 0$  و  $i_c < 0$  می‌باشد؛ بنابراین ورودی  $V_1$  مثبت و ورودی‌های  $V_2$  و  $W_1$  منفی می‌باشد.



شکل ۱۵-۱- موقعیت میدان مغناطیسی سیم‌پیچ‌ها در استاتور در وضعیت CC'

موقعیت تشکیل قطب‌ها در وضعیت CC' در لحظه‌ی

$t = \frac{\pi}{2}$  مطابق شکل ۱۵-۱ است. در این موقعیت  $i_a = 0$ ،  $i_b > 0$  و  $i_c < 0$  می‌باشد؛ بنابراین ورودی  $V_1$  مثبت و ورودی  $W_1$  منفی می‌باشد.

با توجه به وضعیت میدان مغناطیسی در زمان‌های مختلف

ملاحظه می‌شود که این میدان در حال گردش است، سرعت گردش با فرکانس جریان برقی رابطه‌ی مستقیم و با تعداد قطب‌های مغناطیسی موتور رابطه‌ی عکس دارد. یعنی اگر تعداد قطب‌ها دو برابر شود سرعت نصف می‌شود.

### ۲-۲-۱ اصول کار موتورهای تک‌فاز در

موتورهای تک‌فاز با یک سیم‌پیچ، در زمان استارت، برخلاف موتورهای سه‌فاز مقدار مؤثر گشتاور حوزه‌ی دوار، روی محور روتور صفر می‌شود. بدین علت موتورهای تک‌فاز راه‌اندازی نمی‌شوند. علت راه‌اندازی نشدن موتورهای تک‌فاز را بر اساس تئوری لیلان (تئوری دو میدان) توجیه می‌کنند.

تئوری دو میدان: بر اساس این تئوری شار مغناطیسی

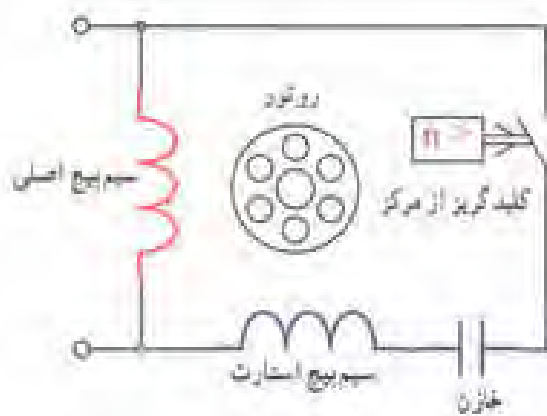
سیم‌پیچ‌های استاتور ( $\Phi_m$ ) به دو قسمت مساوی تقسیم می‌شود و هر دو قسمت با سرعت زاویه‌ای یکسان ولی در خلاف جهت همدیگر در سطح استاتور می‌چرخند. در نتیجه گشتاورهای حاصل از این دو میدان همدیگر را خنثی می‌کنند و موتور راه‌اندازی

تمی شود، اگر به طریقی، یکی از این دو میدان را تقویت کنیم موتور در جهت میدان تقویت شده شروع به گردش می‌کند و گشتاور در جهت گردش تقویت می‌شود و به تدریج گشتاور جهت مخالف خنثی شده و از بین می‌رود.

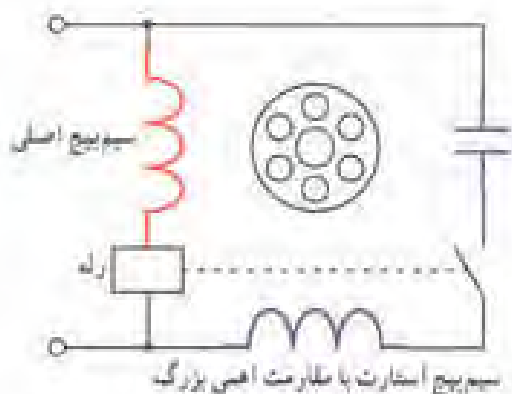
برای راه‌اندازی موتورهای تک‌فاز، از سیم‌پیچ‌های کمکی یا سیم‌پیچ استارت استفاده می‌شود. جریان سیم‌پیچ‌های کمکی یا استارت با جریان سیم‌پیچ اصلی ۹۰ درجه‌ی الکتریکی اختلاف فاز دارند. اختلاف فاز در سیم‌پیچ‌های اصلی و کمکی را به روش‌های مختلف، از جمله استفاده از خازن‌ها، تهیه می‌کنند (شکل ۱۶-۱). علاوه بر آن سیم‌پیچ‌های راه‌انداز از نظر مکانی نیز به اندازه‌ی ۹۰° الکتریکی با سیم‌پیچ‌های اصلی اختلاف مکانی دارند.

سیم‌پیچ‌های استارت پس از راه‌اندازی موتور توسط کلیدهای گریز از مرکز یا رله از مدار الکتریکی برداشته می‌شود (شکل ۱۷-۱). کلید گریز از مرکز در ۷۵٪ دور نامی موتور وارد عمل شده و سیم‌پیچ استارت را از مسیر جریان برق برمی‌دارد.

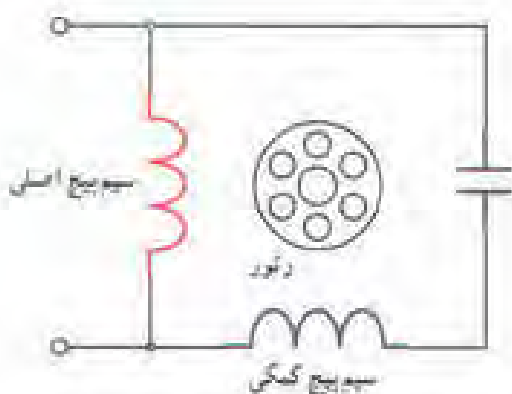
موتورهای تک‌فاز به دلیل تجهیزات اضافی نسبت به موتورهای سه فاز ساختمان پیچیده‌تری دارند و جوی سیم‌پیچ راه‌انداز از مدار خارج می‌شود لذا از کل هسته‌ی استاتور در تولید قدرت الکترومغناطیسی استفاده نمی‌شود به همین دلیل ضریب بهره‌ی این موتورها پایین می‌باشد. معمولاً در موتورهای تک‌فاز یا سیم‌پیچ استارت موقت، دو سوم شیارهای استاتور را به سیم‌پیچ اصلی و یک سوم بقیه را به سیم‌پیچ استارت اختصاص می‌دهند. موتورهای تک‌فاز نیز ساخته می‌شوند که در آن‌ها سیم‌پیچ اصلی و کمکی مشابه بوده و سیم‌پیچ کمکی از مدار خارج نمی‌شود. در این موتورها اختلاف فاز بین جریان سیم‌پیچ‌ها توسط خازن ایجاد می‌شود و به آن‌ها موتور تک‌فاز یا خازن دائم گمارگفته می‌شود (شکل ۱۸-۱).



شکل ۱۶-۱ مدار موتور تک‌فاز با خازن راه‌انداز



شکل ۱۷-۱ مدار موتور تک‌فاز با سیم‌پیچ راه‌انداز



شکل ۱۸-۱ مدار موتور تک‌فاز با خازن دائم گمار

#### ۱-۴ اصول بازکردن و بستن الکتروموتورها

برای بازکردن و بستن قطعات الکتروموتورها ضرورت دارد نکات فنی و ایمنی به طور توأم انجام گیرد. عمده‌ی این نکات را به صورت زیر دسته‌بندی می‌کنیم:

– رعایت نکات ایمنی

- داشتن حوصله‌ی بیشتر

- انتخاب ابزار مناسب

- علامت‌گذاری قطعات جداشونده

۱-۴-۱- نکات ایمنی: قبل از هر اقدام برای باز کردن

و بستن موتور ها، لازم است لباس کار، دستکش و کفش ایمنی بپوشیم، سپس بدنه‌ی موتور را کاملاً از مواد چربی پاک کنیم تا مانع از سر خوردن آن به هنگام حمل و نقل شود.

حمل و نقل موتورهای سنگین با دست مجاز نیست و

لازم است آن‌ها را با چرتقیل چاب‌جا کشته تا از تأثیر سمه آن بر مهربی ستون فقرات جلوگیری به عمل آید.

۱-۵- کار عملی (زمان: ۲ ساعت)

هدف: باز کردن و بستن الکتروموتورها و آشنایی با قطعات

آن

ابزار مورد نیاز

- الکتروموتور سه فاز و یک فاز از هر کدام یک دستگاه

(شکل ۱-۱۹)

- آچار تخت

- آچار بوکس

- آچار رنگی

- انبردست

- سیم‌چین

- دم‌باریک

- پیچ‌گوشتی دو سو

- پیچ‌گوشتی چهار سو

- سنبه‌نشان

- چکش فلزی

- چکش پلاستیکی و لاستیکی

یک موتور سه فاز در اختیار بگیرید و با توجه به پلاک آن

(شکل ۱-۲۰) جدول شکل ۱-۲۱ را با مشخصات موجود در

پلاک کامل کنید.



شکل ۱-۱۹- الکتروموتور سه فاز



شکل ۱-۲۰- پلاک الکتروموتور سه فاز



شناسنامه‌ی موتور			
Style	Frame	HP یا kW	Pr
R, P, M یا No. Poles	Cycles یا Hz C, P, S	یا نوع اتصال	mm
Deg C یا Rise	Time	Factor	S, یا Hours
Service Factor	Housing	Type	Small
mm	یا Z	کارخانه سازنده	
تعداد دور هر کلاف (Turns)	تعداد دورهای هر یک از کلاف‌ها (No. of turns) و محیط هر کلاف (Perim)	تعداد مدارهای هر یک از کلاف‌ها (No. of conductors)	اندازه‌ی سیم‌ها (Diam of wires)
			سیم اصلی
			سیم سخت
			سیم کمی
			سیم سخت
			سیم کمی
			سیم سخت
			سیم کمی

شکل ۱-۲۱

Style	Frame
R, P, M یا No. Poles	Cycles یا Hz C, P, S

شکل ۱-۲۱-الف

Rise یا T یا Deg C <sup>o</sup>	Hours یا Time
---------------------------------------	---------------

شکل ۱-۲۱-ب

Service factor	Housing
type	S یا Z

شکل ۱-۲۱-ج

شرح علائم موجود در این جدول در صفحات بعدی آمده است. این مشخصات کاربران را در چگونگی استفاده از موتور راهنمایی می‌کند.

۱-۵-۱- کارت شناسایی موتور: لازم است موتور بیج برای تمام موتورهایی که جهت تعمیر یا سرویس به وی تحویل می‌شود بک کارت شناسایی تهیه کند و مشخصات فنی هر موتور و در صورت نیاز دیاگرام سیم‌بندی موتور را در کارت بنویسد. این عمل امکان سیم‌بندی را برای بقیه تکنیسین‌ها فراهم می‌کند. در ضمن اگر موتور قابل سیم‌بندی نباشد با مشخصات کارت شناسایی می‌توان موتور نو یا مشابه را به سازندگان موتور سفارش داد. باید سعی شود مشخصات موتور در کارت شناسایی با علائم استاندارد به صورت جدول جمع‌آوری شود (شکل ۱-۲۱). این مشخصات از سیم‌بندی داخلی موتور و پلاک موتور قابل دریافت می‌باشند. مناسب است مشخصات زیر از پلاک و سیم‌بندی داخلی موتور دیده و در کارت شناسایی درج شود.

*Style*: که مربوط به مشخصات الکتریکی و مکانیکی موتور که توسط کارخانه‌ی سازنده در نظر گرفته می‌شود.  
*Frame*: مشخصه‌ای است که موتور توسط آن به وسیله‌ی انجمن ملی تولیدکنندگان شناسایی می‌شود.

*R.P.M*: تعداد دور نامی موتور را در هر دقیقه بیان می‌کند. ممکن است در این قسمت به جای تعداد دور، تعداد قطب‌های موتور داده شود (No. poles).

*Hz* یا *Cycles*: فرکانس کاری موتور را بیان می‌کند که واحد آن را با *Hz* یا *C.p.S* نشان می‌دهند (شکل ۱-۲۱-الف).  
*Deg C ; FRise*: حداکثر دمای مجاز کار موتور را بیان می‌کند (شکل ۱-۲۱-ب).

*Time*: حداکثر زمان کار موتور را بدون افزایش دمای بدنه‌ی موتور از دمای مجاز بیان می‌کند (شکل ۱-۲۱-ب).  
*Service Factor*: ضریبی را بیان می‌کند که اگر در توان اسمی موتور ضرب شود حداکثر توان مجاز دریافتی از موتور را نشان خواهد داد (شکل ۱-۲۱-ج).

*Housing*: نوع محوطه‌ی کاری موتور را (سریز یا سرپوشیده) نشان می‌دهد (شکل ۱-۲۱-ج).

HP یا KW ...	Ph...
Volts...	Amps...

شکل ۱-۲۱

Code ...	S. E. (Amps)...
Type <input type="checkbox"/>	Serial ...
$\Delta / Y$	Cos $\phi$

شکل ۱-۲۱



شکل ۱-۲۲ سیمی نشان

**Type**، که موجود در این قسمت ساختمان و نوع موتور را نشان می‌دهد؛ مثلاً موتور یا خازن راه‌انداز یا... (جدول ۱-۲۱-ج).

**Z** یا **S**، تعداد شیارهای استاتور را نشان می‌دهد.

**Hp**، توان خروجی موتور را به اسب بخار (یا توان خروجی را به وات یا کیلووات) بیان می‌کند (شکل ۱-۲۱-د).

**Ph**، تعداد فازهای موتور را نشان می‌دهد.

**Volts**، ولتاژ نامی موتور را نشان می‌دهد.

**Amps**، مقدار جریانی که موتور در بار نامی و ولتاژ و

فرکانس نامی از شبکه‌ی الکتریکی دریافت می‌کند (شکل ۱-۲۱-د).

**Code**، حروفی که در این قسمت نوشته می‌شود مشخص

کننده‌ی KVA مصرفی برای هر اسب بخار در حالت تور قفل شده می‌باشد. مثلاً اگر حرف M نوشته شده باشد این موتور در حالت روتور قفل شده ۵/۵ الی ۱۰ کیلو وات آمپر توان مصرف می‌کند (شکل ۱-۲۱-ه).

**(Amps) s.f**، جریان موتور را در بار کامل نشان می‌دهد.

**Serial**، شماره‌ی توالی تولید موتور را نشان می‌دهد.

**Type** ، حروف نوشته شده در داخل گاید نوع

نگهداری و نصب موتور را نشان می‌دهد.

$\Delta / Y$ ، اتصال ستاره یا مثلث موتور را به شبکه نشان

می‌دهد (شکل ۱-۲۱-ه).

**Cos  $\phi$** ، ضریب توان موتور است (شکل ۱-۲۱-ه).

۱-۵-۲ پیاده‌کردن قطعات موتور: قبل از باز کردن

هر قطعه از موتور، لازم است بین قسمت‌های جداشونده، با سمبده‌ی نشان علامت‌گذاری شود تا بتوان به هنگام جمع‌آوری مجدد قطعات جداشده، با تطبیق علامت بین آن‌ها، قطعات را به‌طور صحیح به یک‌دیگر ارتباط داد.

سمبده‌ی نشان: ازاری است با نوک تیزش، با ایجاد

گودی‌های کوچک روی قطعات علامت‌گذاری می‌کند. علاوه بر

سمبده‌نشان از سوزن خط‌کش یا مازیک ضد آب نیز می‌توان برای

علامت‌گذاری استفاده کرد (شکل ۱-۲۲).



شکل ۲۳-۱- علامت‌گذاری روی پوسته و درپوش‌ها

در علامت‌گذاری روی قطعات مناسب است تعداد علامت‌ها در طرفین فرق کند، مثلاً اگر یک درپوش را در یک طرف با یک سنبه علامت‌گذاری کردیم درپوش طرف دوم را با دو سنبه علامت‌گذاری کنیم تا در موتور قطعات، اشتباهی پیش نیاید (شکل ۲۳-۱).

برای پیاده کردن درپوش‌ها ابتدا روی درپوش‌ها و پوسته‌ی موتور را مطابق شکل با سمبده‌ی نشان علامت‌گذاری کنید.



بیج‌ها را با آچار مناسب باز کرده و آن‌ها را از پوسته‌ی موتور خارج سازید، برای باز کردن بیج‌ها هیچ وقت از تبر دست یا دم‌باریک استفاده نکنید (شکل ۲۲-۱).



شکل ۲۲-۱- بیج و مهره‌های باز شده از موتور

پس از باز کردن پیچ‌ها و درآوردن خار، با بولی‌کش بولی موتور را از محور آن جدا کنید. برای این منظور مطابق شکل ۱-۲۵، بولی‌کش را در محور موتور و بولی قرار دهید و با پیچاندن پیچ بولی‌کش (پیچ A) بولی را از محور موتور خارج سازید. توجه داشته باشید که اگر نیازی به تعویض بولی یا بلبرینگ نباشد لزومی ندارد آن‌ها را باز کنیم. در بعضی مواقع ارتباط بولی با محور، مانند موتورهای کولر، با پیچ برقرار می‌شود بنابراین، با باز کردن یا شل کردن پیچ می‌توان به راحتی بولی را از محور یا بست خارج کرد (شکل ۱-۲۵).



شکل ۱-۲۵- باز کردن بولی موتور

از جایگاه مهره‌ها، با چکش توسط قلم یا پیچ‌گوشی چکش‌خیز چند ضربه به درپوش وارد کنید تا درپوش از پوسته‌ی موتور جدا شود (شکل ۱-۲۶).



شکل ۱-۲۶- باز کردن درپوش موتور

پس از خارج کردن بولی و درپوش، روتور را از داخل استاتور خارج کنید و در صورت وجود پروانه، درپوش آن را بیاده کرده و خود پروانه را باز کنید و در نهایت درپوش دومی را از پوسته‌ی موتور جدا کنید. برای جمع کردن قطعات بازشده، به‌طور معکوس عمل کنید، بدین منظور آخرین قطعه‌ی بازشده را سوار کنید و این ترتیب را از آخرین قطعات بازشده به اولین قطعات باز شده رعایت نمایید.

به هنگام جمع‌آوری قطعات از علائمی که با سمبده نشان روی قطعات ایجاد شده است استفاده کنید تا قطعات به‌طور صحیح در جای خود قرار گیرند. در شکل ۱-۲۷ ترتیب باز شدن و جمع کردن قطعات مشاهده می‌شود.



شکل ۱-۲۷

## آزمون پایانی (۱- الف)



- ۱- قطعات اصلی یک الکتروموتور سه فاز را نام ببرید.
- ۲- تفاوت ساختمانی موتورهای تک فاز یا سه فاز را بیان کنید.
- ۳- کاربرد آچارهای رنگی، بوکس و تخت را شرح دهید.
- ۴- انواع جکس ها را نام ببرید.
- ۵- طرز کار و کاربرد بولی کش ها را بیان کنید.
- ۶- چگونگی تشکیل حوزه ی دوار در موتورهای سه فاز را با رسم شکل شرح دهید.
- ۷- توری دو میدان (توری لبان) را در موتورهای تک فاز توضیح دهید.
- ۸- چرا در باز کردن قطعات موتور، آن ها را با سمبه ی نشان علامت گذاری می کنیم؟
- ۹- چه ضرورتی دارد که اطلاعات پلاک موتور را یادداشت کنید؟
- ۱۰- علامت موجود در پلاک موتور را بیان کنید و اطلاعاتی را که هر یک از این علامت نشان می دهد شرح دهید.
- ۱۱- ترتیب باز کردن و بستن قطعات موتورها را بیان کنید.
- ۱۲- تعریف عملی: یک الکتروموتور سه فاز در اختیار بگیرید و مطابق دستورالعمل هایی که در متن واحد کار یاد گرفته اید قطعات آن را بنامه کنید؛ سپس با توجه به علامت مربوط به هر قسمت، قطعات باز شده را جمع کنید.
- ۱۳- ترتیب جمع آوری قطعات موتور ..... ترتیب باز کردن قطعات آن است.
- ۱۴- برای درآوردن بولی هایی که با پیچ یا خار با محور موتور درگیر شده اند، احتیاج به ..... نمی باشد و برای خارج کردن آن ها باید ..... باز کرد و ..... بیرون کشید.

## ب- توانایی تمیز کردن و روغن کاری الکتروموتورها

### ۶-۱- مقدمه

سیم پیچ های روتور و استاتور در الکتروموتورها دارای مقاومت اهمی هستند. به هنگام عبور جریان الکتریکی از سیم پیچ ها، مقداری از انرژی الکتریکی به صورت حرارت تلف می شود. از طرف دیگر هسته ی آهنی و پوسته ی فلزی موتور، همواره در میدان مغناطیسی قرار دارند، لذا مقداری از انرژی الکتریکی به صورت تلفات هیستریسیس و تلفات فوکو، که به تلفات هسته معروف است، از بین می رود.

تلفات اهمی و تلفات هسته باعث افزایش دمای موتور می شود. افزایش بیش از حد دمای موتور، کارکرد موتور را دچار اشکال می کند، از این رو لازم است حرارت تولید شده در درون الکتروموتور به فضای خارج از آن هدایت شده و موتور تهویه شود.

تهویه ی الکتروموتورها اغلب توسط پروانه (فن) صورت می گیرد. بدین منظور روی محور روتور، فن هایی تعبیه می شود که به هنگام کار موتور جریان هوا را در داخل موتور برقرار و آن را خنک می کنند (شکل ۱-۲۸).

وجود گرد و خاک و رطوبت هوا باعث می شود که قسمت های داخلی و خارجی موتور پس از مدتی کار کردن، جرم بگیرند. جرم هایی که در قسمت های مختلف الکتروموتورها می نشیند موجب خشک شدن باناقان ها شده و سبب می شود که موتور خوب خنک نشود، لذا سرویس هایی برای تمیز کردن و روغن کاری موتورها منظور می کنند که انجام به موقع آن ها عمر مفید موتور را افزایش می دهد.

در سرویس های روزانه، باید اولاً بدنه ی خارجی موتور را بازدید کرد، آن گاه قبل از راه اندازی، فن ها را حرکت داد و از سالم بودن فن ها و قسمت های خارجی الکتروموتور اطمینان حاصل نموده و پوسته را تمیز کرد و پس از راه اندازی مقدار جریان و ولتاژ را کنترل نمود، سپس، در صورت مشاهده ی هر نوع عیب، بلافاصله موتور را خاموش نموده و در صدد رفع عیب برآمد.

در سرویس های هفتگی ضمن بازدید قسمت های خارجی، باید باناقان ها، بوش ها و بلبرینگ ها را بازدید کرد و در صورت



شکل ۱-۲۸- پروانه ی نصب شده روی محور روتور

گشادگی بیش از حد پوش‌ها با مشاهده‌ی سروصدای در کنار بلبرینگ‌ها، آن‌ها را تعویض نموده و روغن کاری کرد.  
در سرویس‌های سالانه، موتور باید کاملاً شسته‌وشو داده شود و بر اساس دستورالعمل‌های دفترچه‌ی راهنما قطعات سفارشی شده تعویض گردد و روغن کاری و گریس کاری کامل انجام شود.

#### ۱-۷- تست و شوی موتورها

برای تست و شوی موتورها باید قطعات موتور را جدا کرده و با فشار باد (کمپرسور) گرد و خاک آن‌ها را گرفت سپس قطعات را در داخل یک تشت قرار داد و آن‌ها را با آب گرم شست. اگر قطعات بیش از حد چربی داشته باشند یا خلال‌های چربی مانند مواد سوخته از مشتقات صابون (صابون سولفون یا صابغ ظرف‌شویی...) شسته‌وشو انجام می‌گیرد. در بعضی مواقع هم از گازوییل برای شستن استفاده می‌کنند که در این صورت مواد لاستیکی به کار رفته در ساختمان موتورها نباید با گازوییل تماس داشته باشند.

#### ۱-۸- روغن کاری

برای گاهنی اصطکاک در پاناقان‌ها، بلبرینگ‌ها و پوش‌ها باسنی الکتروموتور روغن کاری شود. بدین منظور معمولاً از روغن موتور والوالین و گریس استفاده می‌شود.

۱-۸-۱- گریس: گریس ماده‌ی جامد یا نیمه‌جامدی است که از روغن معدنی و صابون‌های صنعتی با مواد شیمیایی مختلف ترکیب یافته است.

گریس در مواقعی که دمای کار زیاد نیست به کار می‌رود و برای روغن کاری بلبرینگ‌ها و پاناقان‌ها از آن استفاده می‌شود. گریس علاوه بر گاهنی اصطکاک پاناقان‌ها و بلبرینگ‌ها، آن‌ها را در مقابل زنگ‌زدگی، ضربات ناگهانی و فشار زیاد محافظت می‌کند.

۱-۸-۲- والوالین: والوالین نوعی گریس مقاوم است که در مواقعی که گریس‌های معمولی نمی‌توانند از اثرات شدید آب و رطوبت و دما جلوگیری کنند به کار برده می‌شود. والوالین به رنگ سبز تمایل به مشکی است و تا دمای ۱۷۰°C را تحمل می‌کند. از این رو به گریس نسوز نیز معروف است.

۱-۸-۳- روغن موتور: روغن موتور از مشتقات نفت است و به صورت مایع، با غلظت‌های مختلف، برای کاربردهای متفاوت ساخته می‌شود و از آن برای روغن کاری پاناقان‌ها و پوش‌ها استفاده می‌کنند. روغن موتوی را در ظروف لوله‌دار مخصوصی که روغن‌دان (شکل ۱-۲۹) نام دارد برمی‌کنند و بدین وسیله روغن را به محل مورد نیاز هدایت می‌کنند. با فشار دادن اهرم بالای روغن‌دان، روغن با فشار مناسب به محل‌های مورد نظر هدایت می‌شود.



شکل ۱-۲۹- روغن‌دان



## ۹-۱- کار عملی (زمان: ۱۲ ساعت)

۹-۱-۱ هدف: تمیز کردن و روغن کاری الکتروموتورها  
۹-۱-۲ نکات ایمنی: لباس کار مناسب، دستکش و کفش ایمنی بپوشید و در هنگام تست و شو از برس استفاده کنید.  
از تماس دادن مستقیم دست خود به قطعات بدون دستکش و برس کار بپرهیزید.

## ۹-۳- وسایل و ابزار مورد نیاز

- الکتروموتور سه فاز و تک فاز از هر کدام یک عدد

- آچار تخت

- آچار بوکس

- آچار رنگی

- بیج گونشی دو سو و چهار سو

- گرس بعب

- روغن دان

- روغن موتور

- والولین

- گرس

- تست (وان) یک عدد

- آب گرم

- برس مویی یا سیمی یک عدد

- مواد شوینده (مایع ظرفشویی)

- کمپرسور باد

- میز کار

- استاتور نگهدار

- چکش فلزی و پلاستیکی

- سیمه



شکل ۱-۳۰ - قطعات جدا شده



شکل ۱-۳۱ - بادگیری قطعات جدا شده



شکل ۱-۳۲ - تست و شوی قطعات با آب گرم



شکل ۱-۳۳ - گریس کاری بلبرینگ‌ها

#### ۱-۹-۴ - مراحل کار

- قطعات موتور سه فاز را جدا کنید (شکل ۱-۳۰).

- در حالی که ماسک زده‌اید گرد و خاک قطعات جدا شده را با فشار هوا تمیز کنید (شکل ۱-۳۱).

- وان (نست) را تا نیمی از آب گرم با محلول آب گرم و شوینده تا حدود  $50^{\circ}\text{C}$  پر کنید.

- درپوش‌ها و فن‌ها و تور و سایر اجزای جدا شده را در داخل وان قرار دهید و آن‌ها را با برس بشوید. (شکل ۱-۳۲).

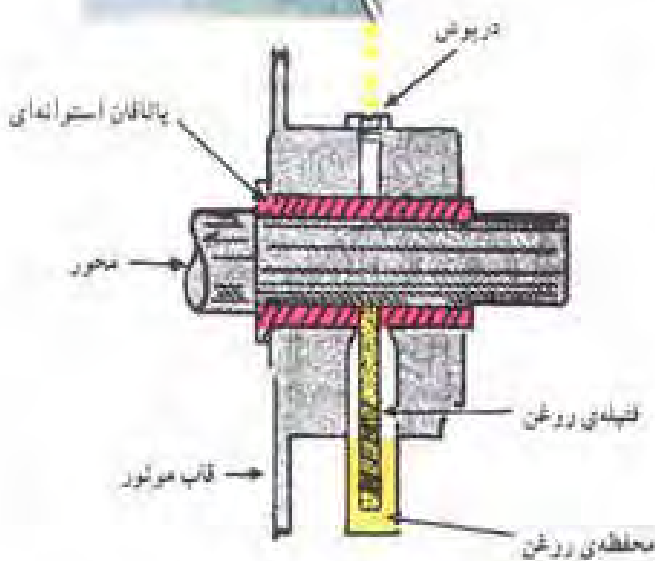
- پس از شستن قطعات آن‌ها را در مجاورت هوای گرم قرار دهید یا با استفاده از هوای فشرده آن‌ها را کاملاً خشک کنید.

- بلبرینگ‌ها را گریس کاری کنید. برای گریس کاری بلبرینگ‌ها از گریس پمپ استفاده می‌شود. مقداری گریس در داخل گریس پمپ قرار دهید و از جایگاه مخصوص گریس کاری، بلبرینگ‌ها را مطابق شکل گریس کاری نمایید (۱-۳۳).



شکل ۱-۳۴- روغن کاری باتاقان ها

– بوش ها و باتاقان ها را روغن کاری کنید. برای روغن کاری از روغن دان استفاده کنید. به مقدار کافی روغن در روغن دان بریزید. در بوش محل های مخصوص روغن کاری را بلند کرده با روغن دان به مقدار کافی روغن بریزید (شکل ۱-۳۴).



شکل ۱-۳۵- روغن کاری باتاقان ها

بسیاری از باتاقان ها که در مجاورت رطوبت بیشتر قرار دارند از طریق مخازن روغن تعبیه شده در محل باتاقان، روغن کاری می شوند. روغن از مخازن، توسط فتیله یا الیاف پارچه (نمد) با استفاده از خاصیت اسمزی، بالا رفته و همواره باتاقان ها را روغن کاری می کند.

پس از پایان روغن کاری و گریس کاری قطعات باز شده را مطابق مطالب ۱-۵ جمع آوری کنید؛ بدین طریق سرویس کردن موتور کامل می شود. توصیه می شود هر شش ماه یکبار و حداقل سالی یکبار موتورها را به طور کامل سرویس نمایید.

– در بوش باتاقان را باز کنید و مطابق شکل ۱-۳۵ با استفاده از روغن دان، مخزن روغن را پر کنید. سپس در در بوش را ببندید.

– مراحل روغن کاری را برای یک موتور تک فاز نیز به طور کامل انجام دهید.

## آزمون پایانی (ا-ب)



- ۱- متروس های توصیه شده بر اساس دفترچه‌ی راهنما، چه تأثیری بر کارکرد الکتروموتور می‌گذارد؟
- ۲- کاربرد روغن والوالین را توضیح دهید.
- ۳- گریس چیست؟ کاربرد آن را توضیح دهید.
- ۴- تجمع چرم در قسمت‌های داخلی موتور ناشی از چه عواملی است؟
- ۵- مراحل یک تست‌وشوی کامل الکتروموتور را، با شرح کامل، بیان کنید.
- ۶- در سرویس‌های روزانه‌ی الکتروموتورها چه کارهایی انجام می‌شود؟
- ۷- از گریس در مواردی استفاده می‌شود که ..... محیط کار زیاد است و از ..... نمی‌توان استفاده کرد.
- ۸- عبارت صحیح کدام است؟  
الف) لزومی ندارد هر روز سرویس‌های روزانه را انجام داد.  
ب) به جای والوالین از گریس استفاده می‌کنند.  
ج) به جای روغن موتور از والوالین استفاده می‌کنند.  
د) در بعضی موارد تست‌وشوی موتور با نفت مجاز نمی‌باشد.

## ج - توانایی عیب‌یابی و تعویض قطعات مکانیکی الکتروموتورها

### ۱-۱- مقدمه

قطعات مکانیکی الکتروموتورها را، پوسته‌ی استاتور و هسته‌ی روتور تشکیل می‌دهد. روتور (قسمت گردان الکتروموتور) در داخل استاتور گردش می‌کند. بنابراین به مجموعه قطعاتی نیاز است تا ارتباط بین روتور و استاتور را از نظر مکانیکی برقرار سازد. این وظیفه به عهده‌ی بلبرینگ‌ها و پوست‌ها و یاتاقان‌ها می‌باشد. بلبرینگ‌ها و پوست‌ها علاوه بر برقراری ارتباط بین روتور و استاتور وظیفه‌ی مهم دیگری ایفا می‌کنند. این وظیفه کاهش قابل ملاحظه‌ی اصطکاک در یاتاقان‌ها می‌باشد.



شکل ۱-۲۶- ساختار بلبرینگ

### ۱-۱-۱- بلبرینگ

بلبرینگ‌ها قطعاتی از الکتروموتورها هستند که بین محور روتور و یاتاقان استاتور قرار می‌گیرند (شکل ۱-۲۶). هر بلبرینگ از دو طوقه تشکیل می‌شود. یکی از طوقه‌ها ثابت است که در سمت یاتاقان به قسمت ساکن موتور جفت می‌شود و طوقه‌ی دوم متحرک است که روی محور روتور قرار می‌گیرد و همراه آن گردش می‌کند. برای کاهش اصطکاک، در بین دو طوقه گلوله‌های کوچکی (ساجمه) قرار دارد. این گلوله‌ها ضمن حفظ فاصله‌ی بین دو طوقه تماس آن‌ها را نیز به حداقل می‌رسانند. هر چه سطح تماس بین دو طوقه کمتر باشد اصطکاک نیز کمتر شده و ولدمان موتور افزایش می‌یابد. کاهش سطح تماس محدودیتی دارد و اگر بیشتر از حد کاهش یابد، گلوله‌ها فشار وارد از طرف محور را تحمل نمی‌کنند و خرد می‌شوند.



شکل ۱-۳۷- ساختار رولبرینگ

طراحان بلبرینگ‌ها در صنعت، بین فشار محور و کاهش اصطکاک، یک حالت بهینه انتخاب می‌کنند و براساس آن بلبرینگ‌ها را می‌سازند. بدین علت بلبرینگ‌ها در انواع مختلف ساخته می‌شوند. هر چه فشار محور کمتر شود بلبرینگ‌ها در حجم کمتر و با تعداد ساجمه‌های کمتری ساخته می‌توانند.

در موتورهای بزرگ و پر قدرت ساجمه‌ها تحمل فشار زیاد را ندارند. لذا در بین طوقه‌ها از غلتک‌های کوچک (رول) استفاده می‌شود که به آن رولبرینگ می‌گویند (شکل ۱-۳۷).



شکل ۳۸-۱- بانافان (بوش و گاسه تند)

بلیزینگ‌ها از طریق ساچمه‌ها یا طوقه‌ها آسیب می‌پذیرند. فشار بیش از حد بر روی ساچمه‌ها باعث می‌شود ساچمه‌ها خرد شوند که این خردشدن دو اثر نامطلوب در گردش طوقه‌ها به جا می‌گذارد. یکی این که طوقه‌ها روی هندبگر روان‌گردن نمی‌کنند و دیگری این که به هنگام گردش طوقه‌ها سروصدا ایجاد می‌شود. قابل ذکر است که سروصدای بین طوقه‌ها از خشک بودن فضای بین ساچمه‌ها و طوقه‌ها نیز به وجود می‌آید که این مورد را با روغن کاری می‌توان برطرف نمود.

برای تشخیص شکستگی ساچمه‌ها، پس از روغن کاری، یکی از طوقه‌ها را با یک دست نگه می‌داریم و طوقه‌ی دیگر را با دست به گردش در می‌آوریم. اگر گردش یا سروصدا همراه باشد علامت آن است که ساچمه‌ها خرد شده‌اند و بلیزینگ خراب است و باید با یک بلیزینگ سالم مشابه تعویض شود.

فشار زیاد بر طوقه‌ها باعث می‌شود بلیزینگ‌ها حالت تقارن خود را از دست بدهند که در این حالت محور روتور متعادلی کار نمی‌کند (به اصطلاح لنگ می‌زند) و با روتور قفل کرده به گردش در نمی‌آید (گیر باج می‌کند). در این موارد باید بلیزینگ را با یک بلیزینگ سالم تعویض کرد.

## ۱۲-۱-۱ بوش و گاسه‌نمد

در مواردی که باز موتور سبک است و محیط کار از رطوبت نسبی برخوردار است به جای بلیزینگ از بانافان‌های استوانه‌ای که بوش نام دارند استفاده می‌شود. بوش‌ها را از مخلوط گرافیت و مس می‌سازند (شکل ۳۸-۱).

یک بوش خوب باید دو خاصیت اساسی زیر را داشته باشد:

- درجه‌ی سختی آن با درجه‌ی سختی محور روتور یکسان، یا کمی از درجه‌ی سختی آن پایین‌تر باشد تا محور روتور به هنگام گردش در درون بوش‌ها، خوردگی پیدا نکند.

- خاصیت اسفنجی داشته باشد، به گونه‌ای که اگر آن را در کف دست قرار دهیم و داخل آن را با روغن موتور بزنیم و با کف دست دیگر به قسمت بالای آن فشار بیاوریم روغن از لایه‌لای درزهای آن به بیرون نشت کند.

برای بوش‌ها، داشتن سطح تماس بیشتر با محور روتور

تسببت به پلیسنگ‌ها، لازم است به طور دائم روغن کاری شوند. بدین علت بوش‌ها را در محفظه‌هایی قرار می‌دهند که به طریقی با روغن در تماس باشند. در این محفظه‌ها روغن از طریق فنیله یا الیاف پارچه یا تمد که قدرت جذب روغن بیشتری دارد، به بوش‌ها رسانده می‌شود. به این مجموعه که محور روتور، بوش‌ها، روغن موتور و الیاف پارچه یا تمد را دربر می‌گیرد کاسه تمد گفته می‌شود. تماس محور روتور با بوش‌ها موجب می‌شود بوش‌ها ساییده شوند و فاصله‌ی هوایی بین آن‌ها و محور زیاد گردد. این افزایش فاصله تقابل روتور را در درون استاتور به هم می‌زند و راه اندازی و کار موتور را با مشکل روبه‌رو می‌سازد. بنابراین لازم است در سرویس‌های متداول فاصله‌ی هوایی بین محور و بوش‌ها کنترل شود. این فاصله معمولاً  $0.39$  میلی‌متر می‌باشد و اگر بیش از این شد لازم است بوش‌ها عوض شوند.



شکل ۱-۳۹- چند نمونه بوش

### ۱-۱۳- بیج - مهره - واشر

برای برقراری ارتباط بین مجموعه‌ی قطعات موتور از بیج و مهره استفاده می‌شود. این ارتباط موقت است لذا هرگاه سرویس یا تعمیر لازم باشد یا باز کردن بیج و مهره‌ها، قطعات را از هم جدا کرده و پس از سرویس یا تعمیر، مجدداً آن‌ها را می‌بندند. بیج و مهره‌ها بر اساس علامت مشخص کننده و در چداول خاص معرفی می‌شوند. این معرفی به دو صورت میلی‌متری یا اینچی و با دنده‌های ریز یا درشت و برحسب قطر بیج صورت می‌گیرد (شکل‌های ۱-۳۹ و ۱-۴۰).



شکل ۱-۴۰- چند نمونه مهره

برای جلوگیری از شل شدن اتصال بیج و مهره‌ها با آب‌بندی محل اتصال یا تنظیم قطعات بین پاناقان‌ها، از واشرهای فبری و پلاستیکی استفاده می‌شود (شکل ۱-۴۱).



شکل ۱-۴۱- انواع واشر

در الکتروموتورها برای اتصال درپوش‌ها به پوسته‌ی موتور بیشتر از پیچ‌های بلند استفاده می‌شود. معمولاً هر دو سر پیچ رزوه‌دار است و هر دو سر با مهره بسته می‌شود (شکل ۱-۴۲).

این انتخاب بیشتر به خاطر تنظیم موقعیت روتور و قالب‌ها از هر دو طرف موتور می‌باشد.



شکل ۱-۴۲- پیچ‌های بلند دو طرف رزوه شده

#### ۱-۱۴- کلید گریز از مرکز

کلیدهای گریز از مرکز که معمولاً در موتورهای تک‌فاز به کار گرفته می‌شوند بر اساس دور محور موتور کار می‌کنند و در طبقه‌بندی کلیدها جزء کلیدهای تابع دور می‌باشند. این کلیدها قادرند بر دور معین، ارتباط الکتریکی کلیدی را قطع و یا برقرار کنند (شکل ۱-۴۳). محرک مکانیکی کلید گریز از مرکز، از چند بازو تشکیل شده است که این بازوها در حالت معمولی، توسط فنرهایی در حالت جمع شده می‌باشند و زمانی که دور محور زیاد می‌شود، با توجه به خاصیت نیروی گریز از مرکز، نیروی بازوی محرک بر نیروی فنرها غلبه کرده و بازوها باز می‌شوند و حلقه‌ی کشویی (لغزنده) را که روی محور قرار دارد به داخل می‌رانند، این حلقه به هنگام جابه‌جایی می‌تواند کنتاکت‌هایی را وصل یا قطع کند. با حرکت حلقه‌ی لغزنده بازوهای کلید الکتریکی به طرف عقب رانده می‌شود و کلید تغییر حالت می‌دهد. مثلاً در کلید تبدیل مولتورهای گولر، با رانده شدن بازوها به عقب ارتباط بازوهای ۱ و ۲ از کنتاکت A و B قطع و ارتباط بازوی ۱ با کنتاکت C برقرار می‌شود (شکل ۱-۴۴).



شکل ۱-۴۳- قسمت‌های مکانیکی کلید گریز از مرکز



شکل ۱-۴۴- قسمت‌های الکتریکی کلید گریز از مرکز

#### ۱-۱۵- کار عطلی (زمان: ۱۰-۱۵ دقیقه)

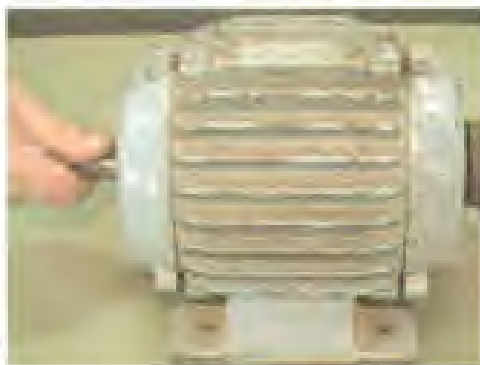
۱-۱۵-۱ هدف: تعویض قطعات مکانیکی الکتروموتورها

۱-۱۵-۲ نکات ایمنی: لباس کار، کفش ایمنی و دستکش نبرسید، محیط کار را خلوت کنید و ابزار مزاحم را نیز از محیط کار دور کنید.

#### ۱-۱۵-۳ ابزار و وسایل مورد نیاز

- سته‌ی نشان
- چکش فلزی و پلاستیکی از هر کدام یک عدد
- الکتروموتور تک فاز یک دستگاه





شکل ۴۵-۱- بررسی لقی بوش ها



شکل ۴۶-۱- استقرار بلبرینگ کش روی محور روتور



شکل ۴۷-۱- بلبرینگ ها پس از جدا شدن از محور



شکل ۴۸-۱- ابزار در آوردن بوش و پاناقان های استوانه ای

- الکتروموتور سه فاز یک دستگاه

- بولی کش

- بوش کش

۴-۱۵-۱- مراحل کار

- یک الکتروموتور سه فاز در اختیار بگیرید.

- محور روتور را با دست به طرف بالا و پایین حرکت

دهید و از میزان مجاز حرکت محور اطمینان حاصل کنید (شکل ۴۵-۱).

- در مورد موتورهایی که پاناقان های آن ها بوسی است،

میزان جابه جایی تا  $\frac{3}{4}$  میلی متر مجاز است.

- قطعات موتور را پیاده کنید.

- روتور را در اختیار بگیرید و از طریق بلبرینگ کش با

بوش کش، بلبرینگ و بوش آن را از محور جدا کنید (شکل های

۴۶-۱ و ۴۷-۱).

- یک بوش یا بلبرینگ سالم جایگزین کنید.

- پس از اطمینان از نشست بوش یا بلبرینگ در جایگاه

خود قطعات بازشده را جمع کنید.

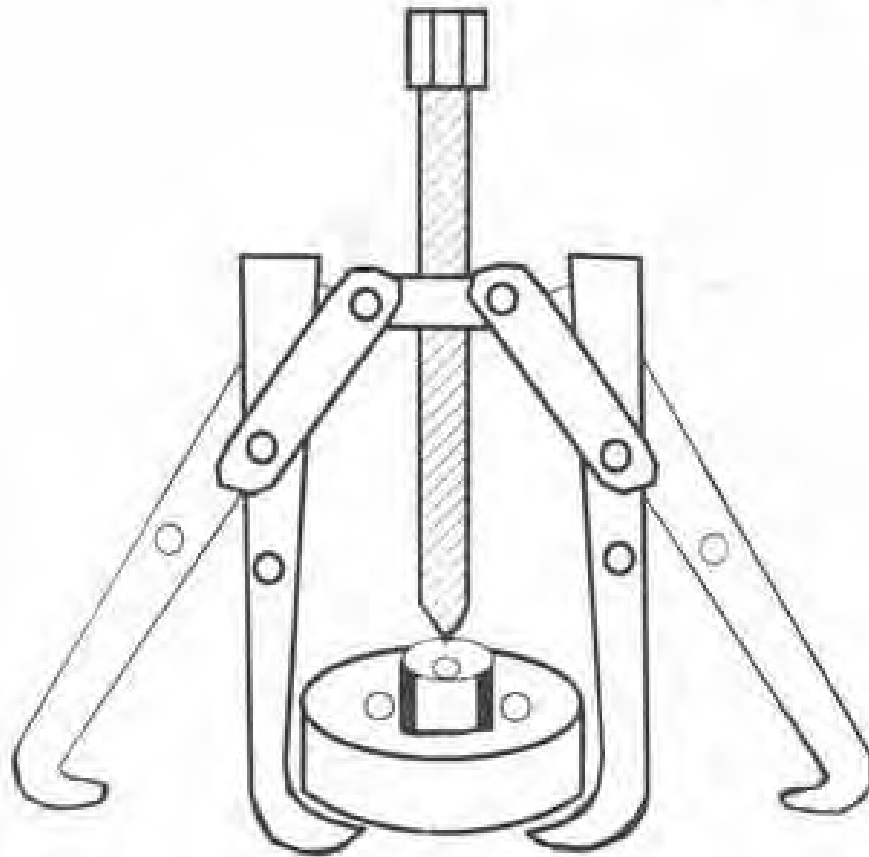
برای در آوردن بوش ها و پاناقان های استوانه ای، از ابزاری

که در شکل ۴۸-۱ مشاهده می کنید استفاده می شود، این ابزار

در فک قابل تنظیم دارد که در داخل بوش محکم می شود و با

چرخیدن دستگیره ی بیج، بوش به بیرون پاناقان هدایت می شود.

برای خارج کردن بلبرینگ‌ها از داخل باتاقان‌ها از بلبرینگ کش استفاده می‌شود. فک‌های این ابزار با طوقه‌ی بلبرینگ درگیر می‌شود و با بیجیدن بیج بلبرینگ، پایه‌ی بیج در محور قسمت گردان قرار می‌گیرد و فک‌ها بلبرینگ را به خارج از محور هدایت می‌کنند (شکل ۱-۲۹).



شکل ۱-۲۹ - بلبرینگ‌کش

## آزمون پایانی (ا-ج)



- ۱- نقش بلبرینگ‌ها را در الکتروموتورها شرح دهید.
- ۲- هر قدر تعداد ساچمه‌ها در بلبرینگ‌ها کمتر شود سطح تماس روتور با پاتاقان‌ها کمتر است و راندمان بیشتر می‌شود ولی در عمل برای کاهش تعداد ساچمه‌ها محدودیتی وجود دارد. دلیل این محدودیت را بیان کنید.
- ۳- بهینه کردن تعداد ساچمه‌ها با کاهش اصطکاک را شرح دهید.
- ۴- موارد کاربرد بوش‌ها را شرح دهید.
- ۵- خرابی بلبرینگ‌ها را چگونه تشخیص می‌دهند؟ توضیح دهید.
- ۶- میزان لقی محور روتور در داخل بوش‌ها، چند میلی‌متر است؟
- ۷- روش تشخیص خرابی و ساییدگی بیش از حد بوش‌ها را بیان کنید.
- ۸- طرز استفاده از بلبرینگ کش‌ها و بوش کش را شرح دهید.
- ۹- طرز کار کلیدهای گریز از مرکز را توضیح دهید.
- ۱۰- در مواردی که ساچمه‌ها توانایی تحمل فشار مکانیکی را نداشته باشند یا بشیبه از ..... در پاتاقان‌ها استفاده می‌شود.

- ۱۱- در فشارهای کم از پاتاقان‌های ..... و در فشارهای زیاد از ..... استفاده می‌شود.
  - ۱۲- در بلبرینگ‌ها برای تحمل فشار تعداد ساچمه‌ها را ..... و برای کاهش اصطکاک تعداد آن‌ها را ..... می‌کنند.
- الف) کم - زیاد  
ب) زیاد - کم  
ج) زیاد - زیاد  
د) کم - کم

## واحد کار دوم

الف- توانایی الگوبرداری از سیم پیچی استاتور الکتروموتورهای سه فاز یک سرعته‌ی یک طبقه  
ب- توانایی خارج کردن سیم‌های سوخته از داخل استاتور

ج- توانایی ساختن عایق‌های شیار و عایق‌کاری روی کلاف‌ها در شیارهای استاتور و پیشانی کلاف‌ها

### هدف کلی

آماده‌سازی استاتور الکتروموتورها برای سیم‌پیچی

هدف‌های رفتاری: فراگیر پس از پایان این واحد کار می‌تواند:

- ۱- بلاک موتور را بخواند.
- ۲- شناسنامه‌ای برای موتور تهیه کند.
- ۳- شناسنامه‌ی موتور را با مشخصات موجود در بلاک موتور کامل کند.
- ۴- نوع سیم‌بندی موتور را از نظر کلاف‌ساز و متحدالمرکز از سیم‌بندی موجود موتور تعیین کند.
- ۵- سیم‌بندی یک طبقه و چند طبقه‌ی موتور را معلوم کند.
- ۶- تعداد دور هر کلاف را از طریق شمارش پدنت آورد.
- ۷- قطر سیم‌ها را با استفاده از میکرومتر اندازه‌گیری و تعیین کند.
- ۸- نقشه‌ی موتور را از طریق تعقیب سیم‌بندی موجود پدنت آورد.

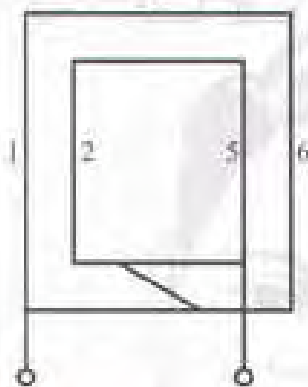


- ۹- اصول اولیه‌ی درآوردن سیم‌ها را بیان کند.
- ۱۰- نرم کردن سیم‌ها را در کوره‌ی حرارتی شرح دهد.
- ۱۱- درجه حرارت مناسب را برای گرم کردن سیم‌ها بیان کند.
- ۱۲- با قلم یا ابره سیم‌ها را برش دهد و سیم‌ها را از استاتور خارج کند.
- ۱۳- حلال لاک را نام ببرد و کاربرد آن را بیان کند.
- ۱۴- اثرات نامطلوب استفاده‌ی مستقیم از شعله را در خارج کردن سیم‌ها از استاتور بیان کند.
- ۱۵- انواع عایق‌ها را نام ببرد.
- ۱۶- انواع شیارها را نام ببرد.
- ۱۷- چگونگی کلاس بندی عایق‌ها را بیان کند.
- ۱۸- اصول عایق کاری شیارها را شرح دهد.
- ۱۹- عایق‌های شیارها را بسازد و روی کلاف‌ها و داخل شیارهای استاتور و پیشانی کلاف‌ها را عایق کاری کند.

ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۷	۴۹	۵۶

## پیش آزمون (۲)

- ۱- سیم پیچی الکتروموتورهای سه فاز بیشتر از کدام نوع است؟  
 الف) کلاف مساوی      ب) کلاف متحدالمرکز  
 ج) کلاف مساوی و کلاف متحدالمرکز      د) سیم پیچی موجی یا کلاف مساوی
- ۲- گام سیم پیچی را گام..... نیز می گویند.  
 الف) قطبی      ب) فازی      ج) کلاف      د) عقب
- ۳- در مورد سیم بندی شکل زیر می توان گفت که گام قطبی..... است.  
 الف) برابر یا کوچکتر از ۶      ب) برابر یا بزرگتر از ۴  
 ج) برابر یا بزرگتر از ۶      د) برابر یا کوچکتر از ۵



- ۴- بیشتر موتورهای یک فاز به صورت..... پیچیده می شوند.  
 الف) کلاف مساوی      ب) کلاف متحدالمرکز  
 ج) کلاف مساوی و کلاف متحدالمرکز      د) سیم پیچی حلقوی یا موجی
- ۵- از کدام مشخصه ی موتور می توان به گام سیم بندی رسید؟  
 الف) دور موتور      ب) ضریب توان موتور  
 ج) تعداد شیارهای موتور      د) تعداد دور و تعداد شیارها
- ۶- در سیم بندی یک طبقه با گام کامل گام..... با گام کلاف برابر است.  
 الف) قطبی      ب) فازی      ج) قطبی یا فازی      د) عقب
- ۷- برای درآوردن سیم های سوخته از درون استاتور کدام روش مناسب نمی باشد؟  
 الف) قرار دادن سیم ها در داخل حلال لاک      ب) سوزاندن سیم ها با شعله ی مستقیم  
 ج) قرار دادن سیم ها در گوره، با دمای مناسب، به مدت چند ساعت      د) بریدن سیم ها و درآوردن آنها

- ۸- دمای مناسب برای گرم کردن سیم‌ها، به منظور تسل شدن آن‌ها، چند درجه‌ی سلسیوس است؟  
 الف) ۵۰ (ب) ۱۰۰ (ج) ۱۵۰ (د) ۲۰۰
- ۹- برای نرم کردن سیم‌های داخلی استاتور به منظور درآوردن آن‌ها، از ..... استفاده می‌کنند.  
 الف) اشعه‌ی مادون قرمز (ب) اشعه‌ی فوق بنفش  
 ج) امواج رادیویی (د) امواج رادیویی یا اشعه‌ی ماورای بنفش
- ۱۰- روغن حلال لاک چه نام دارد؟  
 الف) بنزین (ب) تینر (ج) تری کلور اتیلن (د) پلی استر
- ۱۱- اثر استفاده از سیم‌های مستقیم در خارج ساختن سیم‌های سوخته در استاتور کدام است؟  
 الف) تقویت آثار مغناطیسی (ب) تاب برداشتن پوسته  
 ج) تقویت آثار الکتریکی (د) کاهش خاصیت مغناطیسی و افزایش مشخصه‌ی الکتریکی و تاب برداشتن پوسته
- ۱۲- کدام نوع عایق در عایق کاری سیارها به کار می‌رود؟  
 الف) کاغذ برشمان (برشمان) (ب) پلاستیک  
 ج) مفرای معمولی (د) مخلوطی از کاغذ و پلاستیک
- ۱۳- استفاده از کدام نوع عایق در عایق کاری سیارهای استاتور مجاز نمی‌باشد؟  
 الف) کاغذ برشمان (ب) ورق‌های رادیولوزی  
 ج) مواد پلی استر (د) پلاستیک یا ورق‌های رادیولوزی
- ۱۴- در کدام موارد می‌توان از گذاشتن عایق بین دو بازو در یک سیار صرف نظر کرد؟  
 الف) وقتی بازوها در یک سیار مربوط به یک فاز باشند.  
 ب) بازوها در یک سیار مربوط به فازهای مختلف باشند.  
 ج) در موتورهای قدرت پایین.  
 د) گذاشتن عایق بین بازوها همواره ضروری است.
- ۱۵- انتخاب ضخامت عایق‌ها در عایق بندی الکتروموتورها بر چه اساسی است؟  
 الف) قدرت موتورها (ب) ولتاژ تغذیه‌ی موتور  
 ج) جریان دریافتی موتور از شبکه (د) جنس کاغذ عایق
- ۱۶- ضخامت عایق مورد نیاز برای عایق کاری الکتروموتوری که با ولتاژ ۲۲۰ ولت کار می‌کند چند میلی متر است؟  
 الف) ۰/۲ (ب) ۰/۳ (ج) ۰/۵ (د) ۰/۶

## الف- توانایی الگوبرداری از سیم‌بجی استاتور الکتروموتورهای سه فاز یک سرعته‌ی یک طبقه

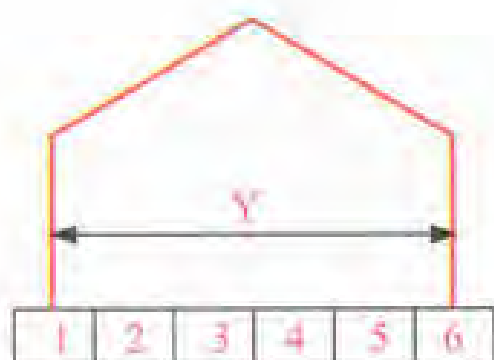
### ۲-۱- مقدمه

در تجدید سیم‌بجی الکتروموتورها لازم است مشخصات سیم‌بجی را از پلاک موتور و سیم‌بجی آسیب دیده (سیم‌بجی‌های سوخته) تعیین کرد. برای این منظور دانستن اصطلاحات عمومی و اولیه‌ی سیم‌بجی الکتروموتورها ضروری است، لذا در این جا بعضی از این اصطلاحات را به‌طور مختصر بررسی می‌کنیم و شرح کامل آن‌ها را در محاسبات الکتروموتورها دنبال خواهیم کرد.

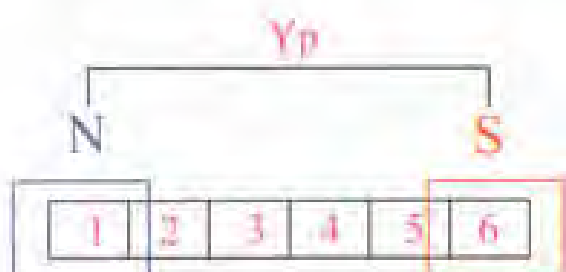
### ۲-۲- تعاریف

۲-۲-۱- سیم‌بجی یک طبقه: اگر در هر تپار استاتور یک بازوی کلاف قرار بگیرد سیم‌بجی موتور را یک طبقه می‌گویند.

۲-۲-۲- گام کلاف: تعداد تپارهای موجود بین دو بازوی یک کلاف را گام سیم‌بجی یا گام کلاف می‌گویند (شکل ۲-۱-الف).



الف- گام کلاف

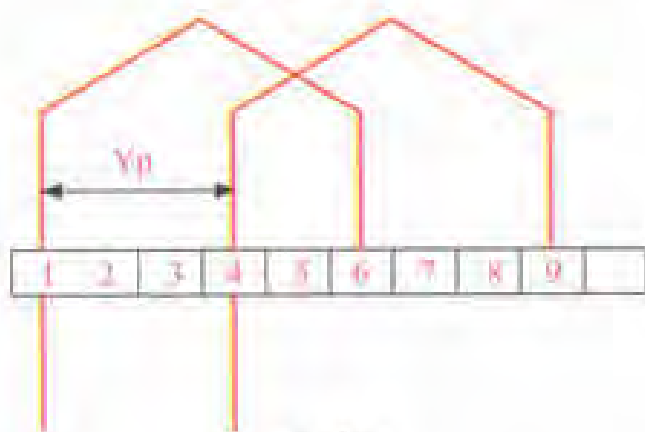


ب- گام قطبی

۲-۲-۳- گام قطبی: تعداد تپارهای موجود بین دو قطب متوالی را گام قطبی می‌گویند که مقدار آن از تقسیم تعداد تپارها به تعداد قطب‌ها بدست می‌آید و آن را با  $\gamma_p$  نشان می‌دهند (شکل ۲-۱-ب).

$$\text{گام قطبی} = \frac{\text{تعداد تپارها}}{\text{تعداد قطب‌ها}} \rightarrow \gamma_p = \frac{Z}{2P}$$

۲-۲-۴- گام فازی: تعداد تپارهای موجود بین شروع دو فاز را گام فازی می‌گویند و آن را با  $\gamma_{ph}$  نشان می‌دهند. مقدار آن در موتور سه فاز دو سوم گام قطبی و در موتور تک‌فاز نصف گام قطبی می‌باشد (شکل ۲-۱-ج).



ج- گام فازی

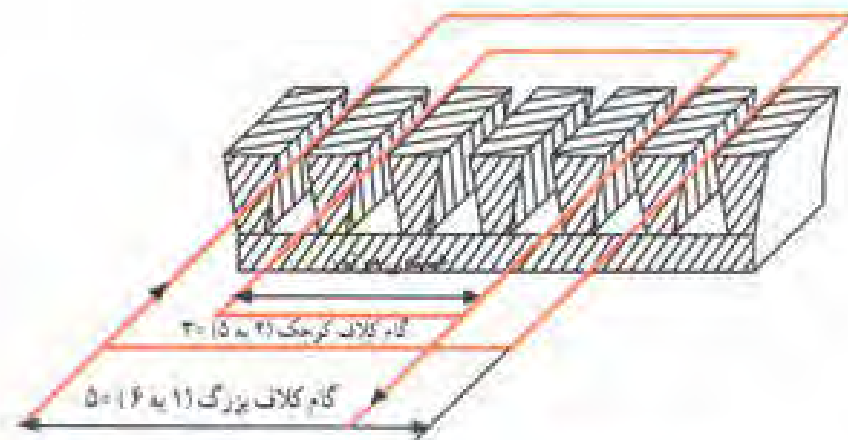
شکل ۲-۱



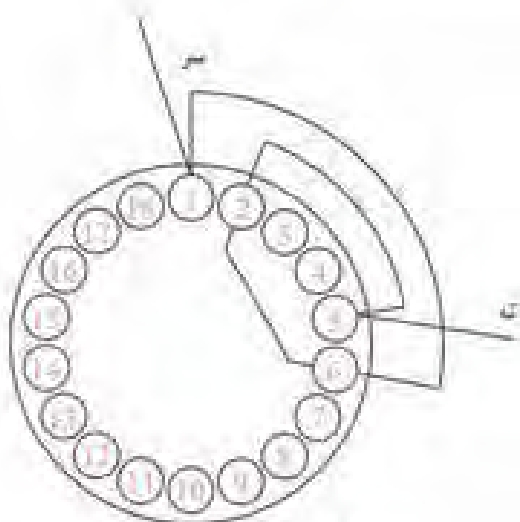
### ۳-۲- انواع سیم پیچی الکتروموتورها و روش های ترسیم دیاگرام آنها

کلاف های سیم پیچی الکتروموتورها به دو صورت کلاف مساوی و کلاف متحدالمرکز پیچیده می شود.

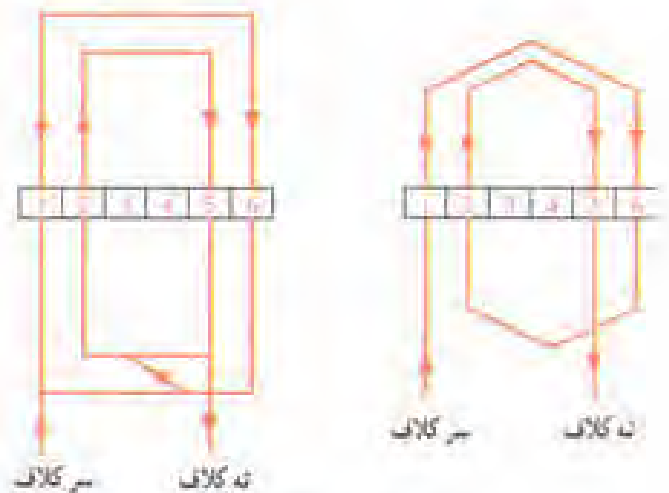
۱-۳-۲- سیم پیچی کلاف متحدالمرکز: در این نوع سیم پیچی، گام کلاف ها متفاوت است ولی مرکز کلاف های مربوط به یک گروه در یک نقطه است. دیاگرام سیم پیچی ها، به صورت گسترده و مدور ترسیم می شود (شکل ۲-۲- الف، ب و ج).



الف - نمای سیم پیچ متحدالمرکز در داخل تیارهای استاتور



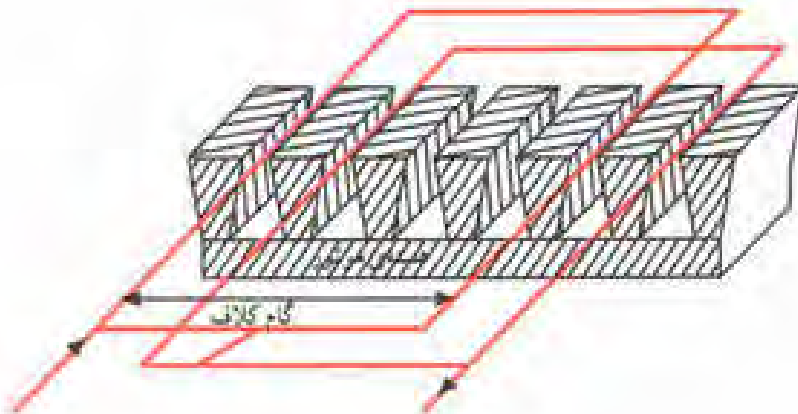
ج - دیاگرام مدور کلاف متحدالمرکز



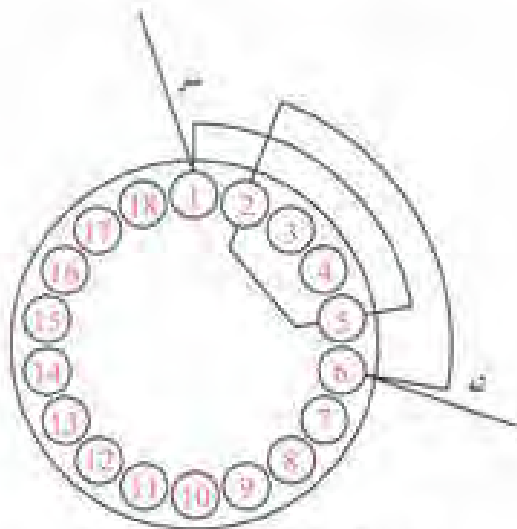
ب - دیاگرام گسترده ی کلاف متحدالمرکز

شکل ۲-۲- کلاف ها و دیاگرام سیم پیچی متحدالمرکز

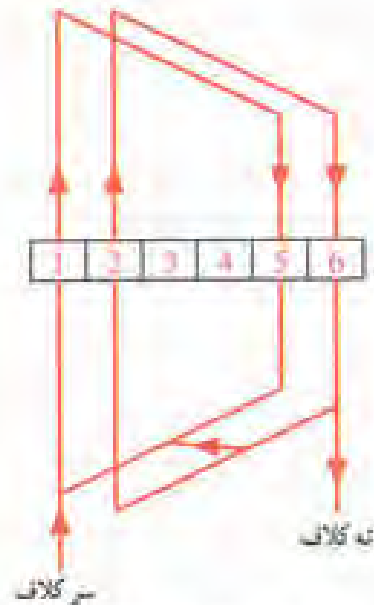
۲-۳-۲- سیم بیچی کلاف مساوی: در این نوع سیم‌بندی گام کلاف‌ها برابر هستند و تعداد دور کلاف‌ها در سراسر سیم‌بیچی الکتروموتور مساوی می‌باشد. در بیشتر موتورهای صنعتی از سیم‌بیچی کلاف مساوی استفاده می‌شود. در نمایش این سیم‌بیچ‌ها از دیاگرام گسترده و مدور استفاده می‌شود (شکل ۲-۳).



الف- نشان کلی سیم‌بیچ گام مساوی در داخل تپارهای استاندارد



ج- دیاگرام مدور کلاف مساوی



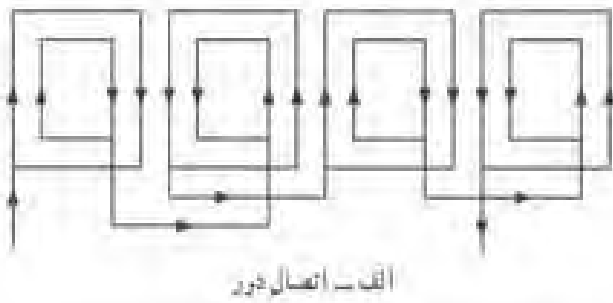
ب- دیاگرام گسترده کلاف مساوی

شکل ۲-۳- سیم‌بیچی کلاف مساوی

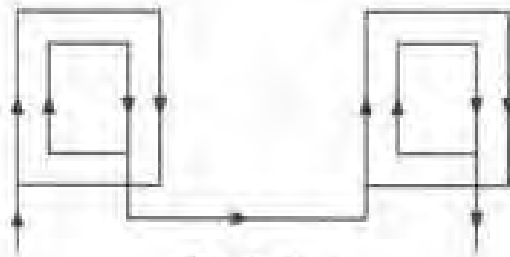
#### ۲-۴- سربندی کلاف‌ها

اتصال کلاف‌های یک فاز را به هم دیگر سربندی کلاف‌ها می‌گویند. دو نوع سربندی وجود دارد: یکی سربندی اتصال دور (اتصال سر به سر و ته به ته) سربندی به ازای قطب یا گام کوتاه، و دیگری سربندی اتصال نزدیک (اتصال سر به ته و ته به سر) سربندی به ازای جفت قطب یا گام کامل. اتصال دور کلاف‌ها، مواقعی انجام می‌شود که کلاف‌های مجاور مربوط به یک فاز از هم دیگر فاصله‌ای نداشته باشند، اما اتصال نزدیک زمانی انجام می‌شود که کلاف‌های مربوط به یک فاز، یک گام قطبی از هم دیگر فاصله داشته باشند.

در شکل ۲-۴ اتصال دور و نزدیک برای سیم‌بجی کلاف متحدالمرکز مشاهده می‌شود.

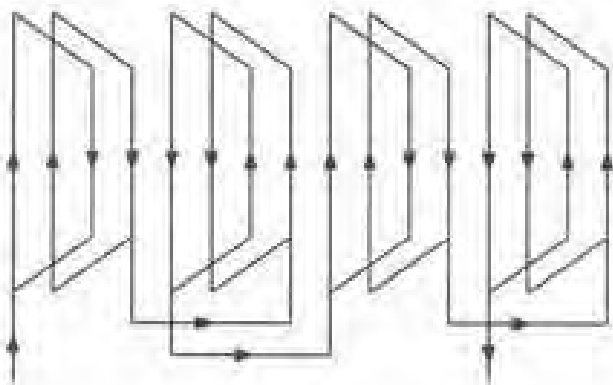


الف - اتصال دور

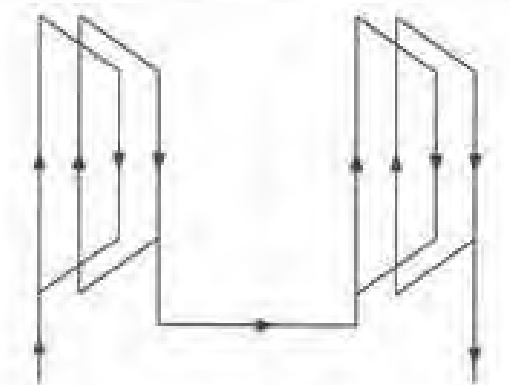


ب - اتصال نزدیک

شکل ۲-۴- اتصال دور و نزدیک سیم‌بجی متحدالمرکز



الف - اتصال دور



ب - اتصال نزدیک

شکل ۲-۵- اتصال دور و نزدیک سیم‌بجی کلاف مساری

در شکل ۲-۵ اتصال دور و نزدیک برای سیم‌بجی کلاف

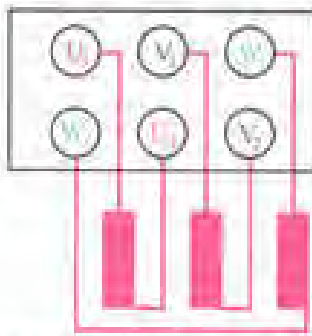
مساری مشاهده می‌شود.

## ۲-۵- تخته کلم یا جعبه‌ی اتصالات الکتروموتورها

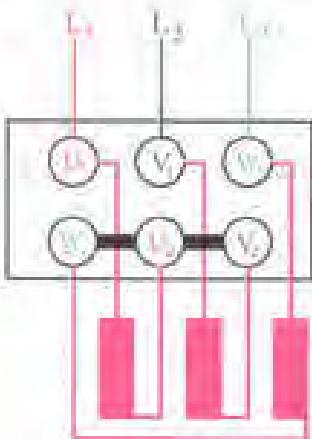
در سیم‌بجی‌های معمولی، پس از سرشده‌ی کلاف‌ها، از هر فاز دو سر سیم را به بیرون موتور هدایت می‌کنند تا جهت تغذیه به شبکه‌ی برق اتصال داده شود. بنابراین ۶ ترمینال در جعبه‌ی اتصال برای ارتباط سیم‌بجی‌ها به شبکه‌ی برق لازم است (شکل ۲-۶). اتصال سیم‌بجی‌ها به دو طریق ستاره یا مثلث انجام می‌شود (شکل‌های ۲-۷ و ۲-۸). اتصال ستاره یا مثلث به طراحی سیم‌بجی‌ها و ولتاژ خطی شبکه‌ی تغذیه بستگی دارد.

پیش از این، بنابر قرارداد، شروع فاز اول را با U و انتهای آن را با X و شروع فاز دوم را با V و انتهای آن را با Y و شروع فاز سوم را با W و انتهای آن را با Z نشان می‌دادند. ولی در حال حاضر در استاندارد IEC سرکلاف‌ها را به  $U_1$  و  $V_1$  و  $W_1$  نشان می‌دهند و انتهای آن‌ها را به  $U_2$  و  $V_2$  و  $W_2$  نام گذاری می‌کنند.

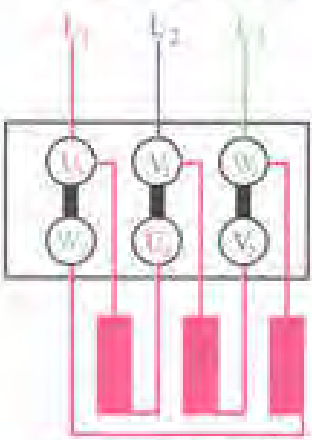
هم‌چنین مثلاً با توجه به استاندارد VDE فازهای شبکه را با T و S و R مشخص می‌کردند ولی براساس استانداردهای IEC فازها با  $L_1$  و  $L_2$  و  $L_3$  نشان داده می‌شوند.



شکل ۲-۶- تخته کلم و نحوه‌ی اتصال سر سیم‌بجی‌ها به ترمینال‌ها



شکل ۲-۷- اتصال ستاره



شکل ۲-۸- اتصال مثلث



شکل ۲-۹- جمع‌آوری قطعات جدا شده

## ۲-۶- کار عملی (زمان: ۲۲ ساعت)

### ۲-۶-۱- هدف: الگوبرداری از سیم‌بجی استاتور

الکتروموتور سه فاز

### ۲-۶-۲- نکات ایمنی: لباس کار، کفش ایمنی و

دستکش بوشیده، محیط کار را خلوت کنید و ابزار مزاحم را از محیط کار دور کنید.

### ۲-۶-۳- وسایل و ابزار مورد نیاز

- استاتور الکتروموتور سه فاز یکسرشته، یک عدد

- سیم چینی

- انبردست

- آره آهن بر

- دم‌باریک

- کاغذ A<sub>۱</sub> نیلی متری و ساده از هر کدام یک برگ

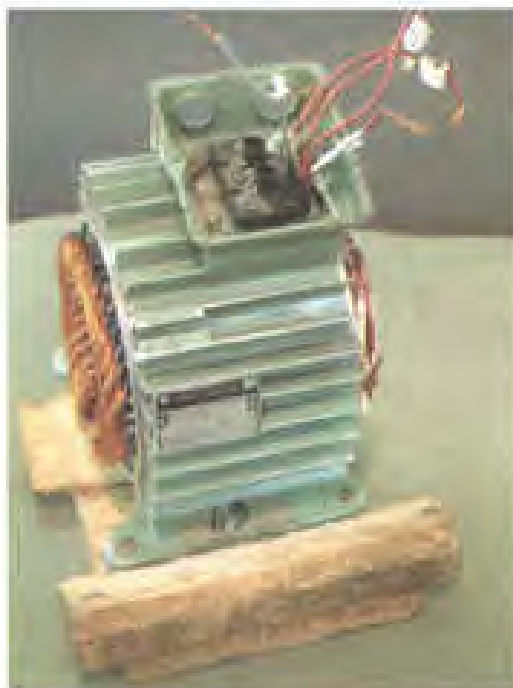
- مداد رنگی (آبی، قرمز، سبز)

- مداد تراش

- جوهر پاک کن



شکل ۴-۱۰ - استاتور نگهدار



شکل ۴-۱۱ - استقرار استاتور روی استاتور نگهدار



شکل ۴-۱۲ - پلاک استاتور

- میکرومتر

- خط کش

- نمایان دایره

- بزرگار

- استاتور نگهدار (شکل ۴-۱۰)

۴-۶-۴ - مراحل کار

- یک الکتروموتور سه فاز یک سرعته در اختیار بگیرید.

- با الیاف نخی یا پارچه پنبه‌ای موتور را کاملاً پاک کنید.

- قطعات موتور را جدا کنید.

- یک استاتور نگهدار تهیه کنید.

- استاتور را روی استاتور نگهدار قرار دهید (شکل

۴-۱۱).

- پلاک موتور را در اختیار بگیرید (شکل ۴-۱۲).

جدول ۲-۱

شناسنامه‌ی موتور			
Style ...	Frame ...	HP KW ...	Ph ...
R.P.M	Cycles / Hz	Volts ...	Amps ...
No. Poles	C.P.S	$\Delta/\Delta$	
Deg. of Rise T	Hour Time	Code ...	S. P. (Amps) ...
Service factor ...	Housing ...	Type ...	Serial ...
Type ...	Z.S (تعمیرات)	گرمخانه سازنده	

شناسنامه‌ای برای موتور مطابق جدول ۲-۱ تهیه کنید و قسمت فوقانی جدول را بر اساس پلاک موتور کامل کنید.

جدول ۲-۲

MASHINE SAZI TABLET	
T-MOT.	TYPE 100-20-2
$\Delta/\Delta$	FRAM 03 NO-20/0982
3KW	220/380V 50Hz
10.0/6.25 A	2850 R.P.M
COS $\phi$ 0.87 I SOL. F. 3.4Kg	
IP 33	

فرض می‌کنیم پلاک موتور به‌صورت جدول ۲-۲ باشد.

جدول ۲-۳ - جدول تکمیل‌شده پلاک جدول ۲-۲

شناسنامه‌ی موتور			
Style	Frame = B3	HP KW=3KW	Ph = 3
R.P.M = 2850	Cycles / Hz=50Hz	Volts 220/380V	Amps 10.9/6.2
No. Poles	IP 33	COS $\phi$ = 0.87	I SOL. F. 3.4 Kg
Deg. of Rise T	Hour Time	Code	S. P. (Amps)
Service factor	Housing	Type = 100/20-2	Serial = 20/0982
Type	Z.S (تعمیرات)	گرمخانه سازنده	MASHINE SAZI TABLET

در این حالت قسمت فوقانی شناسنامه‌ی موتور مطابق جدول ۲-۳ خواهد شد.



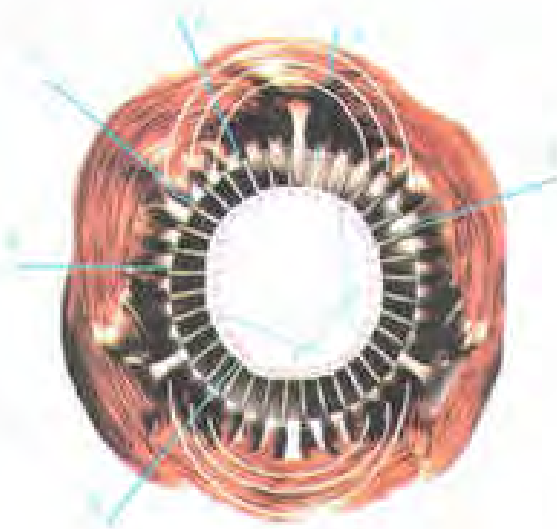
– نخ‌بندی موتور را با سیم چین بربند و نخ‌ها را خارج کنید و کلاف‌های موتور را آزاد کنید (شکل ۲-۱۳).

شکل ۲-۱۳ - چیدن نخ‌های کلاف‌بندی با سیم چین

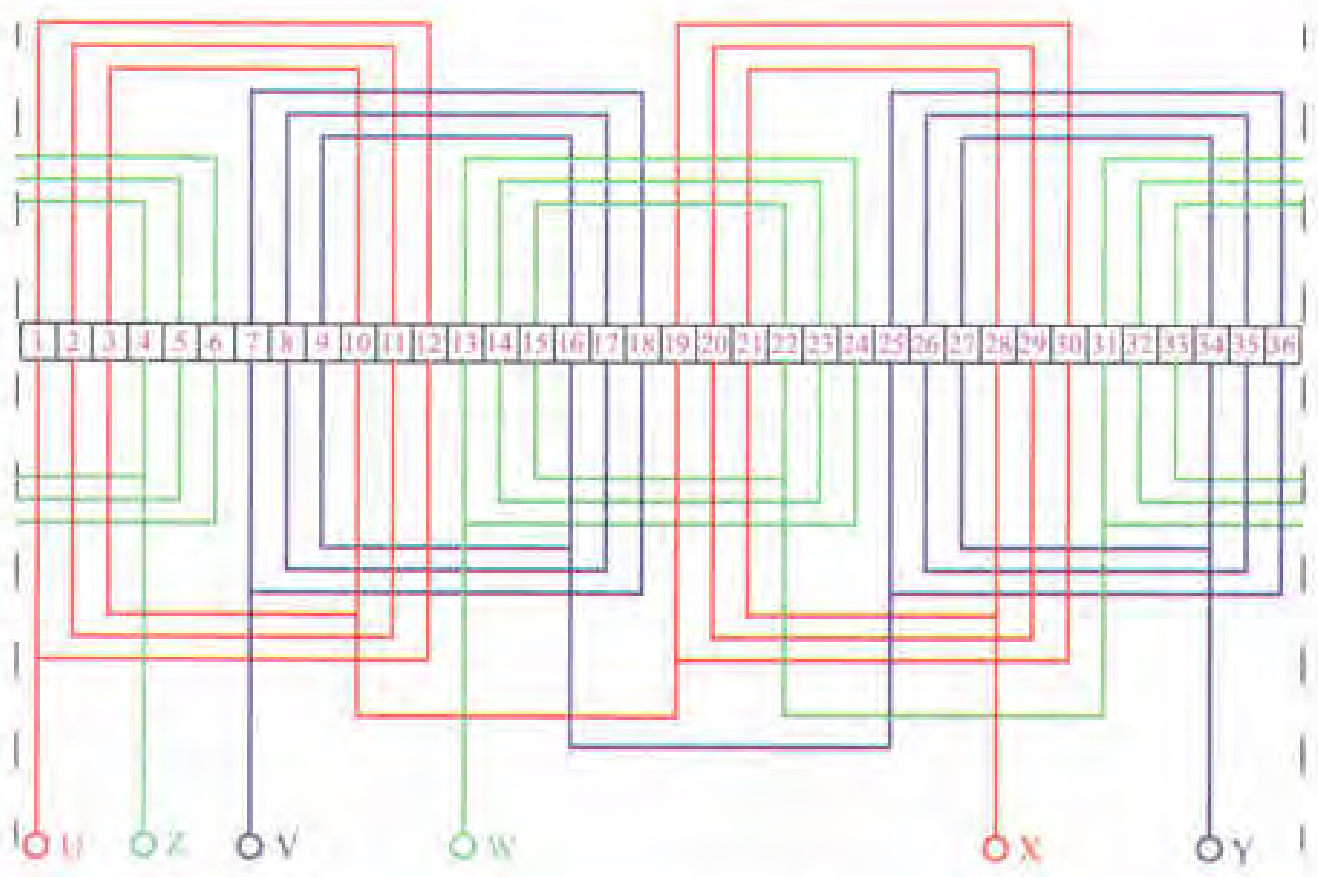
تعداد بیجک‌ها را در هر گروه کلاف، نوع سیم‌بجی، تعداد تیارها، تعداد طبقات، شروع فازها و گام کلاف‌ها را از سیم‌بجی الکتروموتور تعیین کنید.

در شکل ۲-۱۴ مشخصات سیم‌بجی عبارت است از:  
سه بیجک در هر گروه کلاف - نوع سیم‌بجی سه فاز متعادل‌مرکز - ۳۶ تیار - یک طبقه - فاز اول از تیار ۱، فاز دوم از تیار ۷ و فاز سوم از تیار ۱۳ شروع می‌شوند - گام بیجک‌ها ۱۲-۱۱، ۱۱-۱۰ و ۱۰-۹ می‌باشد.

- دیاگرام سیم‌بندی را رسم کنید.  
با توجه به شکل ۲-۱۴ دیاگرام سیم‌بندی گسترده‌ی سیم‌بجی مطابق شکل ۲-۱۵ ترسیم می‌شود.



شکل ۲-۱۴ - مشخصات سیم‌بجی



شکل ۲-۱۵ - دیاگرام گسترده‌ی سیم‌بجی



شکل ۱۶-۲- برش پیچک‌ها و شمارش تعداد دور

– با کمان اره یا تیجی آهن بر پیچک‌های یکی از کلاف‌ها را ببرید (شکل ۱۶-۲) و تعداد دور هر پیچک را شمرده و در شناسنامه‌ی موتور یادداشت کنید. قطر سیم‌ها را با میکرومتر اندازه بگیرید و در شناسنامه‌ی موتور بنویسید.



## آزمون پایانی (۲- الف)



- ۱- چگونه می توان طبقات سیم بندی یک موتور را تشخیص داد؟
- ۲- گام کلاف و گام قطبی را شرح دهید و بیان کنید در چه موقعی مقادیر آن ها با هم برابرند.
- ۳- گام قطبی یک الکتروموتور سه فاز ۲۲ شیار چهار قطب را به دست آورید.
- ۴- سیم بیچی متحدالمركز و کلاف مساوی را شرح دهید.
- ۵- گام فازی را شرح دهید.
- ۶- دیاگرام مدور شکل ۱۵-۲ را رسم کنید.
- ۷- اتصال دور و نزدیک سر بندی گروه کلاف ها را شرح دهید.
- ۸- از استاتور نگهدار در کارگاه سیم بیچی به چه منظور استفاده می شود؟
- ۹- مراحل الگوریتمی از سیم بیچی یک موتور را به ترتیب نام ببرید.
- ۱۰- چه اطلاعاتی از الگوریتمی سیم بیچی ها لازم است؟
- ۱۱- رابطه ی صحیح بین گام قطبی و گام فازی کدام است؟

$$\text{ب) } \gamma_p = \frac{2}{p} \gamma_m$$

$$\text{الف) } \gamma_p = \frac{1}{p} \gamma_m$$

$$\text{د) } \gamma_p = \frac{2}{p} \gamma_m$$

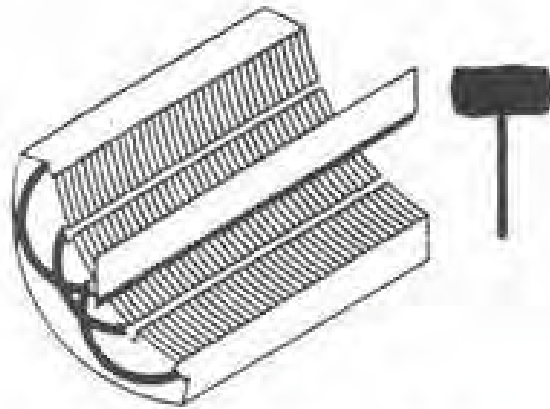
$$\text{ج) } \gamma_p = \gamma_m$$

- ۱۲- در سیم بندی به ازای قطب اتصال گروه کلاف های هر فاز..... می باشد و در سیم بندی به ازای جهت قطب اتصال گروه کلاف..... می باشد.
- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| الف) دور - نزدیک | ب) دور - دور     |
| ج) نزدیک - دور   | د) نزدیک - نزدیک |

## ب- توانایی خارج کردن سیم‌های سوخته از داخل استاتور

### ۲-۷- کلیات

سیم‌های سوخته‌ی داخل استاتور به واسطه‌ی دانستن شماره‌ی لاک یا مواد سفت‌کننده‌ی شیمیایی، به سادگی از داخل تیارهای استاتور خارج نمی‌شوند و از روش‌های مختلف برای درآوردن آن‌ها استفاده می‌شود. متداول‌ترین روش برای این کار استفاده از مواد حل‌کننده‌ی لاک، بریدن سیم‌ها با اره یا اره سوزاندن مستقیم سیم‌ها با شعله‌ی آتش می‌باشد.



شکل ۲-۱۷- درآوردن گوه‌ها از داخل تیارها

قبل از درآوردن سیم‌ها، ابتدا گوه‌ها یا کاغذهای محافظ خارجی سیم‌ها را از قسمت داخلی استاتور بیرون می‌آورند. برای این منظور از تیغ اره استفاده می‌کنند، بدین طریق که دندان‌های تیغ اره را در جهت خروج گوه‌ها قرار داده و با ضربات چکش گوه‌ها را درمی‌آورند (شکل ۲-۱۷).



شکل ۲-۱۸- سوزاندن مستقیم سیم‌ها با شعله

مناسب‌ترین روش نرم کردن لاک‌ها و سیم‌ها، قرار دادن استاتور در داخل کوره‌ی حرارتی (فرا) می‌باشد. در این روش دمای کوره را روی  $200^{\circ}\text{C}$  تنظیم می‌کنند و استاتور را به مدت چند ساعت (حداقل یک ساعت) در داخل کوره قرار می‌دهند تا سیم‌ها نرم شده و از تیارها خارج شود.

در روش سوزاندن مستقیم سیم‌ها با شعله، سیم‌ها را در برابر شعله‌ی مشعل قرار می‌دهند و آن‌ها را می‌سوزانند (شکل ۲-۱۸). در این روش لازم است شعله به‌طور یکنواخت در سراسر استاتور جرخانده شود تا دمای سراسر استاتور، یکسان افزایش یابد وگرنه استاتور تاب برداشته و تقارن خود را از دست می‌دهد. ضمناً در این روش احتمال دارد خواص الکتریکی و مغناطیسی هسته صدمه ببیند؛ لذا این روش برای درآوردن سیم‌ها توصیه نمی‌شود.



در روش بریدن سیم‌ها، ابتدا با قلم یا اره، پشانی کلاف‌ها را در یک طرف استاتور می‌برند (شکل ۲-۱۹). برش سیم‌ها تا هسته‌ی استاتور به‌طور یکنواخت انجام می‌شود. سپس با چکش و میله‌ای که قطر آن از قطر تیارها کمتر است، سیم‌ها را به طرف دوم استاتور هدایت می‌کنند. در طرف دوم سیم‌های هدایت‌شده را با انبردست بیرون می‌کشند.

شکل ۲-۱۹- چند نمونه قلم برای بریدن سیم‌ها

در روش نرم کردن سیم‌ها از طریق حلال لاک، ابتدا استاتور را در داخل روغن تری‌کلرواتیلن ( $C_2HCl_3$ ) قرار می‌دهند و به مدت ۱۵ الی ۲۰ دقیقه استاتور را در داخل تری‌کلرواتیلن نگه می‌دارند تا لاک‌ها حل شوند و سیم‌ها نرم شده و به راحتی از داخل شماره‌ها خارج شوند.

## ۲-۸- کار عطلی (زمان: ۱۲ ساعت)

۲-۸-۱ هدف: تخلیه‌ی سیم‌های سوخته‌ی استاتور  
 ۲-۸-۲ نکات ایمنی: لباس کار مناسب، گفش ایمنی و دستکش محافظ بیوسید و به عینک و ماسک محافظ مجهز شوید.

### ۲-۸-۳ وسایل و ابزار مورد نیاز

- گیره‌ی موازی رومیزی
- اره‌ی آهن‌بر یا قلم (بک عدد)
- آبردست
- دم‌باریکه
- چراغ کوره‌ای یا سربیکه گازی
- استاتور
- میز کار
- سته‌ی بین یا میله‌ی دم‌بین
- ترانسفورماتور
- ماده‌ی نرم‌کننده‌ی شماره‌لاک
- چکش فلزی

- جارو

- خاک‌انداز

- کیسه زیاله

### ۲-۸-۴ مراحل کار

- استاتور را در اختیار بگیرید.
- استاتور را روی میز کار با گیره محکم کنید.
- بک قلم را مطابق شکل ۲-۴۰- الف روی سیم‌های استاتور قرار دهید.



الف - قرار دادن قلم روی سیم‌ها

شکل ۲-۴۰



ب - سیم به زدن به قلم  
شکل ۲-۲۰ - بریدن سیم ها به سیم های قلم

طبق شکل ۲-۲۰ ب با چکش به قلم ضربه بزنید و سیم های یک طرف کلاف های استاتور را ببرید.



شکل ۲-۲۱ - برش سیم ها در یک طرف استاتور

- سیم ها را در یک طرف استاتور تا هسته برش دهید (شکل ۲-۲۱).



شکل ۲-۲۲ - بیرون آوردن گوه یا کاغذ برشمان از داخل سیم ها

- با چکش و آره، گوه ها یا کاغذهای برشمان را از داخل سیم ها بیرون کنید. دقت کنید که آره به بدنه ی استاتور برخورد نکند (شکل ۲-۲۲).



- با میله و چکش سیم های بریده شده را به طرف دوم استاتور هدایت کنید (شکل ۲-۲۳).

شکل ۲-۲۳ - هدایت سیم ها به طرف دوم استاتور

– سیم‌های هدایت شده به طرف دوم استاتور را با انبردست از داخل استاتور بیرون آورید و در طرف مخصوص اینبار کشید (شکل ۲-۲۴).



شکل ۲-۲۴ – سیم‌های بیرون آمده از استاتور

– پس از خارج کردن سیم‌ها، با هوای فشرده، سطح داخلی شیارها را از خرده سیم‌ها و براده‌های کاغذ پرشمان یا گوبه پاک کنید (شکل ۲-۲۵ – الف و ب).



الف – پاک‌سازی خرده سیم‌ها به وسیله‌ی هوای فشرده



ب – تمیز کردن استاتور با برس سیمی  
شکل ۲-۲۵ – پاک‌سازی سطح شیارها

## آزمون پایانی (۲-ب)



- ۱- روش های درآوردن سیم های سوخته ی یک استاتور را نام ببرید.
- ۲- مناسب ترین روش درآوردن سیم های یک استاتور را بیان کنید و مراحل کاری آن را به طور کامل شرح دهید.
- ۳- به چه دلیل استفاده ی مستقیم از شعله ی مشعل در خارج کردن سیم های استاتور توصیه نمی شود؟
- ۴- احتیاط هایی را که لازم است در خارج کردن سیم های استاتور در روش بریدن سیم ها رعایت کرده بیان کنید.
- ۵- حلال لاک را نام ببرید و طرز استفاده از آن را در بیرون آوردن سیم های استاتور شرح دهید.
- ۶- طریقه ی تمیز کردن پوسته ی استاتور را پس از خالی کردن سیم ها شرح دهید.
- ۷- استفاده ی مستقیم از شعله ی آتش در خارج کردن سیم های سوخته ممکن است مشکلات.....  
موتور را تغییر دهد و موجب شود..... موتور تاب بردارد.
- ۸- نکات ایمنی که در خارج کردن سیم های سوخته از داخل استاتور لازم است رعایت نمود را بیان کنید.

## ج - توانایی ساختن عایق‌های شیار و عایق‌کاری روی کلاف‌ها در شیارهای استاتور و پیتانی کلاف‌ها

### ۲-۹- مقدمه

یکی از مراحل حساس سیم‌بجی الکتروموتورها عایق‌بندی شیارها و کلاف‌های استاتور است. عدم دقت در این مرحله موجب بروز اتصال بدنه می‌شود که خطراتی به دنبال خواهد داشت. پس لازم است این مرحله از جدید سیم‌بجی الکتروموتورها با دقت زیاد و حوصله‌ی کافی انجام گردد. ضمناً از عایق مناسب استفاده شود و از به کار بردن عایق غیرمجاز پرهیز گردد. بعضاً دیده می‌شود که در عایق‌کاری شیارها و کلاف‌ها از ورق‌های رادیولونی استفاده می‌شود. باید دانست که چون این ورق‌ها خاص رادیولونی ساخته می‌شود و در ساختن آن‌ها مسائلی عایق‌کاری و تحمل ولتاژ مدنظر نبوده است بنابراین نباید از آن‌ها در عایق‌کاری شیارها و کلاف‌ها استفاده کرد.

در صنعت موتور بجی، از کاغذهای قشرده شده‌ای به نام کاغذ «برسیان» استفاده می‌شود. این کاغذها در اصطلاح موتوربجی‌ها به کاغذهای برشمان نیز معروف‌اند. کاغذهای برشمان در ضخامت‌های مختلف برای ولتاژهای مختلف ساخته می‌شوند و هر قدر ولتاژ تغذیه‌ی موتور زیادتر شود ضخامت عایق به کار رفته بیشتر می‌شود. در جدول ۲-۴ ضخامت‌های موردنیاز در ولتاژهای متفاوت نشان داده شده است.

جدول ۲-۴ - جدول ضخامت عایق‌ها

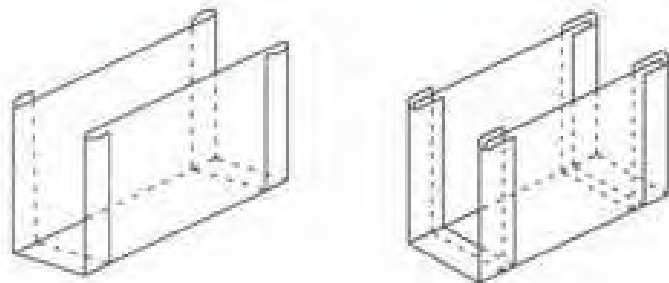
ولتاژ فازی [V]	0	100	200	300	450	800
	۰	۱	۱	۱	۱	۱
	100	200	300	450	800	1000
ضخامت عایق [mm]	0.2	0.3	0.5	0.6	0.75	۱

## ۲-۱- عایق‌بندی شیارها

پس از تمیز کردن سطح داخلی استاتور، شیارهای استاتور را با کاغذهای برشمان عایق‌بندی می‌کنند. در عایق‌بندی شیارها، اگر شیارها مشابه باشند ابتدا محیط داخلی و طول شیار را اندازه‌گیری می‌کنیم (شکل ۲-۲۶).



شکل ۲-۲۶- اندازه‌گیری محیط داخلی و طول شیار



الف- کاغذ عایق پس از تا شدن

با توجه به جدول ۲-۴ و ولتاژ فازی موتور قطر مناسب کاغذ برشمان را تعیین می‌کنیم. عرض کاغذ را به اندازه‌ی محیط داخلی شیار و طول آن را ۶ الی ۱۰ میلی‌متر بیش‌تر از اندازه‌ی طول شیار می‌بریم. کاغذ بریده شده را از دو طرف به اندازه‌ی ۳ میلی‌متر تا می‌کنیم (شکل ۲-۲۷- الف و ب).



ب- تا کردن و گرم دادن عایق برشمان  
شکل ۲-۲۷



عایق‌ها را به دو منظور تا می‌کنند. یکی این که استحکام مکانیکی در قسمت ناخورده بیش‌تر شود، تا در جاگذاری کلاف‌ها و فرم دادن آن‌ها پاره نشود؛ و دیگر این که از حرکت عایق‌ها در درون شیارها جلوگیری شود.

عایق آماده‌شده را در درون شیار قرار می‌دهیم تا از اندازه‌ی مناسب آن مطمئن شویم. در صورت مناسب نبودن عایق با تغییر در ابعاد آن اندازه‌ی مناسب را به دست می‌آوریم (شکل ۲۸-۲-الف و ب).



الف- جاگذاری کاغذ برشمان



ب- اندازه کردن ابعاد عایق با ابعاد شیار  
شکل ۲۸-۲- تنظیم عایق برشمان در شیارهای استاندارد



۲۹-۲- گاتر یا دستگاه برش‌دهنده‌ی عایق‌های برشمان

پس از تعیین اندازه‌ی مناسب عایق شیارها، ابعاد عایق‌های موردنظر را در ورقه‌ی بزرگ کاغذ برشمان خط‌کشی می‌کنیم و از طریق قیچی دستی یا دستگاه برش، کاغذهای برشمان را برش می‌دهیم (شکل ۲۹-۲) و پس از فرم دادن آن‌ها درون شیارها قرار می‌دهیم. برای جلوگیری از ایجاد فاصله بین عایق برشمان و سطح شیارها، پس از جا زدن عایق آن را توسط یک میله به سمت سطح داخلی شیار هدایت می‌کنند.



شکل ۲-۳۰- عایق‌گذاری بین طبقات

در موتورهای دو طبقه مناسب است بین دو بازو در یک شیار، عایق گذاشته شود تا از ایجاد جرقه و ارتباط الکتریکی بین آن‌ها جلوگیری شود (شکل ۲-۳۰).



شکل ۲-۳۱- عایق‌کاری بستانی کلاف‌ها

بستانی کلاف‌های فازهای مختلف را نسبت به یکدیگر عایق‌بندی می‌کنند (شکل ۲-۳۱).

#### ۲-۱۱- کار عملی

ازمان: ۱۵ ساعت

۲-۱۱-۱- هدف: عایق‌کاری شیارها و بستانی کلاف‌ها

۲-۱۱-۲- نکات ایمنی: لباس کار مناسب و کفش

ایمنی و دستکش محافظ بپوشید. به هنگام کار با کانر هر دو دست را با دست‌ها بگیرید سپس برش را انجام دهید تا آسیبی به دست‌ها نرسد.

۲-۱۱-۳- وسایل و ابزار مورد نیاز

- خط‌کش

- قیچی دستی

- قیچی مخصوص برش کاغذ برشمان (کانر)

- کاغذ برشمان ۰/۵ میلی متری یک برگ

- استاتور

- در صورت وجود، خم‌کن کاغذ برشمان

- استاتور ۲۲ شیار یا ۳۶ شیار

۲-۱۱-۴- مراحل کار

- سطح داخلی استاتور و شیارهای آن را کاملاً تمیز کنید.

- طول یک شیار را اندازه بگیرید (شکل ۲-۳۲).

- با یک سیم یا نخ اندازه‌ی محیط شیار را به دست آورید

(شکل ۲-۳۳).

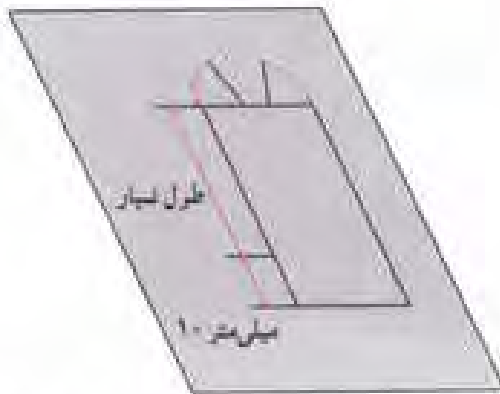


شکل ۲-۳۲- اندازه‌گیری طول شیار



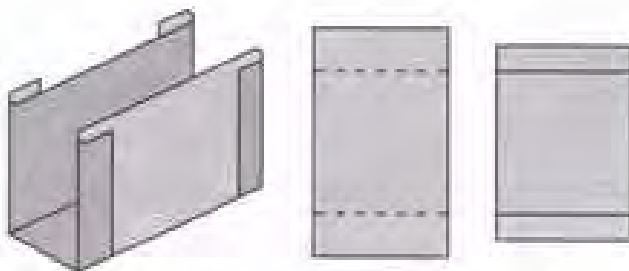
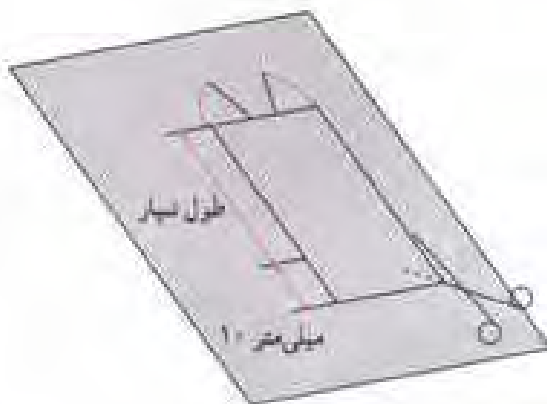
شکل ۲-۳۳- اندازه‌گیری محیط شیار

– طول و محیط اندازه‌گیری شده را در روی کاغذ برشمان  
بیاده کنید (شکل ۲-۳۴).



شکل ۲-۳۲ – ابعاد عایق برشمان برای یک نسیار

– اندازه‌ی به‌دست آمده را با قیچی ببرید و از هر طرف  
لبه‌های آن را به اندازه‌ی ۲ میلی‌متر تا کنید و حالت ناودانی به آن  
بدهید (شکل ۲-۳۵).



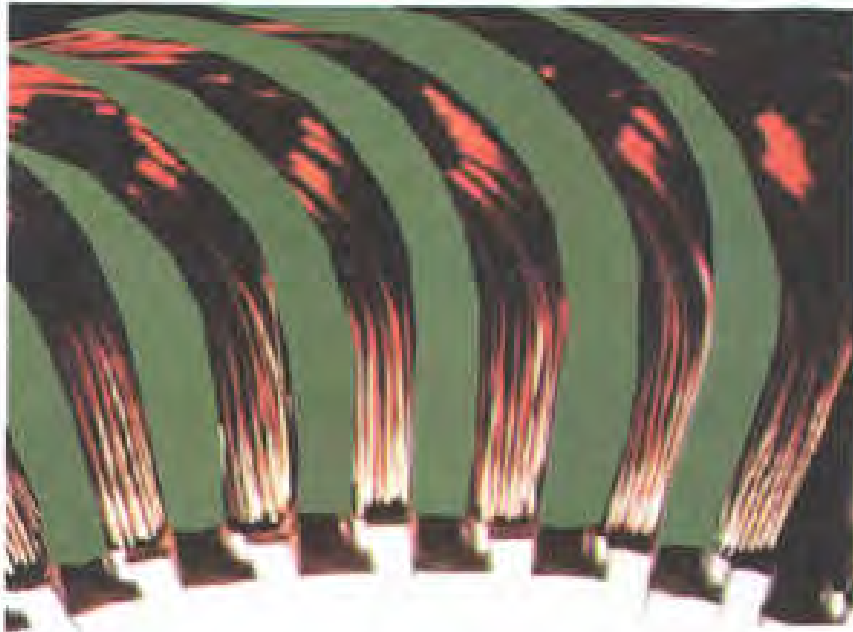
شکل ۲-۳۵ – برش، تا کردن و فرم دادن عایق نسیارها

– عایق ساخته شده را در داخل یک نسیار قرار دهید. در  
صورت مناسب بودن اندازه‌ی آن، با قیچی مخصوص (کاتر) به  
تعداد نسیارهای استاتور عایق برش دهید و آن‌ها را فرم داده و در  
داخل نسیارهای استاتور قرار دهید (شکل ۲-۳۶).



شکل ۲-۳۶ – آزمایش عایق در داخل نسیار

برای عایق‌کاری بیشانی کلاف‌ها، عایق برنسمان را بین کلاف‌ها قرار دهید. یا توجه به وسعت و فرم بیشانی کلاف‌ها آن‌ها را برش دهید و مطابق شکل ۲-۳۷ بین بیشانی‌های دو کلاف مجاور قرار دهید.



شکل ۲-۳۷- عایق بیشانی کلاف‌ها

## آزمون پایانی (۲-ج)



- ۱- برای عایق‌بندی شمارهای استاتور موتورهای الکتریکی که ولتاژ قازی آنها ۲۵ ولت و ۶۰۰ ولت می‌باشد، ضخامت عایق‌ها چند میلی‌متر باید انتخاب شود؟
- ۲- به چه دلیل عایق شمارهای استاتور را در دو طرف به اندازه‌ی چند میلی‌متر تا می‌کنند؟
- ۳- استفاده از ورقه‌های رادیولوزی در عایق‌بندی شمارهای استاتور چه عواقب نامطلوبی خواهد داشت؟
- ۴- لزوم استفاده از عایق بین طبقات و پشانی کلاف‌ها را توضیح دهید.
- ۵- مراحل اندازه‌گیری و ساخت یک عایق مناسب برای شمارهای یک استاتور را شرح دهید.
- ۶- عواقب نامطلوب عدم رعایت اصول عایق‌بندی را بیان کنید.
- ۷- اگر دو بازو از یک فاز در داخل یک شمار استاتور در سیم‌بندی دو طبقه قرار گیرد لازم است بین طبقات ..... قرار داد.
- ۸- با افزایش ولتاژ تغذیه سیم‌پیچ‌های یک موتور ضخامت عایق‌های مورد نیاز چگونه تغییر می‌کند؟
  - الف) کاهش می‌یابد.
  - ب) افزایش می‌یابد.
  - ج) تغییر نمی‌کند.
  - د) بستگی به قدرت موتور دارد و ممکن است کاهش یا افزایش یابد.

## واحد کار سوم

### الف- توانایی ساختن قالب کلاف ب- توانایی آماده کردن کلاف‌های سیم‌بندی

#### هدف کلی

ساختن قالب کلاف و کلاف‌بجی

هدف‌های رفتاری : فراگیر پس از پایان این واحد کار می‌تواند :

- ۱- انواع قالب‌ها را نام ببرد.
- ۲- کاربرد قالب‌های متحدالمرکز را بیان کند.
- ۳- کاربرد قالب‌های کلاف‌سازی را شرح دهد.
- ۴- محیط متوسط قالب را برای یک کلاف خارج شده از استاتور به‌دست آورد.
- ۵- اندازه‌ی کلاف‌ها را روی دستگاه کلاف‌بیج تنظیم کند.
- ۶- اندازه‌ی کلاف‌ها را از استاتور با توجه به گام سیم‌بجی مشخص کند.
- ۷- در صورت نیاز به قالب، آن‌ها را اندازه‌گیری و تخته‌ببازد.
- ۸- قالب مناسب آماده تهیه کند.
- ۹- اندازه‌ی قالب را روی دستگاه کلاف‌بیج پیاده کند.
- ۱۰- تعداد دور بیجک‌های هر کلاف را از طریق شمارش به‌دست آورد.
- ۱۱- قطر سیم لاک‌ی مورد نیاز سیم‌بجی را با استفاده از میکرومتر به‌دست آورد.
- ۱۲- با دستگاه‌های کلاف‌بیج دستی و اتوماتیک کار کند و آن‌ها را متناسب با قطر سیم تنظیم کند.
- ۱۳- کلاف‌ها را به‌صورت اصولی ببجند و آن‌ها را برای جاگذاری در شیارهای استاتور آماده کند.

#### ساعات آموزش

نظری	عملی	جمع
۲	۲۰	۲۲

### پیش آزمون (۳)

۱- معمولاً قالب‌های سیم‌پیچی به کدام صورت ساخته می‌شوند؟

الف) گام مساوی

ب) متحد‌المركز

ج) پله‌ای

د) گام مساوی و متحد‌المركز

۲- برای تعیین محیط قالب معمولاً علاوه بر طول شماره‌ها چه مقدار برای بیشانی کلاف منظور می‌گردد؟

الف) ده سانتی‌متر

ب) به اندازه‌ی بهنای دو انگشت

ج) به اندازه‌ی بهنای ۵ انگشت

د) حدود هشت سانتی‌متر

۳- برای سیم‌پیچی از کدام دستگاه استفاده می‌شود؟

الف) کلاف‌پیچ دستی

ب) ماشین کلاف‌پیچ

ج) بوبین پیچ

د) کلاف‌پیچ دستی با ماشین



## الف - توانایی ساختن قالب کلاف

### ۱-۳- کلیات

کلاف‌های یک سیم‌پیچی ابتدا روی یک قالب مناسب پیچیده می‌شوند. در انتخاب قالب‌ها باید دو نکته‌ی زیر را در نظر گرفت.

۱- قالب به گونه‌ای انتخاب شود که بیشانی کلاف‌ها به اندازه‌ی مناسب باشد و پس از قرار دادن کلاف‌ها در سیم‌های استاتور و جمع‌آوری قطعات موتور، بیشانی کلاف‌ها با درپوش‌ها تماس برقرار نکند، زیرا تماس بیشانی کلاف‌ها با درپوش‌ها باعث می‌شود که با کوچک‌ترین فشار از طرف درپوش‌ها، سیم‌ها اتصال بدنه پیدا کنند. ضمناً بزرگی بیشانی کلاف‌ها، مقاومت اهمی سیم‌پیچ‌ها را افزایش می‌دهد و تلفات اهمی را زیاد می‌کند.

۲- کلاف به گونه‌ای انتخاب شود که بتوان به راحتی سیم‌ها را در داخل سیم‌ها قرار داد و بازوها با فاصله‌ی مناسب در سیم‌ها قرار بگیرند.

با توجه به مطالب فوق متوجه می‌شویم که در انتخاب قالب‌ها، محیط کلاف‌ها نقش اساسی را دارد و لازم است در انتخاب محیط کلاف دقت کافی شود. مهارت، تجربه‌ی کار و رعایت اصول مربوط به انتخاب محیط، منجر به انتخاب یک قالب مناسب خواهد شد.

قالب‌ها با توجه به نوع سیم‌پیچی، به صورت متحد‌المركز (شکل ۱-۳) یا کلاف مسازی (شکل ۲-۳) ساخته می‌شوند. اگر یک موتور از چند سیم‌پیچی جداگانه تشکیل شده باشد معمولاً از قالب‌های متحد‌المركز استفاده می‌شود. با این انتخاب سیم‌های مربوط به هر دور موتور، در داخل استاتور از هم‌دیگر تفکیک می‌شوند. در سیم‌پیچ‌های یک پارچه، برای رسیدن به یک سیم‌پیچ متقارن و فرم مدور از قالب‌های کلاف مسازی استفاده می‌شود.



شکل ۱-۳- قالب متحد‌المركز

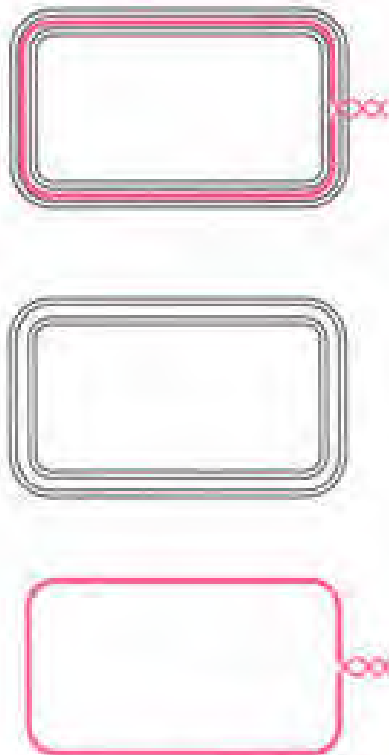


شکل ۲-۳- قالب کلاف مسازی



### ۳-۲- تعیین محیط قالب

اندازه‌ی محیط قالب‌ها را می‌توان از طریق یک کلاف سالم که از داخل سیم‌پیچی استاتور خارج شده است به دست آورد. برای این منظور متوسط محیط کلاف را اندازه گرفته و بر اساس آن قالب‌ها را روی دستگاه کلاف‌بیج تنظیم می‌کنیم (شکل ۳-۳).



شکل ۳-۳- تعیین اندازه‌ی قالب از یک کلاف سالم

اگر گام سیم‌بندی عوض شود یا کلاف سالم در اختیار نداشته باشیم، با توجه به گام سیم‌بندی، یک سیم از دو شمار استاتور به اندازه‌ی گام کلاف عبور داده و به اندازه‌ی دو انگشت برای پیشانی کلاف منظور کرده و حدود قالب را به دست می‌آوریم. اندازه‌گیری قالب‌ها با روش‌های مختلف انجام می‌شود که با تجربه‌ی موتوربیج‌ها کامل می‌شود (شکل ۳-۴).



شکل ۳-۴- تعیین حدود قالب از طریق گام سیم‌بندی

در شکل ۳-۵ یک نمونه کلاف‌بیج با قالب‌های نصب‌شده روی آن را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۳-۵- تنظیم قالب‌ها بر اساس اندازه‌ی کلاف

### ۳-۳- کار عملی (زمان: ۴ ساعت)

۳-۳-۱- هدف: ساخت قالب کلاف

۳-۳-۲- نکات ایمنی: لباس کار مناسب، کفش ایمنی و دستکش محافظ بپوشید. به طرز کار دریل و اره کاملاً مسلط شوید و اصول ایمنی آن‌ها را رعایت کنید.

۳-۳-۳- وسایل و ابزار مورد نیاز

- گیره‌ی مناسب موازی میزی

- لب‌گیره

- اره‌ی جوب‌بر

- سوهان جوب‌بر

- خط‌کش

- سوزن خط‌کش

- گونیای تخت

- مداد

- پاک‌کن

- دریل پایه‌دار رومیزی

- منته‌ی شماره ۱۰

- پیچ و مهره‌ی مناسب منته‌ی ۱۰ از هر کدام یک عدد

- فیبر شوبان یا جوب به ابعاد ۵۰۰×۵۰۰×۱۰mm

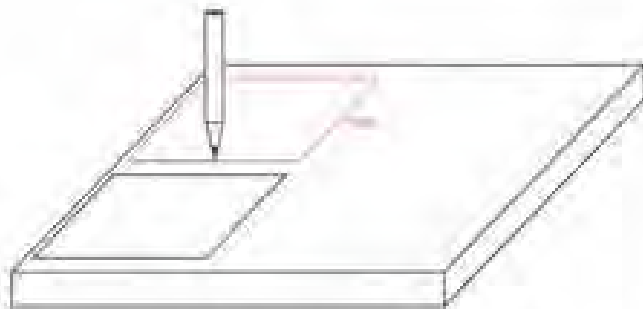
۳-۳-۴- مراحل کار

- یک استاتور خالی ۲۲ شیار یا ۳۶ شیار تهیه کنید.

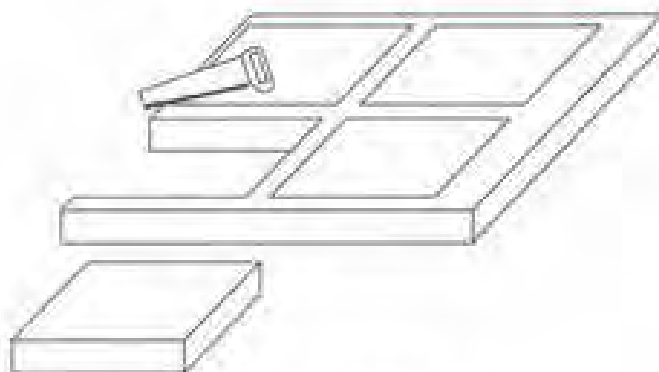
- اندازه‌ی کلاف را برای سیم‌بجی ۴ قطب به دست آورید.

- اندازه‌ی به دست آمده را روی جوب یا شوبان با مداد یا

سوزن خط‌کش بنیاده کنید (شکل ۳-۶).

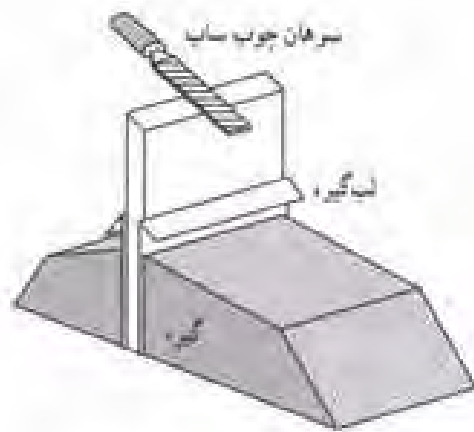


شکل ۳-۶- خط‌کش اندازه‌ی قالب‌ها روی جوب

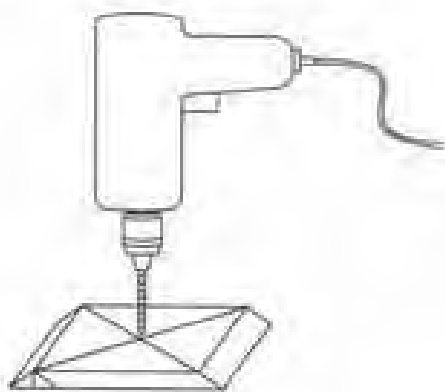
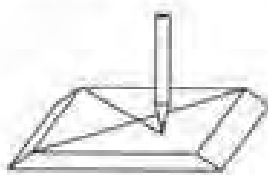


شکل ۳-۷- برش قالب‌ها

- قالب‌ها را به اندازه ببرید (شکل ۳-۷).



شکل ۳-۸- نصب دادن لبه های قالب



شکل ۳-۹- سوراخ کردن قالب



شکل ۳-۱۰- تهیه ی فیبر

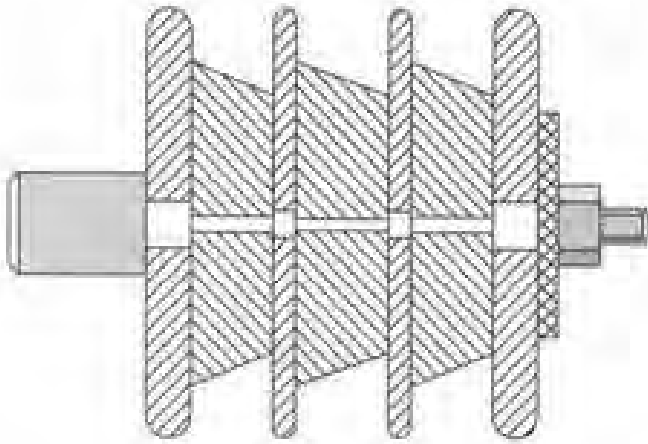
- اندازه های خط کشی شده روی چوب را با آره ی چوب بر تراورید.

- قالب های به دست آمده را با لب گیر به گیر، محکم کنید و با سوهان چوب به قالب ها کمی شیب دهید تا سیم ها پس از پیچیده شدن، به راحتی از قالب ها خارج شوند (شکل ۳-۸).

- دو قطر قالب را با معاد یا سوزن خط کشی رسم کنید و محل تلاقی آن ها را با دریل و منتهی - ۱ سوراخ کنید (شکل ۳-۹).

- فبرری به ضخامت حدود ۳ میلی متر و به ابعاد ۲ الی ۳ سانتی متر یعنی تر از ابعاد قالب ها برش دهید و با منتهی - ۱ وسط آن را سوراخ کنید. در یک سمت فبرر (مطابق شکل ۳-۱۰) شکافی ایجاد کنید. از این فیبر برای جدا نگهداشتن کلاف ها استفاده می شود.

– مجموعه‌ی قالب‌ها و فیبرها را (مطابق شکل ۳-۱۱) کنار هم بچسبید و با پیچ و مهره به هم دیگر ببندید. بدین طریق قالبی که ساخته‌اید برای بیچیدن گلاف‌ها آماده است.



شکل ۳-۱۱- شکل نهایی قالب

## آزمون پایانی (۳- الف)



- ۱- شرایط انتخاب قالب مناسب برای سیم‌بجی الکترومونورها را بیان کنید.
- ۲- اندازه‌ی بزرگ‌تر قالب‌ها، چه اثراتی در سیم‌بجی الکترومونورها به‌جا می‌گذارد؟
- ۳- اندازه‌ی کوچک‌تر قالب‌ها، چه اثراتی در سیم‌بجی الکترومونورها به‌جا می‌گذارد؟
- ۴- انواع قالب‌ها را نام ببرید و موارد کاربرد آن‌ها را توضیح دهید.
- ۵- به چند طریق اندازه‌ی قالب‌ها را به‌دست می‌آورند؟ هر یک را کاملاً شرح دهید.
- ۶- مراحل ساخت قالب‌های سیم‌بجی از چوب را بیان کنید.
- ۷- چرا قالب‌ها را شیب‌دار می‌سازند؟
- ۸- استفاده از لب‌گیرها در ساخت قالب‌ها چه ضرورتی دارد؟
- ۹- وسط قالب‌ها را برای سوراخ‌کاری چگونه تعیین می‌کنند؟
- ۱۰- استفاده از فیبرها، بین قالب‌ها چه ضرورتی دارد؟
- ۱۱- انتخاب قالب کوچک‌تر برای ..... مزاحمت فراهم می‌کند و انتخاب قالب بزرگ‌تر موجب ..... می‌شود.

## ب - توانایی آماده کردن کلاف‌های سیم بندی

### ۴-۳- دستگاه کلاف پیچ

فالب‌های سیم پیچی به منظور پیچیدن کلاف‌ها، روی دستگاه کلاف پیچ سوار می‌شوند. دستگاه‌های کلاف پیچ، به صورت دستی یا اتوماتیک، در کارگاه‌ها به کار گرفته می‌شوند.

۱-۴-۳- دستگاه کلاف پیچ دستی؛ این دستگاه، شامل پایه، چرخ گرداننده، محور و صفحه‌ی گردان و یک شماره‌انداز می‌باشد. در بدنه‌ی صفحه‌ی گردان دو شمار منظور می‌شود. فالب‌ها از طریق این شماره‌ها با پیچ و مهره به صفحه‌ی گردان بسته می‌شوند و قادرند در طول شمار حرکت کنند و به اندازه‌ی کلاف مورد نظر تنظیم شده و محکم شوند (شکل ۱۲-۳).



شکل ۱۲-۳- دستگاه کلاف پیچ دستی

### ۲-۴-۳- ماشین کلاف پیچ (کلاف پیچ اتوماتیک):

در این دستگاه ابتدا قرقره‌ی سیم در محل مربوط قرار داده می‌شود و سپس اندازه‌ی کلاف‌ها روی فالب‌ها تنظیم می‌گردد. قبل از شروع سیم پیچی شماره‌انداز را صفر می‌کنند و دستگاه‌ی تنظیم قطر سیم را روی سیم مورد نظر قرار می‌دهند. آن‌گاه با روشن کردن موتور، دستگاه به حرکت درمی‌آید که به کمک کلاج مربوط سرعت سیم پیچی را تنظیم کرده و کلاف‌ها را می‌پیچند (شکل ۱۳-۳).



شکل ۱۳-۳- ماشین کلاف پیچ

### ۳-۵- کار عملی

(زمان: ۱۶ ساعت)

- ۳-۵-۱- هدف: آماده کردن کلاف‌های سیم پیچی
- ۳-۵-۲- نکات ایمنی: لباس کار مناسب، کفش ایمنی و دستکش محافظ بپوشید. از جابه‌جا کردن فرغره‌های سنگین با دست اجتناب کنید.

### ۳-۵-۳- وسایل و ابزار موردنیاز

- ماشین کلاف پیچ دستی.
- استاتور الکتروموتور سه‌فاز ۲۲ شیار یا ۳۶ شیار
- قالب سیم متحدالمرکز و کلاف مساوی یک‌حلقه
- میکرومتر
- سیم لاکمی به حد کافی
- چسب کاغذی یا نواری یک حلقه
- نخ

### ۳-۵-۴- مراحل کار

- اگر موتور ۳۶ شیار در اختیار دارید اندازه‌ی کلاف را بر اساس گام ۱-۷ و اگر موتور ۲۲ شیار دارید اندازه‌ی کلاف را بر اساس گام ۱-۲ به دست آورید (شکل ۳-۱۴).



شکل ۳-۱۴- تعیین اندازه‌ی کلاف‌ها با توجه به گام کلاف



شکل ۳-۱۵- تنظیم اندازه‌ی قالب‌ها در کلاف پیچ



شکل ۳-۱۶- الف - شمارش تعداد دور هر پوین

- اندازه‌ی به دست آمده را روی دستگاه کلاف پیچ در قالب‌ها تنظیم کنید و قالب‌ها را با پیچ و مهره‌ی روی بدنه‌ی صفحه‌ی گردان (دیسک) کلاف پیچ محکم کنید (شکل ۳-۱۵).

- تعداد دور بیچک‌ها را در هر کلاف بشمارید (شکل ۳-۱۶ الف).



شکل ۱۶-۳-ب - اندازه‌گیری قطر سیم

- قطر سیم موجود در استاتور را با میکرومتر اندازه بگیرید (شکل ۱۶-۳-ب).

- برای اطمینان از مناسب بودن اندازه‌ی کلاف‌ها ابتدا یا سیم‌های مستعمل در کارگاه، به مقدار مناسب کلاف‌ها را بیچید؛ سپس سیم‌های مستعمل را به‌طور آزمایشی در شیارهای استاتور قرار دهید و اگر قالب مناسب است سیم‌بیچی را یا سیم‌های تازه ادامه دهید و اگر قالب کوچک یا بزرگ است با تغییر موقعیت قالب‌ها اندازه‌ی مناسب را به‌دست آورید.



شکل ۱۷-۳- بیچیدن سیم‌ها روی قالب‌ها

- به تعداد دور هر بیچک، سیم روی هر قسمت قالب بیچید و در موقع عبور از یک بیچک به بیچک بعدی در خلاف جهت ورودی قبلی وارد شوید تا در سیم‌بندی، سیم اضافی ظاهر نشود (شکل ۱۷-۳). دورهای هر بیچک را بانخ بیندید. می‌توان برای باز کردن سریع و افزایش سرعت عمل به‌جای نخ از سیم‌های لاکمی نیز استفاده کرد.



شکل ۱۸-۳- باز کردن قالب‌ها

پس از کامل شدن سیم‌بیچی قالب‌ها را طبق شکل ۱۸-۳ باز کنید.



شکل ۱۹-۳- درآوردن کلاف از قالب

طبق شکل ۱۹-۳ کلاف‌ها را از داخل قالب خارج کنید.



## آزمون پایانی (۳- ب)



- ۱- مراحل آماده کردن کلاف بیج را برای بیجیدن کلاف‌ها بیان کنید.
- ۲- اقدامات لازم قبل از شروع بیجیدن کلاف در ماشین‌های کلاف بیج (کلاف بیج اتوماتیک) را بیان کنید.
- ۳- علت آن که در بیجیدن بیجک‌ها جهت شروع بیجک را در خلاف جهت بک دیگر می‌بچند چیست؟
- ۴- در صورتی که قالب کلاف بزرگ‌تر از اندازه‌ی گام گرفته شود چه اشکالاتی پیش می‌آید؟ شرح دهید.
- ۵- در ضمن بیجیدن کلاف اگر سیم باره شود، چه باید کرد؟ شرح دهید.

## واحد کار چهارم

الف- توانایی عایق کاری سیم‌ها با وارنیش و نوار

روغنی

ب- توانایی مهار کردن کلاف‌ها

ج- توانایی شارلاک زدن و خشک کردن کلاف‌ها

هدف کلی

نخ‌بندی و شارلاک‌زنی سیم‌پیچ‌های موتور

هدف‌های رفتاری: فراگیر پس از پایان این واحد کار می‌تواند:

- ۱- لاک سرسیم‌ها را پاک کند.
- ۲- محلول‌های لاک‌ها را نام ببرد و کاربرد آن‌ها را شرح دهد.
- ۳- علت استفاده از وارنیش‌ها را توضیح دهد.
- ۴- وارنیش مناسب برای سیم‌ها انتخاب کند.
- ۵- محل لحیم کاری را با وارنیش عایق‌بندی کند.
- ۶- موارد کاربرد نوار عایق (نوار زرد) را شرح دهد.
- ۷- ویژگی‌های نوارهای عایق کاری را بیان کند.
- ۸- محل اتصال سیم‌ها را با نوار عایق‌بندی کند.
- ۹- موارد ایمنی در مورد کار با حلال‌های لاک را بیان کند و به کار ببرد.
- ۱۰- محل اتصال سیم‌های لاک‌ی و افشان را با وارنیش مهار کند.
- ۱۱- سیم‌های افشان را پس از خواباندن آن‌ها روی کلاف‌ها، از مسیرهای کوتاه، به‌تخته کلم هدایت کند.
- ۱۲- علت نوارپیچی کلاف‌ها را شرح دهد.

۱۳- مواد اولیه‌ی نواربجی را نام ببرد و ویژگی‌های آنها را بیان کند.

۱۴- با رعایت اصول نواربجی هر دو طرف استاتور را نواربجی کند.

۱۵- شمارلاک را شرح دهد.

۱۶- اثر دو سیم جریان‌دار را بر یکدیگر شرح دهد.

۱۷- علت شمارلاک زدن سیم‌پیچ‌ها را توضیح دهد.

۱۸- استاتور را قبل از شمارلاک زدن در کوره گرم کند.

۱۹- شمارلاک با غلظت مناسب تهیه کند.

۲۰- استاتور را شمارلاک بزند.

۲۱- شمارلاک استاتور را خشک کند.

ساعات آموزش		
جمع	عملی	نظری
۱۱	۷	۴

## پیش آزمون (۴)

۱- وارنیش در اصطلاح موثور بیج ها چه نامیده می شود؟

الف) برسمان      ب) ماکارونی      ج) شارلاک      د) نوار سیم پیچی

۲- ماده‌ی حلال تمام لاک‌ها کدام است؟

الف) سودسوزآور (OHNa)      ب) استن  
ج) الکل      د) اسید فرمیک

۳- پس از موزاندن لاک سرسیم‌ها لازم است آن‌ها را در محلول ..... فرو کرد تا ..... شوند.

الف) الکل خالص - سخت      ب) آب خالص - نرم  
ج) محلول آب و الکل به نسبت مساوی - سخت      د) محلول آب و الکل به نسبت مساوی - نرم

۴- نوارهای عایق کاری معروف به نوار زرد دارای کدام ویژگی هستند؟

الف) آغشته به روغن نسوز و مقاومت عایقی بالا

ب) آغشته به روغن معمولی و مقاومت عایقی بالا

ج) آغشته به روغن نسوز و مقاومت عایقی کم

د) آغشته به روغن معمولی و مقاومت عایقی کم

۵- روش صحیح عایق کاری سیم‌ها کدام است؟

الف) 

ب) 

ج) 

د) 

۶- شارلاک در موثور بیجی به چه منظور به کار می‌رود؟

## الف - توانایی عایق‌کاری سیم‌ها با وارنیش و نوار روغنی

### ۱-۴-۱- مقدمه

در اتصال گروه کلاف‌های یک فاز به یک‌دیگر و هدایت سرسیم‌ها توسط سیم‌های افشان به جمعیه‌ی اتصالات موتور، لازم است در محل اتصال، لاک سیم‌ها (عایق سیم‌ها) برداشته شود تا ارتباط کامل الکتریکی بین سیم‌ها برقرار گردد. پس از اتصال الکتریکی باید محل اتصال کاملاً عایق‌بندی شود تا اتصال بدنه یا اتصال بین سیم‌ها اتفاق نیفتد. اتصال بین سیم‌ها از طریق لحیم یا جوش برقرار می‌شود. بدین طریق محل اتصال محکم شده و در مواقع بخ‌بندی سیم‌ها، اتصال‌ها باز نمی‌شوند.

در سیم‌بجی ماشین‌های قدرت پایین از سیم‌های لاک‌بی یا مقطع گرد استفاده می‌شود. اما در ماشین‌های بزرگ‌تر، سطح مقطع سیم‌ها بالا بود، و به صورت سیم‌های چهارگوش یا نهمه‌های مسی ساخته می‌شوند. در عایق‌کاری سیم‌ها بیش‌تر از لاک‌های روغنی یا پلی‌آمیدی استفاده می‌شود و بر اساس تحمل ولتاژ، به صورت سیم‌های به ضخامت یک لاک یا دو لاک عایق‌بندی می‌شوند.

### ۱-۴-۲- پاک کردن لاک سیم‌ها

روش‌های مختلفی برای از بین بردن لاک سرسیم‌ها وجود دارد. به چند روش متداول اشاره می‌کنیم:

۱- روش شیمیایی

۲- روش سوزاندن

۳- روش تراشیدن

۱-۴-۲-۱- روش شیمیایی پاک کردن لاک‌ها: در این روش از حلال‌های لاک استفاده می‌شود. از آن‌جایی‌که حلال‌های لاک منشأ اسیدی یا بازی دارند لازم است کاربر آن در این موارد احتیاط نمایند تا آسیبی متوجه آنان نشود.

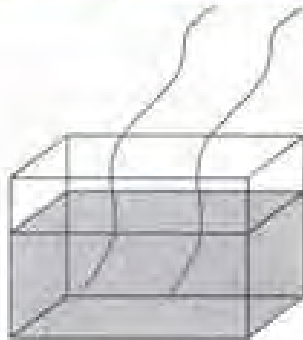
برای از بین بردن لاک‌های روغنی اغلب از حلال استن، بنزول، الکل و یا مخلوطی از آن‌ها استفاده می‌شود.

برای پاک کردن لاک‌های پلی‌آمیدی، از اسیدفرمیک با غلظت ۴۰٪ در دمای  $60^{\circ}\text{C}$ ، به مدت ۳۰ ثانیه استفاده می‌شود و در بعضی مواقع به جای اسیدفرمیک از اسیدسولفونیک یا



اسید فسفریک یا فنل ها استفاده می گردد. اثرات این اسیدها از اسیدفورمیک پایین تر است.

قوی ترین حلال لاک ها، سودسوزآور مذاب NaOH است که می تواند هر نوع لاک را حل کند و از بین ببرد. این حلال به هنگام حل لاک ها بخارات سمی متصاعد می کند و باید از تنفس آن ها دوری جست و بهتر است از ماسک استفاده شود (شکل ۴-۱ الف).



شکل ۴-۱ الف- پاک کردن به روش شیمیایی



۴-۲-۲- روش سوزاندن: در این روش سر سیم ها را برای زمانی کوتاه در مجاورت شعله ی آتش قرار می دهند تا عایق آن بسوزد و از بین برود. چون سیم ها در مجاورت آتش قرار می گیرند نرم می شوند و لازم است پس از عایق برداری، بلافاصله سر سیم ها را در محلول آب و الکل به نسبت مساوی فرو کرد تا سیم ها سخت شوند (شکل ۴-۱ ب).

شکل ۴-۱ ب- پاک کردن لاک به روش سوزاندن



۴-۲-۳- روش تراشیدن: از چاقو اغلب روی سیم هایی که قطر بیش از ۰/۶ میلی متر دارند استفاده می شود. در این روش، یک سر سیم را یا دمباریک با انبردست می گیرند و هنگام تراشیدن سیم را در ظرفی ۱۸۰ درجه می چرخانند تا به طور یک یواخت لاک برداری شود. این روش به مهارت بیش تر نیاز دارد و در موقع لاک برداری نباید قطر مؤثر سیم کم شود تا خاصیت الکتریکی خود را حفظ کند و نیز نباید سیم زخمی شود چون ممکن است موقع تا کردن بشکند (شکل ۴-۱ ج).

شکل ۴-۱ ج- پاک کردن لاک به روش تراشیدن

### ۴-۳- وارنیش (ماکارونی)

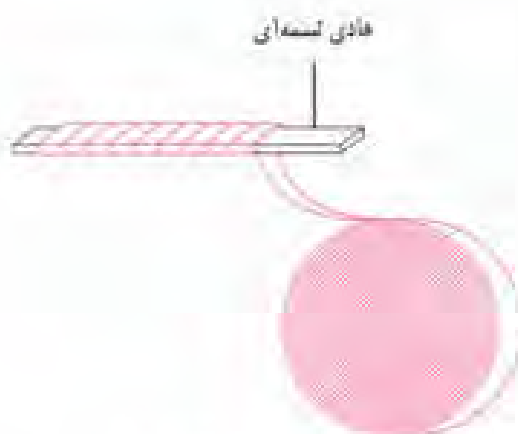
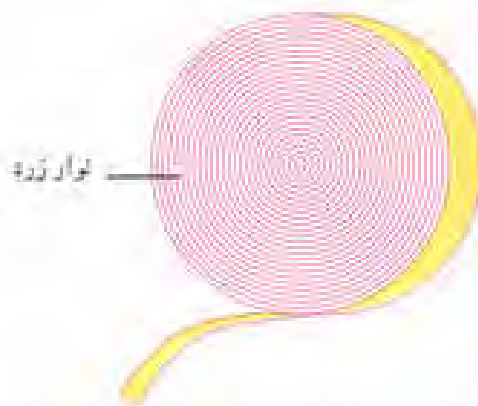
وارنیش‌ها عایق‌هایی الکتریکی هستند که به شکل لوله با مقاطع مختلف ساخته می‌شوند و با نمره‌های ۱/۵، ۱، ۲، ۳/۵ و ... نام‌گذاری می‌شوند (شکل ۲-۴-الف). این لوله‌های عایق روی سیم‌هایی که عایق الکتریکی آن‌ها از بین رفته کشیده می‌شوند تا از اتصال الکتریکی آن‌ها با دیگر قسمت‌های هادی جلوگیری شود (نمره‌ی وارنیش‌ها برحسب قطر داخلی آن‌ها به میلی‌متر می‌باشند).



شکل ۴-۳- الف- وارنیش (ماکارونی)

### ۴-۴- نوارهای عایق‌کاری

در ماشین‌هایی که قدرت بالا دارند، به‌جای سیم‌های هادی، از تسمه‌های مسی استفاده می‌شود. این تسمه‌ها یا نوارهای عایق که به نوار زرد نیز معروف است عایق‌بندی می‌شوند (شکل ۲-۴-ب). نوارهای عایق آغشته به روغن نسوز هستند و بدین علت دماهای بالا را تحمل می‌کنند. از طرف دیگر مقاومت عایقی آن‌ها زیاد است.



شکل ۴-۲- ب- عایق‌کاری با نوار

### ۴-۵- کار عملی (زمان: ۲ ساعت)

هدف: اتصال سر سیم‌ها به یک‌دیگر

نکات ایمنی: لباس کار مناسب، گفش ایمنی و دستکش

محافظ بیوشید. ماسک تنفس بگذارید و اصول ایمنی و احتیاط

لازم با مواد شیمیایی را به‌کار بندید.

### ۴-۵-۳- وسایل و ابزار مورد نیاز

- وارنیش در اندازه‌های مورد نیاز

- اسناتور با سیم بیج بدون کلاف‌بندی

- هوپه‌ی برقی



شکل ۳-۴ - برش و ارتیش‌ها



شکل ۴-۴ - هدایت سیم‌ها از داخل و ارتیش‌ها



شکل ۵-۴ - لاک‌برداری یا خالقر



شکل ۶-۴ - تابانیدن سیم‌ها روی هم

- روغن لحیم به اندازه‌ی کافی

- سیم لحیم به اندازه‌ی کافی

- چاقو (یا سمپاده به حد کافی)

- انبردست یا دم‌باریک

- سیم‌چین

۴-۵-۴ - مراحل کار

- ۲ عدد ورتیش مناسب قطر سیم، به اندازه‌ی ۲ الی

۲/۵ سانتی‌متر تهیه کنید (شکل ۳-۴).

- یک عدد ورتیش یک‌نمره بالاتر از ورتیش‌های قبلی

به اندازه‌ی ۵ سانتی‌متر تهیه کنید.

- سیم‌ها را مطابق شکل (۴-۴) از درون ورتیش‌ها عبور

دهید.

- با سمپاده یا چاقو به اندازه‌ی ۳ برابر قطر سیم (حدود

۲/۵ سانتی‌متر) از هر سیم لاک‌برداری کنید، در حین تراش سیم

را با انبردست در طرفین ۱۸۰ درجه بچرخانید (شکل ۵-۴).

- قسمت‌های لاک‌برداشته‌ی دو سیم را روی هم قرار

دهید و هر کدام را یک سانتی‌متر (حدود ۱ دور) روی یک دیگر

بنابانید (شکل ۶-۴).





شکل ۴-۷ - لحیم‌کاری محل اتصال سیم‌ها

- قسمت‌های به هم تابیده شده را لحیم‌کاری کنید (شکل ۴-۷). ضمن کار از تنفس دود ناشی از لحیم‌کاری اجتناب کنید. (از ماسک استفاده کنید.)

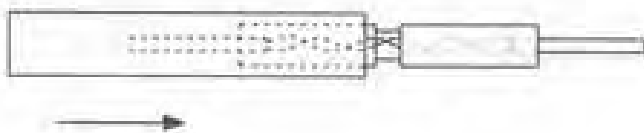


- دو وارنیش کم‌قطر را روی قسمت لحیم‌شده بکشید (شکل ۴-۸).



شکل ۴-۸ - کشیدن وارنیش‌ها روی قسمت لحیم‌کاری شده

- وارنیش قطر بالا را روی دو وارنیش کم‌قطر بکشید (شکل ۴-۹).



شکل ۴-۹ - قرار گرفتن وارنیش مقطع بالا روی قسمت لحیم‌کاری شده

- مجموعه‌ی عایق‌کاری شده را روی سیم‌ها (کلاف‌ها) بچسبانید (شکل ۴-۱۰).



شکل ۴-۱۰ - قرار گرفتن قسمت اتصال یافته (لحیم‌کاری شده) روی سیم‌ها

## آزمون پایانی (۴- الف)

- ۱- انواع روشن‌های پاک کردن لاک سیم‌ها را نام ببرید.
- ۲- حلال لاک‌های معمولی و پلی‌آمیدها را نام ببرید.
- ۳- خطرات کاربرد حلال سود مذاب را شرح دهید.
- ۴- دلیل قرار دادن سیم‌ها در مخلوط آب و الکل پس از سوزاندن لاک آن‌ها چیست؟
- ۵- وارنیش چیست؟ کاربرد آن را بیان کنید.
- ۶- ویژگی‌های عایق‌های نواری را بیان کنید و کاربرد آن‌ها را شرح دهید.
- ۷- علت لحیم‌کاری محل اتصال سیم‌ها را بیان کنید.
- ۸- چگونه قرار دادن وارنیش را در محل اتصال سیم‌ها بیان کنید.
- ۹- احتیاط‌های لازم در مورد کار با مواد شیمیایی، در پاک کردن لاک سیم‌ها را ذکر کنید.
- ۱۰- در سوزاندن سیم‌ها به منظور لاک برداری سیم ..... می‌شود.
- ۱۱- از عایق‌های نواری بیش‌تر در سیم‌بجی با ..... استفاده می‌شود.
- ۱۲- در لحیم‌کاری سیم‌ها یابستی از ..... لحیم‌کاری اجتناب شود.

## ب - توانایی مهار کردن کلاف‌ها

### ۴-۶- کلیات

عبور جریان الکتریکی از درون سیم‌ها و وجود میدان مغناطیسی دوار در سطح استاتور، سبب می‌شود به سیم‌ها در بیشانی کلاف‌ها نیرو وارد شود که سبب لرزش آن‌ها می‌گردد. این عمل در درون موتور صداهای ناآهنگار تولید می‌کند. علاوه بر تولید صدا، امکان دارد به علت رانش یا ریایش‌های زیاد، سیم‌های بیشانی کلاف‌ها با قسمت‌های متحرک موتور برخورد کند و بر اثر اصطکاک سیم‌ها به یکدیگر و با بدنه‌ی اتصال پیدا کرده، یا به‌طور کلی قطع شوند.

برای جلوگیری از تولید صدا و لرزش سیم‌ها و احتمال قطع شدن آن‌ها، بیشانی کلاف‌ها را یک پارچه می‌کنند، این عمل را مهار کردن کلاف‌ها می‌گویند. مهار کردن کلاف‌ها با روش‌های مختلفی انجام می‌شود. استفاده از مواد سخت‌کننده، پلی‌استر، شارلاک و نواریجی از جمله روش‌هایی هستند که بیشانی کلاف‌ها را یک پارچه می‌کنند.

قبل از هر اقدام برای یک پارچه کردن کلاف‌ها، ابتدا سر سیم‌های لاک‌ی را به سیم‌های افشان اتصال می‌دهند (شکل ۴-۱۱). علت این کار جلوگیری از بریده شدن سیم‌های لاک‌ی است، زیرا سیم‌های افشان از اعطاف بیشتری برخوردار و پوشش عایقی مناسب‌تری دارند. پس از آن که محل اتصال را با وارنیش مهار کردند سیم‌ها را از کوتاه‌ترین مسیر دور کلاف خوابانده و به ورودی نخه کلم هدایت می‌کنند (شکل ۴-۱۲).

پس از مرتب کردن سیم‌ها و هدایت سیم‌های افشان به جمع‌بندی اتصالات، با نخ ابرشمی یا نوار کتانی بیشانی کلاف‌ها را نواریجی کرده و آن‌ها را یک پارچه می‌کنند. نخ ابرشمی یا نوار کتانی باید به اندازه‌ی کافی استحکام داشته باشد تا در موقع کشیدن و گره زدن باره نشود. برای نخ‌بندی یک سر نخ را در قسمتی از استاتور محکم می‌کنند و سر دیگر را به کمک سوزن یا سیم‌های لاک‌ی دولا از بین کلاف‌های تک‌شمارها عبور می‌دهند (شکل ۴-۱۲). سپس نخ را محکم کشیده و گره می‌زنند و ضربه‌ای ملایم به محل عبور نخ می‌زنند تا در محل خود محکم شده و تسل



شکل ۴-۱۱- اتصال سیم‌های افشان به سیم‌های لاک‌ی



شکل ۴-۱۲- هدایت سیم‌های افشان به نخه کلم



شکل ۴-۱۳- آماده کردن نخ و سوزن

نشود (شکل ۱۴-۴).



شکل ۱۴-۴- گره زدن یک سر نخ

۴-۷- کار عملی (زمان: ۲ ساعت)

۴-۷-۱- هدف: نواریجی پیشانی کلاف‌ها (مهار کردن کلاف‌ها)

۴-۷-۲- نکات ایمنی: لباس کار مناسب، کفش ایمنی و دستکش محافظ بپوشید.

۴-۷-۳- وسایل و ابزار مورد نیاز

- استاتور با کلاف‌های آماده

- یک عدد سوزن

- نخ یا نوار کتانی به اندازه‌ی کافی

- سیم چین

- سیم لاکه‌ی شماره ۷/۰ به اندازه‌ی ۱۰ سانتی‌متر

- سیم شماره ۱ را از وسط تا کرده، بازوهای آن را به هم بچابانید و یک سوزن از آن بسازید و نخ را از آن عبور دهید.

- یک سر نخ را گره بزنید.

۴-۷-۴- مراحل کار

- سیم‌ها را مرتب کرده و از روی کلاف‌ها عبور دهید.

- نخ را به وسیله‌ی سوزنی که ساخته‌اید از تیارهای استاتور

عبور دهید و خروجی آن را از دو بازوی مورب طرف اول بگذرانید

تا نخ شل نشود (شکل ۱۵-۴).



شکل ۱۵-۴- عبور نخ از تیارها و گره خوردن آن



شکل ۱۶-۴- کشیدن نخ و زدن سرریز ملایم روی آن

- نخ را محکم بکشید تا کاملاً سفت شود، سپس با چکشی

پلاستیکی ضربه‌ای ملایم روی آن بزنید (شکل ۱۶-۴).

– نخ‌بندی را در هر دو استاتور ادامه دهید تا کامل شود  
(شکل ۴-۱۷).



شکل ۴-۱۷ – نمایش استاتور نخ‌بندی شده از دو سمت

– به جای نخ توار هم برای محکم کردن سیم‌ها استفاده  
می‌شود (شکل ۴-۱۸).



شکل ۴-۱۸ – توار بندی سیم‌های استاتور

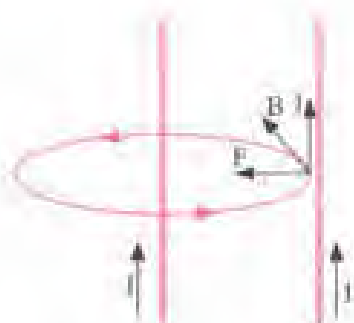
## آزمون پایانی (۴- ب)



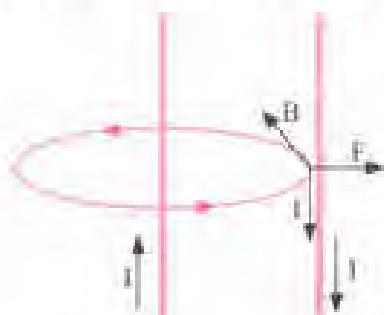
- ۱- چه لزومی دارد که پیشانی کلاف‌ها نواربجی با یک پارچه شود؟
  - ۲- چرا سر سیم‌های سیم‌بجی‌ها را مستقیماً به تخته کلم هدایت نمی‌کنند و آن‌ها را از طریق سیم‌های افشانی به تخته کلم اتصال می‌دهند؟
  - ۳- گره زدن نخ به نوار به هنگام عبور از یک شیار به شیار دیگر چه فایده‌ای دارد؟
  - ۴- اثر زدن ضربات ملایم بر پیشانی کلاف‌ها به هنگام عبور نوار از شیارها را شرح دهید.
  - ۵- کارهایی را که لازم است در سیم‌بجی استاتور قبل از شروع نواربجی انجام گیرد شرح دهید.
  - ۶- برای جلوگیری از ..... و ایجاد ..... پیشانی کلاف‌ها را نخ‌بندی می‌کنند.
  - ۷- در کلاف‌بندی پیشانی کلاف‌ها نوار کلاف باید ..... عبور کند.
- الف) یک در میان از شیارها  
ب) چند در میان از شیارها  
ج) از هم‌دی شیارها

## ج - توانایی شارلاک زدن و خشک کردن کلاف‌ها

### ۴-۸ - مقدمه



در سیم با جهت‌های جریان یکسان هم‌دیگر را می‌ربایند.



در سیم با جهت‌های جریان مخالف، هم‌دیگر را می‌رانند.

شکل ۱۹-۴-۱۹ در سیم جریان‌دار بر هم‌دیگر

سیم‌های حامل جریان الکتریکی که در کنار هم در داخل یک موتور قرار گرفته‌اند بر اساس جهت و مقدار جریانی که از آن‌ها عبور می‌کند درصدد جذب یا دفع یک‌دیگر برآمده و احتمال برخورد آن‌ها با یک‌دیگر یا با بدنه‌ی موتور به وجود می‌آید (شکل ۴-۱۹). از طرف دیگر ممکن است در موقع چا زدن سیم‌ها، لاک سیم‌ها از بین رفته یا ساییده شده و مقاومت عایقی آن‌ها کاهش یابد. برای تقویت مقاومت عایقی و همچنین یک‌پارچه کردن سیم‌ها، پس از نواربجی و آزمایش نهایی موتور، استاتور را شارلاک می‌زنند.

شارلاک از نوع لاک‌های معمولی یا پلی‌آمیدی (لاک هوایی خشک) است که در محلول تیزر به راحتی حل می‌شود و می‌توان با افزودن محلول تیزر به آن، غلظت آن را کاهش داد. غلظت شارلاک را باید آن چنان تهیه کرد که:

اولاً به راحتی در داخل سیم‌ها و سیارهای استاتور نفوذ کند.

ثانیاً پس از خشک شدن، یک لایه‌ی عایقی روی سیم‌ها تشکیل دهد.

### ۴-۹ - روش شارلاک‌زنی

برای شارلاک‌زنی، ابتدا دمایی استاتور را در گوره‌های حرارتی به  $120^{\circ}\text{C}$  می‌رسانند (شکل ۴-۲۰). سپس آن را در داخل وان شارلاک آماده قرار می‌دهند و استاتور را مدتی در ذرون شارلاک نگه می‌دارند تا شارلاک در بین سیم‌ها و سیارهای استاتور نفوذ کند (شکل ۴-۲۱). اگر وان شارلاک موجود نباشد استاتور را به‌طور عمودی بالای ظرفی تگه می‌دارند، سپس شارلاک را در هم‌دی قسمت‌ها، پشمایی کلاف‌ها و سیارهای استاتور می‌ریزند، کمی صبر نموده استاتور را وارونه کرده و در طرف دوم نیز شارلاک می‌ریزند.



شکل ۲۰-۴-۲۰ گرم کردن استاتور



شکل ۲۱-۴-۲۱ قرار دادن استاتور در محلول وان شارلاک

## ۴-۱- خشک کردن لاک استاتور

پس از آن که تمام قسمت‌های استاتور شمار لاک زده شد، استاتور را از داخل وان خارج کرده و روی ظرفی به‌طور عمودی قرار می‌دهیم تا اضافات شمار لاک به درون ظرف چکه کند (شکل ۴-۲۲). پس از این مرحله، قسمت‌های داخل استاتور و همین‌طور لبه‌های پوسته و قسمت‌های خارجی را با یک تکه پارچه‌ی آغشته به تینر پاک می‌کنیم تا روتور و درپوش‌های موتور به راحتی درجای خود قرار بگیرند.

پس از آن که استاتور را پاک کردیم آن را به‌طور عمودی در داخل کوره قرار می‌دهیم و چند ساعت در داخل کوره نگه می‌داریم تا لاک آن بخته شود. پس از آن که رنگ لاک کمی تغییر کرد و سیم‌ها خاصیت چسبندگی خود را از دست دادند استاتور را از داخل کوره بیرون می‌آوریم (دمای کوره ۶۰ الی ۸۰°C باشد).

اگر کوره‌ی بخت در اختیار نباشد عمل گرم کردن سیم‌ها یا عبور دادن جریان برق از درون سیم‌ها، توسط ترانسفورماتور یا اتوترانسفورهای قابل تنظیم، انجام می‌گردد. در این صورت باید دقت نمود که سیم‌ها پیش از اندازه گرم نشوند (شکل ۴-۲۳).

## ۴-۱۱- کار عملی (زمان: ۲ ساعت)

### ۴-۱۱-۱- هدف: خشک کردن کلاف‌های استاتور

### ۴-۱۱-۲- نکات ایمنی: لباس کار مناسب، کفشی

ایمنی و دستکش محافظ بپوشید، از روشن کردن شعله و ایجاد حرقه در محیط کار بپرهیزید و محیط کار را از وسایل غیرضروری خلوت کنید و از ورود گرد و خاک به محیط کار نیز جلوگیری نمایید.

### ۴-۱۱-۳- وسایل و ابزار مورد نیاز

- استاتور سه فاز تواریجی شده‌ی آماده

- شمار لاک آماده‌ی چهار لتری

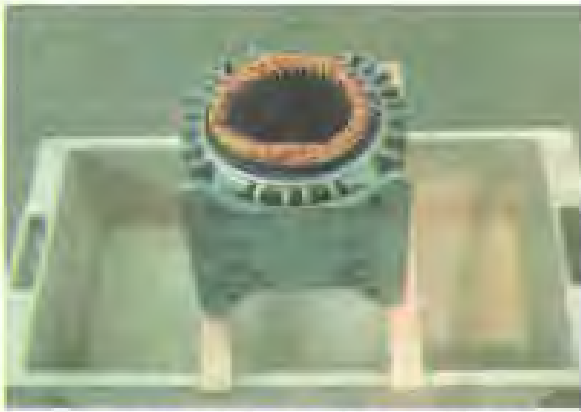
- آمپر متر

- وان

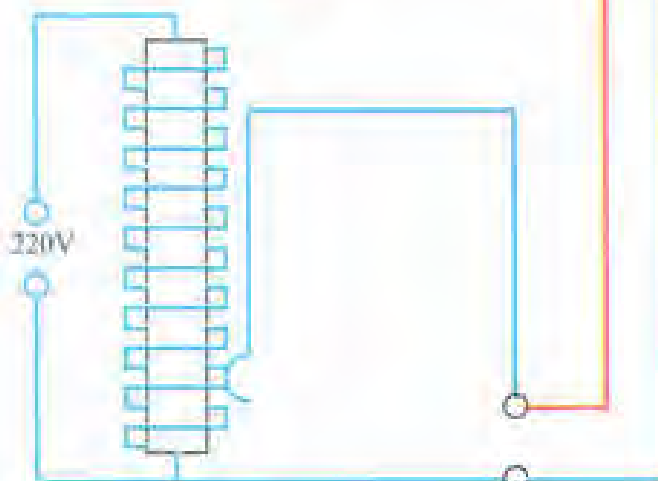
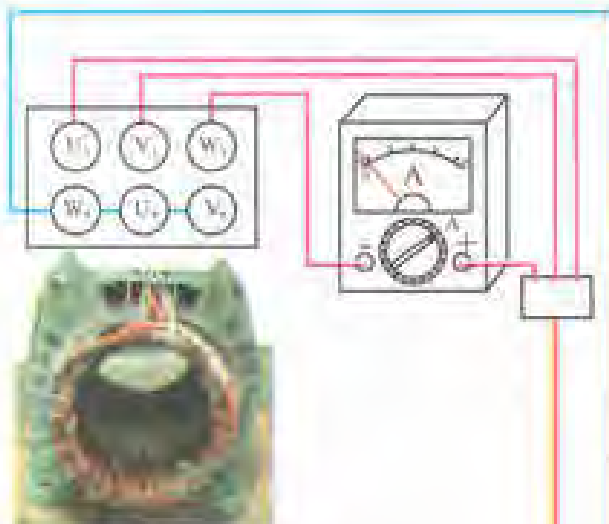
- دو عدد تسمه‌ی نگه‌دارنده‌ی موتور روی وان

- سیم چینی و انبردست

- سیم افشان ترمه ۱/۵ به حد کافی



شکل ۴-۲۲- خارج کردن اضافات شمار لاک از استاتور



شکل ۴-۲۳- گرم کردن سیم‌های استاتور به طریق‌دی عبور جریان از سیم‌ها به کمک اتوترانسفورماتور

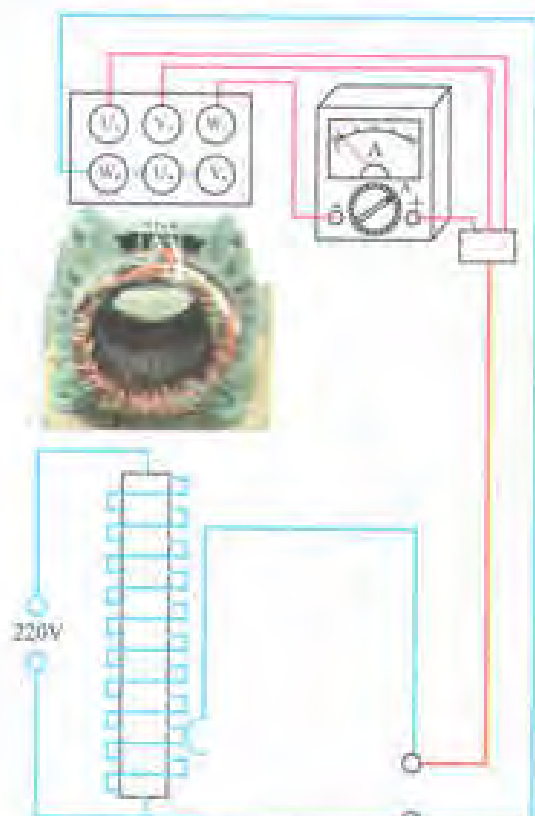




شکل ۲۲-۲- قرار دادن استاتور روی وان



شکل ۲۵-۴- ریختن شارلاک روی سیم‌ها



شکل ۲۶-۲- خشک کردن کلاف‌ها

- اتوترانسفورماتور ۲۲۰۷ - بک دستگاه

- قیف متوسط

۴-۱۱-۴- مراحل کار

- آمپر متر را در سری یکی از فازها قرار دهید.

- سیم‌های فازهای استاتور را اتصال موازی دهید.

- اتوترانسفورماتور را روی ولتاژ صفر تنظیم کنید.

- سیم‌های موازی شده‌ی فازهای استاتور را به ترمینال‌های

اتوترانسفورماتور اتصال دهید.

- ولتاژ اتوترانسفورماتور را چنان تنظیم کنید که تقریباً

نصف جریان نامی موتور از آمپر متر عبور کند (شکل ۲۳-۴).

- کمی صبر کنید که سیم‌های استاتور به اندازه‌ی کافی

گرم شوند.

- پس از گرم شدن سیم‌پیچ‌ها، استاتور را از مدار

ترانسفورماتور قطع کنید و آن را توسط تسمه‌ها، به‌طور عمودی

روی وان قرار دهید (شکل ۲۴-۴).

- شارلاک آماده را در قیف بریزید و به‌پیشانی کلاف‌ها و

تیمارهای استاتور هدایت کنید (شکل ۲۵-۴).

- استاتور را وارونه کنید و از طرف دوم شارلاک را به

پیشانی کلاف‌ها و تیمارهای استاتور هدایت کنید.

- کمی صبر کنید تا اضافات شارلاک به وان بریزد.

- با دستمال یا لیاق نخی آغشته به تیر لیه‌های استاتور و

سطح داخلی هسته را پاک کنید.

- استاتور را مجدداً به مدار ترانسفورماتور پیوسته تا خشک

شود (شکل ۲۶-۴).

## آزمون پایانی (۴-ج)



- ۱- دو سیم جریان دار بر هم دیگر چه اثری دارند؟
- ۲- در شارلاک زدن کلاف های استاتور، چه اهدافی مورد نظر است؟
- ۳- ماده ی شارلاک باید چه ویژگی هایی داشته باشد؟
- ۴- چرا استاتور را قبل از شارلاک زدن در کوره گرم می کنند؟
- ۵- دمای لازم برای شارلاک زدن سیم پیچ ها حدود چند درجه ی سنسیوس است؟
- ۶- چرا قبل از بختن شارلاک، استاتور را باید تمیز کرد؟
- ۷- عدم رعایت نکات ایمنی در کارگاه شارلاک زنی چه عواقب نامطلوبی دارد؟
- ۸- روش خشک کردن شارلاک را به طریق ترانسفورماتور شرح دهید.
- ۹- به نظر شما بخت شارلاک از طریق کوره نسبت به ترانسفورماتورها چه مزایایی دارد؟
- ۱۰- مراحل شارلاک زنی سیم پیچ استاتورها را شرح دهید.
- ۱۱- ماده ی شارلاک باید .....
- الف) ضمن یک پارچه کردن، یک لایه عایق روی سیم ها ایجاد کند.
- ب) سیم ها را یک پارچه کند.
- ج) یک لایه ی عایقی روی سیم ها تشکیل دهد.
- ۱۲- در خشک کردن سیم ها به روش ترانسفورماتور جریان تغذیه ی سیم ها باید..... جریان نامی موتور

باشد.

## واحد کار پنجم

### توانایی انتخاب سیم معادل (یک سیم به چند لا سیم و بالعکس)

#### هدف کلی

انتخاب و معادل گذاری و جای‌گزینی سیم‌ها

هدف‌های رفتاری: فراگیر، پس از پایان این واحد کار می‌تواند:

- ۱- قطر سیم را از طریق اندازه‌گیری یا میکرومتر تعیین کند.
- ۲- سطح مقطع سیم را از قطر اندازه‌گیری شده محاسبه کند.
- ۳- معادل یک سیم را از چند رشته سیم هم‌قطر تعیین کند.
- ۴- معادل یک سیم را از سیم‌های با قطرهای مختلف به دست آورد.
- ۵- معادل یک سیم مسی با سیم آلومینیوم و برعکس را تعیین کند.
- ۶- لزوم معادل‌گذاری سیم‌ها را شرح دهد.

#### ساعات آموزش

نظری	عملی	جمع
۲	۱	۵

## پیش آزمون (۵)

- ۱- مقاومت سیمی نسی به طول ۱۱۲ متر و سطح مقطع ۲ میلی متر مربع چند اهم است؟  
الف)  $1/25$  (ب)  $0/5$  (ج) ۱ (د) ۲
- ۲- مقاومت سیمی آلومینیومی به طول ۱۷۵ متر و سطح مقطع  $2/5$  میلی متر مربع چند اهم است؟  
الف)  $0/5$  (ب) ۱ (ج) ۲ (د)  $2/5$
- ۳- قطر سیمی به سطح مقطع  $\pi$  میلی متر مربع چند میلی متر است؟  
الف) ۲ (ب)  $\sqrt{\pi}$  (ج)  $\sqrt{2}$  (د)  $\pi$
- ۴- برای عبور دادن مقدار معینی جریان الکتریکی، از دو رشته سیم به قطر  $1/5$  میلی متر استفاده شده است. اگر قرار باشد به جای این دو رشته فقط از یک رشته سیم استفاده شود قطر آن رشته چند میلی متر خواهد بود؟  
الف) ۳ (ب)  $1/56\pi$  (ج)  $2/5$  (د)  $\sqrt{4/5}$

## توانایی انتخاب سیم معادل (یک سیم به چندلا سیم و بالعکس)

### ۱-۵-۱ مقدمه

سطح مقطع سیم‌هایی که در سیم‌بجی الکتروموتورها به کار می‌روند بر اساس جریان نامی موتورها تعیین می‌شود. جریان نامی موتورها به توان الکتریکی موتورها بستگی دارد. بنابراین با افزایش توان الکتروموتورها، سطح مقطع و قطر سیم‌های مورد نیاز افزایش می‌یابد. هر قدر قطر سیم‌ها ضخیم‌تر شود جاگذاری آن‌ها در داخل تسمه‌های استاتور و فریبندی آن‌ها، مشکل‌تر خواهد بود. در صنعت موتوربجی این مشکل را با معادل‌گذاری سیم‌های مقطع پایین به جای سیم‌های مقطع بالا تا حدودی برطرف می‌کنند. آن‌چه که در تعیین معادل سیم‌ها بااستی موردنظر قرار گیرد آن است که:

۱- مجموع سطح مقطع سیم‌های معادل شده برابر سطح مقطع سیم اصلی باشد.

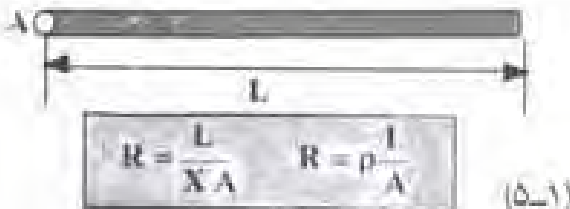
۲- تعداد دور سیم‌ها ثابت است و نباید تغییر کند.

با رعایت دو اصل فوق، مقاومت اهمی و سلفی سیم‌بجی که مشخصه‌های اصلی آن است ثابت می‌ماند و در مجموع مشخصه‌های موتور بدون تغییر باقی می‌مانند.

در درس مبانی الکتریسته یاد گرفته‌ایم که مقاومت اهمی سیم‌ها با طول و مقاومت ویژه آن نسبت مستقیم و با سطح مقطع آن نسبت عکس دارد (رابطه‌ی ۱-۵).

مثال ۱:

الف - سطح مقطع سیم مسی به قطر یک میلی‌متر را بدست آورید.



$\rho$ ، مقاومت ویژه‌ی هادی است و واحد آن  $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$

می‌باشد. مقاومت ویژه‌ی مس  $\rho_{\text{Cu}} = \frac{1}{56} \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$  و

آلمینیوم  $\rho_{\text{Al}} = \frac{1}{35} \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$  می‌باشد. X قابلیت هدایت ویژه

است که عکس  $\rho$  می‌باشد یعنی قابلیت هدایت مس ۵۶ و آلومینیوم ۳۵ متر بر اهم میلی‌متر مربع است.

$$\rho_{\text{Cu}} = \frac{1}{56} \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}}$$

حل الف:



$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \times (1\text{mm}^2)}{4} = \frac{3.14}{4} \text{mm}^2$$

ب- سطح مقطع چهار رشته سیم مسی به قطر  $0.5$  میلی متر را که با هم به طور موازی وصل شده اند به دست آورید.

حل ب:

$$\rho = \frac{1 \Omega - \text{mm}^2}{56 \text{ m}}$$

$$A_{r1} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \times (0.5 \text{ mm})^2}{4}$$

$$A_{r1} = \frac{3.14 \times 0.25}{4}$$

$$A_r = 4A_{r1} = 4 \times \frac{3.14 \times 0.25}{4}$$

$$A_r = 3.14 \text{ mm}^2$$

ج- از مقایسه دو محاسبه چه نتیجه ای حاصل می شود؟

حل ج: با مقایسه دو محاسبه می به دست آمده، ملاحظه می شود که مقاومت اهمی هر دو حالت یکی است، پس می توان به جای یک سیم به قطر  $1$  میلی متر، چهار رشته سیم به قطر  $0.5$  میلی متر (در طول های برابر) جایگزین نمود.

۲-۵- تعیین معادل یک سیم از سیم های هم قطر و هم جنس

سیم به قطر  $D$  در اختیار داریم. می خواهیم تعداد رشته های سیمی به قطر  $d$  را تعیین کنیم که معادل سیم به قطر  $D$  باشد.

در معادل کردن سیم ها باید مجموع سطح مقطع های سیم های  $d$  ( $A'$ ) برابر سطح مقطع سیم  $D$  ( $A$ ) باشد.

$$A = nA'$$

$$\frac{\pi D^2}{4} = n \frac{\pi d^2}{4}$$

$$D^2 = nd^2$$

$n$  تعداد رشته های سیم با مقطع  $d$  می باشد.

$$d = \frac{D}{\sqrt{n}} \quad (5-2)$$

مثال ۲: چند رشته سیم مسی به قطر  $0.5$  میلی متر معادل سیم به قطر  $1$  میلی متر می شود.

حل:

$$\sqrt{n} = \frac{D}{d} = \frac{1 \text{ mm}}{0.5 \text{ mm}} = 2$$

$$n = 4$$

۳-۵- تعیین معادل یک سیم از سیم های با قطر متفاوت ولی هم جنس

در تعیین معادل های یک سیم از سیم های با مقاطع مختلف.

باز هم باید مجموع مقاطع سیم‌ها برابر با سطح مقطع سیم مورد نظر باشد.

به عبارت دیگر داریم:

$$A = A_1 + A_2 + \dots + A_n$$

$$\frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi d_1^2}{4} + \frac{\pi d_2^2}{4} + \dots + \frac{\pi d_n^2}{4} \quad \text{یا:}$$

با ساده کردن این رابطه خواهیم داشت:

$$D = \sqrt{d_1^2 + d_2^2 + \dots + d_n^2} \quad (5-3)$$

مثال ۱: چه سیمی را با سیم  $0.6 \text{ mm}$  موازی کنیم تا

معادل سیمی به قطر  $1 \text{ mm}$  شود؟

$$D = 1 \text{ mm}$$

$$d_1 = 0.6 \text{ mm}$$

$$d_2 = ?$$

$$D = \sqrt{d_1^2 + d_2^2}$$

$$1 = \sqrt{0.6^2 + d_2^2} \Rightarrow 1^2 = 0.6^2 + d_2^2$$

$$d_2^2 = 1 - 0.36 = 0.64$$

$$d_2 = 0.8$$

$$D = 1.1 \text{ mm}$$

$$D = \sqrt{d_1^2 + d_2^2 + \dots + d_n^2}$$

$$1/2 = \sqrt{0.8^2 + 0.8^2 + n(0.4)^2}$$

$$1/2 = \sqrt{1.28 + 0.16n}$$

$$1/4 = 1.28 + 0.16n$$

$$-0.16n = -0.16$$

$$n = 1$$

حل:

حل:

مثال ۲: دو رشته سیم به قطر  $0.8 \text{ mm}$  مسی را با چند

رشته سیم مسی  $0.4 \text{ mm}$  موازی کنیم تا معادل سیم  $1/2 \text{ mm}$

شود؟

#### ۴-۵- تعیین معادل مسی سیم آلومینیومی و برعکس:

در تعیین معادل‌های سیم مسی با آلومینیومی و برعکس:

خاطر نشان می‌سازیم که تعداد دور سیم‌ها در کلاف‌ها ثابت است.

بنابراین طول آن‌ها یکی است ولی جنس و مقطع آن‌ها تغییر می‌کند

و در مجموع مقاومت اهمی سیم‌های معادل شوند باید برابر باشند.

می‌توان نوشت:

$$R_{Al} = R_{Cu}$$

$$\rho_{Al} \frac{L_{Al}}{A_{Al}} = \rho_{Cu} \frac{L_{Cu}}{A_{Cu}}$$

$$A_{Cu} = \frac{\rho_{Cu} \times A_{Al}}{\rho_{Al}}$$

$$\rho_{Al} = \frac{1}{35} \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \quad \rho_{Cu} = \frac{1}{56} \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}}$$

$$\frac{\pi D}{4} = \frac{1}{56} \times \frac{\pi D_{Al}^2}{4} \Rightarrow D_{Cu} = \sqrt{\frac{35}{56}} D_{Al}$$

$$D_{Cu} = 0.78 D_{Al} \quad (5-4)$$

$$D_{Al} = 1/265 D_{Cu} \quad (5-5)$$

مثال: سیم مسی معادل سیم آلومینیومی به قطر ۱/۵ mm را به دست آورید.

$$D_{Al} = ۱/۵ \text{ mm}$$

حل:

$$D_{Cu} = ?$$

$$D_{Cu} = ۰/۷۹ D_{Al}$$

$$D_{Cu} = ۰/۷۹ \times ۱/۵ = ۱/۰۶ \text{ mm}$$

جدول ۱-۵

سیم مس	قطر mm	سطح مقطع mm <sup>2</sup>	مقاومت اهمی ۱۱۲ m
۰/۴۰			
۰/۵۰			
۰/۶۰			$R_1 =$
۰/۸۰			$R_2 =$
۱			$R_3 =$
۱/۲			

$$Pr_0 = \frac{۱ \text{ } \Omega \cdot \text{mm}^2}{SF \cdot \text{m}}$$

۵-۵ کار عملی (زمان ۱ ساعت)

۱-۵-۵ هدف: تعیین معادل سیم‌ها

۲-۵-۵ وسایل و ابزار مورد نیاز

- میکرومتر یک عدد

- کاغذ به اندازه‌ی کافی

- خط‌کش

- مداد

- پاک‌کن

- مدادتراش

- سیم لاک‌ی به قطرهای ۱/۰۰/۴۰، ۰/۵۰، ۰/۶۰، ۰/۸۰، ۱/۰۰

و ۱/۲ میلی‌متر

۳-۵-۵ مراحل کار

- با خط‌کش مطابق جدول ۱-۵ روی صفحه کاغذ رسم

کنید.

- با میکرومتر قطر سیم‌ها را اندازه بگیرید و اندازه‌ها را

در جدول قرار دهید.

- بقیه‌ی جدول را از طریق محاسبات کامل کنید.

- مجموع  $R_1 + R_2$  را به دست آورید.

- مجموع  $R_1 + R_2$  را با  $R_3$  مقایسه کنید.

- نتیجه‌ی مقایسه را در گزارش کارتان شرح دهید و علت

تفاوت‌ها را بیان کنید.



## آزمون پایانی (۵)



- ۱- بررسی کنید مقاومت ویژه ی هادی ها چه نقشی در تعیین معادل سیم ها دارد؟
- ۲- درباره ی مشخصات سیم های آلومینیومی و مسی تحقیق و آن ها را از نظر هدایت الکتریکی و استحکام مکانیکی باهم مقایسه کنید.
- ۳- در معادل گذاری سیم ها کدام کمیت نباید تغییر کند؟ علت را بیان کنید.
- ۴- مقاومت اهمی سیم ها به چه عواملی بستگی دارد؟
- ۵- چند رشته سیم مسی  $0.70 \text{ mm}$  معادل سیم  $1 \text{ mm}$  می شود؟
- ۶- چند رشته سیم  $0.50 \text{ mm}$  را یا سیم  $0.80 \text{ mm}$  و  $0.70 \text{ mm}$  موازی کنیم تا معادل سیم  $1.50 \text{ mm}$  بشود؟
- ۷- معادل سیم مسی  $0.80 \text{ mm}$  چه سیم آلومینیومی است؟
- ۸- یک سیم آلومینیومی  $1/65 \text{ mm}$  را با چند سیم مسی  $0/45 \text{ mm}$  می توان معادل نمود؟

## واحد کار ششم

الف- توانایی آزمایش سیم پیچ الکترو موتورهای سه فاز و تک فاز

ب- توانایی راه اندازی الکترو موتورهای سه فاز و تک فاز یک طبقه‌ی یک سرعته توسط کلیدهای دستی

### هدف کلی

راه اندازی الکترو موتورهای سه فاز و تک فاز

هدف‌های رفتاری: فراگیر، پس از پایان این واحد کار می‌تواند:

- ۱- سیم‌ها را بدگمتک اهم‌تر پیدا کرده و بر اساس موقعیت آن‌ها در جمع‌بندی اتصال وصل کند.
- ۲- مقاومت اهمی سیم پیچ‌ها را با اهم‌تر اندازه بگیرد.
- ۳- با دورستج دور یک موتور را در یک دقیقه اندازه بگیرد.
- ۴- جریان‌های فازی را با آمپر متر اندازه گیری کند.
- ۵- قاب هادی الکتریکی بسازد و صحت تشکیل حوزی دوار در سیم پیچ‌های استاتور را تعیین کند.
- ۶- سیم اصلی و استارت موتورهای تک فاز را با اهم‌تر مشخص کند.
- ۷- ترمینال‌های ورودی و خروجی کلیدها را تعیین و مدار الکتریکی آن‌ها را وصل کند.
- ۸- مدار راه اندازی کلیدهای سه فاز ساده را رسم کند.
- ۹- موتورهای الکتریکی سه فاز را با کلیدهای سه فاز راه اندازی کند.
- ۱۰- مدار الکتریکی کلید دستی سه فاز ستاره مثلث را رسم کرده و راه اندازی کند.
- ۱۱- مدار الکتریکی کلید دستی سه فاز جیب گرد و راست گرد را رسم کرده و راه اندازی کند.
- ۱۲- موتورهای تک فاز را با کلیدهای دستی راه اندازی کند.

### ساعات آموزشی

نظری	عملی	جمع
۳	۲۵	۲۸

## پیش آزمون (۶)

۱- یک موتور سه فاز با اتصال مثلث در شبکه‌ی سه فاز کار می‌کند. اگر وضعیت کاری آن را به اتصال ستاره تغییر دهیم جریان و توان مصرفی موتور چند برابر می‌شود؟

- الف) جریان یک سوم - توان سه برابر  
ب) جریان سه برابر - توان یک سوم  
ج) جریان نه برابر - توان سه برابر  
د) جریان یک سوم - توان یک سوم

۲- از راه‌اندازی موتور به صورت ستاره و مثلث بیشتر چه هدفی دنبال می‌شود؟

- الف) کاهش جریان راه‌اندازی  
ب) دسترسی به توان بیشتر  
ج) کاهش تلفات موتور  
د) کاهش تعداد دور موتور

۳- روی پلاک الکتریکی موتور  $\Delta/220V$  نوشته شده است گزینه‌ی صحیح در مورد کار آن کدام است؟

- الف) در شبکه‌ی برق ایران این موتور فقط با اتصال مثلث توان نامی خواهد داشت.  
ب) در شبکه‌ی برق ایران این موتور فقط با اتصال ستاره توان نامی خواهد داشت.  
ج) راه‌اندازی این موتور ستاره و کار نامی آن مثلث می‌باشد.  
د) این موتور در شبکه‌ی برق ایران قابل راه‌اندازی نیست.

۴- برای تغییر جهت گردش موتورهای سه فاز می‌توان محل اتصال ..... را تعویض کرد.

- الف) V و U  
ب) W و U  
ج) W و V  
د) V و U یا U و W یا W و U یا W و V

۵- برای تغییر جهت گردش الکتریکی موتورهای تک فاز باید اتصال ..... را تعویض کرد.

- الف) V و U  
ب) Z و W  
ج) V و U علاوه بر Z و W  
د) V و U یا Z و W

۶- کدام نوع از کلیدهای دستی در مدارات قابل برنامه‌ریزی کاربرد دارد؟

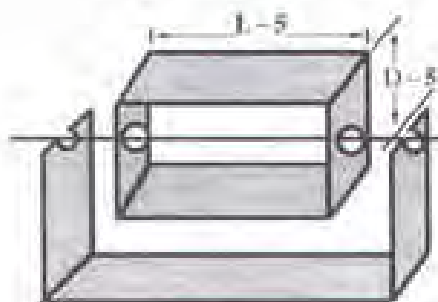
- الف) اهرمی  
ب) زیانه‌ای  
ج) غلطکی  
د) مینیاتوری

## الف - توانایی آزمایش سیم بیج الکتروموتورهای سه فاز و تک فاز

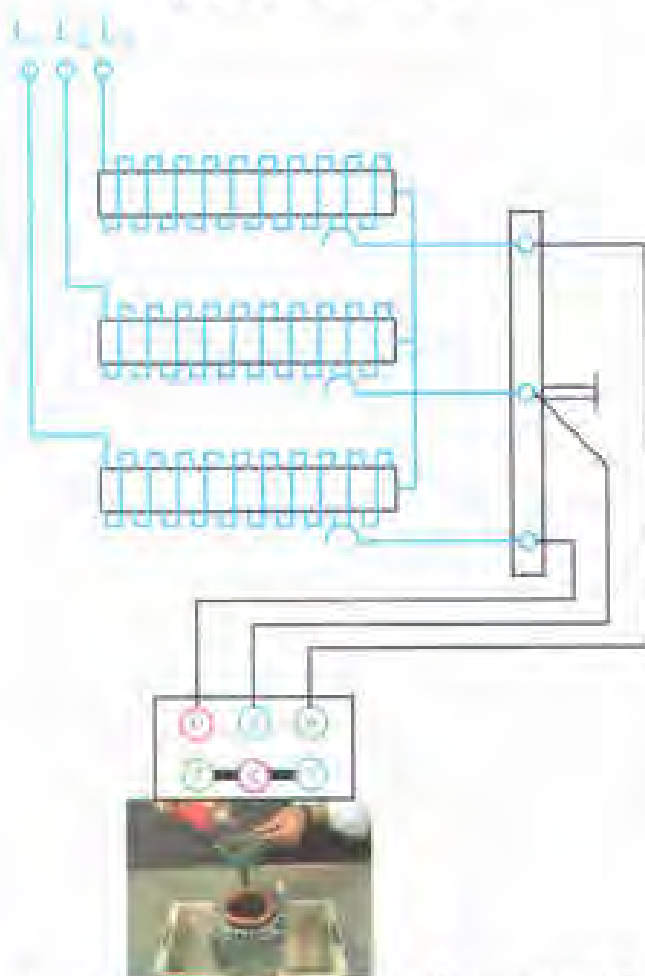


شکل ۱-۶- قطب‌نما

۱. طول و ۲ قطر استاتور به میلی‌متر



شکل ۲-۶- قاب هادی الکتریکی



شکل ۳-۶- طرز قرار گرفتن قاب هادی الکتریکی در داخل استاتور ۹۷  
به منظور تشخیص سرپندی صحیح

### ۱-۶- کلیات

یاز بیجی سیم بیج‌های الکتروموتورها وقتی کامل و صحیح است که:

- حوزه‌ی دوار، یا متوسط شار مغناطیسی یکسان، در سراسر هسته‌ی استاتور برقرار شود.

- جریان فازها برابر باشند و بی‌باری کمتر از جریان نامی باشد.

- دور موتور برابر دور نامی موتور باشد و بی‌باری بیشتر

از دور نامی و کمتر از دور سنکرون باشد.

برای اطمینان از صحت سرپندی کلاف‌ها، از قطب‌نما

(شکل ۱-۶) یا یک قاب هادی الکتریکی (شکل ۲-۶) استفاده

می‌شود. بدین منظور قطب‌نما یا قاب را در داخل استاتور قرار

می‌دهند و سیم‌های استاتور را با اتوترانسفورماتور سه فاز تغذیه

می‌کنند تا ولتاژ زیاد باعث صدمه دیدن سیم‌ها نشود. با افزایش

ولتاژ اتوترانسفورماتور اگر عقربه‌ی قطب‌نما یا قاب شروع به گردش

کند حوزه‌ی دوار مغناطیسی در سطح استاتور تشکیل شده و

سرپندی کلاف‌ها به‌طور صحیح بسته شده‌اند (شکل ۳-۶). لازم

به توضیح است که با افزایش ولتاژ خروجی اتوترانسفورماتور

سرعت گردش قاب یا عقربه‌ی مغناطیسی نیز بیشتر می‌شود. در

این آزمایش مناسب است یک آمپر متر در مدار یکی از فازهای

سیم بیجی استاتور قرار دهیم و به هنگام افزایش ولتاژ خروجی

اتوترانسفورماتور مراقب عبور جریان از سیم بیج‌ها باشیم که بیش

از جریان نامی نباشد.

قاب را می‌توان از یک شمشه‌ی آلومینیومی تهیه کرد و

مطابق شکل ۱-۶ از محور عبور داد. طول و عرض قاب را

۲ الی ۵ میلی‌متر کمتر از طول و عرض استاتور در نظر می‌گیرند و

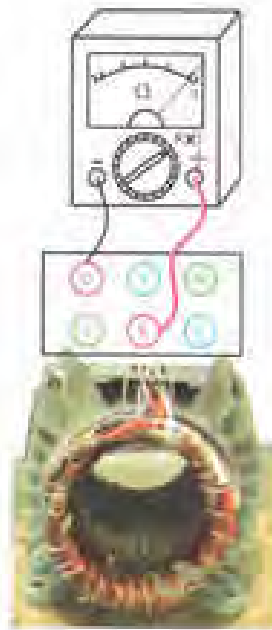
دو لبه‌ی آن را به هم لحیم می‌کنند.

آزمایش بر روی موتورهای سیم بیجی شده معمولاً یک‌بار

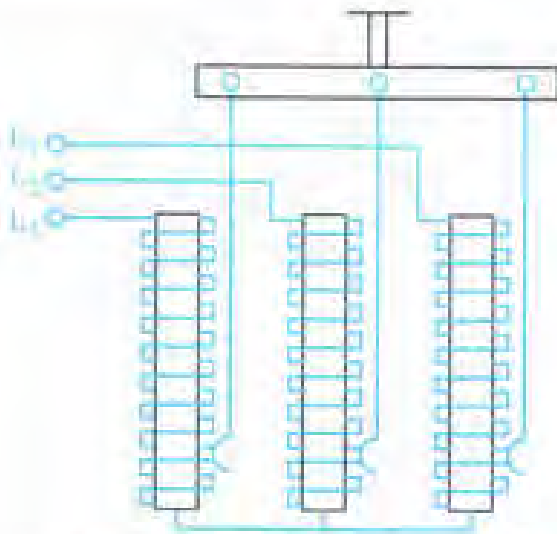
قبل از شارلاک‌زنی انجام می‌گیرد تا در صورت وجود عیب

توان آن را رفع کرد. بار دوم پس از شارلاک‌زنی آزمایش‌ها

مجدداً انجام می‌شود تا از صحت کار اطمینان حاصل شود.



شکل ۲-۶- آزمایش ارتباط کلاف‌های هر فاز و تعیین مقاومت اهمی هر فاز



شکل ۵-۶- تنظیم اتوترانسفورماتور روی ولتاژ صفر



شکل ۶-۶- اتصال انتهای سه فاز به هم‌بگر

## ۲-۶- کار عملی (زمان: ۲ ساعت)

۱-۲-۶- هدف: آزمایش سیم‌پیچ‌های موتورهای سه‌فاز و تک‌فاز

۲-۲-۶- نکات ایمنی: لباس کار مناسب، کفش ایمنی و دستکش محافظ بپوشید.

۳-۲-۶- وسایل و ابزار موردنیاز  
- استاتور سه‌فاز تواریجی تدهی آماده و استاتور موتور تک‌فاز

- قطب‌نما یا قاب هادی
- دورسنج
- میز آزمایشی مجهز به کلید قطع و وصل
- سه عدد آمپرسنج
- یک دستگاه اهم‌تر
- جعبه ابزار کامل

۴-۲-۶- اتوترانسفورماتور سه‌فاز ۲۲۰-۰ ولت یک دستگاه  
- مراحل کار برای استاتور سه‌فاز:

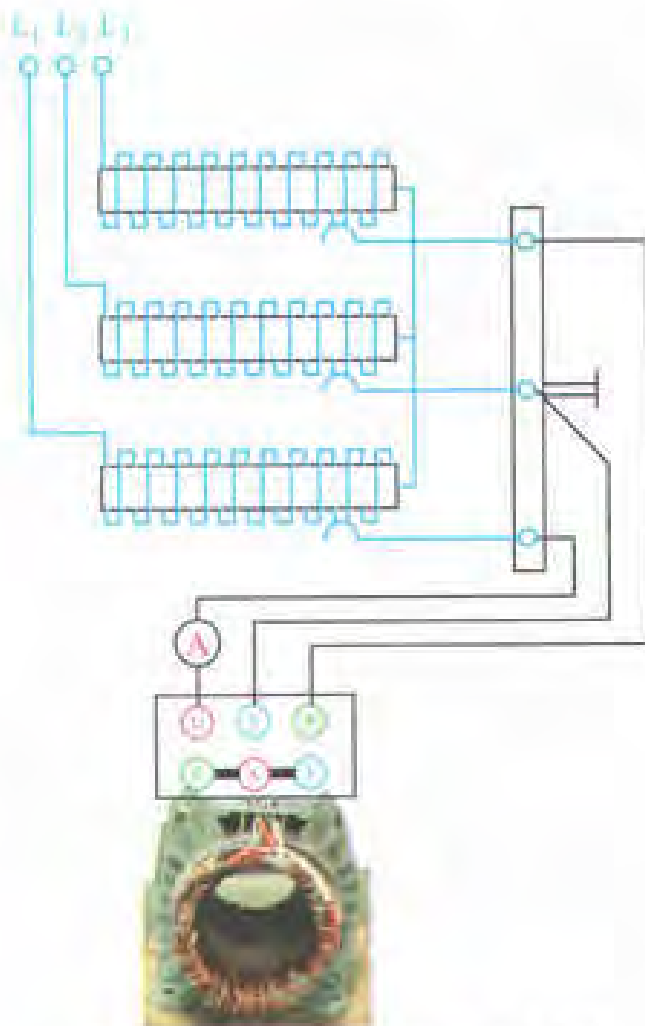
- با اهم‌تر امکان اتصال هر دسته سیم‌پیچ را با بدنه بررسی کنید.

- با اهم‌تر سر کلاف‌های هر فاز موتور سه‌فاز را پیدا کرده و مقاومت اهمی هر سه فاز را به دست آورید (شکل ۴-۶).  
در صورت مساوی بودن مقاومت اهمی فازها مراحل بعدی را ادامه بدهید.

- ولتاژ اتوترانسفورماتور را روی صفر تنظیم کنید (شکل ۵-۶).

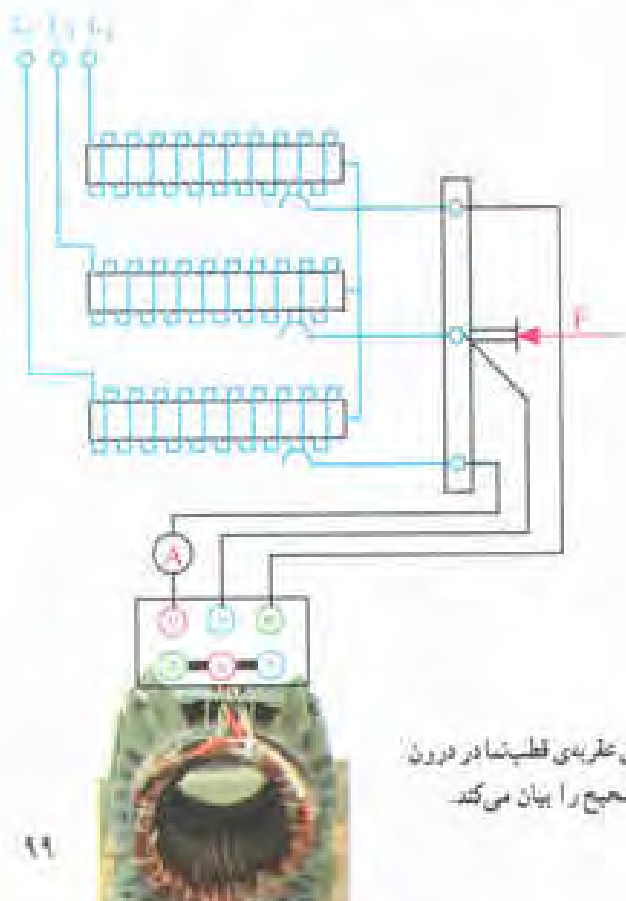
- سرسیم‌های X, Y, Z خروجی استاتور را به هم اتصال دهید (شکل ۶-۶).

سرسیم های U, V, W را به ترمینال های خروجی اتوترانسفورماتور دهید (شکل ۶-۷).



شکل ۶-۷- اتصال ترانسفورماتور به ورودی فازهای موتور

- قطب نما یا قاب هادی الکتریکی را در داخل استاتور قرار داده و به تدریج ولتاژ خروجی اتوترانسفورماتور را افزایش دهید؛ در صورت گردش قاب یا قطب نما، حوزه ی دوار در سطح استاتور تشکیل شده و سریشی کلاف ها صحیح می باشند. در افزایش ولتاژ خروجی اتوترانسفورماتور دقت کنید تا جریان بیش از جریان نامی عبور نکند (شکل ۶-۸).



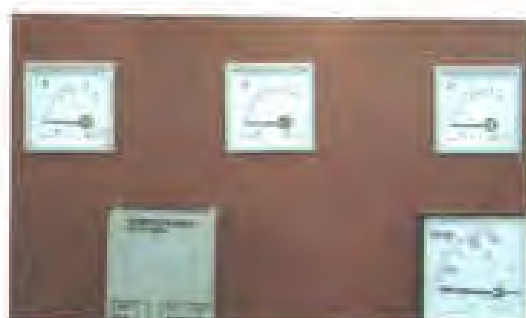
شکل ۶-۸- گردش عقربه ی قطب نما در درون استاتور سریشی صحیح را بیان می کند.



شکل ۹-۶- اتصال موتور به تابلوی برق



شکل ۱۰-۶- کلید O-I



شکل ۱۱-۶- آمپر مترهای اندازه گیری جریان فازها



الف- نخروی در دست گرفتن دورسنج

- در صورت مشاهده‌ی خطا در هر مرحله بایستی سیم‌بجی انجام شده مورد تجدیدنظر قرار گرفته و اصلاح لازم در جهت رفع عیوب انجام گیرد.

پس از اطمینان از صحت سیم‌بجی :

- موتور را کاملاً جمع کنید و دقت کنید علامت‌هایی که با سیم‌های نشان روی قطعات گذاشته‌اید در جمع کردن قطعات هم‌خوانی لازم را داشته باشند.

- موتور را در گیره‌ی میز کار محکم کنید (شکل ۹-۶)

- ترمینال‌های موتور را به تابلوی برق هدایت کنید.

- از وجود هر سه فاز در تابلوی برق اطمینان حاصل

کنید.

- کلید O-I را وصل کنید (شکل ۱۰-۶).

- اگر موتور بدون سروصدا راه‌اندازی نبود و آمپر مترها

مقادیری یکسان و کمتر از جریان نامی را نشان دهند سیم‌بجی

استاتور به‌طور صحیح انجام شده است (شکل ۱۱-۶).

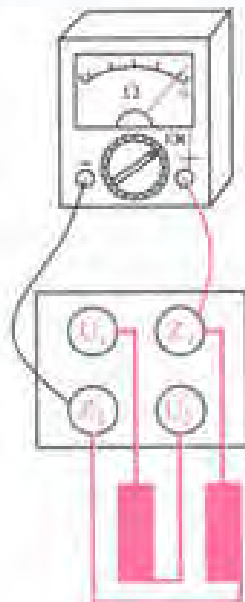
- یا دورسنج دور موتور را اندازه بگیرید. اگر مقدار دور

به دست آمده کمی بیش از دور نامی باشد قطب‌بندی و سیم‌بجی

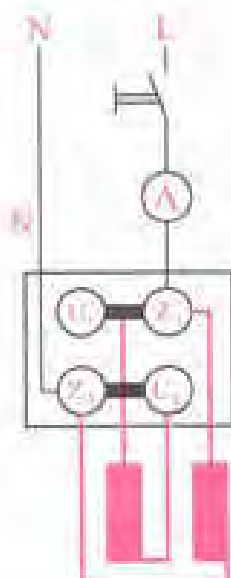
صحیح می‌باشد (شکل ۱۲-۶).



ب- نحوه‌ی خواندن دورسنج  
شکل ۱۲-۶- اندازه‌گیری دور موتور



شکل ۱۳-۶- آزمایش قطعی یا اتصال بدنه به کمک اهم‌تر



شکل ۱۴-۶- اتصال موتور تک‌فاز به شبکه

۵-۲-۶- مراحل کار برای استاتور تک‌فاز:  
- استاتور سیم‌بچی شده‌ی یک موتور تک‌فاز را در اختیار بگیرید.

- به کمک اهم‌تر مطمئن شوید که سیم‌بجی‌ها قطع نبوده و اتصال به یکدیگر و یا به بدنه ندارند (شکل ۱۳-۶).

- به کمک اوتو ترانسفورماتور به سیم‌بجی‌ها ولتاژ کم اعمال کنید و با قطب‌نما وجود میدان دوار را بررسی کنید.

- پس از اطمینان از صحت سیم‌بجی، موتور را کاملاً با دقت لازم جمع کنید.

- با اتصال موتور به شبکه (شکل ۱۴-۶) جریان و دور آن را اندازه بگیرید و با توجه به صدای آن از صحت سیم‌بجی اطمینان حاصل کنید.



## آزمون پایانی (۶- الف)



- ۱- چرا قاب هادی الکتریکی با قطب‌نما در درون استاتور سه فاز با سریندی سالم به گردش درمی آید؟
- ۲- چرا در اندازه‌گیری جریان یک الکتروموتور بازیجی شده، جریان‌هایی که آمپرترها نشان می‌دهند، در صورت سالم بودن سیم‌پیچی، باید کمتر از جریان نامی باشند؟
- ۳- در اندازه‌گیری دور یک الکتروموتور بازیجی شده، چرا دوری که دورسنج نشان می‌دهد، در صورت سالم بودن سیم‌پیچی، باید کمی بیشتر از دور نامی باشد؟
- ۴- روش تشخیص سریندی سالم یک استاتور بازیجی شده را با قطب‌نما و قاب هادی توضیح دهید.
- ۵- چگونه با استفاده از اهم‌تر و آزمایش می‌توان سر و ته فازهای یک الکتروموتور سه فاز را تعیین نمود؟
- ۶- در آزمایش مشخص نمودن تشکیل حوزه‌ی دوار چرا از اتوترانسفورماتور استفاده می‌شود؟
- ۷- اگر در آزمایش یک الکتروموتور جریان‌هایی که آمپرها نشان می‌دهند با هم برابر نباشد چه مواردی در سیم‌پیچی استاتور رعایت شده است؟
- ۸- در آزمایش صحت سیم‌بندی الکتروموتورها یا عقربه‌ی مغناطیسی یا القایش ولتاژ سرعت گرفتن عقربه ..... می‌شود و در ولتاژ نامی موتور به ..... صدمه می‌رسد.

الف) زیادتر - عقربه‌ی مغناطیسی  
ب) کم‌تر - سیم‌پیچ‌ها  
ج) زیادتر - سیم‌پیچ‌ها  
د) کمتر - عقربه‌ی مغناطیسی

## ب- توانایی راه اندازی الکتروموتورهای سه فاز و تک فاز یک طبقه‌ی یک سرعته توسط کلیدهای دستی

### ۶-۳- مقدمه

در صنعت که از موتورهای الکتریکی فراوان استفاده می‌شود، در موارد زیادی اتصال موتورها به شبکه توسط کلیدهای دستی انجام می‌شود. این کلیدها در انواع و اندازه‌های مختلف ساخته می‌شوند و دارای ساختمان‌های متنوعی نیز می‌باشند. اما متداول‌ترین آن‌ها کلیدهای گردان هستند (شکل ۶-۱۵) که برای جریان نامی ۱۶، ۲۵، ۳۲، ۴۰ و ... آمپر موجودند. هم‌چنین برای اتصال موتورها به شبکه به صورت ساده، چپ‌گرد، راست‌گرد، ستاره، مثلث و ... ساخته می‌شوند.



شکل ۶-۱۵- کلید گردان

### ۶-۴- کلیدهای ساده‌ی دستی

۶-۴-۱- کلیدهای ساده‌ی دستی سه فاز: کلید سه فاز ساده دارای ۶ کنتاکت است که سه تای آن به سه فاز شبکه و سه کنتاکت دیگر به سه سرسیم پیچ‌های موتور وصل می‌شوند (شکل ۶-۱۶). برای نمایش مدارهای کلیدها از استاندارد IEC استفاده خواهیم کرد. به کلید ساده، کلید صفر (O) یک (I) نیز گفته می‌شود. شمای قتی و شمای مداری این کلید در شکل ۶-۱۶ نشان داده شده است. علامت X در حالت I نشان می‌دهد که کنتاکت‌های ۱ به ۲-۳ و ۴ به ۵ و ۶ اتصال الکتریکی پیدا می‌کنند. گاهی به جای صفر و یک کلمات OFF و ON نیز روی کلید درج می‌شود.

شمای مداری

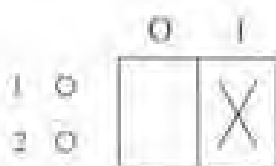
	O	I
1 O		X
2 O		X
3 O		X
4 O		X
5 O		X
6 O		X

شمای قتی

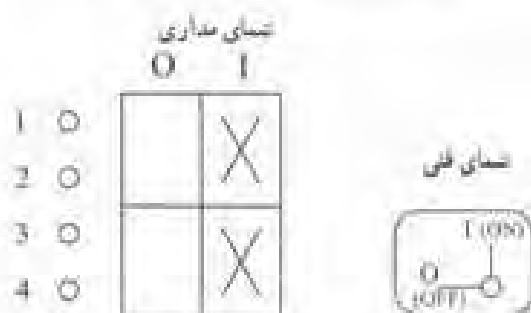


شکل ۶-۱۶- کلید سه فاز ساده‌ی دستی

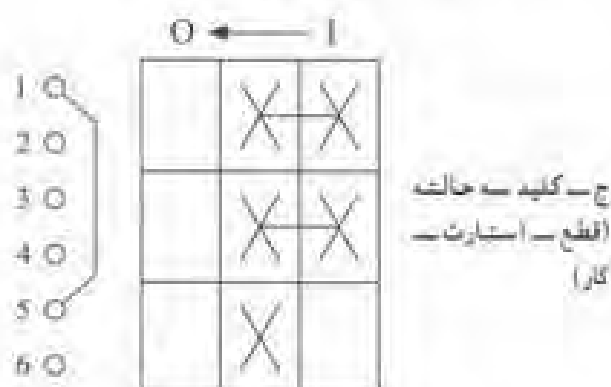
۲-۴-۶- کلیدهای ساده‌ی دستی تک‌فاز: این کلیدها از نظر ظاهری شبیه کلیدهای سه فاز هستند. ولی تفاوت آن‌ها در تعداد طبقات و کنتاکت‌های آن‌ها می‌باشد. از کلیدهای یک طبقه (شکل ۶-۱۷ الف) برای قطع و وصل فاز و از کلیدهای دو طبقه (شکل ۶-۱۷ ب) برای قطع و وصل فاز و نول استفاده می‌شود. در موتورهای تک‌فازی که فاقد کلید گریز از مرکز یا رله برای خارج کردن سیم بیج راه‌انداز از مدار می‌باشند از کلیدهای تک‌فاز دو مرحله‌ای (شکل ۶-۱۷ ج) استفاده می‌شود که در مرحله‌ی اول (استارت) هر دو سیم بیج موتور در مدار قرار می‌گیرند و در مرحله‌ی دوم (کار) فقط سیم بیج اصلی در مدار می‌ماند.



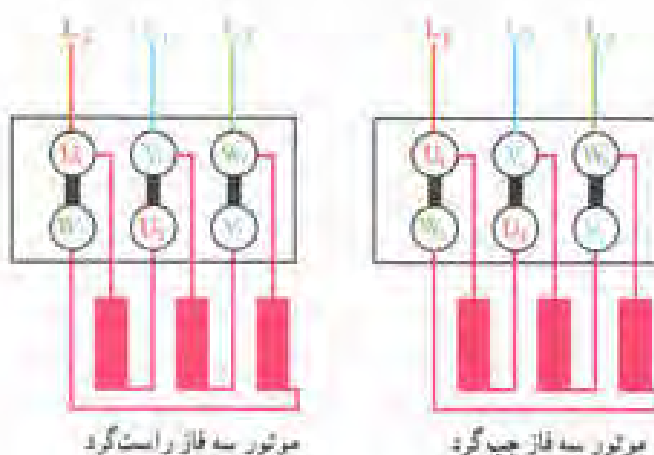
الف - کلید یک طبقه برای قطع و وصل فاز



ب - کلید دو طبقه برای قطع و وصل فاز و نول



شکل ۶-۱۷ - انواع کلیدهای دستی تک‌فاز

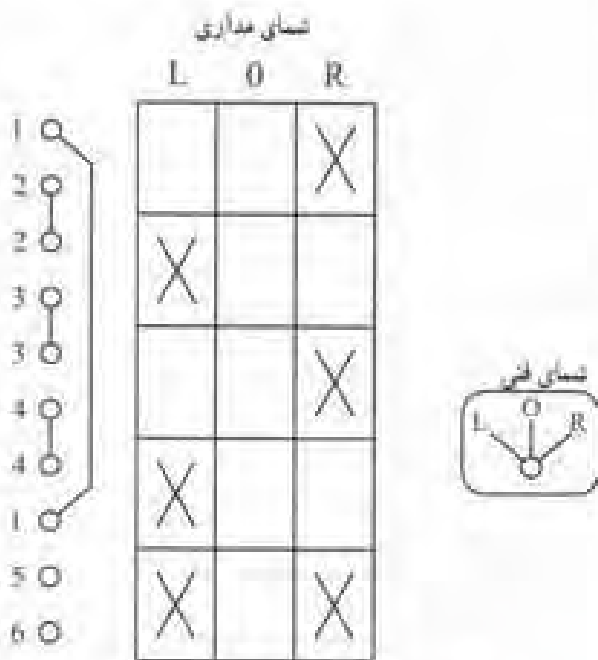


شکل ۶-۱۸

## ۵-۶- کلیدهای چپ‌گرد - راست‌گرد دستی

۱-۵-۶- کلیدهای چپ‌گرد - راست‌گرد دستی سه‌فاز: برای تعریف جهت گردش موتورهای سه فاز کافی است تا اتصال دو فاز شبکه را روی ترمینال‌های ورودی موتور ( $U_1$ ،  $V_1$  یا  $W_1$ ) با هم عوض کنیم (شکل ۶-۱۸). بدین منظور کلیدهایی ساخته شده‌اند که به کلید چپ‌گرد - راست‌گرد معروف‌اند. توسط این کلید در حالت راست‌گرد سه فاز  $I_1$ ،  $I_2$  و  $I_3$  شبکه به ترتیب به ترمینال‌های  $U_1$ ،  $V_1$  و  $W_1$  موتور

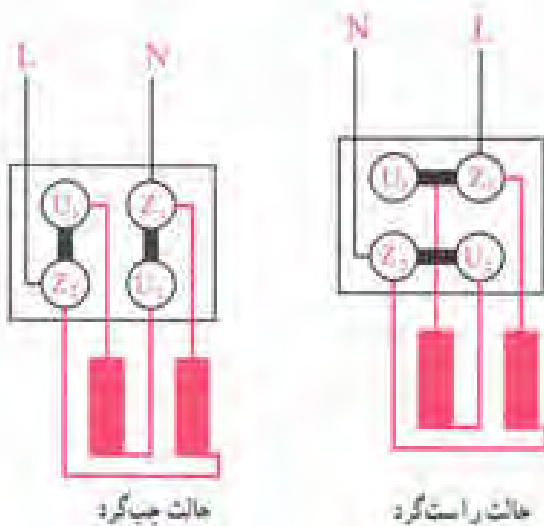
وصل می‌شوند ولی در حالت چپ‌گرد فاز  $V_1$  به  $V_2$  و فاز  $V_2$  به  $V_1$  وصل می‌شود. شکل ۶-۱۹ شمای مدار وصل این کلید را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۱۹- کلید چپ‌گرد - راست‌گرد سه فاز

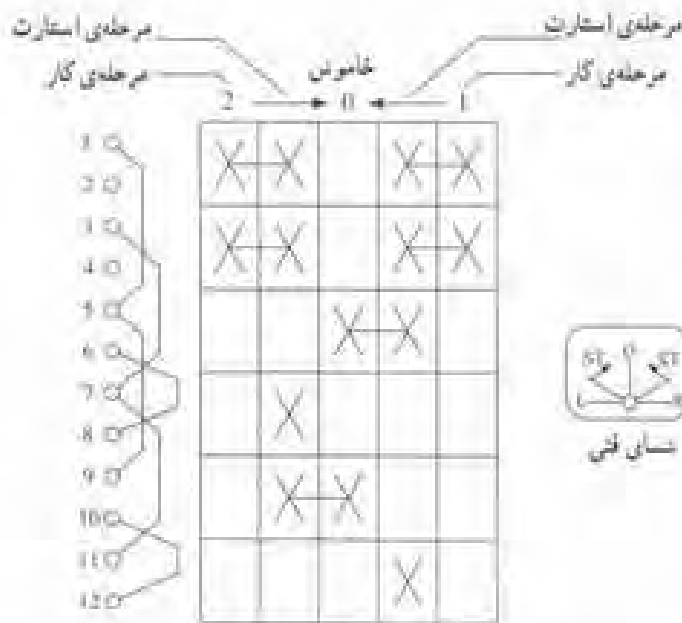
#### ۲-۵-۶- کلیدهای چپ‌گرد - راست‌گرد دستی

تک‌فاز: در موتورهای تک‌فاز برای تغییر جهت گردش فقط بایستی اتصال دو سر یکی از سیم‌پیچ‌های اصلی و یا استارت به‌تنبیکه جا به جا شود (شکل ۶-۲۰). برای رسیدن به این هدف از کلیدهای تک‌فاز چپ‌گرد - راست‌گرد استفاده می‌شود. معمولاً این کلیدها برای هر حالت چپ‌گرد یا راست‌گرد دو مرحله‌ی کاری دارند یکی مرحله‌ی استارت که هر دو سیم پیچ در مدارند و دوم حالت دائم کار که سیم پیچ استارت از مدار خارج است.



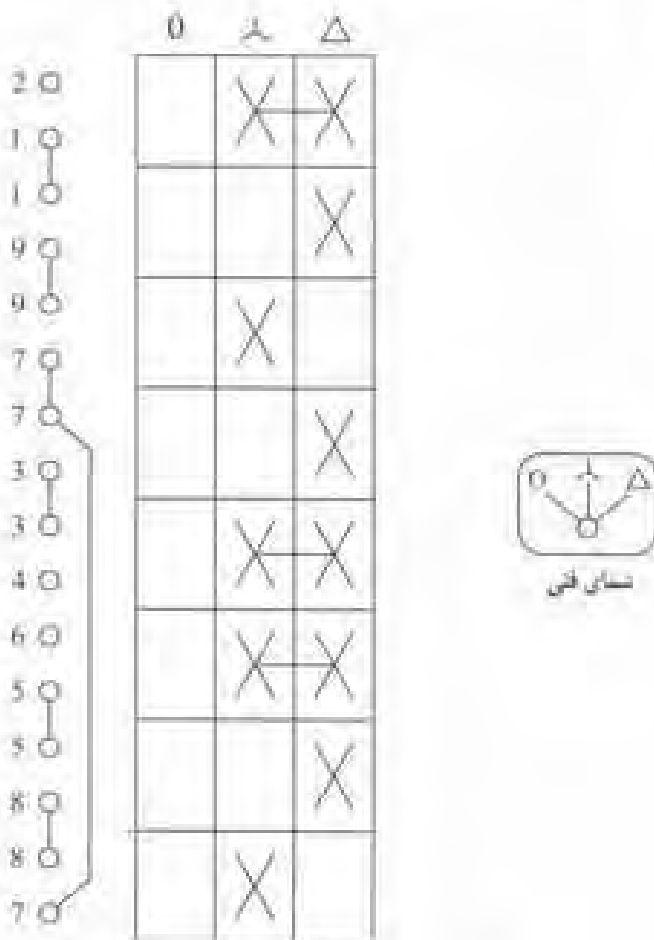
شکل ۶-۲۰- اتصال سیم‌پیچ‌های موتور تک‌فاز

شکل ۲۱-۶: شمای فنی و مدار کلید چپ گرد - راست گرد تک فاز را نشان می دهد. توسط این کلید محل اتصال دو سیم بیج استارث در زمان شروع به کار به صورت چپ گرد، تست به حالت راست گرد عوض می شود.



شمای مداری

شکل ۲۱-۶: کلید چپ گرد - راست گرد تک فاز



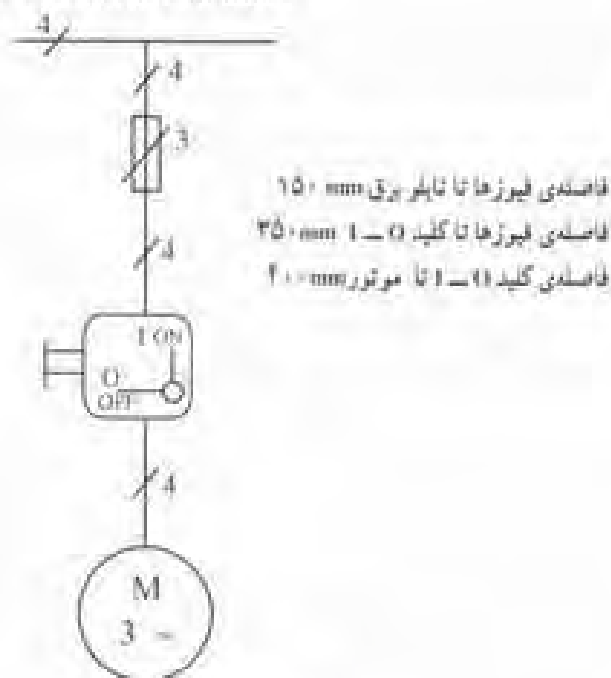
شمای مداری

شکل ۲۲-۶: کلید ستاره مثلث دستی

### ۶-۶- کلید ستاره مثلث (O - λ - Δ) دستی

موتورهای توان بالا که در شبکه‌ی سه فاز به صورت مثلث کار می کنند به هنگام راه اندازی جریان خطی زیادی از شبکه دریافت می کنند و این جریان که از داخل سیم بیج ها عبور می کند به سیم ها صدمه می رساند. از طرف دیگر وسایل حفاظتی از قبیل فیوزها و رله ها در اثر جریان راه اندازی خسارت دیده و به وظایف خود عمل نمی کنند، حتی احتمال دارد بسوزند و از بین بروند. برای جلوگیری از صدمات جریان راه اندازی، ابتدا موتور را با اتصال ستاره راه اندازی می کنند. جریان راه اندازی در حالت ستاره، یک سوم جریان راه اندازی اتصال مثلث می باشد. سپس اتصال سیم بیج های موتور را به مثلث تبدیل می کنند. راه اندازی موتور ها به صورت ستاره مثلث توسط کلید انجام می شود. شکل ۲۲-۶: شمای فنی و مدار کلید ستاره مثلث را نشان می دهد. ارتباط کنتاکت ها در هر حالت اتصال مورد نظر را فراهم می کند.

3~/N-50Hz 380/220V



شکل ۶-۲۳

فاصله فیوزها تا تابلو برق ۱۵۰ mm  
فاصله فیوزها تا کلید ۱-۰ ۳۵۰ mm  
فاصله کلید ۱-۰ تا موتور ۱۰۰ mm

### ۶-۷-۱ کار عملی شماره ۱ (زمان: ۴ ساعت)

۶-۷-۱-۱ هدف: راه اندازی موتور سه فاز با کلید دستی ۱-۰

۶-۷-۱-۲ نکات ایمنی: لباس کار مناسب، کفش ایمنی و دستکش محافظ بپوشید. فیوزهای تابلوی کارتان را قطع کنید. با فاز یا وسایل اندازه گیری از بودن برق پس از فیوزها اطمینان حاصل کنید.

### ۶-۷-۲ وسایل و ابزار مورد نیاز

- موتور سه فاز یک دستگاه
- کلید ۱-۰ یک عدد
- فیوز با ۲/۵ برای جریان نامی موتور سه عدد
- تابلوی کار
- اهم متر یک دستگاه
- فازمتر
- آچار تخت
- سیم چین
- انبردست

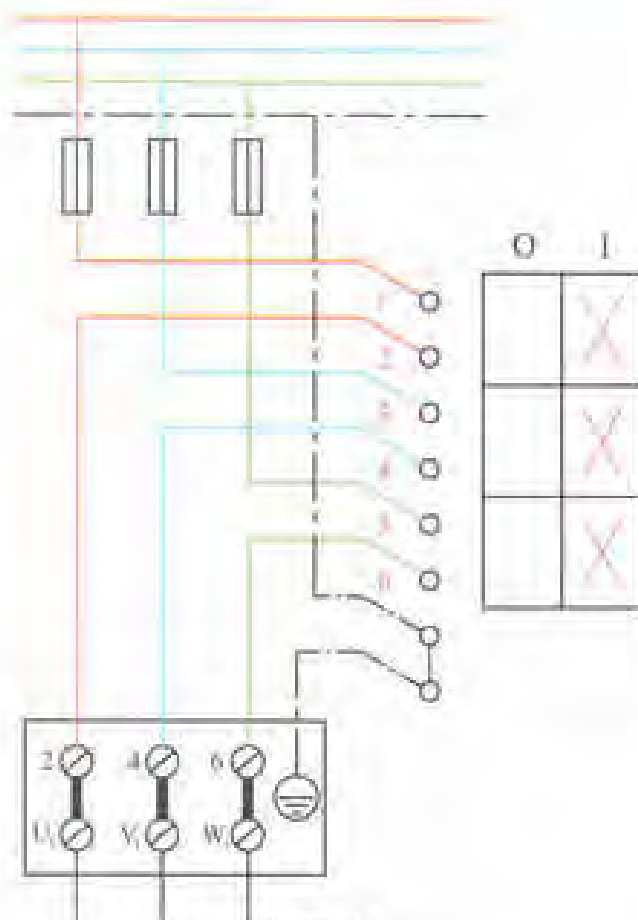
- سیم لخت کن

- بیج گونتی دو سو و چهار سو

- سیم نمره ۱/۵ یا ۲/۵ در چهار رنگ به مقدار کافی

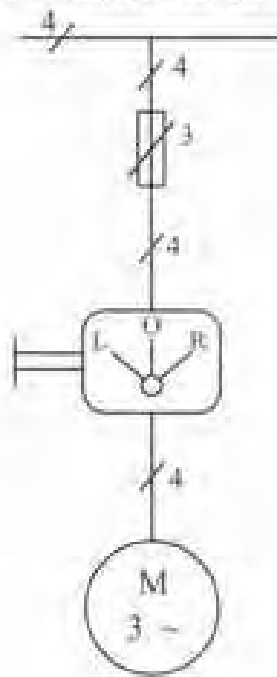
### ۶-۷-۳ مراحل کار

- شمای فنی شکل ۶-۲۳ را در نظر بگیرید.
- با توجه به مقادیر داده شده محل فیوزها و کلید را مشخص کرده و آنها را نصب کنید.
- اتصالات مربوطه را با توجه به شکل ۶-۲۳ با توجه به رنگ سیمها برقرار کنید.
- اتصالات را یک بار دیگر پس از تکمیل بررسی مجدد کنید و پس از اطمینان از صحت مدار، فیوزها را وصل کنید.
- با اتصال کلید موتور را راه اندازی کنید.

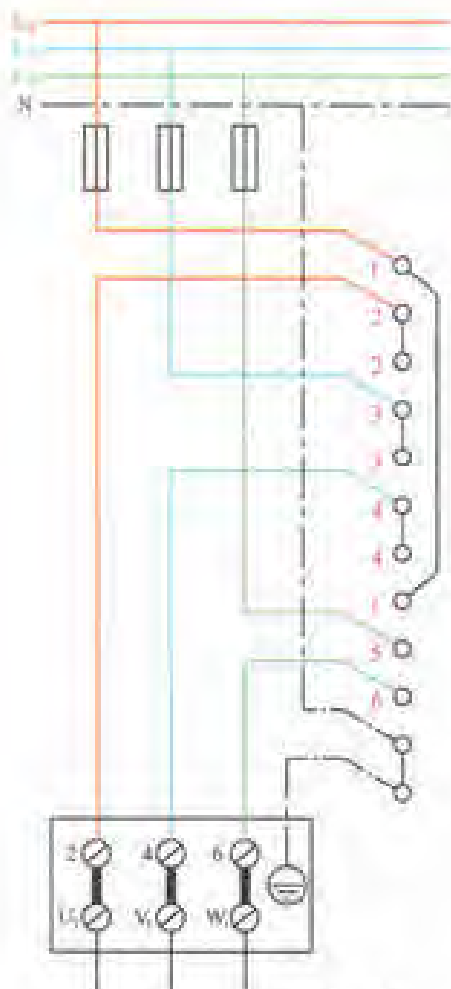


شکل ۶-۲۴

3~N-50Hz 380/220V



شکل ۲۵-۶



شکل ۲۶-۶

۶-۸- کار عملی شماره ۲ (زمان: ۴ ساعت)

۶-۸-۱ هدف: موتور سه فاز با کلید دستی چپ‌گرد و راست‌گرد

۶-۸-۲ وسایل و ابزار مورد نیاز

- موتور سه فاز یک دستگاه

- کلید چپ‌گرد و راست‌گرد از هر کدام یک عدد

- فیوز با ۲/۵ برابر جریان نامی موتور، سه عدد

- تابلوی کار

- اهم‌متر یک دستگاه

- فاز متر

- آچار تخت

- سیم چین

- انبردست

- سیم لخت‌کن

- بیج گواشی دو سو و چهار سو

- سیم نمره ۱/۵ یا ۲/۵ در چهار رنگ به مقدار کافی

۶-۸-۳ مراحل کار

- شمای فنی شکل ۲۵-۶ را در نظر بگیرید.

- محل فیوزها و کلید را مشخص کرده و آن‌ها را نصب

کنید.

- اتصالات مربوط را با توجه به شکل ۲۶-۶ و رنگ

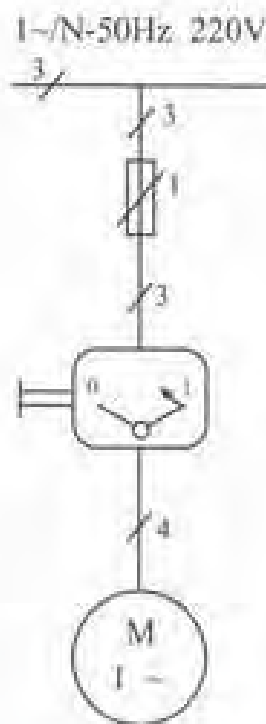
سیم‌ها برقرار کنید.

- اتصالات را یک بار دیگر پس از تکمیل سیم‌کشی بررسی

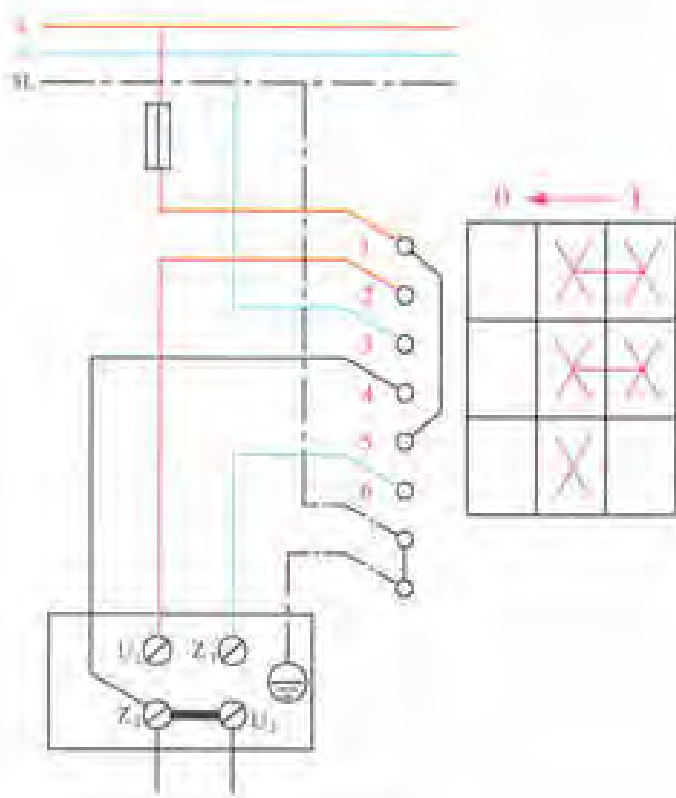
مجدد کنید و پس از اطمینان از صحت مدار فیوزها را وصل کنید.

- با اتصال کلید موتور را راه‌اندازی کنید.

	L	V	W
1			X
2	X		
3			X
4	X		
5	X		X



شکل ۶-۲۷



شکل ۶-۲۸

### ۶-۹- کار عملی شماره ۳ (زمان: ۲ ساعت)

۶-۹-۱- هدف: راه اندازی موتور تک فاز با کلید دستی

زبانهای

۶-۹-۲- وسایل و ابزار مورد نیاز

- موتور تک فاز یک دستگاه
- کلید تک فاز یک عدد
- فیوز با ۲/۵ برابر جریان نامی موتور، یک عدد
- نابلوی کار
- اهم متر یک دستگاه
- فاز متر
- آچار تخت
- میم چین
- انبردست
- سیم لخت کن

- پیچ گوشتی دو سو و چهارسو

- سیم نمره ۱/۵ یا ۲/۵ در دو رنگ به مقدار کافی

۶-۹-۳- مراحل کار

- شمای فنی شکل ۶-۲۷ را در نظر بگیرید.

- محل فیوزها و کلید را مشخص کرده و آن‌ها را نصب

کنید.

- اتصالات مربوط را با توجه به شکل ۶-۲۸ و رنگ

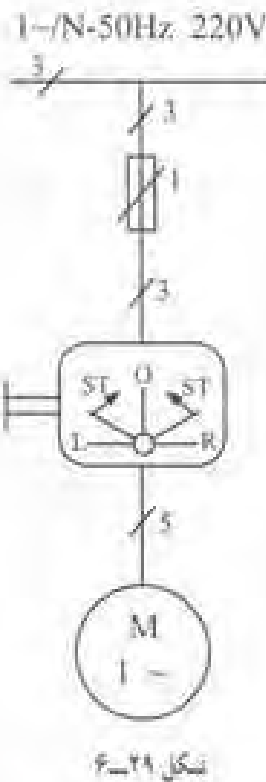
سیم‌ها برقرار کنید.

- اتصالات را تک بار دیگر پس از تکمیل سیم کشی بررسی

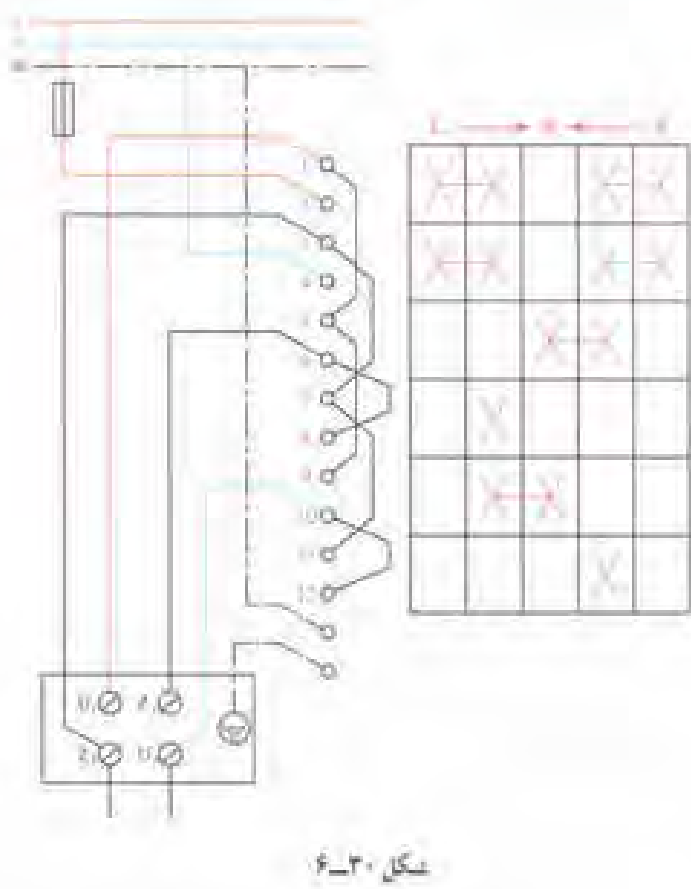
مجدد کنید. پس از اطمینان از صحت مدار فیوز را وصل کنید.

- با اتصال کلید موتور را راه اندازی کنید.



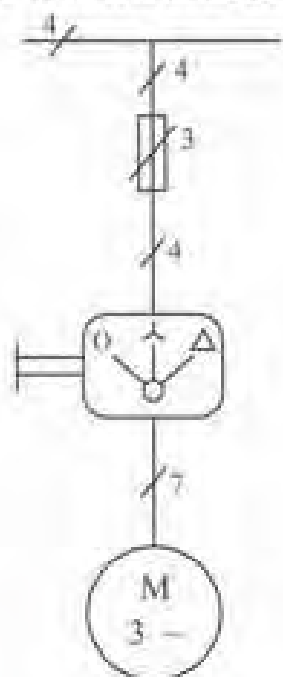


- ۱-۶-۱ کار عملی شماره‌ی ۴ (زمان: ۴ ساعت)
- ۱-۶-۱-۱ هدف: راه‌اندازی جیب‌گرد و راست‌گرد موتور تک‌فاز با کلید دستی زیاده‌ای
- ۱-۶-۱-۲ وسایل و ابزار مورد نیاز
  - موتور تک‌فاز یک دستگاه
  - کلید جیب‌گرد و راست‌گرد تک‌فاز یک عدد
  - فیوز با ۲/۵ برای جریان نامی موتور، یک عدد
  - تابلو کار
  - اهم‌متر یک دستگاه
  - فاز متر
  - آچار تخت
  - سیم چینی
  - انبردست
  - سیم لغخت‌کن

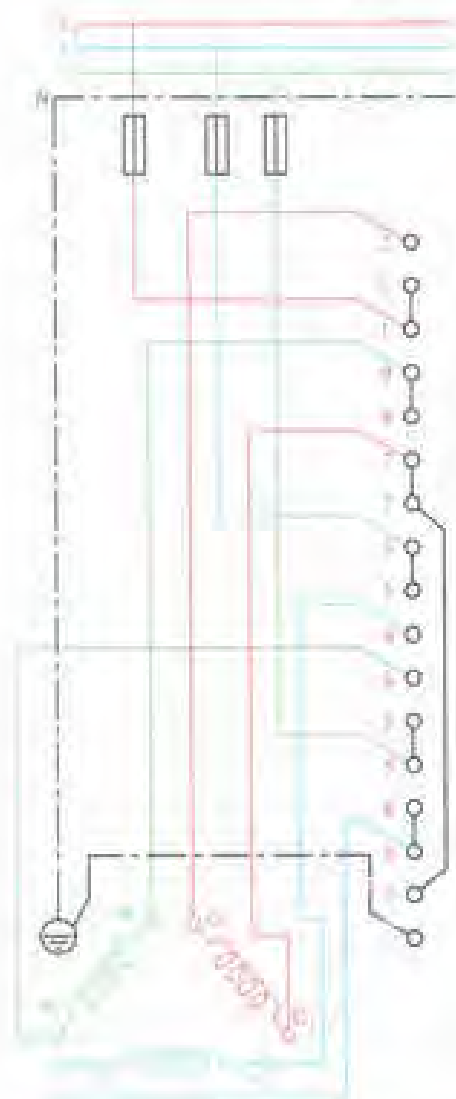


- بیج‌گوشتی دو سو و چهار سو
- سیم نمره ۱/۵ یا ۲/۵ در دو رنگ به مقدار کافی
- ۱-۶-۱-۳ مراحل کار
  - شمای فنی شکل ۲۹-۶ را در نظر بگیرید.
  - محل فیوزها و کلید را مشخص کرده و آنها را نصب کنید.
  - اتصالات مربوط را با توجه به شکل ۳۰-۶ و رنگ سیم‌ها برقرار کنید.
  - اتصالات را یک بار دیگر پس از تکمیل سیم‌کشی بررسی مجدد کنید و پس از اطمینان از صحت مدار فیوز را وصل کنید.
  - با اتصال کلید موتور را راه‌اندازی کنید.

3-N-50Hz 380/220V



شکل ۶-۳۱



شکل ۶-۳۲

۱۱-۶- کار عملی شماره ۵ (زمان: ۶ ساعت)

۱-۱۱-۶- هدف: راه اندازی ستاره مثلث موتور سه فاز

با کلید دستی

۲-۱۱-۶- وسایل و ابزار مورد نیاز

- موتور سه فاز یک دستگاه

- کلید ستاره مثلث یک عدد

- فیوز با ۲/۵ برابر جریان نامی موتور، سه عدد

- تابلو کار

- اهم متر یک دستگاه

- فاز متر

- آچار تخت

- پیچ چینی

- انبردست

- سیم لخت کهن

- بیج گونشی دو سو و چهار سو

- سیم نمره ۱/۵ یا ۲/۵ در چهار رنگ به مقدار کافی

۳-۱۱-۶- مراحل کار

- شمای فنی شکل ۶-۳۱ را در نظر بگیرید.

- محل فیوزها و کلید را مشخص کرده و آن‌ها را نصب

کنید.

- اتصالات مربوطه را با توجه به شکل ۶-۳۲ و رنگ

سیم‌ها برقرار کنید.

- اتصالات را یک بار دیگر پس از تکمیل سیم‌کشی بررسی

مجدد کنید و پس از اطمینان از صحت مدار فیوزها را وصل

کنید.

- با اتصال کلید موتور را راه اندازی کنید.

۱	X	X
		X
X		
		X
X	X	
X	X	
		X
X		

## آزمون پایانی (۶-ب)

۱- انواع کلیدهای دستی و نام ببرید.

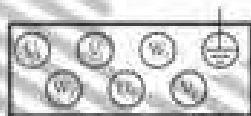
۲- ارتباط سیم‌ها را برای اهداف خواسته شده در شکل‌های ۶-۲۳ و ۶-۲۴ برقرار کنید.



	L	O	R
1 ○			
2 ○			
2 ○			
3 ○			
3 ○			
4 ○			
4 ○			
1 ○			
5 ○			
6 ○			
○			
○			



شکل ۶-۲۳- را با اندازه‌ی جداگردد و راست‌گردد می‌تواند های سه فاز

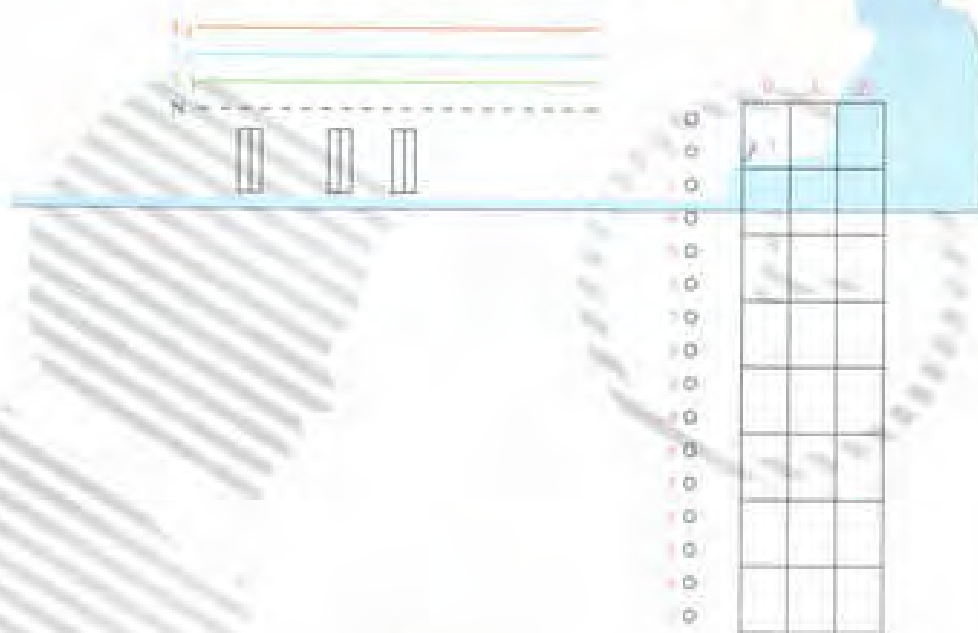


شکل ۴۴-۶- کلید دسترسی ۱ تا ۶

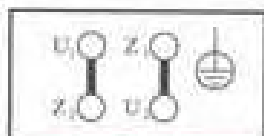
۳- چرا موتورهای سه فاز را شماره و مثلث را نامگذاری می کنند؟

۴- تحقیق کنید که اگر جای دو فاز را در اتصال یک موتور سه فاز به شبکه، یا هم عوض کنیم جهت گردش موتور عوض می شود. نتیجه ی تحقیق را در دفتر گزارش کار بنویسید.

۵- در شکل های ۶-۳۵ و ۶-۳۶، برای اهداف خواسته شده ارتباط سیم ها را برقرار کنید.



شکل ۶-۳۵- راه اندازی ستاره، مثلث موتور سه فاز



شکل ۶-۳۶- راه اندازی موتور تک فاز به صورت چهارگانه و راست گرد

پاسخ بیش آزمون‌ها

بیش آزمون (۱)	
گزینه‌ی صحیح	شماره‌ی تست
۳	۱
۲	۲
۳	۳
۳	۴
۳	۵
۲	۶
۱	۷
۲	۸
۲	۹
۳	۱۰
۱	۱۱
۲	۱۲
۱	۱۳
۲	۱۴
۱	۱۵
۲	۱۶
۳	۱۷
۱	۱۸

بیش آزمون (۲)	
گزینه‌ی صحیح	شماره‌ی تست
۱	۱
۳	۲
۲	۳
۲	۴
۲	۵
۱	۶
۲	۷
۲	۸
۱	۹
۳	۱۰
۲	۱۱
۱	۱۲
۲	۱۳
۲	۱۴
۲	۱۵
۳	۱۶

بیش آزمون (۴)			
گزینه‌ی صحیح	شماره‌ی تست	گزینه‌ی صحیح	شماره‌ی تست
۲	۵	۲	۱
	۶	۱	۲
	۷	۳	۳
	۸	۱	۲

بیش آزمون (۳)			
گزینه‌ی صحیح	شماره‌ی تست	گزینه‌ی صحیح	شماره‌ی تست
۲	۳	۲	۱
	۴	۲	۲

بیش آزمون (۶)			
گزینه‌ی صحیح	شماره‌ی تست	گزینه‌ی صحیح	شماره‌ی تست
۲	۵	۲	۱
۲	۶	۱	۲
	۷	۲	۳
	۸	۲	۲

بیش آزمون (۵)			
گزینه‌ی صحیح	شماره‌ی تست	گزینه‌ی صحیح	شماره‌ی تست
۱	۳	۲	۱
۲	۴	۳	۲

## منابع و مأخذ

- ۱- محاسبه و طراحی موتورهای الکتریکی سه فاز : انتشارات سیم لاکتی فارس  
مؤلفان علی غرافی - مرحوم علی رحیمان پرور - محمد حیدری - احمد معیری
- ۲- تکنولوژی و برق صنعتی : از انتشارات آموزش و پرورش  
مؤلفین محمود اعتضادی - ناصر ساعتچی - عباس یوسفی
- ۳- محاسبه و سیم‌بجی موتورهای الکتریکی : از انتشارات نیلوفر  
مؤلف دکتر حسین رحمتی‌زاده
- ۴- از مجموعه کاتالوگ‌های DELORENZO









شابک: ۹۶۴-۰۵-۱۲۱۸-۴  
ISBN 964-05-1218-4