

## واحد کار ششم

# توانایی پیاده و نصب و سیم‌کشی مدار الکتریکی سیستم خنک‌کاری خودروها (فن)

### هدف کلی

پیاده و سوار کردن، سیم‌کشی و آزمایش و عیب‌یابی مدار الکتریکی فن

هدف‌های رفتاری : فراگیرنده پس از آموزش این واحد کار قادر خواهد بود :

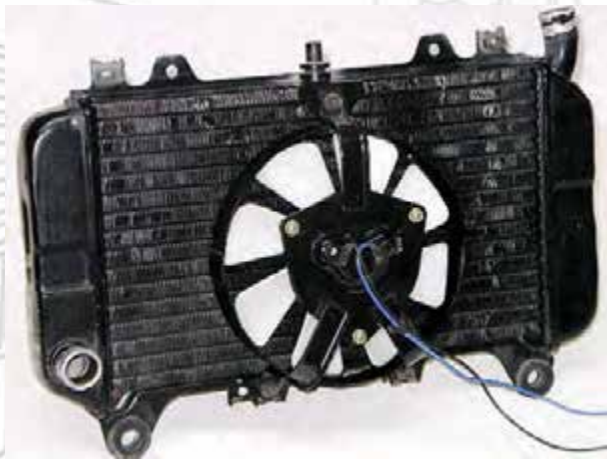
- ۱- فن و کاربرد آن را در سیستم خنک‌کاری توضیح دهید.
- ۲- نقشه‌ی مدار فن را توضیح دهید.
- ۳- فن مدار خنک‌کاری را پیاده و سوار کند.
- ۴- مدار الکتریکی فن را آزمایش و عیب‌یابی کنید.
- ۵- مدار الکتریکی فن را سیم‌کشی کند.



ساعات آموزش

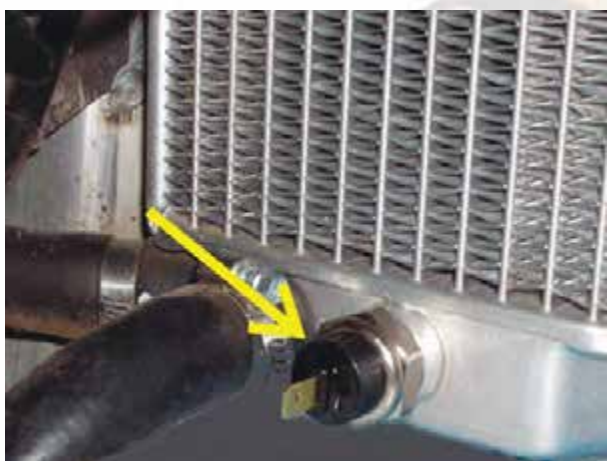
جمع	عملی	نظری
۸	۶	۲

## پیش‌آزمون (۶)



۱- وظیفه‌ی فن را در سیستم خنک‌کاری موتور توضیح

دهید.



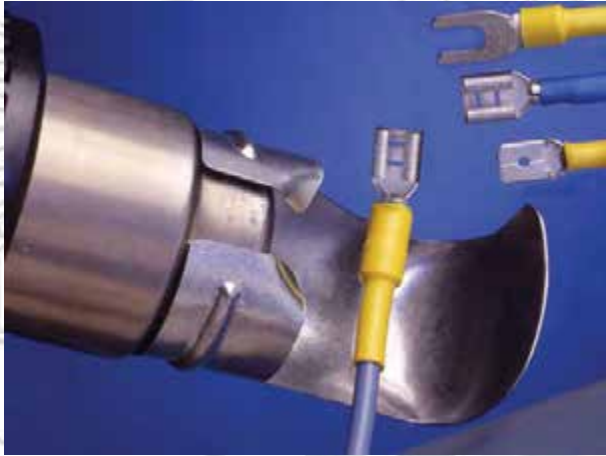
۲- در شکل، کدام قطعه از اجزای مدار سیستم

خنک‌کاری خودرو نشان داده شده است؟



۳- نحوه‌ی پیاده کردن فن را توضیح دهید.

۴- نحوه‌ی اتصال عایق کاری سرسیم‌ها را توضیح دهید.



## ۱-۶- سیستم خنک کاری موتور

مکانیزم کار موتورهای احتراق داخلی (درون سوز) به صورتی است که در آن انرژی شیمیایی سوخت ابتدا به انرژی حرارتی تبدیل می‌گردد. سپس، انرژی مکانیکی ایجاد می‌شود. با توجه به این که ۳۰ الی ۳۵ درصد حرارت ناشی از احتراق، به آب موتور منتقل می‌شود، لذا کنترل درجه‌ی حرارت موتور از اهمیت زیادی برخوردار است و از عوامل مؤثر در طراحی سیستم خنک کاری خودرو به‌شمار می‌رود. در شکل ۱-۶، مدار خنک کاری یک نوع خودرو، به صورت شماتیک، نشان داده شده است. اجزای سیستم خنک کاری موتور عبارت‌اند از:

- رادیاتور

- فن

- سوئیچ راه‌انداز فن (سنسور)

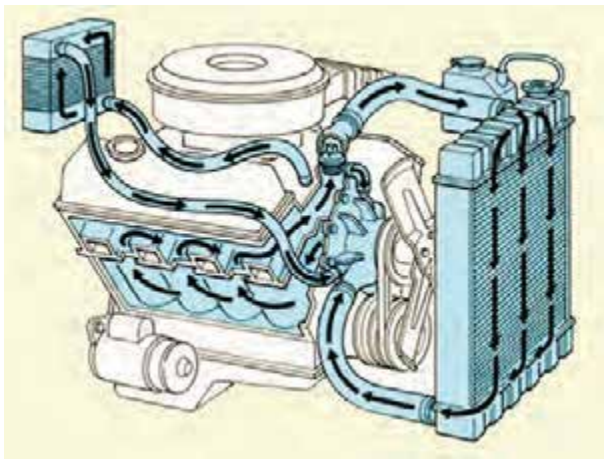
- ترموستات

- لوله‌های انتقال و رابط بین موتور و رادیاتور

در شکل ۲-۶، رادیاتور با شماره‌های (۱)، فن سیستم

خنک کاری با شماره‌ی (۲)، لوله‌های انتقال آب با شماره‌ی (۳)

و سنسور مدار خنک کاری با شماره‌ی (۴) دیده می‌شود.



شکل ۱-۶- مدار خنک کاری

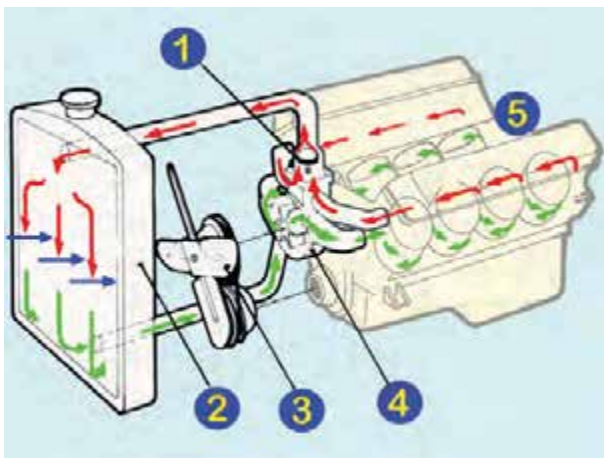


شکل ۲-۶- اجزای مدار خنک کاری

## ۲-۶- وظیفه و کاربرد فن در سیستم خنک کاری

موتور

مایع خنک کاری موتور (مخلوط آب و محلول ضدیخ) در سیکل کار خود به وسیله‌ی واترپمپ در کانال‌های اطراف سیلندرها، موتور جریان می‌یابد و پس از اخذ حرارت، از طریق مجاری سرسیلندر، به رادیاتور منتقل می‌شود. سیال داغ در حین عبور از لوله‌های داخل شبکه‌ی رادیاتور، حرارت خودرو را به هوای جاری داخل شبکه‌ها انتقال می‌دهد و مجدداً در مدار خنک کاری جریان می‌یابد. در شکل ۳-۶، تبادل حرارتی موتور



شکل ۳-۶- نحوه‌ی انتقال حرارت در سیستم خنک کاری

و کاهش درجه ی حرارت مایع خنک کننده در رادیاتور، به صورت شماتیک، نشان داده شده است. ترموستات با شماره ی (۱)، رادیاتور با شماره ی (۲)، فن با شماره ی (۳)، واترپمپ با شماره ی (۴)، بدنه موتور با شماره ی (۵)، مایع خنک کاری در وضعیت داغ با فلش های قرمز رنگ و پس از خنک شدن در رادیاتور با فلش های سبز رنگ و هوای ورودی به داخل پره های رادیاتور با فلش آبی رنگ مشخص شده اند.



شکل ۴-۶- فن

کارایی و راندمان سیستم خنک کننده در خودرو به میزان تبادل حرارت آن بستگی دارد و با توجه به این که جریان هوا و حجم هوای عبور کرده از داخل شبکه های رادیاتور در کاهش دمای رادیاتور سهم عمده ای دارد، لذا در سرعت های زیاد خودرو مقدار هوای عبور یافته جهت ثابت نگه داشتن و یا پایین آوردن درجه حرارت سیستم خنک کننده کافی است ولی در سرعت های کم و در دور آرام موتور، سیستم خنک کننده به عبور هوای بیش تری نیاز دارد. تأمین هوای مورد نیاز برای کاهش درجه ی حرارت و دمای رادیاتور برعهده ی فن سیستم خنک کاری است. در شکل ۴-۶، یک نوع فن استفاده شده در خودروها دیده می شود.

فن سیستم خنک کاری خودروها در دو نوع محرک مکانیکی و محرک الکتریکی طراحی و ساخته شده است. در نوع مکانیکی آن پروانه در روی واترپمپ نصب گردیده است و نیروی محرک مورد نیاز فن از طریق تسمه از میل لنگ موتور تأمین می شود. در بعضی از فن های مکانیکی برای محدود کردن کار فن در دورهای بالای موتور و کاهش انرژی مصرفی فن، از نوعی کلاچ ترمواستاتیک استفاده می شود، که مابین پروانه پولی واترپمپ قرار گرفته است و با افزایش حرارت موتور، پروانه را نسبت به توبی آن ثابت می کند و پس از کاهش دمای موتور (حدّ نرمال)، پروانه را در وضعیت خلاص یا آزاد گردی آن، قرار می دهد. در شکل ۵-۶، فن کلاچ دار یک نوع خودرو با فلش نشان داده شده است.



شکل ۵-۶- فن کلاچ دار

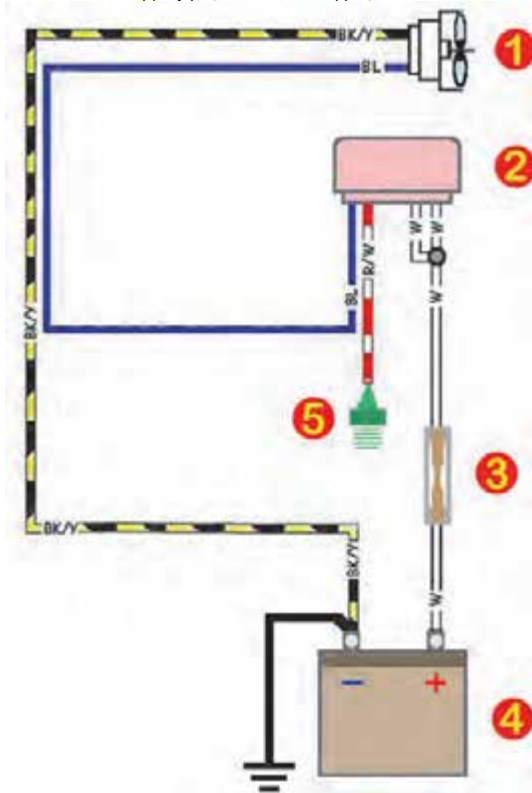
ساختمان و طرح پروانه (فن) در خودروهای مختلف به حجم هوای مورد نیاز سیستم خنک کننده بستگی دارد و تعداد پره ها و زاویه ی آنها در فن های مختلف با یکدیگر متفاوت اند.



شکل ۶-۶ فن‌های الکتریکی مورد استفاده در خودروها



شکل ۶-۷ حفاظ ده، فن



جنس پره‌ها معمولاً از آلیاژ آلومینیم، پلاستیک فشرده و یا از الیاف متراکم پشم شیشه انتخاب می‌شود.

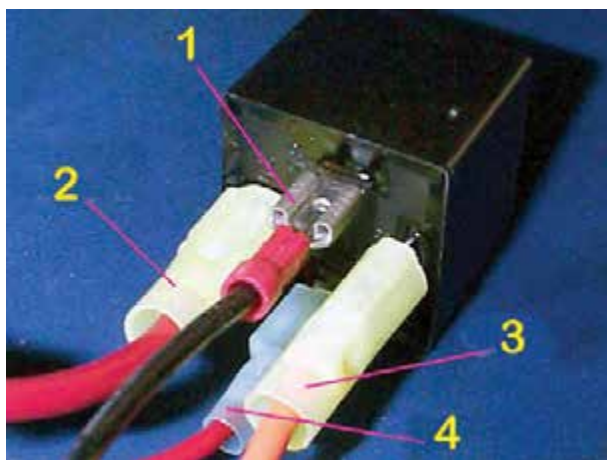
از فن‌های نوع محرک مکانیکی به تعداد یک عدد و از نوع محرک الکتریکی به تعداد یک یا دو عدد در سیستم خنک‌کاری خودروها استفاده می‌شود. در شکل ۶-۶، فن‌های تکی و دوتایی نوع الکتریکی دیده می‌شود.

در ساختمان فن‌های نوع محرک الکتریکی از یک عدد موتور الکتریکی ۱۲ ولتی DC، که توان مصرفی خود را از باتری خودرو تأمین می‌کند، استفاده شده است. پره‌های فن درون قاب پلاستیکی یا فلزی قرار دارند و از جابه‌جایی هوای محیط اطراف فن جلوگیری می‌کند و بر راندمان فن می‌افزایند. در شکل ۶-۷، قاب حفاظ فن یک نوع خودرو دیده می‌شود.

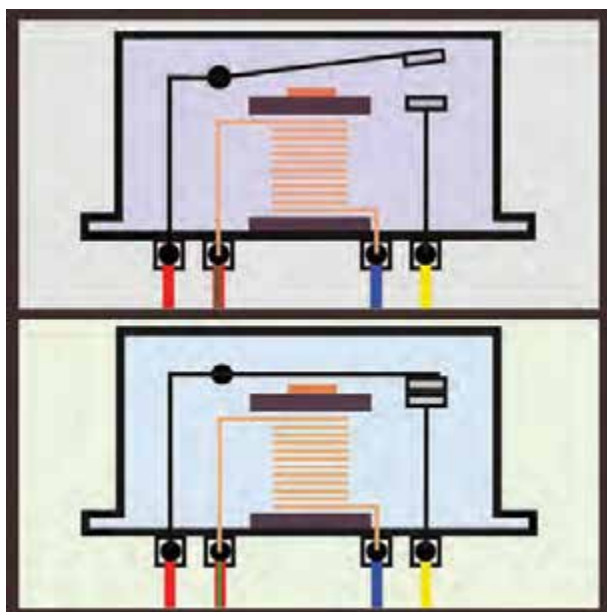
### ۳-۶- مدار الکتریکی فن و عملکرد آن

راه‌اندازی و کنترل فن الکتریکی به وسیله‌ی سوئیچ حرارتی یا سنسور سیستم خنک‌کننده (شمع آب) در مدار الکتریکی فن از یک عدد رله (آفتامات) استفاده شده است که در هنگام افزایش دمای مایع‌کننده، جریان الکتریکی مورد نیاز موتور فن را از طریق باتری خودرو برقرار می‌کند. در شکل ۶-۸، مدار الکتریکی فن یک نوع خودرو، به صورت شماتیک، دیده می‌شود. اجزای مدار عبارت‌اند از:

- فن الکتریکی (شماره ۱)
- رله یا آفتامات (شماره ۲)
- فیوز حفاظت‌کننده مدار الکتریکی (شماره ۳)
- باتری (شماره ۴)
- سوئیچ حرارتی یا سنسور آب (شماره ۵)



شکل ۹-۶- اتصال رله به سیم کشی مدار الکتریکی فن



شکل ۱۰-۶- عملکرد رله ی فن



شکل ۱۱-۶- رله ی فن ها

نحوه ی اتصال رله به سیم کشی مدار الکتریکی فن به ترتیب زیر انجام می شود : (شکل ۹-۶).

– سنسور حرارتی یا شمع آب به وسیله ی سیم شماره ی (۱) به ترمینال شماره ی ۸۶ رله .

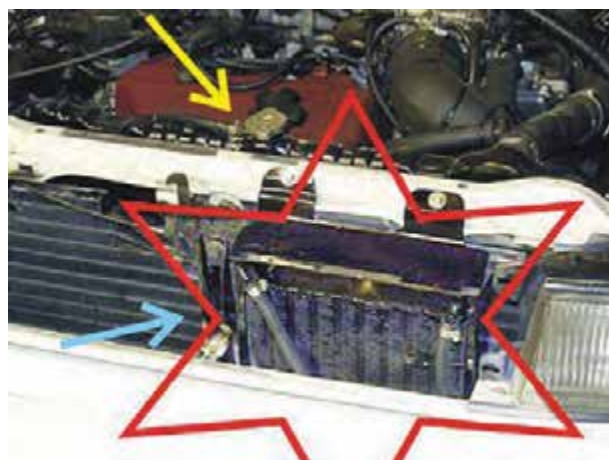
– ولتاژ باتری از طریق ترمینال شماره ی ۸۷ رله به ترمینال مثبت فن (سیم شماره ی ۲).

– ترمینال مثبت باتری به وسیله ی سیم شماره ی (۳) به ترمینال ۸۵ رله (ورودی جریان الکتریکی باتری به رله)

– ترمینال مثبت باتری به وسیله ی سیم شماره ی (۴) از طریق فیوز و ترمینال آی جی (IG) سوئیچ جرقه (سوئیچ اصلی موتور) به ترمینال شماره ی ۳۰ رله .

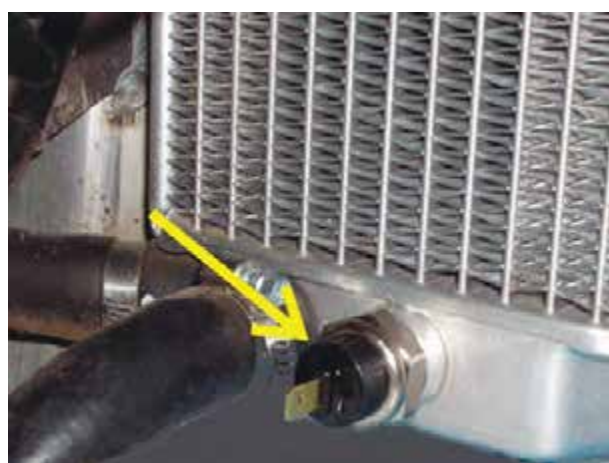
زمانی که درجه ی حرارت مایع کننده کم باشد مقاومت سنسور آب (سوئیچ حرارتی) افزایش می یابد و پلاتین های رله از یکدیگر جدا می شوند. در این حالت فن سیستم خنک کاری در وضعیت خاموش قرار دارد. با افزایش دمای مایع خنک کننده از مقاومت سوئیچ حرارتی (سنسور آب) کاسته می گردد و جریان الکتریکی مدار باتری، سوئیچ جرقه، بوبین رله و سوئیچ حرارتی برقرار می شود. با عبور جریان الکتریکی از بوبین رله، حوزة مغناطیسی ایجاد شده باعث اتصال پلاتین ها و برقراری مدار الکتریکی فن می شود. در این حالت فن شروع به کار می کند و با افزایش عبور جریان هوا از شبکه های رادیاتور، عمل خنک کاری و تقلیل دمای مایع خنک کننده صورت می گیرد. در شکل ۱۰-۶، عملکرد رله ی فن الکتریکی در دو حالت فوق نشان داده شده است (پلاتین ها باز، پلاتین ها بسته).

در سیستم خنک کاری خودروهایی که از دو عدد فن برای کاهش دمای رادیاتور استفاده شده است، هریک از فن ها رله ی مستقلی دارند، که در مدار الکتریکی فن، پیش بینی شده اند و نصب می شوند. در شکل ۱۱-۶، رله های نصب شده در مدار هریک از فن های روی رادیاتور خودرویی با فلش نشان داده شده است.



شکل ۱۲-۶

در خودروهایی که مجهز به سیستم تهویه مطبوع (کولر) به گونه‌ای طراحی می‌شود که با سوئیچ سیستم کولر خودرو فعال می‌گردد و از ابتدای روشن شدن کولر تا حالت خاموش آن، روشن می‌ماند. در شکل ۱۲-۶، یک نوع خودرو مجهز به سیستم تهویه مطبوع دیده می‌شود که فلش زردرنگ رادیاتور خنک کاری موتور و فلش آبی رنگ کندانسور سیستم تهویه مطبوع را نشان می‌دهد.



شکل ۱۳-۶- سوئیچ حرارتی

مدار الکتریکی فن، در بعضی از خودروها به نحوی طراحی می‌شود، که پس از خاموش کردن موتور فن، فعال می‌گردد و درجه‌ی حرارت مایع خنک‌کاری را تا ۲۱ درجه‌ی فارنهایت یا ۹۸/۸ درجه‌ی سانتی‌گراد کاهش می‌دهد. در این خودروها، سوئیچ‌های حرارتی (تعبیه شده در مدار الکتریکی فن) حداقل دمای رادیاتور را تعیین می‌کند و فن را فعال نگه می‌دارند. در شکل ۱۳-۶ سوئیچ حرارتی یا سنسور درجه‌ی آب رادیاتور یک‌نوع خودرو نشان داده شده است.

زمان: ۴ ساعت

#### ۴-۶- دستورالعمل پیاده و سوار کردن فن و آزمایش مدار الکتریکی آن

وسایل لازم:

- جعبه‌ی ابزار
  - وسایل عایق کاری
  - کتاب راهنمای تعمیرات الکتریکی خودرو
  - مولتی‌متر
  - سیم رابط فیوزدار
  - لامپ یا چراغ آزمایش
- در شکل ۱۴-۶، تعدادی از وسایل مورد نیاز نشان داده شده است.



شکل ۱۴-۶- تعدادی از وسایل مورد نیاز





شکل ۱۵-۶- جدا کردن بست کابل اتصال بدنه‌ی باتری

برای پیاده کردن فن سیستم خنک کاری به ترتیب زیر اقدام کنید :

- قبل از کاربرد روی مدارهای الکتریکی خودرو ابتدا کابل اتصال بدنه‌ی باتری را جدا کنید. در شکل ۱۵-۶، بست کابل باتری پس از جدا کردن آن از قطب منفی باتری، دیده می‌شود.



شکل ۱۶-۶- جدا کردن سوکت اتصال

- سوکت اتصال سیم کشی مدار الکتریکی به موتور فن را جدا کنید. در شکل ۱۶-۶، سوکت اتصال (کائوچویی) سیم کشی مدار الکتریکی، پس از جدا کردن آن، دیده می‌شود.



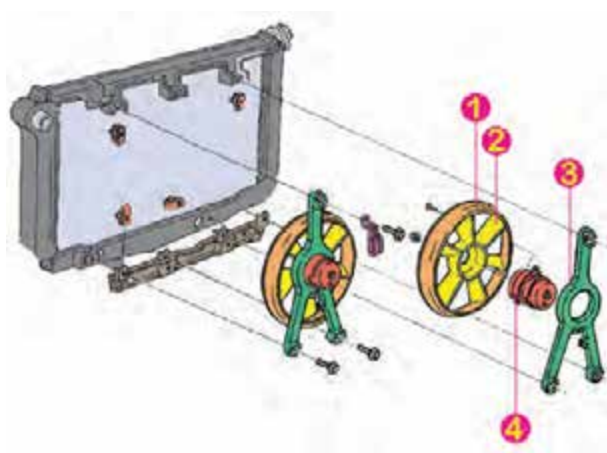
شکل ۱۷-۶- فن خنک کاری پس از پیاده کردن آن

نحوه‌ی اتصال فن خنک کاری به رادیاتور در همه‌ی خودروها یک‌سان نیست و برحسب طراحی کارخانه‌ی سازنده با یکدیگر متفاوت‌اند. ساده‌ترین مکانیزم اتصال فن به رادیاتور (که قاب فن با چهار عدد پیچ M8 به رادیاتور متصل می‌شود) در شکل ۱۷-۶ نشان داده شده است. برای پیاده کردن فن، ابتدا با استفاده از آچار تخت یا آچار بکس ۸ میلی‌متری، پیچ‌های اتصال قاب محافظ را باز و آن را از رادیاتور خودرو جدا کنید (فلش‌ها محل پیچ‌های اتصال قاب به رادیاتور را نشان می‌دهند).



شکل ۱۸-۶- مکانیزم اهرم بندی فن

در بعضی از خودروها، مکانیزم اتصال موتور الکتریکی و پروانه‌ی فن به رادیاتور توسط اهرم سه شاخه‌ی فلزی صورت می‌گیرد. این اهرم توسط سه عدد پیچ ۸ میلی‌متری در محل پیش‌بینی شده در روی رادیاتور بسته می‌شود. در این نوع مکانیزم، موتور الکتریکی فن به وسیله‌ی پیچ در داخل فضای اهرم ثابت می‌شود. در شکل ۱۸-۶، اهرم سه شاخه با فلش زرد رنگ، موتور الکتریکی فن با فلش آبی رنگ و محافظ دور فن با فلش قرمز رنگ مشخص شده است.



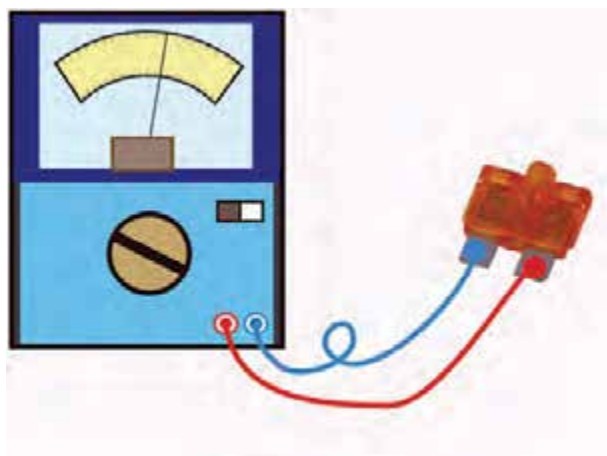
شکل ۱۹-۶- اجزای فن خنک‌کاری

برای پیاده کردن فن، ابتدا به وسیله‌ی آچار رینگ‌ی با آچار بکس ۸ میلی‌متری پیچ‌های اتصال اهرم سه شاخه را باز کنید. سپس، مجموعه‌ی اهرم و فن را از محل خود خارج نمایید. در شکل ۱۹-۶، نمودار شماتیک اجزای فن الکتریکی و نحوه‌ی ارتباط قطعات و مکانیزم اتصال آن‌ها (روی رادیاتور سیستم خنک‌کاری موتور خودرویی) دیده می‌شود. در این نمودار قاب دور پروانه با شماره‌ی (۱)، پروانه با شماره‌ی (۲)، موتور الکتریکی فن با شماره‌ی (۳) و اهرم سه شاخه با شماره‌ی (۴) مشخص شده است.

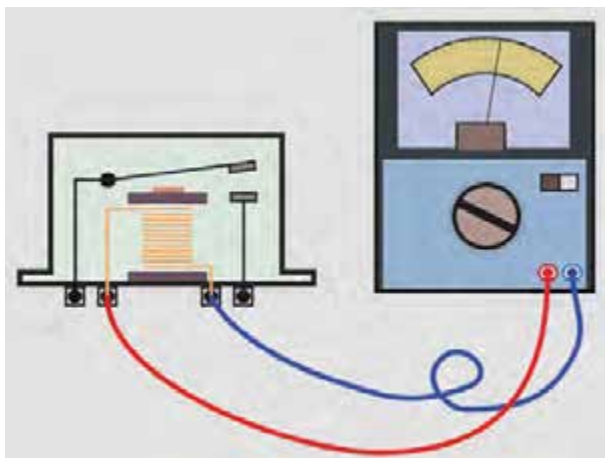
– مراحل سوار کردن اجزای فن الکتریکی عکس مراحل پیاده کردن آن است.

برای آزمایش و عیب‌یابی مدار الکتریکی فن به ترتیب زیر اقدام کنید :

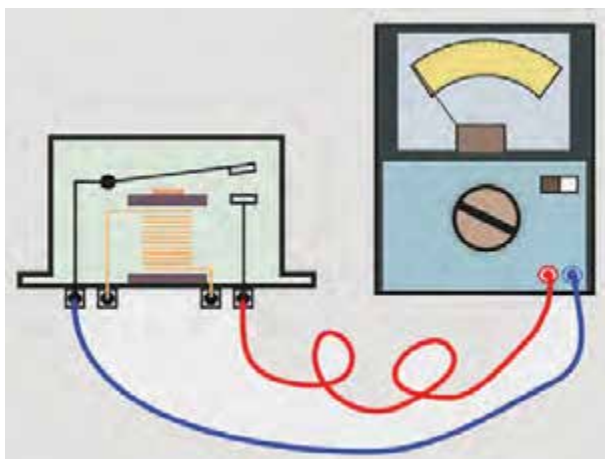
– با استفاده از نقشه‌ی مدار الکتریکی فن (که در کتاب راهنمای تعمیرات خودرو درج شده است)، فیوز مدار را شناسایی و آن را با استفاده از اهم‌متر آزمایش کنید. در شکل ۲۰-۶، نحوه‌ی آزمایش فیوز، به صورت شماتیک، دیده می‌شود. مقدار اهم اندازه‌گیری شده بر سالم بودن فیوز دلالت می‌کند. در غیر این صورت، فیوز مدار معیوب است و باید آن را با فیوز سالم و با همان مشخصات تعویض کنید.



شکل ۲۰-۶- آزمایش سالم بودن فیوز



شکل ۲۱-۶- آزمایش رله



شکل ۲۲-۶- آزمایش پلاتین‌های رله

برای آزمایش سالم بودن بوبین رله، ابتدا سلکتور اهم‌متر را برای اندازه‌گیری اهم تنظیم کنید.

– سیم مثبت (قرمز رنگ) اهم‌متر را به ترمینال ۸۵ رله وصل کنید.

سیم منفی (آبی رنگ) اهم‌متر را به ترمینال ۸۶ رله وصل کنید. در این حالت، مقدار اهم اندازه‌گیری شده (حرکت عقربه) نشان‌دهنده‌ی سالم بودن بوبین (سیم پیچ) رله است. در غیراین صورت، رله معیوب است و باید با رله‌ی سالم تعویض گردد.

در شکل ۲۱-۶، نحوه‌ی آزمایش رله‌ی فن دیده می‌شود.

– برای آزمایش سالم پلاتین‌های رله، سیم مثبت اهم‌متر (سیم قرمز رنگ) را به ترمینال ۳۰ رله وصل کنید.

– سیم منفی (سیاه رنگ یا آبی رنگ) اهم‌متر را به ترمینال ۸۷ رله متصل کرده و در این حالت نمایشگر اهم‌متر را مشاهده کنید.

– ثابت ماندن عقربه‌ی اهم‌تر (مقدار اهم اندازه‌گیری شده برابر صفر) نشان‌دهنده‌ی سالم بودن پلاتین‌ها و مقدار اهم اندازه‌گیری شده دلیل معیوب بودن رله و اتصال دهانه‌ی پلاتین‌هاست. در شکل ۲۲-۶، نحوه‌ی آزمایش پلاتین‌های رله، به صورت شماتیک، نشان داده شده است. برای آزمایش صحت عملکرد رله به ترتیب زیر عمل کنید:

– با استفاده از سیم رابط فیوزدار ترمینال مثبت باتری را به ترمینال ۳۰ و ترمینال ۸۵ رله وصل کنید.

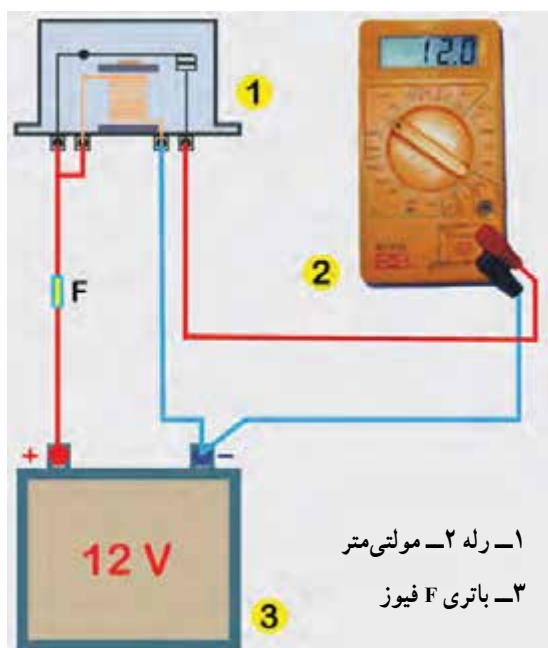
– ترمینال منفی باتری (قطب منفی) را به ترمینال ۸۶ رله وصل کنید.

– سلکتور مولتی‌متر را برای اندازه‌گیری ولت تنظیم کنید.

– سیم منفی (سیاه یا آبی رنگ) مولتی‌متر را به ترمینال منفی باتری متصل کنید.

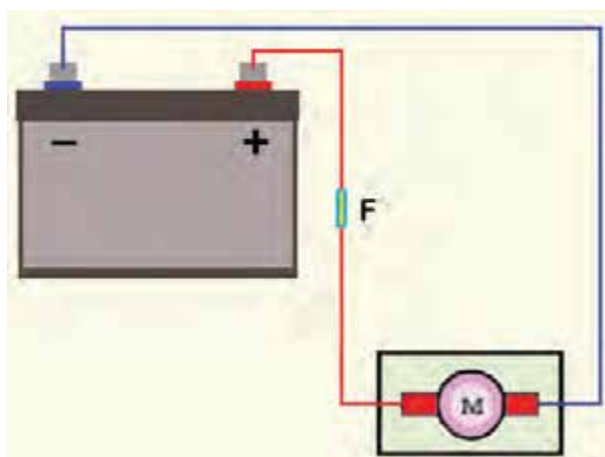
– سیم مثبت (قرمز رنگ) مولتی‌متر را به ترمینال ۸۷ رله متصل کنید.

در صورت سالم بودن رله، مقدار ولتاژ اندازه‌گیری شده توسط مولتی‌متر برابر با ولتاژ باتری خواهد بود.



۱- رله ۲- مولتی متر  
۳- باتری F فیوز

شکل ۲۳-۶- آزمایش عملکرد رله



شکل ۲۴-۶- نحوه آزمایش موتور الکتریکی فن



شکل ۲۵-۶- ترمینالهای سنسور حرارتی مدار خنک کاری

– اتصال ترمینال منفی باتری به ترمینال ۸۶ رله را قطع کنید. اگر ولتاژ اندازه گیری شده در این حالت با ولتاژ باتری برابر باشد نشان دهنده ی اتصال پلاتین ها و معیوب بودن رله است و باید رله را تعویض نمایید. ولی اگر نمایشگر مولتی متر ولتاژی را اندازه گیری نکند دلیل سالم بودن رله است. در شکل شماتیک ۲۳-۶، نحوه ی آزمایش عملکرد رله دیده می شود.

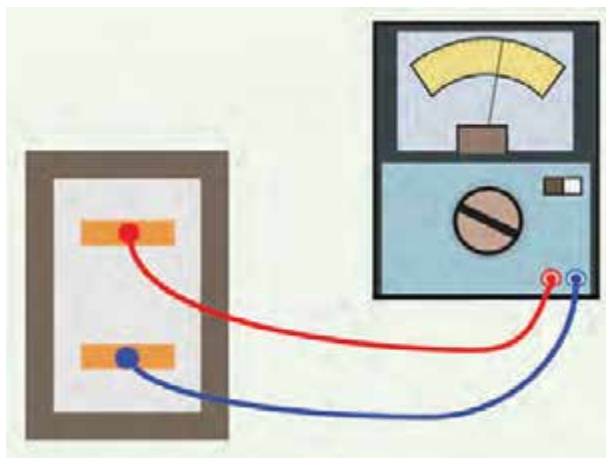
برای آزمایش موتور الکتریکی فن به ترتیب زیر عمل کنید :  
– سوکت اتصال الکتریکی سیم کشی به موتور الکتریکی فن را جدا کنید.

– به وسیله ی سیم رابط فیوزدار ترمینال مثبت باتری را به ترمینال مثبت فن وصل کنید.

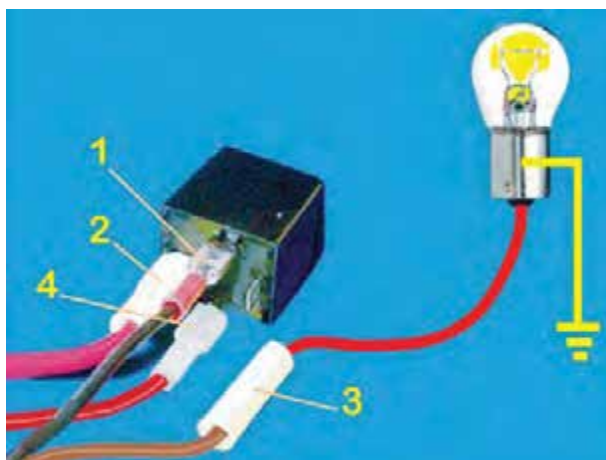
– اتصال بدنه ی موتور الکتریکی فن را برقرار کنید. فعال شدن موتور الکتریکی فن و چرخش پره های آن نشان دهنده ی سالم بودن موتور فن است. در شکل شماتیک ۲۴-۶، نحوه ی آزمایش دیده می شود.

برای آزمایش عملکرد سنسور دمای سیستم خنک کاری به ترتیب زیر عمل کنید :

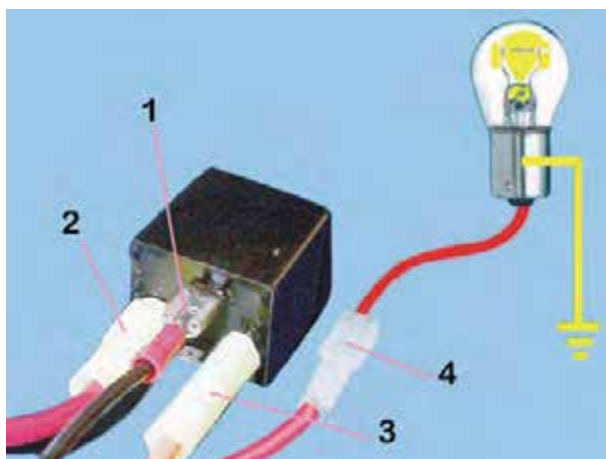
– سوکت اتصال یا کائوچویی سیم کشی (دسته سیم) را از سنسور دما جدا کنید (این آزمایش زمانی اجرا می شود که موتور خاموش و آب موتور سرد باشد). شکل ۲۵-۶، ترمینال های سنسور حرارتی پس از جدا کردن سوکت اتصال سیم کشی با فلش نشان داده شده است.



شکل ۶-۲۶- نحوه‌ی آزمایش سنسور دمای سیستم خنک‌کننده موتور



شکل ۶-۲۷- آزمایش سالم بودن سیم‌کشی مدار فن



شکل ۶-۲۸- آزمایش سالم بودن سیم‌کشی مدار فن

– سلکتور مولتی متر را برای اندازه‌گیری اهم تنظیم کنید. سیم‌های اهم متر را به ترمینال‌های سنسور دما اتصال دهید و مقدار اهم اندازه‌گیری شده را یادداشت کنید. در شکل ۶-۲۶ نحوه‌ی اندازه‌گیری و اتصال دستگاه مولتی متر به سنسور دما، به صورت شماتیک، نشان داده شده است.

– موتور خودرو را روشن کنید تا دمای آب به حد طبیعی (نرمال) برسد. در این وضعیت نیز مقدار مقاومت (اهم) سنسور دما را اندازه‌گیری و یادداشت کنید. مقادیر اندازه‌گیری شده را با مقدار اهم توصیه شده در کتاب راهنمای تعمیرات خودرو مقایسه کنید. برای آزمایش سیم‌کشی مدار الکتریکی فن به ترتیب زیر عمل کنید:

– سیم متصل به ترمینال ۸۵ رله را جدا کنید (شماره ۳).

– یکی از سیم‌های لامپ آزمایش را اتصال دهید. سپس، سیم دیگر لامپ را، به سرسیم که از رله جدا نموده‌اید، وصل کنید. روشن شدن لامپ دلیل سالم بودن سیم‌کشی از باتری تا رله است. در شکل ۶-۲۷، نحوه‌ی آزمایش دیده می‌شود.

– سیم اتصال سوئیچ اصلی موتور (سوئیچ جرقه) به رله را جدا کنید. این سیم به ترمینال شماره ۳۰ رله وصل شده است (سیم شماره ۴).

– یکی از سیم‌های لامپ آزمایش را اتصال بدنه کنید و سیم دیگر لامپ را به سرسیم، سیم شماره ۴ وصل کنید. – سوئیچ جرقه یا سوئیچ اصلی موتور را در وضعیت روشن (on) قرار دهید.

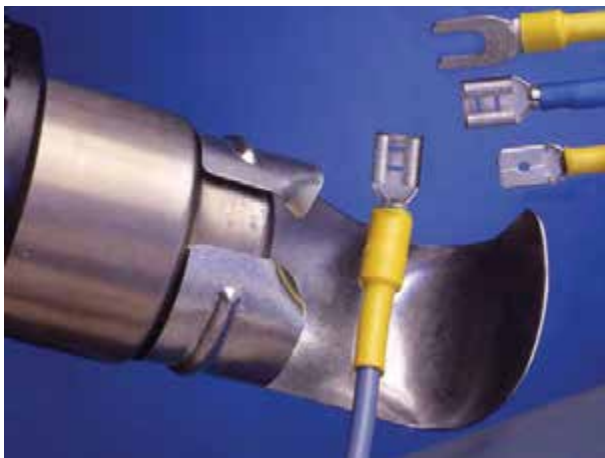
در این حالت روشن شدن لامپ آزمایش نشان‌دهنده‌ی سالم بودن سیم‌کشی از سوئیچ اصلی موتور تا رله است. در شکل ۶-۲۸، نحوه‌ی آزمایش نشان داده شده است.



شکل ۶-۲۹- تعدادی از وسایل سیم کشی



شکل ۶-۳۰- جدا کردن عایق سیم



شکل ۶-۳۱- عایق کاری محل اتصال سیم و سرسیم

## ۵-۶- دستورالعمل سیم کشی مدار الکتریکی فن

وسایل لازم:

- سیم در کدرنگ مختلف
- سرسیم و سوکت اتصال
- وسایل عایق کاری
- انبر سیم چین
- انبرسیم لخت کن
- کتاب راهنمای تعمیرات خودرو
- در شکل ۶-۲۹، تعدادی از وسایل مورد نیاز سیم کشی مدار الکتریکی فن خودرو دیده می شود.

برای سیم کشی مدار فن در روی شاسی آموزشی برق خودرو، به ترتیب زیر، اقدام کنید.

- کابل ترمینال منفی باتری را جدا کنید.

- رشته سیم های مورد نیاز برای سیم کشی را در طول لازم آماده کنید. (کدرنگ سیم ها را مطابق با نقشه ی مدار الکتریکی درج شده در کتاب راهنمای تعمیرات خودرو انتخاب کنید).

- روکش عایق سرسیم ها را با استفاده از انبرسیم لخت کن به اندازه ی لازم، جدا کنید. در شکل ۶-۳۰، جدا کردن عایق سیم با استفاده از سیم لخت کن دیده می شود.

- سرسیم های مناسب (با ترمینال های سوئیچ جرقه، باتری، رله، موتور الکتریکی و سنسور حرارتی سیستم فن خودرو) را به سیم ها متصل کنید و آن ها را عایق بندی نمایید. در شکل ۶-۳۱، استفاده از وسایل عایق (عایق تیوبی و دمنده ی هوای گرم) و عایق کاری محل اتصال سیم و سرسیم دیده می شود.

- مطابق با نقشه ی مدار الکتریکی فن خنک کاری (ارائه شده در کتاب راهنمای تعمیرات خودرو) اتصال باتری، سوئیچ جرقه، فیوز، رله ی فن، موتور الکتریکی فن و سنسور حرارتی را به وسیله ی قطعه سیم های آماده شده برقرار کنید.

- اتصال بدنه ی باتری را وصل کنید.

- موتور خودرو را با نظارت هنرآموز خود روشن و صحت

عمل فن را مشاهده کنید.

## آزمون پایانی (۶)

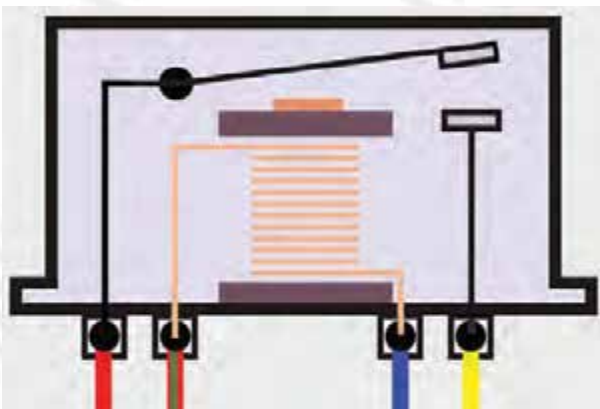
- ۱- اجزای سیستم خنک کاری موتور خودرو را نام ببرید.
- ۲- وظیفه و کاربرد فن را توضیح دهید.



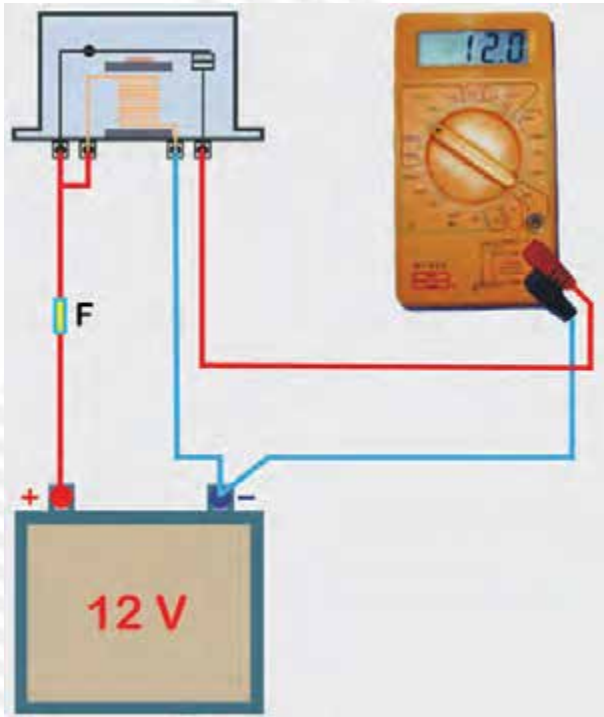
- ۳- تفاوت فن های مکانیکی و الکتریکی را توضیح دهید.



- ۴- عملکرد رله ی فن را در مدار الکتریکی سیستم خنک کاری موتور توضیح دهید.



۵- نحوه‌ی آزمایش رله را توضیح دهید.



۶- پیاده و سوار کردن فن را توضیح دهید.

