

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰی مُحَمَّدٍ وَّآلِ مُحَمَّدٍ وَّعَجِّلْ فَرَجَهُمْ



# مبانی برق و الکترونیک در خودرو

پایه یازدهم

دوره دوم متوسطه

شاخه: کاردانش

زمینه: صنعت

گروه تحصیلی: مکانیک

رشته مهارتی: تعمیر موتور و برق خودرو

نام استاندارد مهارتی مبنا: تعمیر برق خودرو درجه (۲)

کد استاندارد متولی ۸-۵۵/۴۲/۲/۴

|                      |  |
|----------------------|--|
| عنوان و نام پدیدآور  | مبانی برق و الکترونیک در خودرو، شاخه: کاردانش، زمینه: صنعت، گروه تحصیلی مکانیک، رشته مهارتی: تعمیر موتور و برق خودرو [کتابهای درسی]: برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش؛ مؤلفان: داود نجف‌زاده نویر، سید محمود صموتی. |
| مشخصات نشر           | تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.   |
| مشخصات ظاهری         | ۲۰۱ ص. مصور: (رنگی)، جدول (رنگی).  |
| شابک                 | ۹۶۴-۰۵-۱۷۰۰-۳  |
| وضعیت فهرست‌نویسی    | فیبیا  |
| یادداشت              | کتاب‌نامه  |
| موضوع                | ۱- اتومبیل‌ها - تجهیزات الکترونیکی ۲- اتومبیل‌ها - تجهیزات برقی  |
| شناسه افزوده         | نجف‌زاده نویر، داود - صموتی، سید محمود، ۱۳۲۸. الف - سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی ب- دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش ج- اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی   |
| رده‌بندی کنگره       | ۱۳۹۲ ۲/۲۷۲/۵TL   |
| رده‌بندی دیویی       | ۱۳۹۲ ک ۳۷۳ ۶۰۸   |
| شماره کتاب‌شناسی ملی | ۳۱۱۷۴۲۱  |

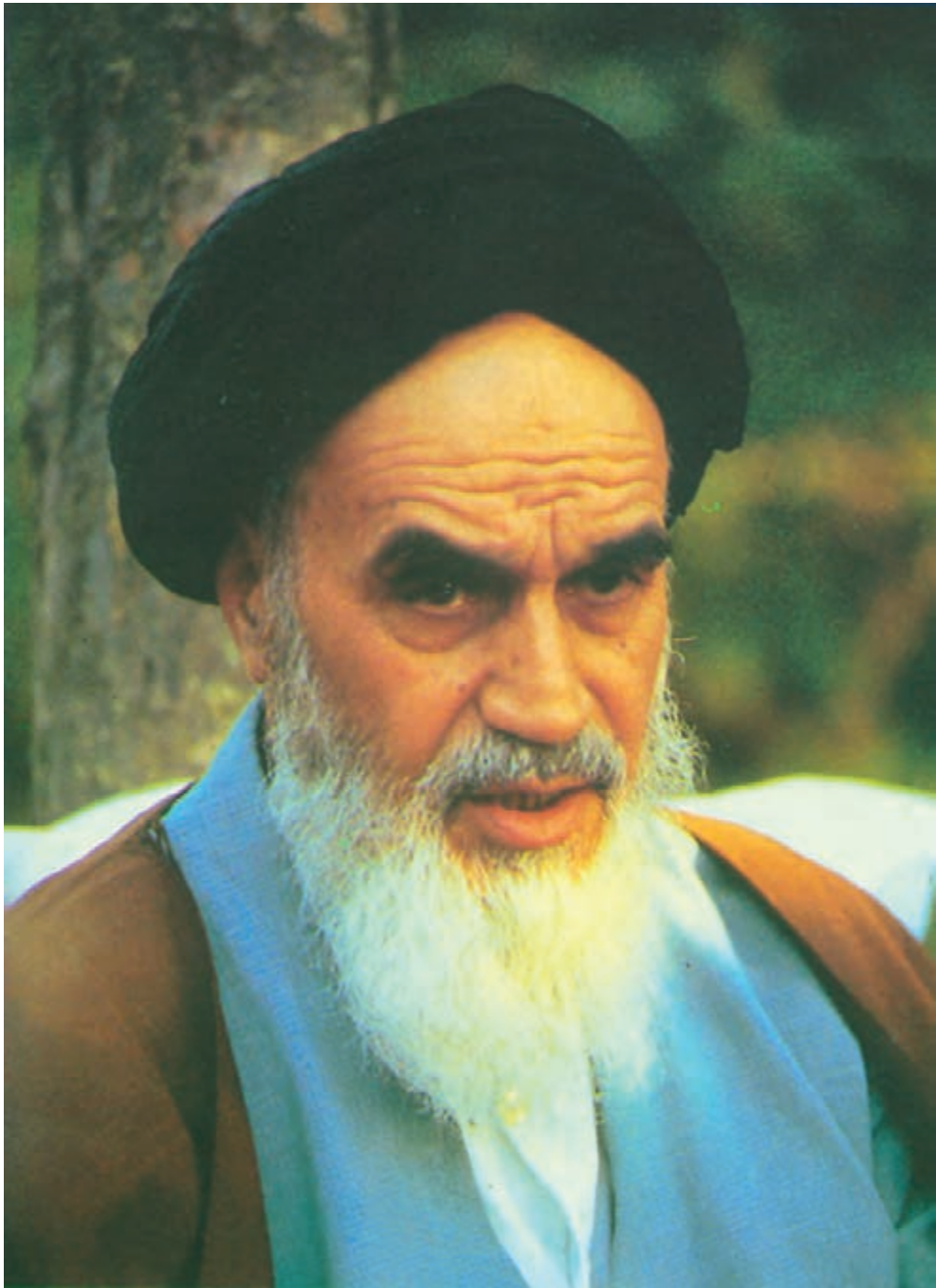




وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| نام کتاب :                         | مبانی برق و الکترونیک در خودرو - ۳۱۱۱۲۰  |
| پدیدآورنده :                       | سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی  |
| مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف :  | دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش   |
| شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف : | داود نجف‌زاده‌نوبر و سیدمحمود صموتی (اعضای گروه تألیف) - شهرام امینیان (ویراستار فنی) - حسین داودی (ویراستار ادبی)   |
| مدیریت آماده‌سازی هنری :           | اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی  |
| شناسه افزوده آماده‌سازی :          | زهره بهشتی شیرازی (صفحه‌آرا) - محمدحسن معماری (طراح جلد) - داود نجف‌زاده‌نوبر (رسام)   |
| نشانی سازمان :                     | تهران : خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)<br>تلفن : ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹<br>وب‌گاه : <a href="http://www.irtextbook.ir">www.irtextbook.ir</a> و <a href="http://www.chap.sch.ir">www.chap.sch.ir</a> |
| ناشر :                             | شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران : تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروبخش)<br>تلفن : ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۱۳۹-۳۷۵۱۵  |
| چاپخانه :                          | شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»   |
| سال انتشار و نوبت چاپ :            | چاپ هشتم ۱۴۰۳  |

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



شما عزیزان کوشش کنید که از این وابستگی بیرون آید و احتیاجات کشور خودتان را برآورده سازید، از نیروی انسانی ایمانی خودتان غافل نباشید و از اتکای به اجانب بپرهیزید.

امام خمینی «قُدَس سِرُّهُ»

هنرآموزان محترم، هنرجویان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظر اصلاحی خود را درباره مطالب کتاب‌های درسی از طریق سامانه «نظرسنجی از محتوای کتاب درسی» به نشانی «[nazar.roshd.ir](http://nazar.roshd.ir)» یا نامه به نشانی تهران - صندوق پستی ۴۸۷۴-۱۵۸۷۵ ارسال کنند.



سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

## مقدمه ای بر چگونگی برنامه‌ریزی کتاب‌های پودمانی

برنامه‌ریزی تألیف «پودمان‌های مهارت» یا «کتاب‌های تخصصی شاخهٔ کاردانش» بر مبنای استانداردهای «مجموعه برنامه‌های درسی رشته‌های مهارتی شاخه‌ی کاردانش، مجموعه‌ی هشتم» صورت گرفته است. براین اساس ابتدا توانایی‌های هم‌خانواده (Power Harmonic) 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 پودمان مهارتی (Module) را شکل می‌دهند.

دسته‌بندی «توانایی‌ها» و «واحدهای کار» توسط کمیسیون‌های تخصصی با یک نگرش علمی انجام شده است به گونه‌ای که یک سیستم بویا بر برنامه‌ریزی و تألیف پودمان‌های مهارت نظارت دائمی دارد. با روش مذکور یک «پودمان» به عنوان کتاب درسی مورد تأیید وزارت آموزش و پرورش در «شاخهٔ کاردانش» چاپ بسیاری می‌شود.

به‌طور کلی هر استاندارد مهارت به تعدادی پودمان مهارت ( $M_1$  و  $M_2$  و ...) و هر پودمان 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. به‌طوری که هنرجویان در پایان آموزش واحدهای کار (مجموع توانایی‌های استاندارد مربوطه) و کلیه پودمان‌های هر استاندارد، تسلط و مهارت کافی در بخش نظری و عملی را به گونه‌ای کسب خواهند نمود که آمادگی کامل را برای شرکت در آزمون جامع نهایی جهت دریافت گواهینامه مهارت به‌دست آورند. بدیهی است هنرآموزان و هنرجویان ارجمند شاخهٔ کاردانش و کلیه عزیزانی که در امر توسعه آموزش‌های مهارتی فعالیت دارند، می‌توانند ما را در غنای کیفی پودمان‌ها که برای توسعه آموزش‌های مهارتی تدوین شده است رهنمون و یاور باشند.

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و

حرفه‌ای و کاردانش

## مقدمه

حمد و سپاس خداوند تبارک و تعالی را که از کثرت الطافش بی خبریم و حمدش را با اذن او بر زبان جاری می‌سازیم. و امر او را اطاعت می‌کنیم و گرنه ما را توان حمدگویی آن قیوم بی‌همتا نمی‌باشد.

بودمان حاضر در ارتباط با تجزیه و تحلیل مبانی برق و الکترونیک و اصول سیم‌کشی مدارهای الکتریکی و الکترونیکی و چگونگی اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی و الکترونیکی منطبق بر اهداف آموزشی شاخه کاردانش بر مبنای توانایی شماره ۱۰ و ۱۲ استاندارد مهارت و آموزشی تعمیرکار درجه ۲ برق خودرو به شماره کد ۱,۲,۴۲,۵۵-۸ گروه مکانیک خودرو تألیف شده است که می‌تواند علاوه بر هنرجویان شاخه کاردانش برای سایر علاقمندانی که فعالیت‌های آن‌ها در ارتباط با سیستم‌های الکتریکی خودرو می‌باشد مفید واقع شود پرسش‌های پیش‌آزمون به منظور ایجاد انگیزه و علاقمندی و فراهم نمودن بستر مناسبی برای یادگیری و سؤالات آزمون پایانی برای ارزیابی آموخته‌های مخاطبین طراحی و در ابتدا و انتهای هر واحد کار آورده شده است بدیهی است که بیان نکته‌نظرها و رهنمودهای تمامی عزیزانی که در امر توسعه‌ی آموزش‌های مهارتی فعالیت دارند چراغ راه مؤلفان خواهد بود.

با تشکر — مؤلفان

## فهرست

|    |  |
|----|--|
| ۱  | واحد کار اول – توانایی تجزیه و تحلیل مبانی برق                               |
| ۳  | پیش‌آزمون (۱)  |
| ۷  | ۱- آشنایی با الکتریسیته  |
| ۷  | ۱-۱- ساختمان ماده  |
| ۸  | ۱-۲- ساختمان اتم و اجزای تشکیل دهنده آن                                      |
| ۹  | ۱-۳- ویژگی‌های اتم و ذرات آن   |
| ۱۰ | ۱-۴- اتم‌های باردار  |
| ۱۱ | ۱-۵- هدایت الکتریکی  |
| ۱۵ | ۱-۶- آشنایی با کمیت‌های الکتریکی   |
| ۱۹ | ۱-۷- عوامل مؤثر در مقدار مقاومت الکتریکی                                     |
| ۲۰ | ۱-۸- قانون اهم   |
| ۲۱ | ۱-۹- اهم متر   |
| ۲۴ | ۱-۱۰- ولتاژ الکتریکی و نحوه‌ی اندازه‌گیری آن                                 |
| ۲۸ | ۱-۱۱- جریان الکتریکی و نحوه‌ی اندازه‌گیری آن                                 |
| ۳۲ | ۱-۱۲- اجزای مدار الکتریکی  |
| ۳۵ | ۱-۱۳- انواع مدارهای الکتریکی   |
| ۳۷ | ۱-۱۴- اتصال باتری‌ها   |
| ۳۹ | ۱-۱۵- سیم‌کشی اجزای مدار الکتریکی در خودرو                                   |
| ۴۰ | ۱-۱۶- انواع سوئیچ‌های بکاررفته در مدارهای الکتریکی خودرو                     |
| ۴۲ | ۱-۱۷- آشنایی با نقشه و علائم مدارهای الکتریکی                                |
| ۴۶ | ۱-۱۸- آشنایی با انواع سیم‌های مورد استفاده در سیم‌کشی مدارهای الکتریکی خودرو |
| ۵۰ | ۱-۱۹- آشنایی با سرسیم و کانکتورها  |
| ۵۷ | ۱-۲۰- ابزارهای مورد استفاده در سیم‌کشی مدارهای الکترونیکی خودرو              |

|     |   |
|-----|---|
| ۵۹  | ۱-۲۱- ابزار و وسایل عایق کاری   |
| ۶۲  | ۱-۲۲- لحیم کاری   |
| ۶۴  | ۱-۲۳- اصول و روش اتصال سرسیم به سیم و کابل                                    |
| ۶۷  | ۱-۲۴- دستورالعمل لحیم کاری و عایق کاری در سیم کشی مدارهای الکتریکی خودرو      |
| ۷۳  | ۱-۲۵- دستورالعمل سیم کشی مدارهای الکتریکی                                     |
| ۷۵  | ۱-۲۶- دستورالعمل کاربرد مولتی متر برای اندازه گیری کمیت های الکتریکی در خودرو |
| ۷۹  | خودآزمایی   |
| ۸۳  | ۱-۲۷- مغناطیس و الکترومغناطیس   |
| ۸۶  | آزمون پایانی (۱)  |
| ۹۱  | واحد کار دوم - توانایی سیم کشی مدارات الکتریکی و الکترونیکی خودرو             |
| ۹۲  | پیش آزمون (۲)   |
| ۹۳  | ۲-۱- آشنایی با اصول الکترونیک (آنالوگ - دیجیتال)                              |
| ۹۴  | ۲-۲- آشنایی با اجزای مدارهای الکتریکی و الکترونیکی                            |
| ۱۱۶ | ۲-۳- آشنایی با لوازم اندازه گیری و آزمایش مدارهای الکترونیکی                  |
| ۱۲۰ | ۲-۴- رعایت نکات ایمنی   |
| ۱۲۵ | ۲-۵- استفاده از دفترچه راهنما   |
| ۱۶۶ | ۲-۶- آشنایی با کاربرد الکترونیک در خودرو                                      |
| ۱۶۷ | ۲-۷- آشنایی با اصول طراحی و اجرای مدارهای ساده ی الکترونیکی                   |
| ۱۷۰ | ۲-۸- شناسایی مبانی طراحی و اجرای مدارهای ساده ی الکترونیکی                    |
| ۱۸۸ | ۲-۹- حسگرها و عملگرها (محرک ها)   |
| ۱۹۱ | ۲-۱۰- عیب یابی و رفع عیب انواع حسگرها و عملگرها                               |
| ۱۹۸ | آزمون پایانی (۲)  |



## هدف کلی پودمان

تجزیه و تحلیل مبانی برق و الکترونیک و اصول سیم کشی مدارهای الکتریکی و الکترونیکی خودرو

| ساعت | عنوان توانایی |      |  | شماره توانایی | واحد کار |
|------|---------------|------|--|---------------|----------|
|      | نظری          | عملی | جمع  |               |          |
| ۴۰   | ۳۲            | ۸    | توانایی تجزیه و تحلیل مبانی برق                    | ۱۲            | ۱        |
| ۱۰۰  | ۶۰            | ۴۰   | توانایی سیم کشی مدارات الکتریکی و الکترونیکی خودرو | ۱۰            | ۲        |
| ۱۴۰  | ۹۲            | ۴۸   | جمع  |               |          |



# واحد کار اول

## توانایی تجزیه و تحلیل مبانی برق

### هدف کلی

تجزیه و تحلیل مبانی برق

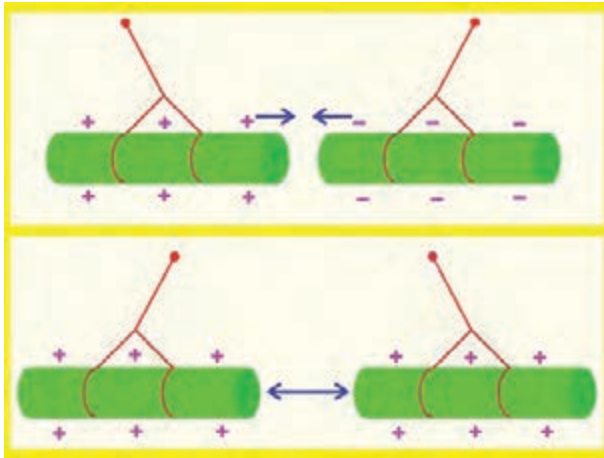
هدف‌های رفتاری: فراگیر پس از گذراندن این واحد کار قادر خواهد بود :

- ۱- اصول الکتریسیته را توضیح دهد.
- ۲- کمیت‌های الکتریکی را نام ببرد.
- ۳- کمیت‌های الکتریکی را توضیح دهد و آن‌ها را محاسبه کند.
- ۴- طرز کار و کاربرد دستگاه‌های اندازه‌گیر کمیت‌های الکتریکی را توضیح دهد.
- ۵- کمیت‌های الکتریکی را اندازه‌گیری کند.
- ۶- اجزای مدار الکتریکی را توضیح دهد.
- ۷- انواع مدارهای الکتریکی را توضیح دهد.
- ۸- نقشه‌ی مدار الکتریکی را توضیح دهد.
- ۹- انواع سیم‌های مورد استفاده در سیم‌کشی خودرو را توضیح دهد.
- ۱۰- انواع سرسیم‌ها و کانکتورها را توضیح دهد.
- ۱۱- کد رنگ سیم‌ها را در سیم‌کشی خودرو توضیح دهد.
- ۱۲- اصول و روش‌های اتصال سیم‌ها و سرسیم‌ها و کانکتورها را توضیح دهد.
- ۱۳- ابزارهای مورد استفاده را در سیم‌کشی خودرو نام ببرد.
- ۱۴- وسایل عایق‌کاری در سیم‌کشی خودرو را نام ببرد و کاربرد آن‌ها را توضیح دهد.

- ۱۵- سرسیم‌ها را به سرسیم متصل کند و محل اتصال را عایق‌بندی نماید.
- ۱۶- مدار الکتریکی را سیم‌کشی و عایق‌بندی کند.
- ۱۷- مغناطیس و الکترومغناطیس را توضیح دهد.

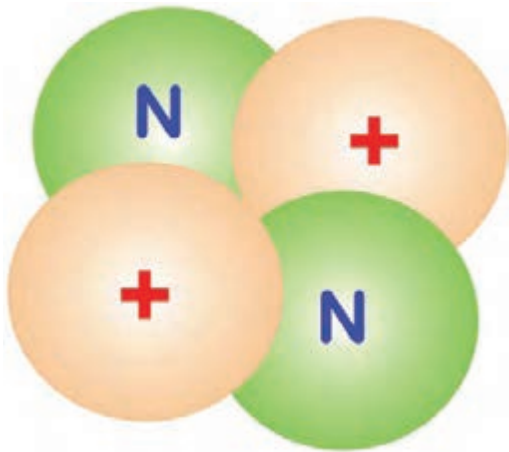
| ساعات آموزش  |      |      |
|---|------|------|
| جمع   | عملی | نظری |
| ۴۰  | ۳۲   | ۸    |

## پیش‌آزمون (۱)



۱- آنچه را که در مورد شکل روبه‌رو می‌دانید توضیح

دهید.

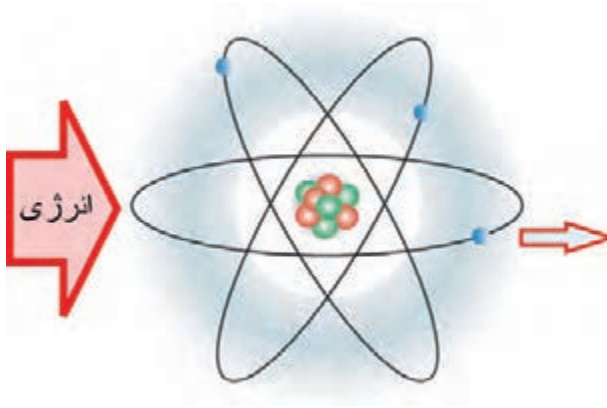


۲- در مورد شکل روبه‌رو آنچه می‌دانید توضیح دهید.

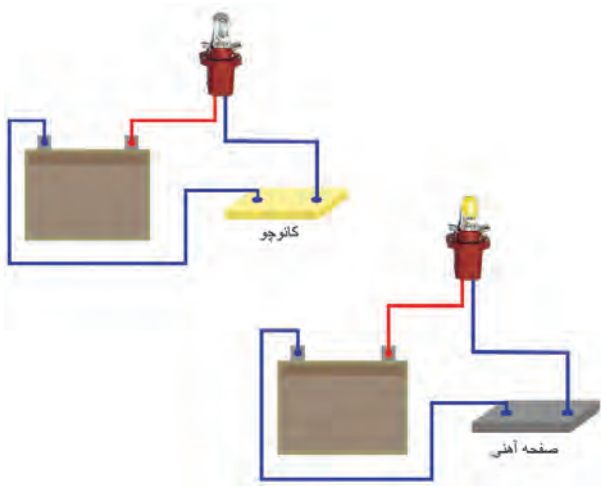


۳- دریافت خود را از شکل روبه‌رو توضیح دهید.

۴- شکل روبه‌رو را توضیح دهید.



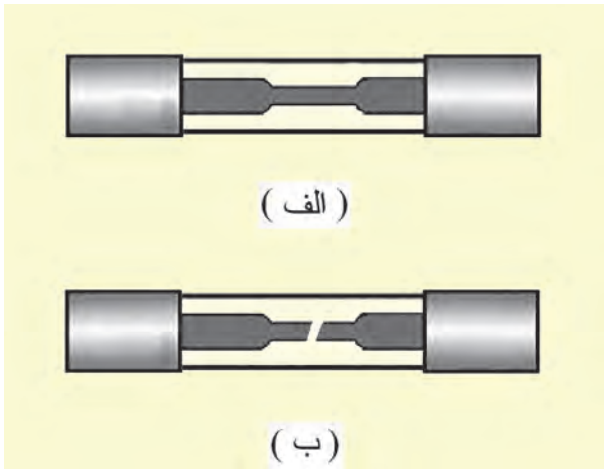
۵- دو تصویر شکل روبه‌رو را مقایسه کنید و دلیل روشن بودن لامپ را توضیح دهید.



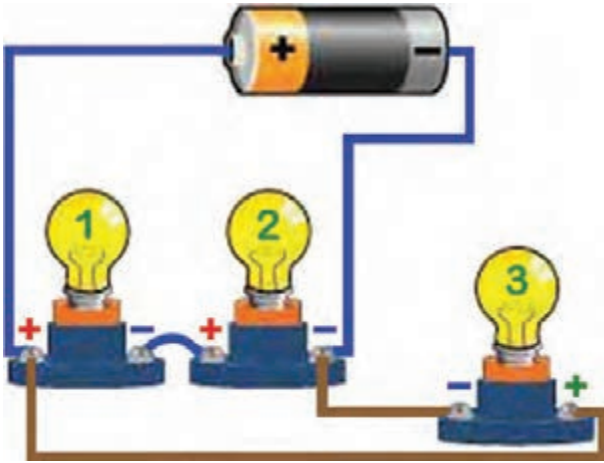
۶- در شکل مقابل نام و تفاوت دو دستگاه اندازه‌گیر را توضیح دهید.



۷- دو تصویر شکل روبه‌رو را مقایسه کنید و نتیجه را توضیح دهید.



۸- روش سیم‌کشی در مدار شکل روبه‌رو را توضیح دهید.

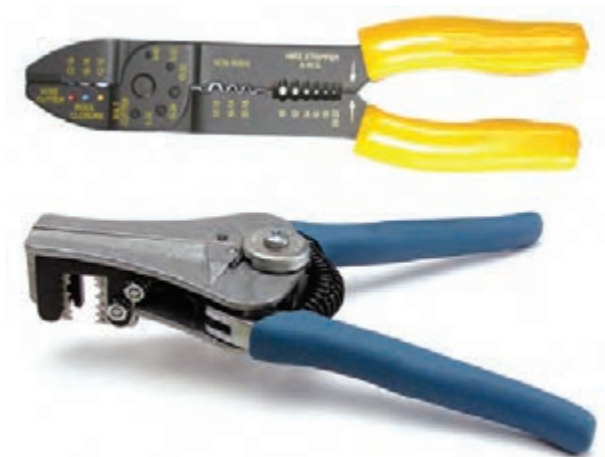


۹- رنگ‌بندی روکش عایق سیم‌ها به چه منظوری انجام می‌شود؟ توضیح دهید.

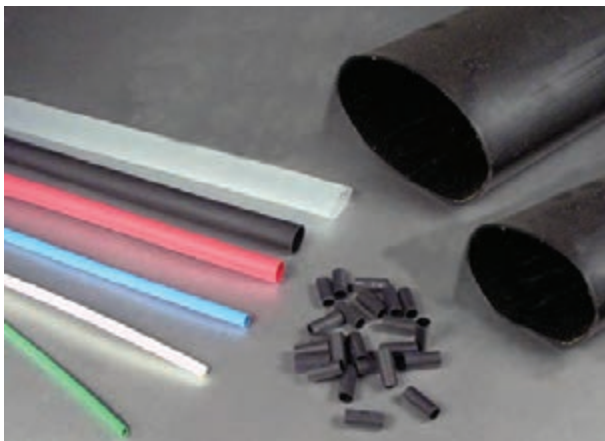




۱۰- نام و کاربرد قطعات نشان داده شده را در شکل روبه‌رو توضیح دهید.



۱۱- کاربرد ابزار نشان داده شده را در شکل روبه‌رو توضیح دهید.



۱۲- کاربرد قطعات نشان داده شده را در شکل روبه‌رو توضیح دهید.

۱۳- در کدام یک از شرایط زیر، اطراف سیم هادی جریان الکتریکی حوزه‌ی مغناطیسی ایجاد می‌شود:

الف) قراردادن آهن‌ریا در کنار سیم  
 ب) پیچاندن سیم دور میله‌ی آهنی  
 ج) عبور جریان الکتریکی از سیم  
 د) هر سه مورد



## ۱- آشنایی با الکتریسیته

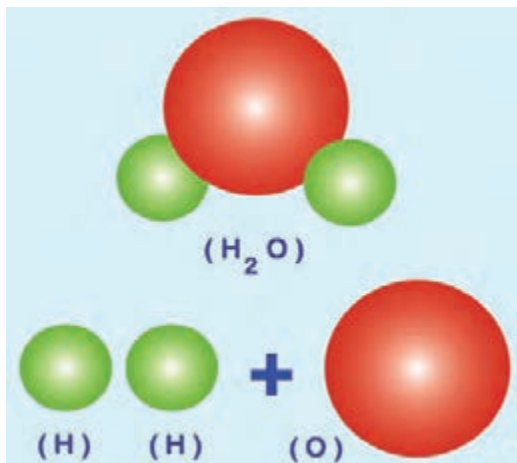


شکل ۱-۱- کهریا

الکتریسیته پدیده‌ای است که در حدود دو هزار سال پیش توسط یونانی‌ها کشف شد. آنان متوجه شدند که وقتی جسمی به نام کهریا<sup>۱</sup> به جسم دیگری مالش داده می‌شود نیروی مرموز و خاصی در آن به وجود می‌آید که می‌تواند اجسامی مانند برگ‌های خشک و براده‌های چوب و ... را جذب نماید. در آن دوران تمامی اجسامی که مانند کهریا عمل می‌کردند «الکتربک» نام‌گذاری شد ولی بعدها دریافتند که بعضی از اجسام پس از مالش دادن یکدیگر را جذب و برخی همدیگر را دفع می‌نمایند. در شکل ۱-۱ شماتیک کهریا نشان داده شده است.

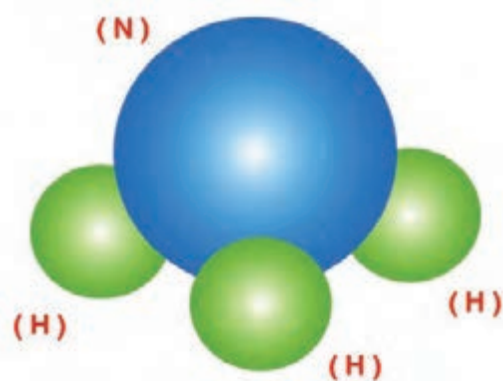
### ۱-۱- ساختمان ماده

ماده در طبیعت به سه شکل جامد، مایع، گاز یافت می‌شود ماده اگر از یک عنصر تشکیل شده باشد «ماده‌ی ساده» و در صورتی که از دو یا چند عنصر به وجود آمده باشد «ماده‌ی مرکب» نامیده می‌شود. برای مثال هیدروژن (H) یا اکسیژن (O) مواد ساده هستند اما از ترکیب آن‌ها ماده‌ای به نام آب (H<sub>2</sub>O) حاصل می‌شود که «ماده‌ی مرکب» است (شکل ۱-۲).



شکل ۱-۲- ترکیب عناصر

کوچک‌ترین جزء یک ماده را ملکول می‌نامند. در شکل شماتیک ۱-۳ یک ملکول آمونیاک نشان داده شده که از به هم پیوستن سه اتم هیدروژن و یک اتم نیتروژن حاصل شده است. بر همین اساس به کوچک‌ترین جزء یک ملکول نیز اتم گفته می‌شود.



شکل ۱-۳- ملکول

۱- کهریا ماده‌ای است سخت و سنگ مانند که به رنگ زرد مایل به قهوه‌ای یافت می‌شود.

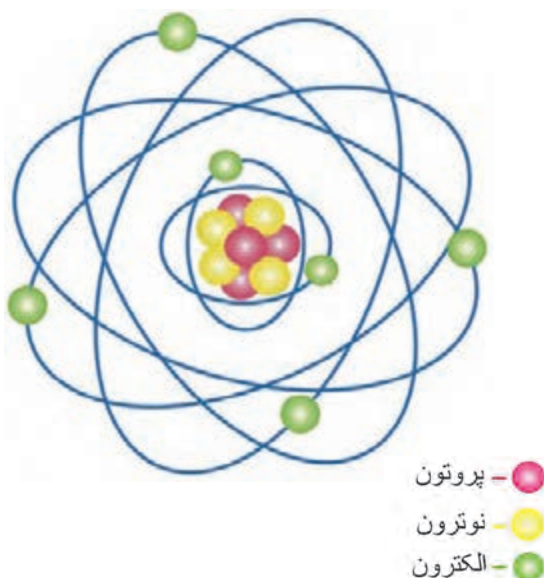
## ۱-۲-۱- ساختمان اتم و اجزای تشکیل دهنده آن

ساختمان اتم هر عنصر از دو قسمت تشکیل شده است:

– هسته

– مدارهای الکترونی

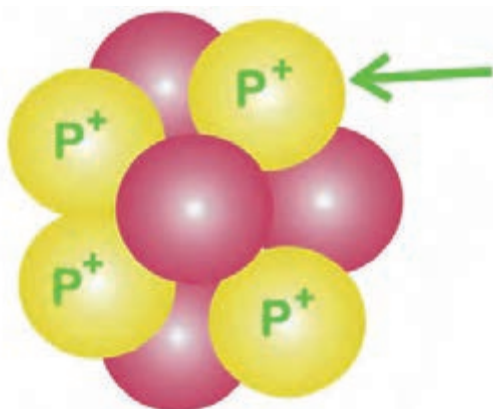
هسته اتم متشکل از ذرات کوچکی به نام پروتون<sup>۱</sup> و نوترون<sup>۲</sup> است که ذره‌های کوچک دیگری به نام الکترون<sup>۳</sup> در مدارهای مشخصی به دور آن گردش می‌کنند. مدل اتمی عناصر مانند منظومه‌ی بسیار کوچک خورشیدی است که هسته‌ی اتم مانند خورشید و الکترون‌ها مانند سیارات بر روی مدارهایی حول هسته می‌چرخند. در شکل شماتیک ۱-۴ اجزای ساختمان اتم نشان داده شده است.



شکل ۱-۴- مدل اتم

## ۱-۲-۱- پروتون: پروتون ذره‌ای است که بار الکتریکی

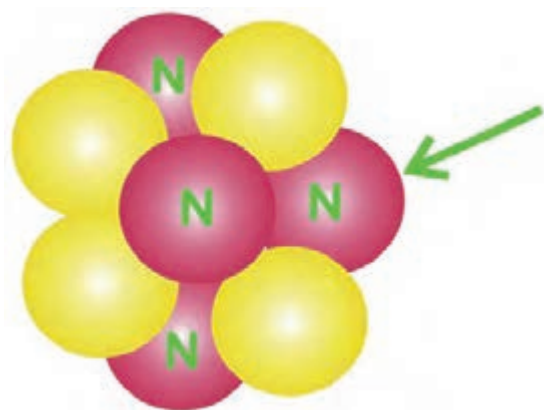
آن مثبت است ( $P^+$ ) جرم این ذره  $1.67 \times 10^{-27}$  برابر جرم الکترون است و در هسته‌ی اتم قرار دارد. پروتون‌ها به دلیل بالا بودن جرم‌شان فاقد حرکت اند. از این رو، در هدایت جریان الکتریکی نقش ندارند. به پروتون‌های داخل هسته عدد اتمی گفته می‌شود. در شکل ۱-۵ تصویر شماتیک پروتون‌های داخل هسته‌ی اتم دیده می‌شوند.



شکل ۱-۵- پروتون‌های داخل هسته

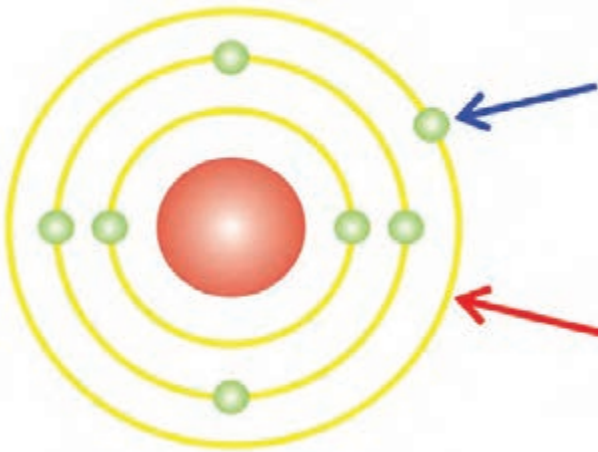
## ۱-۲-۲- نوترون: نوترون جزء دیگری از اتم است

که به همراه پروتون‌ها در داخل هسته‌ی اتم قرار دارد. این ذره بار الکتریکی مشخصی ندارد و به همین سبب آن را ذره‌ی خنثا نیز می‌نامند. به مجموعه‌ی تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها در یک اتم، عدد جرمی گفته می‌شود. در شکل شماتیک ۱-۶ نوترون‌های داخل هسته‌ی اتم نشان داده شده است.



شکل ۱-۶- نوترون‌های داخل هسته

۳-۲-۱ الکترون: الکترون نیز یکی از اجزای اساسی تشکیل دهنده‌ی اتم است. این ذره دارای بار الکتریکی منفی است ( $e^-$ ). الکترون‌ها بر روی مدارهایی به نام اوربیتال در اطراف هسته‌ی اتم دائماً می‌چرخند.



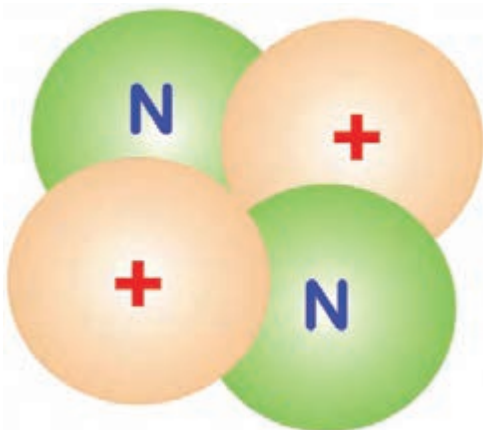
شکل ۷-۱- مدار والانس (ظرفیت)

الکترون‌ها با تعداد مشخص و نظم خاصی بر روی این لایه‌های الکترونی قرار گرفته‌اند. مدار خارجی هر اتم را لایه‌ی والانس و الکترون‌های روی این مدار را «الکترون‌های والانس» یا الکترون‌های ظرفیت می‌نامند. این الکترون‌ها در تعیین خواص هدایت الکتریکی مواد، نقشی اساسی دارند. در شکل ۷-۱ لایه‌ی والانس با فلش قرمز رنگ و الکترون والانس با فلش آبی رنگ نشان داده شده است. تعداد الکترون‌های مدار والانس هر اتم حداقل یک عدد و حداکثر هشت الکترون است.

### ۳-۱- ویژگی‌های اتم و ذرات آن

– پروتون دارای بار مثبت است و در هسته‌ی اتم قرار دارد.  
– نوترون بدون بار است و مانند پروتون در داخل هسته‌ی اتم قرار دارد.

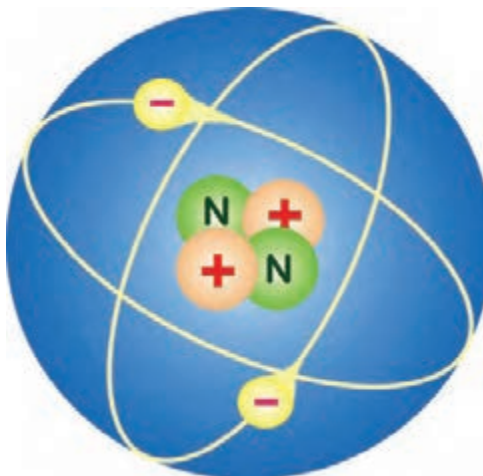
در شکل ۸-۱ نوترون و پروتون‌های داخل هسته‌ی اتم به صورت شماتیک نشان داده شده است.



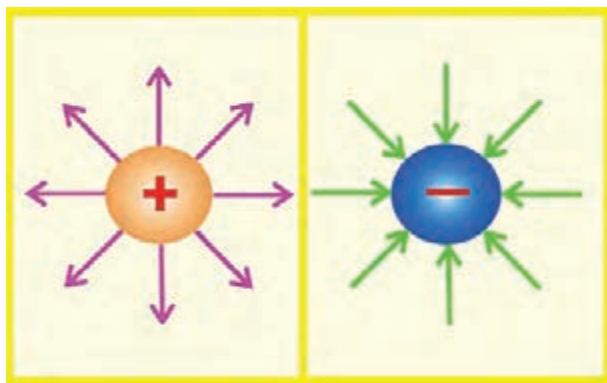
شکل ۸-۱- پروتون با بار مثبت و نوترون داخل هسته‌ی اتم

– الکترون دارای بار منفی است و روی مدارهای اطراف هسته‌ی اتم می‌چرخد (مدار الکترون‌ها بیضوی است). در شکل ۹-۱ شماتیک مدار الکترون‌ها دیده می‌شود.

گفتنی است که در حالت عادی تعداد الکترون‌ها و پروتون‌های هر اتم با هم برابرند.



شکل ۹-۱- الکترون و مدار چرخش آن

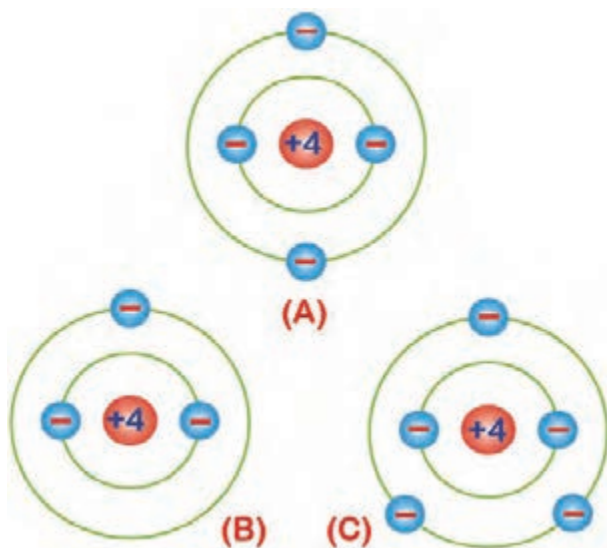


شکل ۱۰-۱

– جهت خطوط نیروی بارهای منفی در ذرات باردار به سمت داخل و جهت خطوط نیروی بارهای مثبت به سمت خارج قرار داده شده است. در شکل ۱۰-۱ جهت خطوط نیرو در ذرات داخل هسته‌ای اتم به صورت شماتیک نشان داده شده است.

#### ۱-۴- اتم‌های باردار

همان‌طور که ذکر شد، تعداد الکترون‌های یک اتم در شرایط عادی با تعداد پروتون‌های آن مساوی است. به این حالت وضعیت خنثا گفته می‌شود. حال چنانچه اتم، الکترون از دست بدهد، به دلیل این که الکترون دارای بار منفی است به علت کمبود الکترون دارای بار مثبت خواهد شد و در صورتی که اتمی الکترون به دست آورد دارای بار الکتریکی منفی می‌شود. اتم‌های باردار «یون» نامیده می‌شوند. در شکل شماتیک ۱۱-۱ حالت‌های مختلف یک اتم دیده می‌شود:

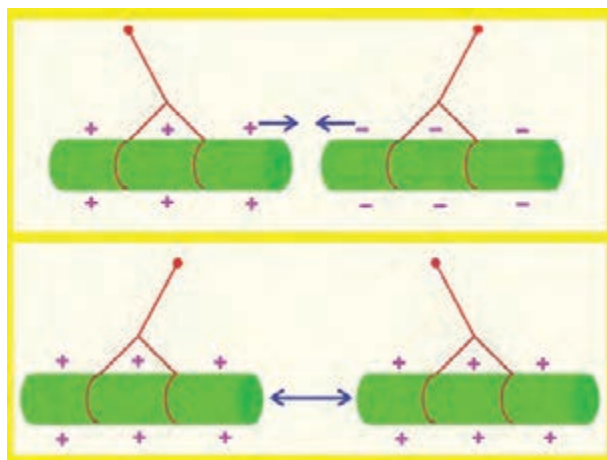


شکل ۱۱-۱- حالت‌های مختلف اتم

a – اتم خنثا

b – اتم یا یون مثبت

c – اتم یا یون منفی



شکل ۱۲-۱

توجه: به خاطر داشته باشید که بارهای هم‌نام یکدیگر را دفع و بارهای غیرهم‌نام یکدیگر را جذب می‌نمایند. در شکل ۱۲-۱ اثر بارهای استاتیکی بر یکدیگر نشان داده شده است.

## ۱-۵- هدایت الکتریکی

برای تولید جریان الکتریکی لازم است که الکترون‌های والانس از اتم جدا و آزاد شوند به دلیل این که الکترون‌های مدار آخر (والانس) نسبت به هسته ی اتم دورتر هستند، لذا نیروی جاذبه ی کم تری از طرف هسته به آن‌ها اثر می کند. در این صورت، با دریافت انرژی کم تری می توانند از مدار خود خارج شوند و انتقال یابند. تعداد الکترون‌های لایه ی آخر در میزان هدایت جریان الکتریکی نقش اساسی دارند و به طور کلی هر چه الکترون‌های این لایه کم تر باشند ماده الکترون‌هایش را با دریافت انرژی کم تری آزاد می کند (شکل ۱-۱۳). مواد از لحاظ هدایت الکتریکی به سه دسته تقسیم می شوند:

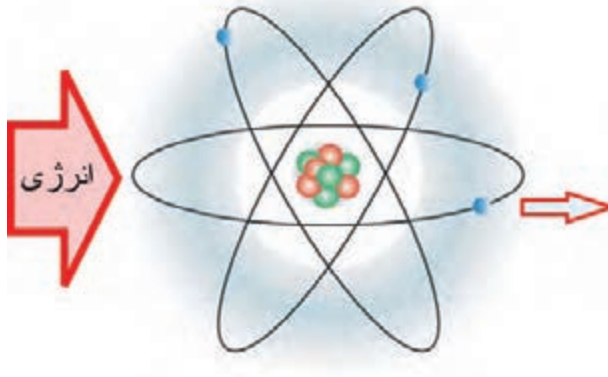
– هادی‌ها

– عایق‌ها

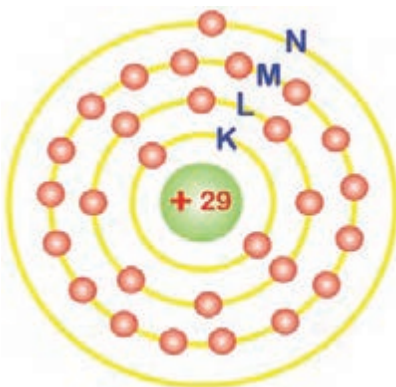
– نیمه هادی‌ها

۱-۵-۱- هادی‌ها: به موادی که الکترون‌های مدار

آخر آن‌ها (مدار والانس) به راحتی آزاد و منتقل می شوند هادی یا رسانا گفته می شود. تعداد الکترون‌های لایه ی آخر هادی‌ها کم تر از چهارند و معمولاً (۱)، (۲) یا (۳) الکترون دارند. مدارهای الکترونی اتم‌ها را به ترتیب با حروف اختصاری: K، L، M، N، O و ... مشخص می کنند. در شکل شماتیک ۱-۱۴ ساختمان اتمی عنصر مس با تعداد الکترون‌های لایه‌های مختلف آن نشان داده شده است.

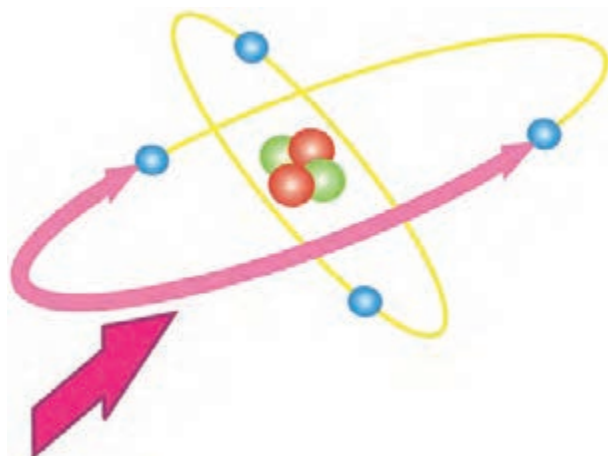


شکل ۱-۱۳



تعداد الکترون  
در مدارها  
K=2  
L=8  
M=18  
N=1

شکل ۱-۱۴- ساختمان اتمی عنصر مس

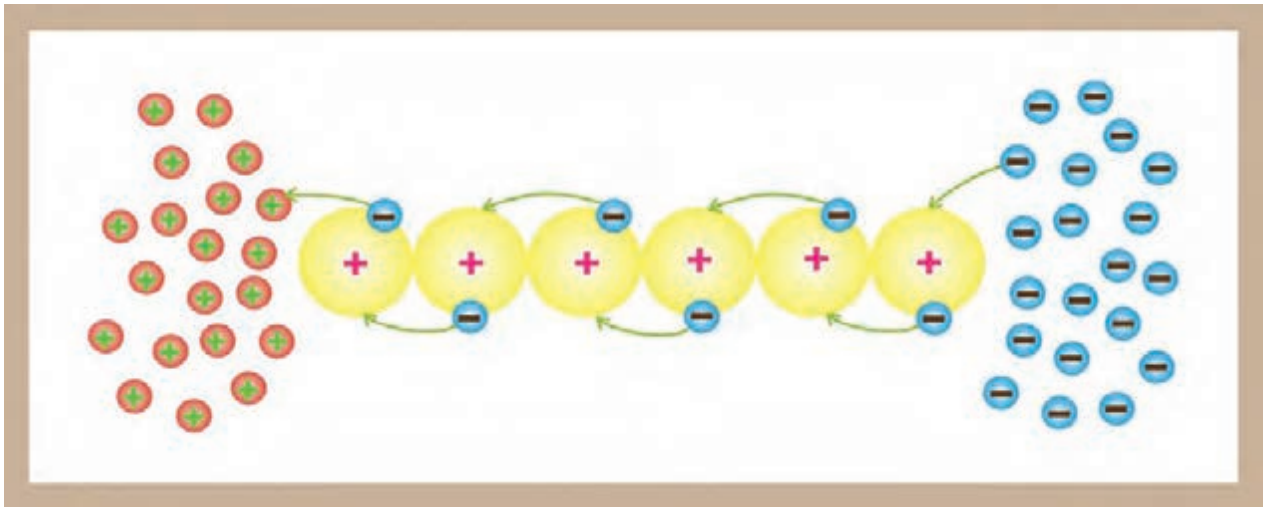


شکل ۱-۱۵

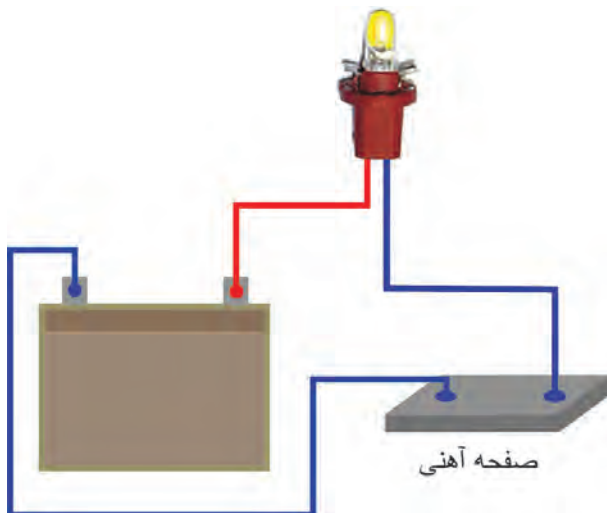
هرگاه به اتم‌های یک هادی انرژی داده شود بین

الکترون‌های آن تقسیم می شود و در اتم‌هایی که تعداد الکترون‌های والانس آن کم تر باشد انرژی بیش تری به هر الکترون می رسد. در شکل ۱-۱۵ اثر انرژی خارجی به الکترون‌های لایه ی آخر اتمی، به صورت شماتیک، نشان داده شده است.

مواد هادی جریان الکتریکی را به راحتی از خود عبور می دهند. یعنی الکترون ها به آسانی از یک اتم به اتم دیگر منتقل می شوند. از هادی های خوب می توان نقره، مس، طلا و آلومینیوم را نام برد. مس به دلیل ارزانی و فراوانی در تهیه و ساخت سیم ها و کابل های صنعت برق کاربرد بیش تری دارد. جریان الکتریکی از اتم به اتم ماده ی رسانا (هادی) در شکل شماتیک ۱۶-۱ دیده می شود.

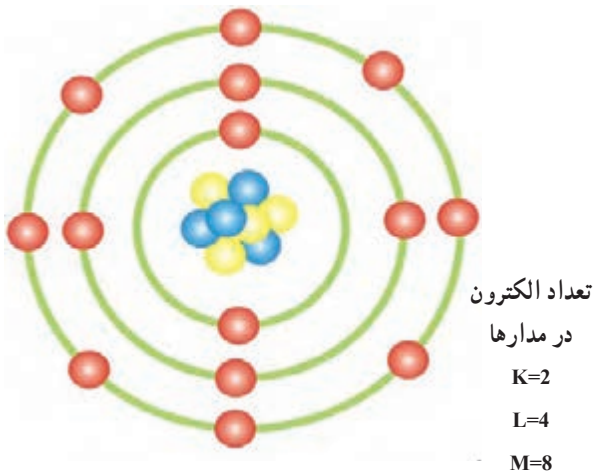


شکل ۱۶-۱ انتقال الکترون ها از اتم های ماده ی هادی



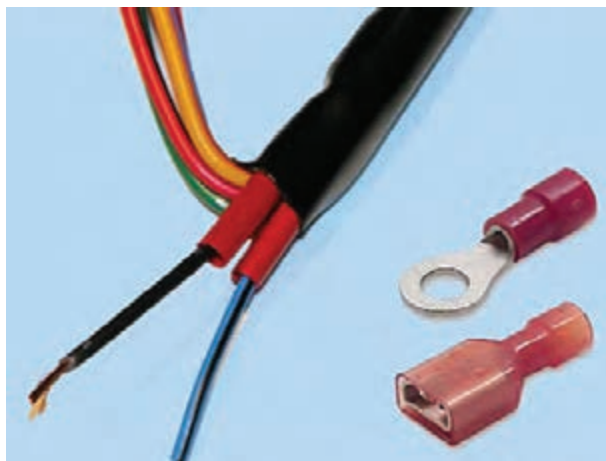
شکل ۱۷-۱ صفحه آهنی صفحه آهنی

آهن نیز از جمله موادی است که هادی جریان الکتریسیته است و الکترون ها از یک اتم به اتم دیگر آهن منتقل می شوند. در آزمایش شکل ۱۷-۱، اثر هدایت صفحه ی آهنی در برقراری جریان الکتریکی مدار لامپ نشان داده شده است. در صنعت خودرو، شاسی و بدنه ی خودروها از آلیاژ آهن طراحی و ساخته می شود تا از خاصیت هدایت الکتریکی آن در برقراری مدارهای الکتریکی خودرو استفاده شود.



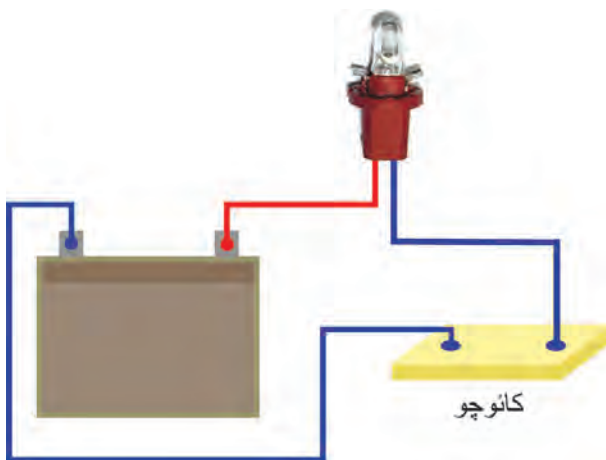
شکل ۱۸-۱- آرایش الکترونی یک نوع عایق

۲-۵-۱- عایق‌ها: به موادی که الکترون‌های مدار والانس اتم آن‌ها تمایل به ماندن در مدار خود داشته باشند مواد عایق گویند. در مواد عایق آزاد کردن الکترون‌های لایه‌ی آخر اتم‌ها بسیار مشکل است و در نتیجه این مواد نمی‌توانند به راحتی جریان الکتریکی را از خود عبور دهند. لایه‌ی آخر اتم‌های عایق‌ها ۵، ۶، ۷ یا ۸ الکترون دارند. در شکل شماتیک ۱۸-۱ آرایش الکترونی یک نوع ماده‌ی عایق نشان داده شده است. عایق‌هایی که در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرند اغلب از ترکیب مواد مختلف حاصل می‌شوند موادی مانند میکا، کائوچو و انواع لاستیک‌ها عایق‌های خوبی به‌شمار می‌روند.



شکل ۱۹-۱- کاربرد مواد عایق

از مواد عایق الکتریسیته برای روکش کردن سیم‌ها، کابل‌ها، اتصالات الکتریکی و ... استفاده می‌شود. در شکل ۱۹-۱، کاربرد این نوع مواد برای عایق کاری سیم‌ها و اتصالات الکتریکی مورد استفاده در سیم‌کشی مدارهای الکتریکی خودرو دیده می‌شود.

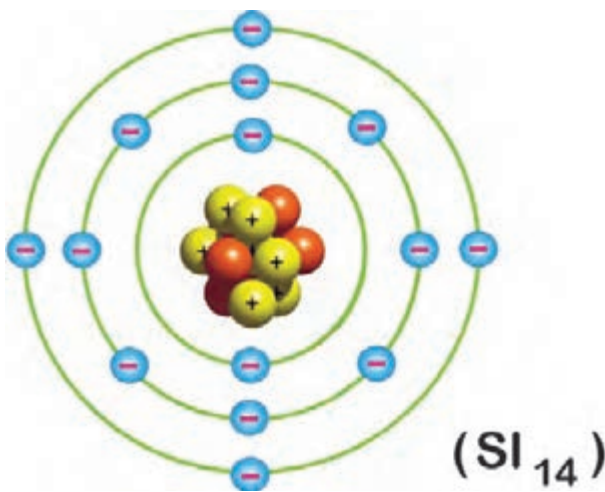


شکل ۲۰-۱

مقاومت مواد عایق را، در مقابل عبور جریان الکتریکی می‌توان به کمک یک قطعه کائوچو، باتری خودرو، لامپ ۱۲ ولتی آزمایش نمود. لامپ و قطعه‌ی کائوچو را، مطابق شکل ۲۰-۱، در مدار الکتریکی باتری قرار دهید و سیم‌های ترمینال منفی باتری و یکی از ترمینال‌های لامپ را به کائوچو متصل کنید. مشاهده خواهید کرد که لامپ به دلیل عایق بودن کائوچو روشن نخواهد شد.

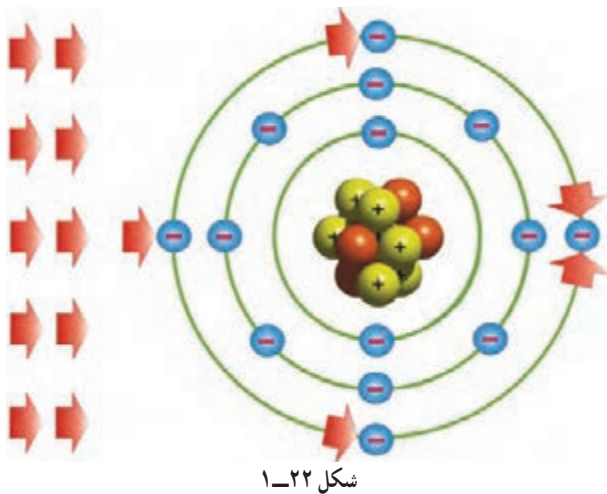
### ۳-۵-۱- نیمه هادی ها : نیمه هادی ها موادی هستند

که از نظر آزاد کردن الکترون و الانس (الکترون لایه ی آخر اتم) در حد فاصل عایق ها و هادی ها قرار دارند. این نوع مواد در شرایط عادی خنثا هستند و برای افزایش میزان هدایت الکتریکی معمولاً آن ها را با مواد دیگری ترکیب می کنند. تعداد الکترون های و الانس نیمه هادی ها چهار الکترون است. در شکل شماتیک ۲۱-۱ آرایش الکترونی یک ماده ی نیمه هادی نشان داده شده است.



شکل ۲۱-۱- آرایش الکترونی یک نوع ماده ی نیمه هادی

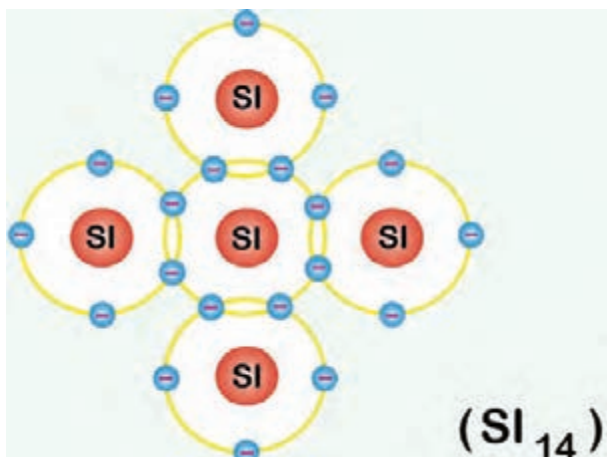
مواد نیمه هادی تمایلی به از دست دادن یا دریافت کردن الکترون ندارند ولی در صورتی که انرژی خارجی به آن ها وارد شود می توانند الکترون آزاد کنند. انرژی وارد شده به نیمه هادی مابین الکترون های و الانس (الکترون های لایه ی آخر اتم) تقسیم می شود. در شکل شماتیک ۲۲-۱، تقسیم انرژی بین الکترون های لایه ی آخر اتم یک ماده ی نیمه هادی نشان داده شده است.



شکل ۲۲-۱

از نیمه هادی هایی که در الکتریسیته کاربرد دارند می توان سیلیسیم (SI) و ژرمانیوم (Ge) را نام برد. هر اتم سیلیسیم دارای ۱۴ الکترون است، که به ترتیب در لایه ی اول ۲ الکترون، در لایه ی دوم ۸ الکترون و در لایه ی و الانس ۴ الکترون قرار دارند. در اتم ژرمانیوم نیز تعداد ۳۲ الکترون وجود دارد، که به ترتیب، در لایه ی اول ۲ الکترون، در لایه ی دوم ۸ الکترون، در لایه ی سوم ۱۸ الکترون و در لایه ی و الانس ۴ الکترون قرار گرفته است.

نحوه ی قرار گرفتن اتم های نیمه هادی ها در کنار یکدیگر به صورت اشتراکی است و از اشتراک الکترون های و الانس در نیمه هادی ها شبکه ای حاصل می شود که آن را شبکه ی کریستالی گویند. در شکل ۲۳-۱، شبکه ی اشتراکی اتم های نیمه هادی سیلیسیم به صورت شماتیک نشان داده شده است.



شکل ۲۳-۱- شبکه ی کریستالی اتم های سیلیسیم



## ۱-۶- آشنایی با کمیت‌های الکتریکی

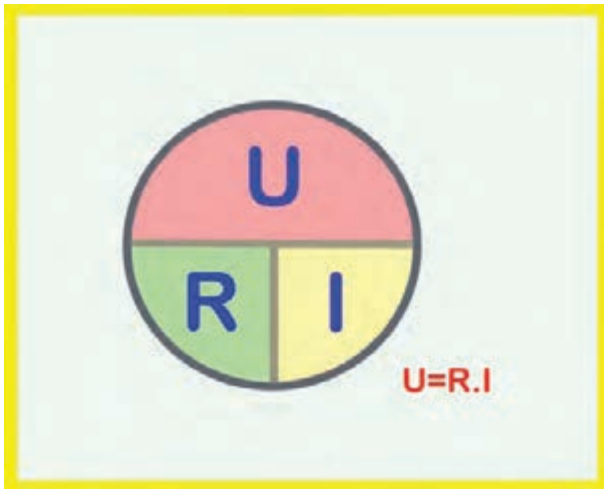
- شدت جریان

- ولتاژ یا اختلاف سطح الکتریکی

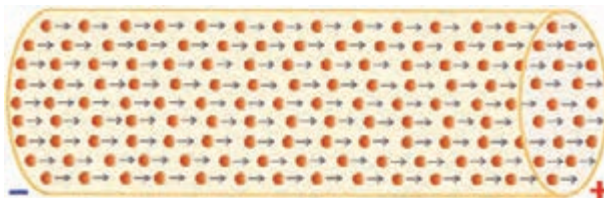
- مقاومت الکتریکی

در شکل ۱-۲۴ رابطه‌ی ریاضی کمیت‌های الکتریکی

نشان داده شده است.



شکل ۱-۲۴



شکل ۱-۲۵

### ۱-۶-۱- شدت جریان الکتریکی : در صورتی که

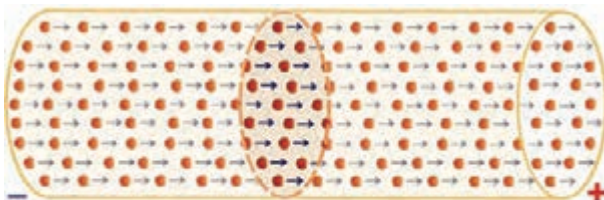
با اعمال انرژی به مدار و الانس یک اتم الکترون‌های آن را آزاد کنیم و در یک مسیر حرکت دهیم جریان الکتریکی به وجود می‌آید.

انرژی الکترون‌های آزادی که در یک جهت قراردارند با

هم جمع می‌شوند و انرژی آزاد بیشتری را ایجاد می‌کنند. در

شکل شماتیک ۱-۲۵، جریان الکتریکی حاصل از الکترون‌های

آزاد جاری از سیم مسی دیده می‌شود.



سطح فرضی سیم یا کابل

شکل ۱-۲۶

بنا بر تعریف، مقدار الکترون‌های آزادی را که از یک

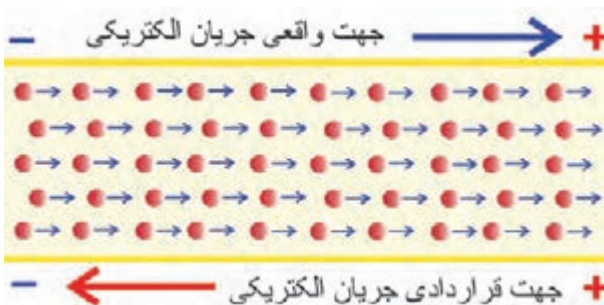
مقطع در فاصله‌ی زمان معینی عبور می‌کند شدت جریان الکتریکی

می‌گویند. شدت جریان الکتریکی را با حرف (I) نشان می‌دهند،

که بر حسب آمپر (A) سنجیده می‌شود (شکل ۱-۲۶). یک آمپر

شدت جریانی است که در اثر عبور  $6/25 \times 10^{18}$  الکترون در واحد

زمان (۱ ثانیه) از سطح مقطع سیم عبور می‌کند.



شکل ۱-۲۷- جهت حرکت واقعی و قراردادی جریان الکتریکی

با توجه به این که عامل به وجود آمدن جریان الکتریکی

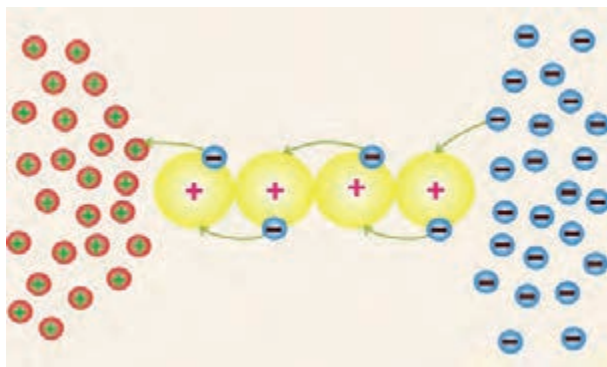
الکترون‌ها هستند و این ذرات بار منفی دارند، لذا جهت واقعی

جریان الکتریکی از قطب منفی به سمت قطب مثبت است، ولی

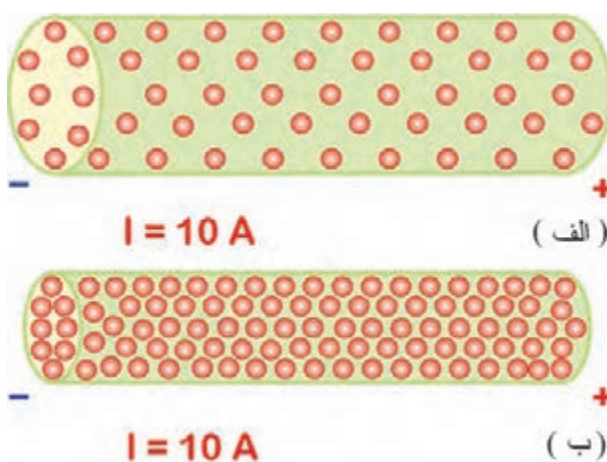
برحسب قرارداد، جهت جریان الکتریکی در مدارها از قطب مثبت

به طرف قطب منفی در نظر گرفته می‌شود. در شکل شماتیک

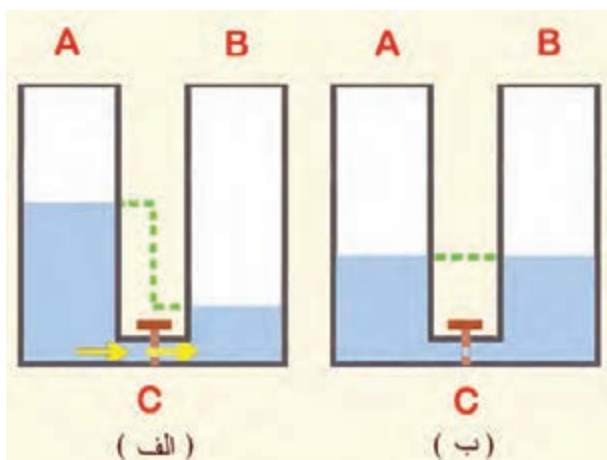
۱-۲۷، جهت جریان الکتریکی نشان داده شده است.



شکل ۲۸-۱



شکل ۲۹-۱



شکل ۳۰-۱

حرکت الکترون‌های آزاد در درون ماده‌ی هادی (برای مثال سیم مسی) به صورت «ضربه‌ای» صورت می‌گیرد. یعنی در مدارهای ولانس، الکترون‌ها با یکدیگر برخورد می‌کنند و از اتمی به اتم دیگر منتقل می‌شوند. (ضربه‌های انرژی را، که از یک الکترون به الکترون دیگری وارد و باعث جابه‌جایی آن می‌شود، جریان الکتریکی می‌نامند). در شکل شماتیک ۲۸-۱، حرکت الکترون‌ها از یک اتم به اتم دیگر نشان داده شده است. تراکم و فشردگی الکترون‌های جاری در یک هادی به سطح مقطع آن بستگی دارد. برای مثال در صورتی که شدت جریانی معادل ۱۰ آمپر از دو سیم مسی با سطح مقطع متفاوتی عبور کند تراکم الکترون‌ها در سیمی که سطح مقطع آن بزرگ‌تر است کم‌تر خواهد بود. در شکل شماتیک ۲۹-۱، تراکم الکترون‌ها در دو سیم مسی با سطح مقطع متفاوت نشان داده شده است.

## ۲-۶-۱- اختلاف سطح الکتریکی (ولتاژ): فرض

کنید دو مخزن (A) و (B) به وسیله‌ی لوله‌ی (C) به یکدیگر متصل شده است. چنان‌چه ارتفاع مایع داخل مخزن (A) بیش‌تر از ارتفاع مایع مخزن (B) باشد، پس از برقرار کردن ارتباط دو مخزن، بر اثر فشار وارد بر سطح مایع مخزن A و به دلیل اختلاف سطح مایع در دو مخزن (شکل الف- ۳۰-۱) مایع از مخزن A به طرف مخزن (B) جریان می‌یابد. جریان مایع از لوله‌ی (C) تا زمانی ادامه می‌یابد که سطح مایع در هر دو مخزن یک‌سان شود (شکل ب- ۳۰-۱) همان‌طور که برای به حرکت درآوردن مایع درون مخزن به اعمال فشار نیاز است برای به حرکت درآوردن الکترون‌ها نیز فشار الکتریکی مورد نیاز است تا جریان الکتریکی ایجاد شود. نیرویی را که باعث به‌وجود آمدن جریان الکتریکی در مدار می‌شود. نیروی محرکه الکتریکی می‌نامند.



شکل ۱-۳۱- باتری خودرو

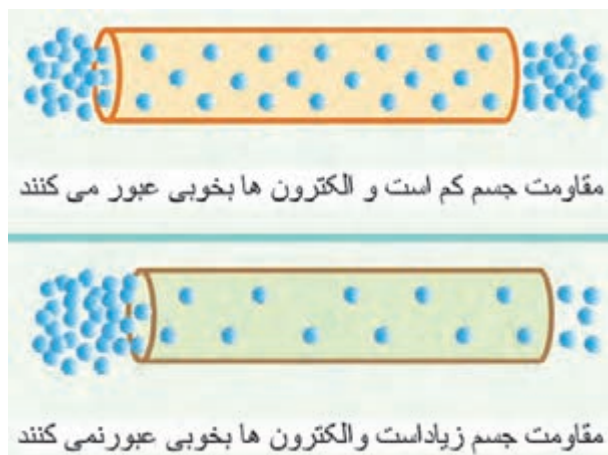
فشار الکتریکی توسط یک منبع انرژی تأمین می‌شود. منبع بخشی از مدار الکتریکی است که موجب حرکت الکترون‌ها در مدار می‌گردد. به همین دلیل منبع را عامل به وجود آورنده‌ی نیروی محرکه‌ی الکتریکی می‌گویند (E.M.F). در خودروها باتری به عنوان منبع الکتریکی به شمار می‌رود (شکل ۱-۳۱).

جدول ۱-۱

| واحد اصلی     |     | اجزاء              |                    |                 | اضعاف           |  |
|---------------|-----|--------------------|--------------------|-----------------|-----------------|--|
| علامت         | V   | $\mu V$            | mV                 | KV              | MV              |  |
| نام واحد فرعی | ولت | میکروولت           | میلی‌ولت           | کیلوولت         | مگا‌ولت         |  |
| ضریب          | ۱   | $1 \times 10^{-6}$ | $1 \times 10^{-3}$ | $1 \times 10^3$ | $1 \times 10^6$ |  |

\* اختلاف پتانسیل الکتریکی باعث اعمال نیرو بر الکترون‌ها می‌شود و الکترون‌ها از پتانسیل بیش‌تر به طرف پتانسیل کم‌تر حرکت می‌کنند.

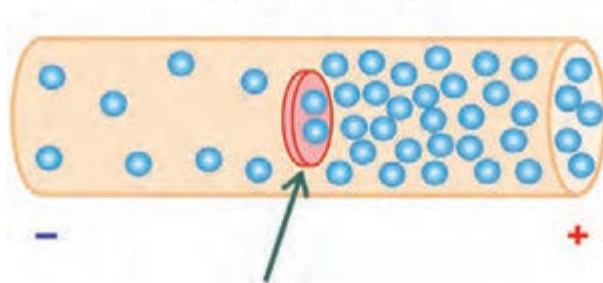
اختلاف پتانسیل یا ولتاژ با حرف V یا u نشان داده می‌شود. و واحد اصلی آن ولت (V) است. در جدول ۱-۱ اجزاء و اضعاف ولت نشان داده شده است.



شکل ۱-۳۲

۱-۶-۳- مقاومت الکتریکی: با توجه به این که تعداد الکترون‌های لایه‌ی والانس (لایه‌ی آخر) مواد مختلف نسبت به هم متفاوت‌اند میزان هدایت آن‌ها نیز با یک‌دیگر متفاوت است و نمی‌توانند جریان الکتریکی را به یک اندازه از خود عبور دهند. بنابراین، هر جسمی که قابلیت هدایت الکتریکی آن زیاد باشد مقاومت الکتریکی کم‌تری دارد. و هر جسمی که قابلیت هدایت الکتریکی آن کم باشد مقاومت الکتریکی زیادتری دارد. در شکل شماتیک ۱-۳۲، میزان هدایت دو جسم مختلف نشان داده شده است.

### هادی جریان الکتریکی



مقاومت

شکل ۱-۳۳

به طور کلی خاصیت مخالفت در برابر عبور جریان الکتریکی مقاومت نامیده می شود و آن را با حرف (R) نمایش می دهند. واحد سنجش مقاومت الکتریکی اهم است که با علامت (°) نشان داده می شود. یک اهم مقاومتی است که تحت اختلاف پتانسیل یک ولت، جریانی معادل یک آمپر را از خود عبور می دهد. در شکل شماتیک ۱-۳۳، مقاومت در مقابل جریان الکتریکی نشان داده شده است.



شکل ۱-۳۴

مقاومت الکتریکی بعضی مواقع به صورت ناخواسته و مزاحم، در مدارهای الکتریکی (مانند مقاومت الکتریکی سیم های رابط بین اجزای مدار الکتریکی) وجود دارد که این نوع مقاومت باعث ایجاد تلفات الکتریکی می شود (افت ولتاژ در مدار). در مواردی نیز مقاومت می تواند جزئی از مدار الکتریکی باشد که به صورت یک مصرف کننده در مدار قرار گیرد. در این حالت، نه تنها مزاحم نیست، بلکه علاوه بر کنترل جریان الکتریکی باعث تولید حرارت نیز می شود. برای مثال، می توان از مقاومت الکتریکی به کار رفته در گرمکن شیشه عقب یا آینه های جانبی خودرو نام برد. در شکل ۱-۳۴، المنت های حرارتی نصب شده در روی شیشه ی عقب خودرویی با فلش نشان داده شده است.

## ۷-۱- عوامل مؤثر در مقدار مقاومت الکتریکی

مقدار طول و سطح مقطع هر سیم هادی جریان الکتریکی از عوامل مؤثر در تعیین میزان مقاومت آن به شمار می‌رود. در صورتی که مقاومت سه قطعه سیم با مشخصات (شکل ۳۵-۱):

- سیم الف به طول (L) و سطح مقطع (A).

- سیم ب به طول (L) و سطح مقطع  $(\frac{A}{4})$ .

- سیم ج به طول  $(\frac{L}{4})$  و سطح مقطع (A).

و از یک جنس را اندازه‌گیری کنیم نتایج زیر حاصل می‌شود:

- مقدار مقاومت سیم (الف) برابر با R است، که آن را مقدار مقاومت مبنا در نظر می‌گیریم.

- مقدار مقاومت سیم (ب) که سطح مقطع آن نصف سطح مقطع سیم (الف) است و برابر با ۲R خواهد بود.

- مقدار مقاومت سیم (ج) نیز که طول آن نصف طول سیم (الف) است برابر با  $\frac{R}{4}$  اندازه‌گیری می‌شود.

با مقایسه و بررسی نتایج اندازه‌گیری به دست آمده می‌توان گفت که مقاومت یک سیم هادی با طول آن رابطه‌ی مستقیم و با سطح مقطع آن نسبت عکس دارد.

مقاومت الکتریکی از فرمول  $R = \frac{L}{A}$  محاسبه می‌شود

که در آن:

R مقاومت الکتریکی برحسب اهم ( $\Omega$ )

L طول سیم یا کابل برحسب متر (m)

A سطح مقطع سیم یا کابل برحسب میلی‌متر مربع ( $\text{mm}^2$ )

مقاومت مخصوص جنس سیم یا کابل برحسب اهم

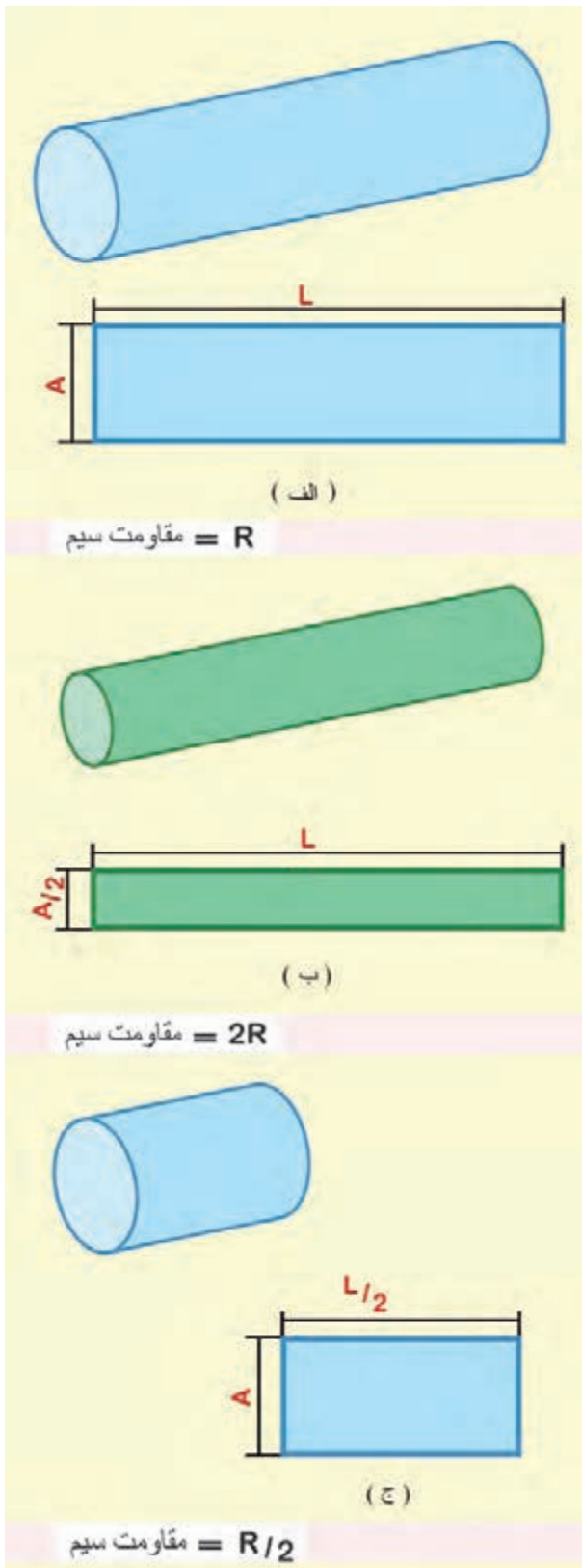
$$\left( \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \right)$$

سطح مقطع سیم یا کابل برابر است با:

$$A = n \cdot A_1$$

$A_1$  سطح مقطع یک رشته از سیم

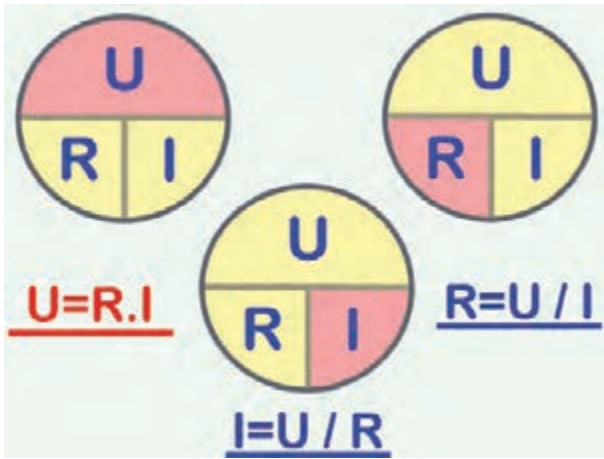
n تعداد رشته‌های سیم



شکل ۳۵-۱

## ۸-۱- قانون اهم

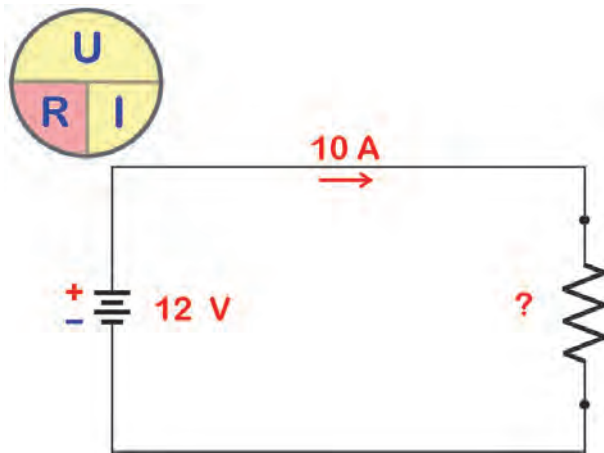
رابطه‌ی بین ولتاژ (V)، شدت جریان (I) و مقاومت الکتریکی (Ω) را برای اولین بار دانشمندی به نام اهم کشف کرد. او متوجه شد که اگر مقاومت یک مدار ثابت باشد و ولتاژ منبع تغذیه افزایش یابد شدت جریان نیز افزایش می‌یابد و در صورتی که ولتاژ منبع تغذیه ثابت باشد و مقدار مقاومت مدار افزایش یابد شدت جریان در مدار کاهش می‌یابد در شکل ۱-۳۶ رابطه‌ی بین ولتاژ، شدت جریان و مقاومت الکتریکی دیده می‌شود.



شکل ۱-۳۶

مثال - در مدار الکتریکی نشان داده شده در شکل ۱-۳۷

مقدار مقاومت چند اهم است؟



شکل ۱-۳۷

حل:

$$R = \frac{u}{I}$$

$$R = \frac{12}{10}$$

$$R = 1.2 \text{ اهم}$$

مثال - ولتاژ در مدار الکتریکی شکل ۱-۳۸ چند ولت

است؟

حل:

$$u = R.I$$

$$u = 6 \times 2 = 12 \text{ v}$$

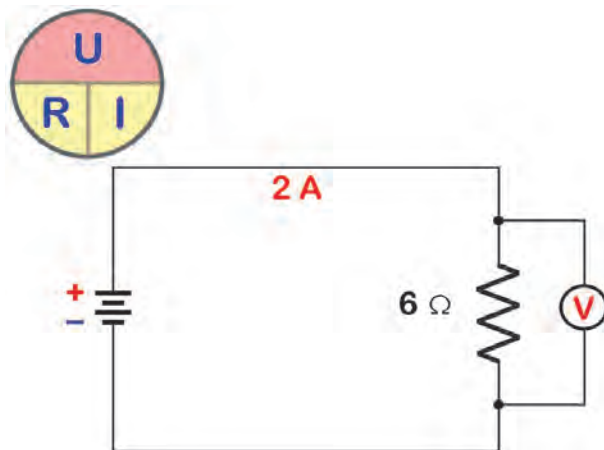
توان الکتریکی را با علامت (P) نشان می‌دهند که بر حسب وات (W) محاسبه می‌شود. توان الکتریکی از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$P = u.I$$

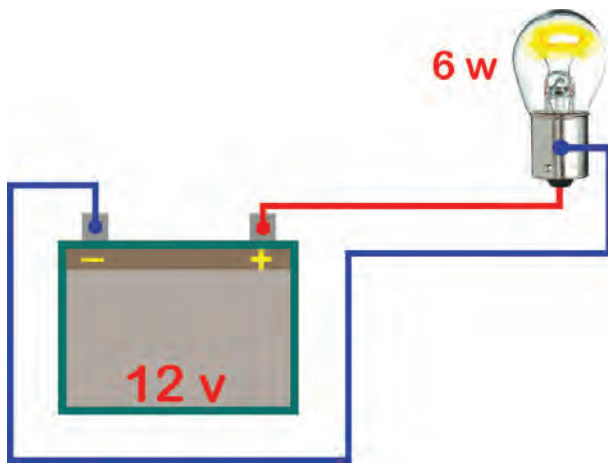
P توان الکتریکی بر حسب وات (W)

u اختلاف سطح بر حسب ولت (V)

I شدت جریان بر حسب آمپر (A)



شکل ۱-۳۸



شکل ۱-۳۹

مثال: در مدار شکل ۱-۳۹، شدت جریان مصرفی لامپ چند آمپر است؟

حل:

$$P = u \cdot I$$

$$6 = 12 \times I$$

$$I = 0.5 \text{ (A)} \quad \text{آمپر}$$

### ۹-۱- اهم متر

برای اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی از دستگاهی به نام اهم متر (ohmmeter) استفاده می‌کنند.

دستگاه‌های اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی در دو نوع آنالوگ (Analoge - عقربه‌ای) و دیجیتال (Digital) ساخته می‌شوند. دستگاه‌های آنالوگ مقدار کمیت را از طریق انحراف عقربه نشان می‌دهند.

در دستگاه‌های دیجیتال اندازه‌گیری کمیت با عدد دو رقم مشخص می‌شود: در شکل ۱-۴۰، دو نوع اهم متر آنالوگ و دیجیتال را ملاحظه می‌کنید.



آنالوگ



دیجیتال

### نکته ایمنی:

دستگاه‌های اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی در مقابل ضربه آسیب‌پذیر هستند. لذا هنگام استفاده از آن‌ها مراقبت لازم را به عمل آورید. زیرا وارد شدن هر نوع ضربه موجب اختلال در عمل کردن دستگاه شده و آن را معیوب می‌کند.

شکل ۱-۴۰- اهم متر آنالوگ و دیجیتال

توجه : امروز دستگاه های اندازه گیری کمیت های الکتریکی را به صورت ترکیبی می سازند. یعنی یک دستگاه می تواند چندین کمیت الکتریکی را اندازه بگیرد. این نوع دستگاه ها را مولتی متر یا چند اندازه گیر (multimeter) می نامند. مولتی مترها نیز در دو نوع آنالوگ و دیجیتال ساخته می شوند. در شکل ۴۱-۱، چند نمونه مولتی متر آنالوگ و دیجیتال را مشاهده می کنید.

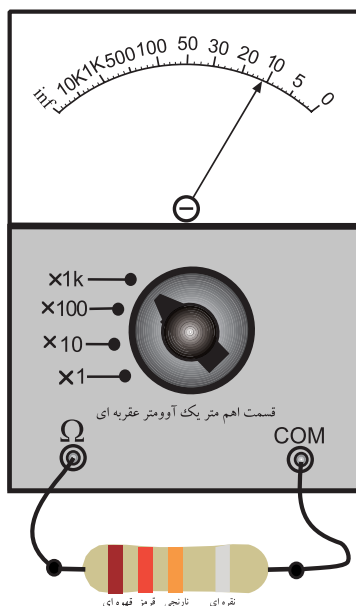


شکل ۴۱-۱- مولتی متر آنالوگ و دیجیتال

### ۱-۹-۱- اندازه گیری مقاومت الکتریکی با

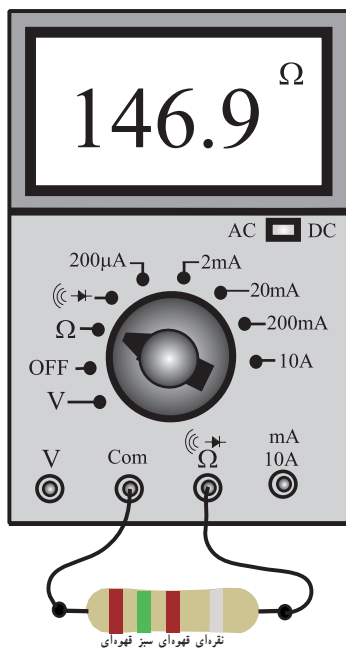
اهم متر : با استفاده از اهم متر می توانیم مقاومت الکتریکی را اندازه بگیریم. در شکل ۴۲-۱ یک مقاومت  $10^3$  کیلو اهمی توسط اهم متر عقربه ای اندازه گیری شده است.  $(R=12 \times 10^3 \Omega \quad 12K\Omega)$  برای خواندن مقاومت کافی است عدد نشان داده شده توسط عقربه را در ضرب یک کیلو اهم ضرب کنیم. توجه داشته باشید که پایانه های (ترمینال ها) اهم متر از طریق سیم رابط اهم متر به دو انتهای مقاومت وصل شده است.

سیم رابط اهم متر را اصطلاحاً پروب (probe) می نامند.



شکل ۴۲-۱- اندازه گیری مقاومت توسط اهم متر آنالوگ

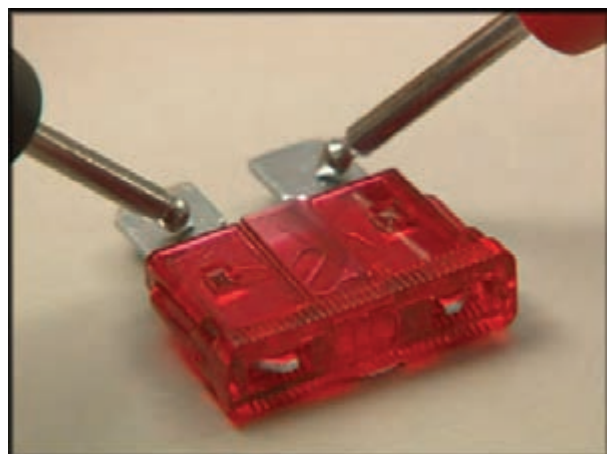




شکل ۱-۴۳ اندازه‌گیری مقاومت توسط مولتی‌متر دیجیتال

در شکل ۱-۴۳ اندازه‌گیری مقاومت توسط مولتی‌متر دیجیتال نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، مولتی‌متر دیجیتال مقدار مقاومت را ۱۴۶/۹ اهم نشان می‌دهد. مقدار مقاومت با استفاده از کد رنگی ۱۵۰ اهم است که مقدار تفاوت ظاهر شده، مربوط به تولرانس (خطا) مقاومت و خطای دستگاه اندازه‌گیری است.

**نکته‌ی مهم:** هنگام اتصال اهم‌متر به مدار، باید جریان برق مدار (ولتاژ تغذیه) را قطع کنید. در غیر این صورت به دستگاه آسیب وارد می‌شود.



شکل ۱-۴۴ آزمایش فیوز توسط اهم‌متر

از اهم‌متر می‌توانید برای آزمایش سالم بودن فیوز، اتصال کوتاه بودن مدار، یا قطع بودن مدار استفاده کنید. در شکل ۱-۴۴ نحوه‌ی اتصال رابط فلزی سیم‌های دستگاه اهم‌متر به پایه‌های یک نوع فیوز نشان داده شده است.

۳ ساعت

زمان

## ۲-۹-۱ کار عملی کار با اهم‌متر

تجهیزات و قطعات مورد نیاز:

– اهم‌متر یا مولتی‌متر آنالوگ و دیجیتال از هر کدام یک

عدد.

– تعداد حداقل ۵ نمونه مقاومت، ۵ نمونه فیوز سالم و

معیوب و سیم رابط

## مراحل اجرای کار عملی

– مقدار مقاومت‌ها را با اهم‌تر آنالوگ و دیجیتال اندازه بگیرید و در جدول شماره‌ی ۲ یادداشت کنید.

– مقادیر مقاومت‌های اندازه‌گیری شده را با هم مقایسه کنید و نتیجه را در جدول ۲ یادداشت کنید.

– چرا مقدار مقاومت‌ها با هم کمی تفاوت دارند؟ به‌طور خلاصه توضیح دهید.

– فیوزها را با اهم‌تر دیجیتال و آنالوگ آزمایش کنید. سپس فیوزهای سالم و معیوب را از هم جدا سازید و نتایج را در جدول ۳ بنویسید.

## جدول ۱-۲- اندازه‌گیری مقاومت با اهم‌تر

| شماره‌ی مقاومت | مقدار اندازه‌گیری شده |         | آیا مقادیر با هم تطبیق دارند؟ |
|----------------|-----------------------|---------|-------------------------------|
|                | آنالوگ                | دیجیتال |                               |
| R <sub>۱</sub> |                       |         |                               |
| R <sub>۲</sub> |                       |         |                               |
| R <sub>۳</sub> |                       |         |                               |
| R <sub>۴</sub> |                       |         |                               |
| R <sub>۵</sub> |                       |         |                               |

## جدول ۱-۳- آزمایش فیوز

| شماره‌ی فیوز | رنگ فیوز | آیا فیوز سالم است |     |
|--------------|----------|-------------------|-----|
|              |          | بلبی              | خیر |
| ۱            |          |                   |     |
| ۲            |          |                   |     |
| ۳            |          |                   |     |
| ۴            |          |                   |     |
| ۵            |          |                   |     |



شکل ۱-۴۵- ولت‌متر آنالوگ و دیجیتال

## ۱-۱۰- ولتاژ الکتریکی و نحوه‌ی اندازه‌گیری آن

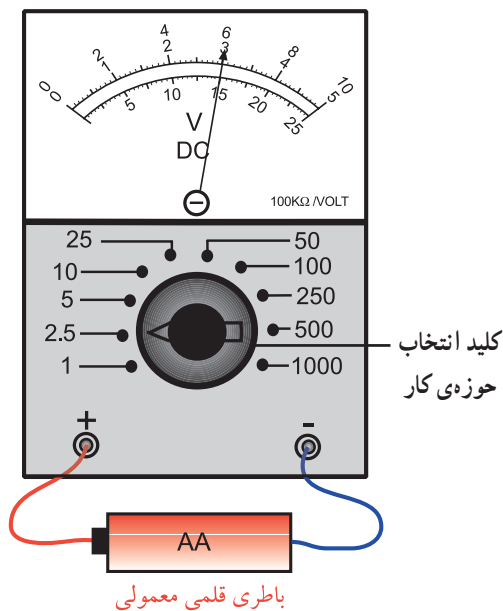
ولتاژ یا پتانسیل الکتریکی را با  $V$  یا  $U$  نشان می‌دهند. بین قطب مثبت و منفی باتری اتوموبیل اختلاف پتانسیلی برابر با  $۱۳/۲$  ولت وجود دارد. برای اندازه‌گیری ولتاژ از دستگاهی به نام ولت‌متر استفاده می‌کنند. ولت‌مترها نیز به صورت آنالوگ و دیجیتال ساخته می‌شوند (شکل ۱-۴۵).



شکل ۴۶-۱ ولت متر آنالوگ و دیجیتال که در خودرو به کار می‌رود

در قسمت مربوط به نشان‌دهنده‌های خودروها از انواع ولت‌مترهای آنالوگ و دیجیتال استفاده می‌کنند. برای مثال، نشان‌دهنده‌ی درجه‌ی حرارت آب، کیلومتر شمار مسافت، ساعت دیجیتالی خودرو، دورسنج، سرعت‌سنج و ... همگی به نوعی ولت‌متر (یا آمپر متر) هستند. در شکل ۴۶-۱، چند نمونه ولت‌متر (یا آمپر متر) را، که در خودرو به کار می‌رود، ملاحظه می‌کنید. ولت‌مترها در دو نوع جریان مستقیم (DC) و جریان متناوب (AC) ساخته می‌شوند. معمولاً ولت‌مترهایی که در خودرو مورد استفاده قرار می‌گیرند از نوع مستقیم‌اند.

۱-۱۰-۱- نحوه‌ی اندازه‌گیری ولتاژ با استفاده از ولت‌متر: ولت‌متر دارای دو پایانه (ترمینال) است. هنگام اندازه‌گیری ولتاژ مستقیم (DC) باید دو پایانه‌ی (ترمینال‌های) ولت‌متر را با قطب‌های صحیح به دو نقطه‌ی مورد اندازه‌گیری متصل کنیم.



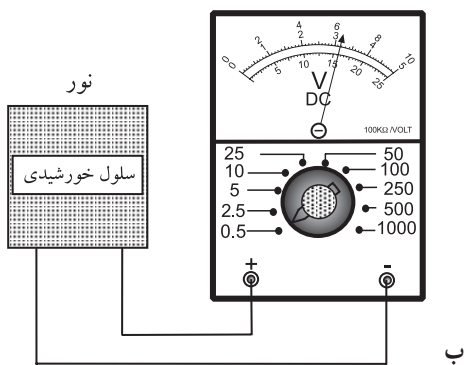
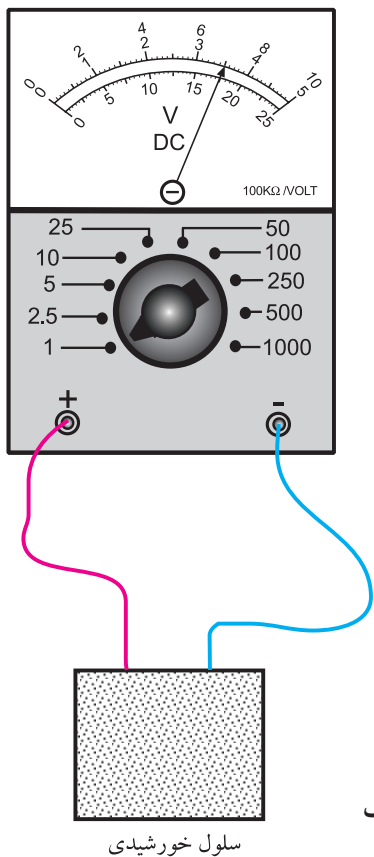
شکل ۴۷-۱- نحوه‌ی اندازه‌گیری ولتاژ توسط ولت‌متر آنالوگ

نکته‌ی ایمنی: هنگام اندازه‌گیری ولتاژ به حوزه‌ی کار (رنج - Range) دستگاه دقت کنید. توجه داشته باشید که توسط کلید حوزه‌ی کار می‌توانید حداکثر ولتاژ مورد اندازه‌گیری را مشخص کنید.

شکل ۴۷-۱- نحوه‌ی اندازه‌گیری ولتاژ را توسط ولت‌متر آنالوگ نشان می‌دهد. در این شکل کلید حوزه‌ی کار روی ۲/۵ قرار دارد و عقربه‌ی ولت‌متر ولتاژ ۱/۵ ولت را نشان می‌دهد.

$۲/۵ =$  حوزه‌ی کار  
 $۲۵ =$  عدد انتخابی از سمت راست صفحه‌ی مدرج  
 $\text{ضریب صفحه‌ی مدرج} = \frac{۲/۵}{۲۵} = \frac{۱}{۱۰}$   
 $۱۵ =$  مقداری که عقربه نشان می‌دهد  
 $\frac{۱۵}{۱۰} = ۱/۵ =$  مقدار واقعی ولتاژ

شکل ۴۸-۱- نحوه‌ی محاسبه‌ی ضریب صفحه‌ی مدرج و خواندن مقدار ولتاژ واقعی



شکل ۴۹-۱- خواندن مقدار ولتاژ از روی صفحه‌ی مدرج

**۲-۱۰-۱- نحوه‌ی خواندن ولتاژ از روی صفحه‌ی مدرج ولت‌متر آنالوگ:** برای به‌دست آوردن مقدار ولتاژ اندازه‌گیری شده باید ضریب صفحه‌ی مدرج را با توجه به حوزه‌ی کار به دست آوریم. به شکل ۴۸-۱ توجه کنید.  
 در این شکل حوزه‌ی کار روی  $۲/۵$  قرار دارد. حال به صفحه‌ی مدرج نگاه می‌کنیم در سمت راست آن اعداد  $۵, ۱۰$  و  $۲۵$  وجود دارد.

**نکته‌ی مهم:** انتخاب عدد  $۲۵$  صرفاً برای سادگی محاسبات است. اگر اعداد  $۵$  یا  $۱۰$  را نیز انتخاب کنید به همان عدد خواهید رسید. در شکل  $۹, ۵$  و  $۱۰$  تمرین کنید.

چون عدد  $۲۵$  از نظر ظاهری مشابه عدد  $۲/۵$  است، این تقسیم‌بندی را برای اندازه‌گیری انتخاب می‌کنیم. از حاصل تقسیم حوزه‌ی کاربر عدد  $۲۵$  ضریب صفحه‌ی مدرج به دست می‌آید.

$$\frac{\text{عدد حوزه‌ی کار}}{\text{عدد صفحه‌ی مدرج}} = \frac{۲/۵}{۲۵} = \frac{۱}{۱۰} = \text{ضریب صفحه‌ی مدرج}$$

ضریب صفحه‌ی مدرج  $۱/۱۰$  است. حال برای به‌دست آوردن مقدار واقعی باید عددی را که عقربه روی آن قرار دارد در ضریب صفحه‌ی مدرج ضرب کنیم.

$$\text{ولت} \quad ۱/۵ = ۱۵ \times \frac{۱}{۱۰} = \text{مقدار ولتاژ واقعی}$$

**تمرین:** در شکل‌های الف - ۴۹-۱ و ب - ۴۹-۱ ولت‌مترها چه مقادیری را اندازه می‌گیرند. مراحل محاسبه‌ی ضریب صفحه‌ی مدرج را بنویسید.



شکل ۱-۵۰ اندازه‌گیری ولتاژ با ولت‌متر دیجیتال

۳-۱۰-۱- نحوه‌ی خواندن ولتاژ از روی صفحه‌ی نمایشگر ولت‌متر دیجیتالی: اتصال ولت‌متر دیجیتالی به مدار مشابه اتصال ولت‌متر عقربه‌ای به مدار است. قبل از اتصال ولتاژ تغذیه به مدار، حوزه‌ی کار مناسب را انتخاب کنید. مقدار ولتاژ مورد اندازه‌گیری روی صفحه‌ی نمایش ولت‌متر به صورت عدد و رقم ظاهر می‌شود (شکل ۱-۵۰).

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، اندازه‌گیری ولتاژ با استفاده از ولت‌متر دیجیتالی بسیار ساده‌تر از ولت‌متر آنالوگ است، زیرا مقدار ولتاژ مورد اندازه‌گیری با عدد روی صفحه‌ی نمایش ولت‌متر ظاهر می‌شود.

#### ۴-۱۰-۱- کار عملی: کار با ولت‌متر

##### قطعات و تجهیزات مورد نیاز:

- ولت‌متر آنالوگ و دیجیتالی از هر کدام یک عدد؛  
- باتری اتومبیل، باتری قلمی و باتری ۹ ولتی از هر کدام یک عدد.

##### مراحل اجرای کار عملی:

- با استفاده از مولتی‌متر آنالوگ و دیجیتالی مقدار ولتاژ باتری اتومبیل، قلمی و ۹ ولتی را اندازه بگیرید و در جدول شماره‌ی ۴ یادداشت کنید.

- نتایج به دست آمده را با یکدیگر مقایسه کنید. توضیح دهید چرا مقادیر اندازه‌گیری شده با مولتی‌متر آنالوگ و دیجیتالی، کمی با هم تفاوت دارند؟

- در صورت امکان، ولتاژ نقاط مختلف یک خودرو، مانند لامپ‌ها، و ... را با مولتی‌متر دیجیتال اندازه بگیرید.

|      |          |
|------|----------|
| زمان | ۲/۵ ساعت |
|------|----------|

جدول ۴-۱- اندازه‌گیری ولتاژ انواع باتری‌ها با استفاده از ولت‌متر دیجیتال و آنالوگ

| ولتاژ اندازه‌گیری شده با مولتی‌متر | نوع باتری |         |
|------------------------------------|-----------|---------|
|                                    | دیجیتال   | آنالوگ  |
|                                    |           | اتومبیل |
|                                    |           | قلمی    |
|                                    |           | ۹ ولتی  |

چرا مقادیر اندازه‌گیری شده با مولتی‌متر دیجیتال و آنالوگ کمی تفاوت دارند؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....



۱۱-۱- جریان الکتریکی و نحوه‌ی اندازه‌گیری آن هنگامی که یک مدار کامل تشکیل می‌شود و ولتاژی به آن مدار متصل می‌گردد، در آن مدار جریان الکتریکی برقرار می‌شود. جریان الکتریکی را با I نشان می‌دهند. واحد جریان الکتریکی آمپر است و آن را با A مشخص می‌کنند. میلی‌آمپر و میکرو آمپر واحدهای کوچک‌تر از آمپرند، که به ترتیب برابر با یک هزارم و یک میلیونیم آمپر است. میلی‌آمپر را با mA و میکروآمپر را با  $\mu A$  نشان می‌دهند. دستگاهی که آمپر را اندازه‌گیری می‌کند آمپر متر نامیده می‌شود. آمپر مترها به دو صورت آنالوگ و دیجیتال ساخته می‌شوند.

در شکل ۱-۵۱، چند نمونه آمپر متر آنالوگ و دیجیتال را ملاحظه می‌کنید. همان‌طور که مشاهده می‌شود، در نشانگرهای خودرو نیز از میلی‌آمپر متر استفاده می‌کنند.



شکل ۱-۵۱- چند نمونه آمپر متر آنالوگ و دیجیتال



شکل ۱-۵۲ اتصال آمپر متر به صورت سری

۱-۱۱-۱ اتصال آمپر متر به مدار: آمپر متر باید به صورت سری در مدار قرار گیرد، یعنی باید قسمتی از مدار قطع شود و آمپر متر به محل قطع شدگی سیم‌ها متصل شود. در شکل ۱-۵۲، نحوه‌ی اتصال آمپر متر به مدار را ملاحظه می‌کنید، همان‌طور که مشاهده می‌شود، سیم منفی باتری از سر باتری جدا گردیده و به ترمینال منفی آمپر متر وصل شده است. هم‌چنین، قطب منفی باتری خودرو به ترمینال مثبت آمپر متر اتصال دارد.

(آمپر متر دارای صفر وسط است و جابجایی سیم‌ها اشکالی در اندازه‌گیری به وجود نمی‌آورد).

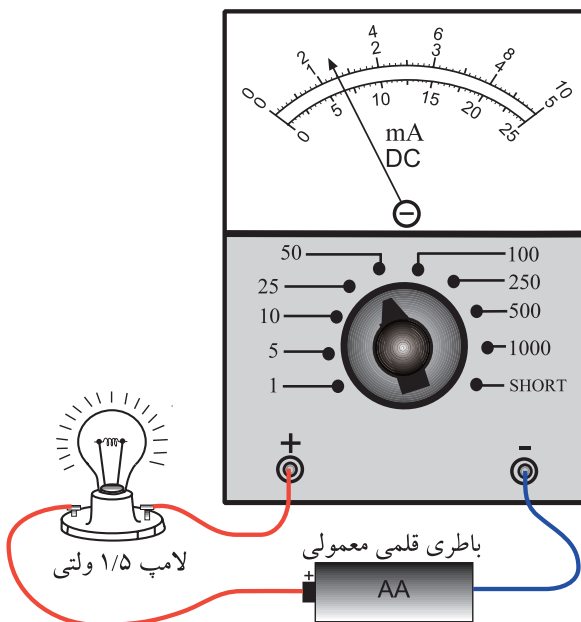
در شکل ۱-۵۳ یک نمونه میلی‌آمپر متر عقربه‌ای را ملاحظه می‌کنید. حوزه‌ی کار این دستگاه روی عدد  $50\text{ mA}$  قرار دارد. برای خواندن مقدار اندازه‌گیری شده روی صفحه‌ی مدرج، مشابه ولت متر عقربه‌ای عمل می‌کنیم. به این ترتیب که ابتدا ضریب ثابت صفحه‌ی مدرج را به دست می‌آوریم. (چون حوزه‌ی کار روی  $50$  قرار دارد، برای سادگی کار، از روی صفحه‌ی مدرج درجه‌بندی صفر تا  $50$  را انتخاب می‌کنیم و ضریب صفحه‌ی مدرج را به دست می‌آوریم).

$$\text{ضریب صفحه‌ی مدرج} = \frac{\text{عدد حوزه‌ی کار}}{\text{عدد انتخابی روی صفحه‌ی مدرج}} = \frac{50}{5} = 10$$

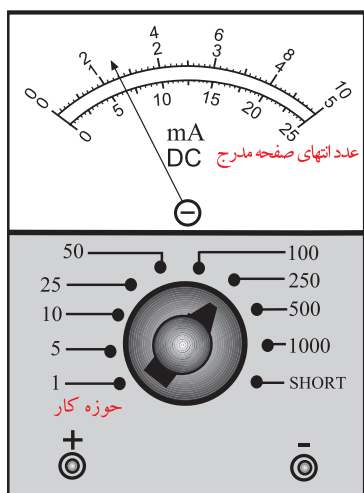
چون عقربه روی عدد  $1/3$  قرار دارد، عدد  $1/3$  را در ضریب صفحه‌ی مدرج ضرب می‌کنیم. مقدار جریان برحسب میلی‌آمپر به دست می‌آید.

$$\text{مقدار واقعی جریان} = \text{ضریب صفحه‌ی مدرج} \times 1/3$$

$$1/3 \times 10 = 13\text{ mA}$$



شکل ۱-۵۳ اندازه‌گیری جریان با میلی‌آمپر متر عقربه‌ای



شکل ۵۴-۱- تمرین برای محاسبه جریان ولت متر آنالوگ

..... = حوزه ی کار

..... = درجه بندی انتخابی از صفحه ی مدرج

..... = ضریب ثابت صفحه

..... × = مقدار واقعی جریان

..... mA = مقدار واقعی جریان

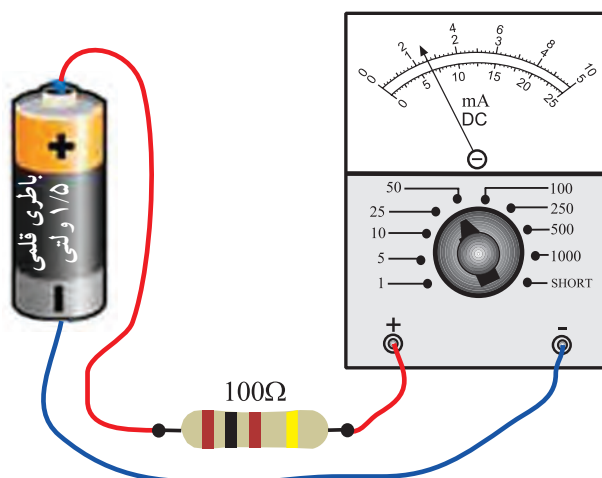
تمرین: در شکل ۵۴-۱، آمپر متر چه مقداری را نشان می دهد؟ مراحل محاسبه ی ضریب ثابت صفحه ی مدرج را بنویسید.

### نکته های بسیار مهم ایمنی:

- در صورتی که آمپر متر به صورت موازی با مدار بسته شود قطعاً آسیب می بیند.
- در صورتی که حوزه ی کار ولت متر یا آمپر متر کم تر از حد مورد اندازه گیری باشد، حتماً آسیب خواهند دید.

۲/۵ ساعت

زمان



شکل ۵۵-۱- اندازه گیری جریان

### ۲-۱۱-۱- کار عملی اندازه گیری جریان توسط

آمپر متر

#### قطعات و تجهیزات مورد نیاز:

- باتری قلمی؛
- مقاومت ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۳۰، ۴۷۰ اهمی؛
- آمپر متر آنالوگ (حوزه ی کار ۵۰ میلی آمپر)
- آمپر متر دیجیتال؛
- سیم رابط؛
- لامپ و سریچ (۱/۵ ولتی)

#### مراحل اجرای آزمایش

- مدار را مطابق شکل ۵۵-۱ ببینید.
- باتری را به مدار اتصال دهید.

- جریان عبوری از مقاومت را با استفاده از آمپر متر عقربه ای

اندازه بگیرید و در جدول شماره ی ۵-۱ یادداشت کنید.

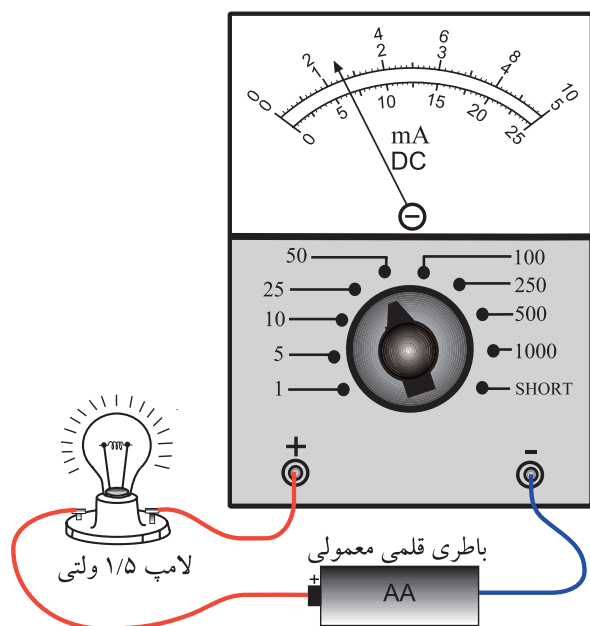


جدول ۱-۵

| آیا مقادیر تقریباً<br>با هم برابر است |  | جریان اندازه‌گیری شده<br>با آمپر متر |        | مقدار مقاومت |
|---------------------------------------|--|--------------------------------------|--------|--------------|
|                                       |  | دیجیتال                              | آنالوگ |              |
|                                       |  |                                      |        | ۱۰۰ Ω        |
|                                       |  |                                      |        | ۱۵۰ Ω        |
|                                       |  |                                      |        | ۲۳۰ Ω        |
|                                       |  |                                      |        | ۴۷۰ Ω        |

با استفاده از آمپر متر دیجیتال شدت جریان را اندازه بگیرید و در جدول ۱-۵ یادداشت کنید.  
مقادیر اندازه‌گیری شده را با هم مقایسه کنید. چرا مقادیر اندکی با هم تفاوت دارند؟ شرح دهید.  
(آزمایش را با مقاومت‌های ۱۵۰ و ۲۳۰ و ۴۷۰ اهمی تکرار کنید).

**نکته‌ی ایمنی:** هنگام اجرای آزمایش به حوزه کار آمپر متر و نحوه‌ی اتصال آن به مدار توجه کنید.



شکل ۵۶-۱

مدار شکل ۱-۵۶ را ببندید و مقدار جریان را با استفاده از مولتی متر عقربه‌ای و دیجیتال اندازه بگیرید.

با استفاده از یک دستگاه آمپر متر با حوزه‌ی کار ۲۰ آمپر جریان مصرفی اتوموبیل را در دو حالت چراغ‌ها خاموش و چراغ‌ها روشن اندازه بگیرید و نتایج را در جدول ۱-۶ بنویسید.

جدول ۱-۶

| جریان مصرفی | وضعیت خودرو   |
|-------------|---------------|
|             | چراغ‌ها خاموش |
|             | چراغ‌ها روشن  |

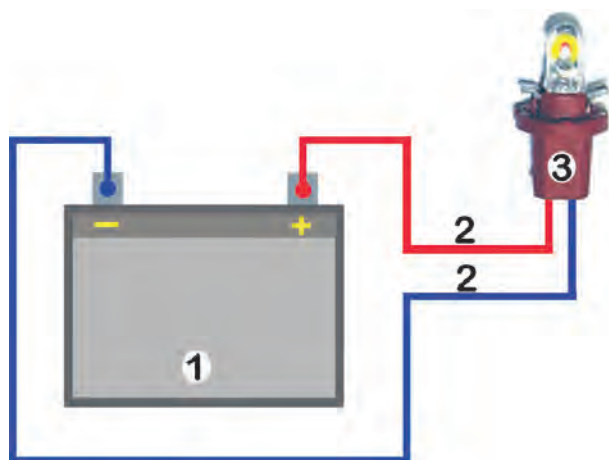
**نکته‌ی مهم:** هنگام اجرای این آزمایش، باید خودرو روشن باشد.

## ۱۲-۱- اجزای مدار الکتریکی

مدار الکتریکی مسیری است که در آن الکترون‌ها می‌توانند حرکت کنند و موجب جاری شدن جریان الکتریسیته شوند. مدار الکتریکی دارای اجزای اصلی زیر است:

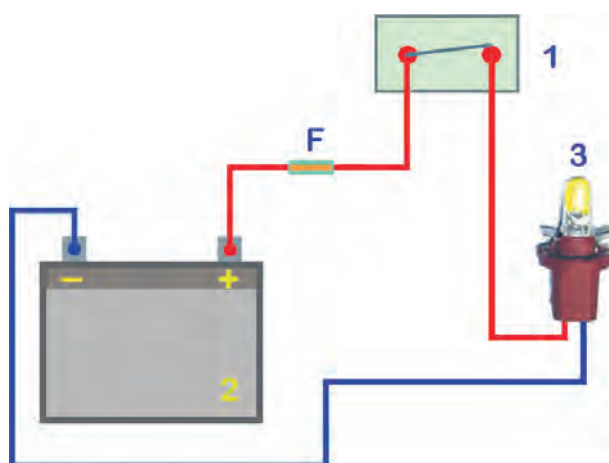
- منبع تغذیه یا مولد جریان الکتریکی (شماره ۱)
- سیم‌های رابط (شماره ۲)
- مصرف‌کننده (شماره ۳)

در شکل ۱-۵۷، مدار الکتریکی و اجزای اصلی در آن نشان داده شده است.



شکل ۵۷- ۱

در هر مدار الکتریکی، علاوه بر سه عامل اصلی، لازم است که از اجزای دیگری نیز استفاده شود. از جمله این اجزا می‌توان از سوئیچ‌ها (کلید)، فیوزها و وسایل اندازه‌گیری نام برد. لازم به توضیح است که در طراحی مدارهای الکتریکی کاربردی استفاده نکردن از اجزای فوق کنترل و حفاظت مدار را دچار مشکل می‌کند. در شکل ۱-۵۸، اجزای مدار روشنایی مورد استفاده در خودرو به صورت شماتیک دیده می‌شود.



شکل ۵۸- ۱

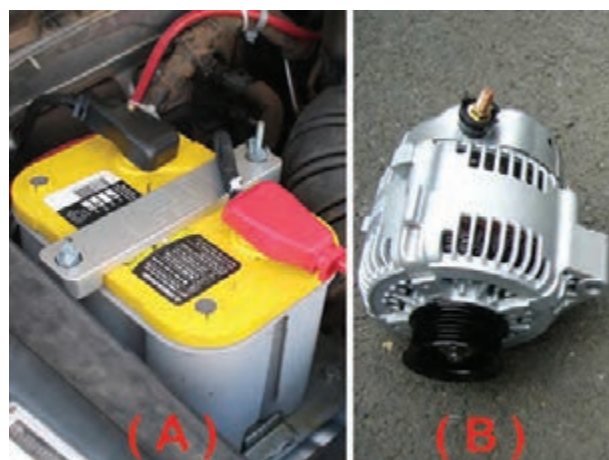
۱- سوئیچ (کلید قطع و وصل مدار)

۲- باتری (منبع انرژی)

۳- لامپ (مصرف‌کننده)

F- فیوز (حفاظت‌کننده مدار)

- منبع تغذیه در مدار الکتریکی نقش تولیدکننده انرژی الکتریکی را به عهده دارد. در خودروها برای تولید انرژی الکتریکی از باتری یا آلترناتور استفاده می‌شود. در شکل ۱-۵۹، باتری خودرو با (A) و آلترناتور با (B) مشخص شده است.



شکل ۵۹- ۱

باتری منبع ذخیره انرژی است که در آن انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. جریان تولیدی باتری مستقیم است و به آن جریان دی‌سی (DC) می‌گویند. در این جریان قطب‌های ولتاژ مدار هرگز تغییر نمی‌کند. ولی در آلترناتور، که مولد جریان الکتریکی به شمار می‌رود، جریان الکتریکی تولید شده به صورت جریان متناوب است و قطب‌های ولتاژ مدار در زمان‌های معینی تغییر می‌کند. این نوع جریان الکتریکی را ا.سی (AC) می‌نامند و

چون در سیستم‌های الکتریکی خودرو قابل استفاده نیست، آن را به وسیله‌ی دیودهای یک‌سوسازی می‌کنند تا به جریان دی.سی (DC) تبدیل شود.



شکل ۱-۶۰

– وظیفه‌ی سیم‌های رابط در مدارهای الکتریکی انتقال انرژی الکتریکی از منبع تغذیه به مصرف‌کننده‌ها و سایر دستگاه‌های الکتریکی است. سیم‌های رابط را با استفاده از نقشه‌ی مدار الکتریکی به صورت دسته سیم‌هایی کلاف‌بندی یا عایق‌کاری می‌کنند تا در مسیرهای طراحی و تعیین شده‌ای در روی بدنه‌ی خودرو نصب شوند. در شکل ۱-۶۰، دسته‌بندی سیم‌ها با توجه به مدار الکتریکی دیده می‌شود.

– مصرف‌کننده‌ها وسایل و دستگاه‌هایی هستند که انرژی الکتریکی را به انرژی مورد نیاز تبدیل می‌کنند.

برای مثال، می‌توان از تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی مکانیکی در سیستم استارت، تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی در سیستم شارژ، تبدیل انرژی الکتریکی به نور در سیستم روشنایی، تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی صوتی در سیستم هشداردهنده (بوق، دزدگیر، سیستم صوتی و...) نام برد. در شکل ۱-۶۱، چند نوع از مصرف‌کننده‌ها در خودرو دیده می‌شود.



شکل ۱-۶۱

– سوئیچ‌ها (کلید) در مدارهای الکتریکی قطع و وصل کردن جریان الکتریکی را به عهده دارند. از طریق این‌ها می‌توان مدار الکتریکی مصرف‌کننده‌ای را فعال یا قطع کرد. سوئیچ‌ها را با شکل ظاهری متنوعی طراحی می‌کنند و می‌سازند تا در روی خودرو نصب شود. در شکل ۱-۶۲، یک نوع سوئیچ استفاده شده در خودرویی نشان داده شده است.



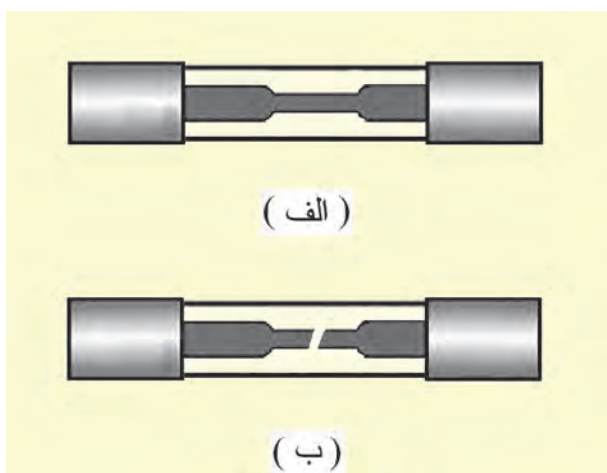
شکل ۱-۶۲



شکل ۱-۶۳

– فیوز یکی دیگر از اجزای مدار الکتریکی است که وظیفه‌ی حفاظت از مدار را به عهده دارد.

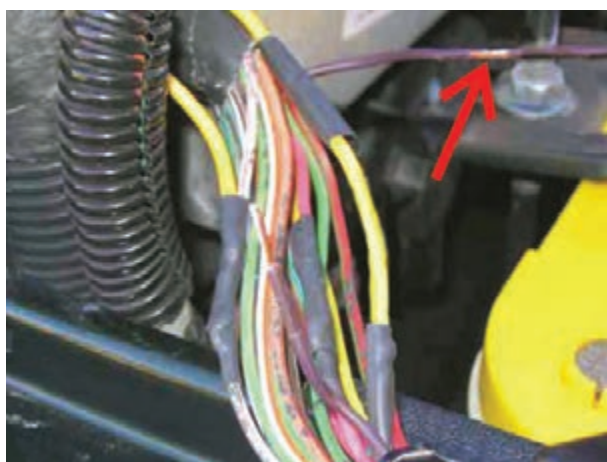
فیوز، به صورت سری، در مدار قرار می‌گیرد و اجزای مدار را (در برابر شدت جریان بیش از حد تحمل مدار) حفاظت می‌کند. فیوزها، بر مبنای مقدار شدت جریان مصرفی مدار الکتریکی، در انواع مختلفی طراحی و ساخته می‌شوند. در شکل ۱-۶۳، چند نوع فیوز دیده می‌شود.



شکل ۱-۶۴

در داخل فیوز، اتصال قابل ذوب قرار داده شده است تا در هنگام اتصال کوتاه در مدار، بر اثر عبور جریان الکتریکی زیاد ذوب شود و باعث قطع شدن مدار الکتریکی گردد (شدت جریان بیش از حد باعث می‌شود اتصال داخل فیوز سریعاً داغ و ذوب شود). در شکل ۱-۶۴، عملکرد فیوز نشان داده شده است:

(الف) فیوز سالم؛  
(ب) فیوز پس از ذوب شدن اتصال.



شکل ۱-۶۵

حالت اتصال کوتاه در مدار الکتریکی به شرایط و موقعیتی گفته می‌شود که در آن مقاومت مصرف کننده به صفر برسد. در این حالت، جریان بسیار زیادی از مدار عبور خواهد کرد مانند اتصال بدنه شدن سیم‌ها در سیم‌کشی مدارهای الکتریکی خودرو که در صورت از بین رفتن عایق (روپوش) سیم‌ها یا جدا شدن اتصال مثبت از مصرف کننده‌ها و دستگاه الکتریکی و تماس آن با بدنه‌ی خودرو، ایجاد می‌شود. در شکل ۱-۶۵، پارگی در سیم مدار الکتریکی با فلش نشان داده شده است.

### ۱۳-۱- انواع مدارهای الکتریکی

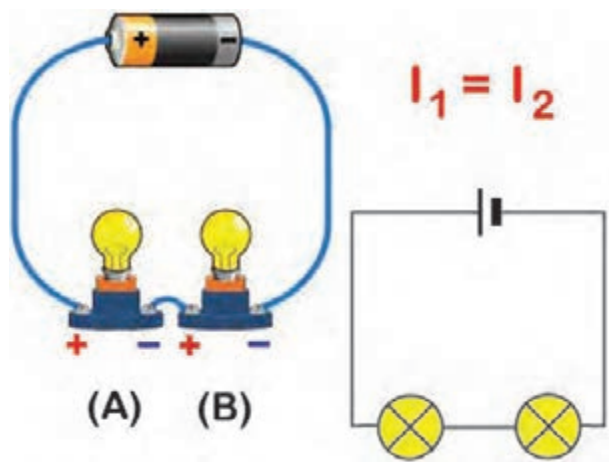
ارتباط اجزای مدارهای الکتریکی به سه صورت انجام

می‌گیرد:

- مدار سری؛

- مدار موازی؛

- مدار مختلط.



شکل ۱-۶۶

۱-۱۳-۱- مدار سری: در صورتی که اجزای مدار،

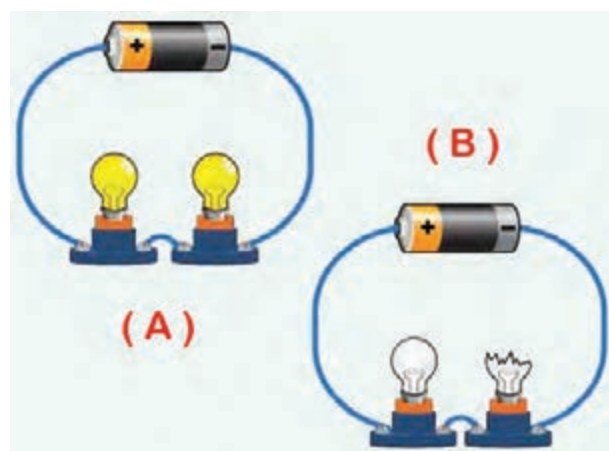
مطابق شکل ۱-۶۶، با یکدیگر مرتبط شوند نوع مدار را مدار

سری می‌گویند. در این روش ترمینال مثبت باتری به ترمینال

مثبت اولین مصرف‌کننده (A)، ترمینال منفی اولین مصرف‌کننده

به ترمینال مثبت دومین مصرف‌کننده (B)، ... و ترمینال منفی

آخرین مصرف‌کننده به باتری (منبع تغذیه) وصل می‌شود.



شکل ۱-۶۷

به دلیل این که در مدار سری فقط یک مسیر برای عبور

جریان الکتریکی (I) وجود دارد، لذا شدت جریان الکتریکی در

مدار مقدار ثابتی است. در این روش اتصال، در صورتی که

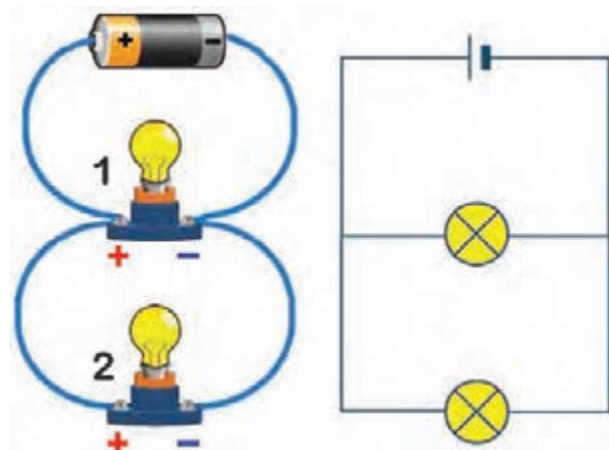
یکی از مصرف‌کننده‌ها یا اجزای مدار آسیب ببینند جریان

الکتریکی مدار قطع می‌شود. در شکل ۱-۶۷A، برقراری جریان

الکتریکی در مدار (وصل بودن مدار الکتریکی) و در شکل

۱-۶۷B، قطع شدن مدار در اثر معیوب شدن یکی از لامپ‌ها

دید می‌شود.



شکل ۱-۶۸

۲-۱۳-۱- مدار موازی: در صورتی که سیم‌کشی

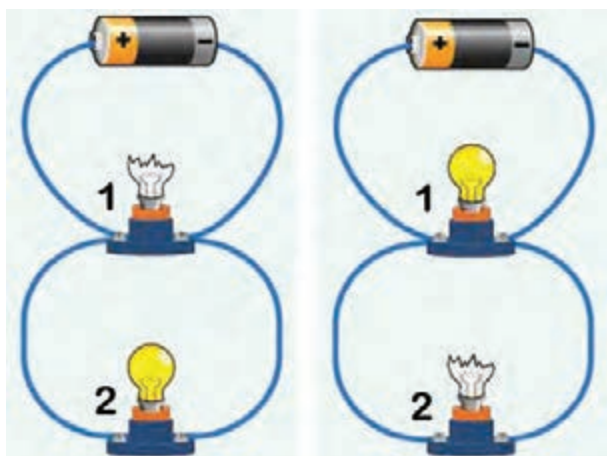
اجزای مدار، مطابق شکل ۱-۶۸، صورت گیرد مدار را نوع

مدار موازی گویند. در این نوع مدار ترمینال مثبت باتری به

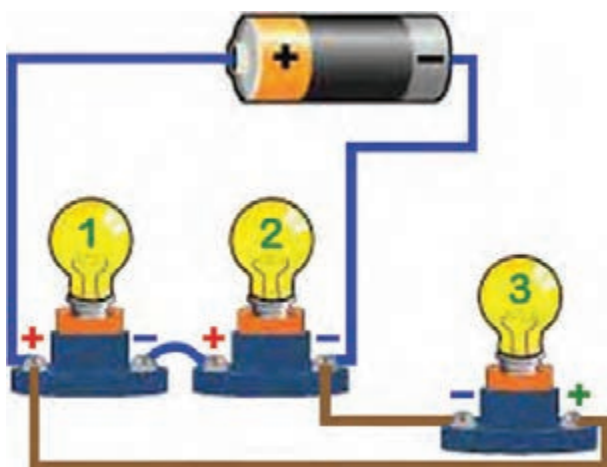
ترمینال مثبت مصرف‌کننده اول و ترمینال مثبت مصرف‌کننده

دوم و ... و ترمینال منفی باتری به ترمینال منفی مصرف‌کننده‌ها

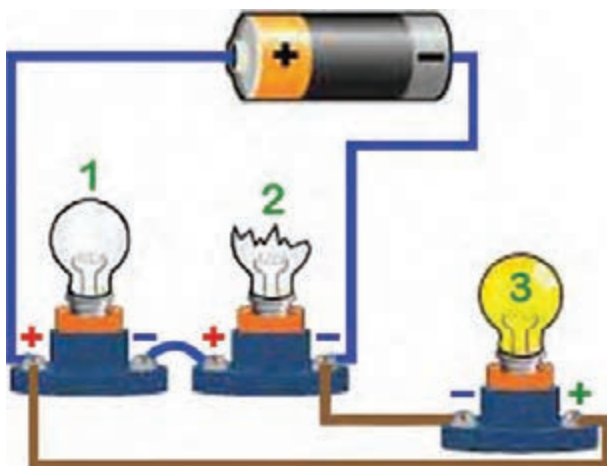
وصل می‌شود.



شکل ۱-۶۹



شکل ۱-۷۰



شکل ۱-۷۱

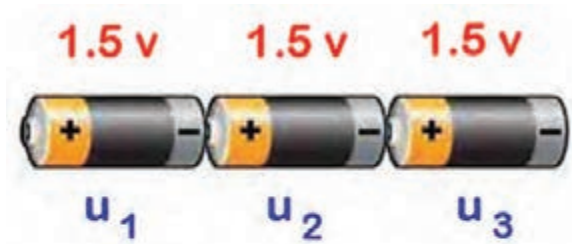
در مدار موازی، به دلیل این که هر کدام از مصرف کننده‌ها مستقیماً به منبع تولید انرژی (باتری) متصل می‌شوند، لذا ولتاژ در همه‌ی شاخه‌ها با هم مساوی‌اند. در این روش، در صورتی که هر یک از مصرف کننده‌ها یا اجزای مدار معیوب شوند، به سایر شاخه‌ها (مدارهای دیگر) آسیبی وارد نمی‌شود. همان‌طور که در شکل ۱-۶۹ دیده می‌شود، نه معیوب شدن لامپ شماره‌ی (۱) در مدار لامپ شماره‌ی (۲) تأثیر می‌گذارد و نه معیوب شدن لامپ شماره‌ی (۲) عاملی برای قطع شدن مدار الکتریکی لامپ شماره‌ی (۱) می‌گردد.

**۳-۱۳-۱- مدار مختلط:** این روش ترکیبی از روش مدار سری و مدار موازی است توضیح این که تعدادی از مصرف کننده‌ها به روش سری و تعدادی دیگر به روش موازی در مدار قرار می‌گیرند و به منبع انرژی متصل می‌شوند. در شکل ۱-۷۰، لامپ‌های شماره‌ی (۱) و شماره‌ی (۲) به روش سری و لامپ شماره‌ی (۳) به روش موازی به باتری وصل شده‌اند.

در این نوع روش اتصال (مختلط)، به دلیل این که یک مسیر برای عبور جریان الکتریکی (I) برای لامپ‌های شماره‌ی (۱) و شماره‌ی (۲) وجود دارد، لذا در صورت معیوب شدن هر کدام از لامپ‌های شماره‌ی (۱) و (۲)، لامپ دیگر خاموش می‌شوند. ولی لامپ شماره‌ی (۳)، به دلیل این که با لامپ‌های شماره‌ی (۱) و شماره‌ی (۲) موازی است و مستقیماً به باتری (منبع انرژی) وصل شده، روشن می‌ماند. در شکل ۱-۷۱، اثر معیوب شدن لامپ شماره‌ی (۲) نشان داده شده است. گفتنی است اگر لامپ شماره‌ی (۳) معیوب شود لامپ‌های شماره‌ی (۱) و (۲) روشن می‌مانند.

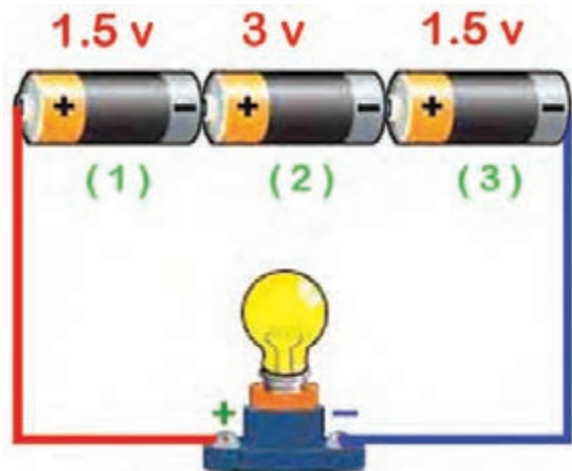
## ۱-۱۴- اتصال باتری ها

باتری ها را نیز می توان به روش موازی و یا روش سری به یکدیگر متصل نمود.

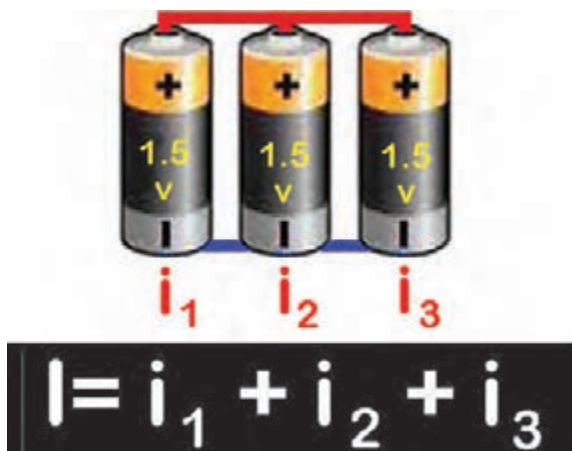


$$U = u_1 + u_2 + u_3$$

شکل ۱-۷۲- اتصال سری باتری ها



شکل ۱-۷۳



$$I = i_1 + i_2 + i_3$$

شکل ۱-۷۴

اگر چند باتری را طوری به یکدیگر اتصال دهیم که قطب منفی باتری اول به قطب مثبت باتری دوم و قطب منفی باتری دوم به قطب مثبت باتری سوم و... متصل شود این نوع اتصال را «سری» گویند. این روش اتصال زمانی کاربرد دارد که ولتاژ مورد نیاز مدار از ولتاژ یک باتری بیش تر باشد. در روش اتصال سری باتری ها، ولتاژ کل برابر مجموع ولتاژ هریک از باتری ها است:

$$u = u_1 + u_2 + \dots + u_n$$

در شکل ۱-۷۲، اتصال سری سه عدد باتری ۱/۵ ولتی

نشان داده شده است.

در روش اتصال سری باتری ها، مساوی بودن ولتاژ باتری ها ضرورتی ندارد و می توان چند باتری با ولتاژ متفاوت را به یکدیگر و به روش سری متصل نمود. در مدار شکل ۱-۷۳، سه عدد باتری با ولتاژهای ۱/۵ و ۳ و ۱/۵ (که به روش سری به یکدیگر متصل شده اند) دیده می شود. برای محاسبه ی ولتاژ مدار به ترتیب زیر عمل می شود:

$$u = u_1 + u_2 + u_3$$

$$u = 1/5 + 3 + 1/5 \quad u = 6 \text{ ولت}$$

اگر قطب مثبت چند باتری را به هم وصل کنیم و قطب منفی آن ها را نیز به یکدیگر اتصال دهیم این نوع اتصال را، اتصال موازی گویند. از اتصال موازی باتری ها زمانی استفاده می شود که جریان مورد نیاز مدار از میزان جریان دهی یک باتری بیش تر باشد.

در روش اتصال موازی باتری ها، جریان مصرفی مدار با مجموع شدت جریان هریک از باتری های مدار برابر است:

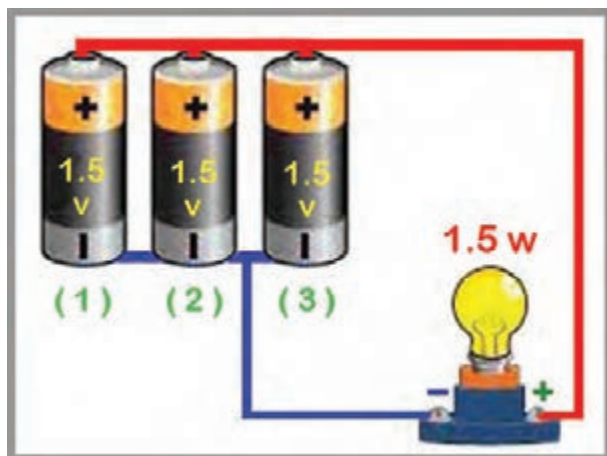
$$I = i_1 + i_2 + i_3 + \dots + i_n$$

در شکل ۱-۷۴، اتصال موازی سه عدد باتری ۱/۵ ولتی

نشان داده شده است.

– در روش اتصال موازی باتری‌ها، مساوی بودن ولتاژ همه‌ی باتری‌ها لازم و ضروری است و نمی‌توان چند باتری با ولتاژ متفاوت را به روش موازی به یکدیگر متصل نمود.

توجه: در اتصال موازی باتری‌ها ولتاژ دو سر مدار همواره ثابت است.



شکل ۱-۷۵

در مدار شکل ۱-۷۵، سه عدد باتری ۱/۵ ولتی، که به روش موازی به یکدیگر متصل شده‌اند، دیده می‌شود. مقدار جریان مدار برابر است با:

$$P = u \cdot I$$

$$1/5(w) = 1/5 \times I \quad I = 1 (A) \quad \text{آمپر}$$



شکل ۱-۷۶

– باتری مورد استفاده در خودروهای سواری ۱۲ ولتی است و در صورتی که برای راه‌اندازی خودرو در هنگام دشوارژ (تخلیه) باتری به باتری کمکی نیاز باشد باتری کمکی را به روش اتصال موازی به باتری خودرو متصل می‌کنند. برای وصل نمودن باتری‌ها از دو عدد کابل رابط، که ابتدا و انتهای کابل‌ها به گیره‌های عایق‌دار وصل شده‌اند، استفاده می‌شود. معمولاً رنگ عایق کابل‌ها و گیره‌ها را از دو رنگ متفاوت انتخاب می‌کنند تا از اشتباه در اتصال ترمینال باتری‌ها جلوگیری شود. در شکل ۱-۷۶، نحوه‌ی اتصال باتری‌ها نشان داده شده است:

– ترمینال مثبت باتری به وسیله‌ی گیره‌ی شماره‌ی (۱) به ترمینال مثبت باتری کمکی وصل شده است (گیره‌ی شماره‌ی ۲).  
– ترمینال منفی باتری کمکی با استفاده از گیره‌ی شماره‌ی (۳) سیم رابط مشکی رنگ، به بدنه‌ی خودرو به وسیله‌ی گیره‌ی شماره‌ی (۴) متصل می‌شود (ترمینال منفی باتری به بدنه‌ی خودرو متصل است).



## ۱-۱۵- سیم‌کشی اجزای مدار الکتریکی در خودرو

در سیم‌کشی مدارهای الکتریکی خودروها، از روش‌های موازی و سری برای برقراری ارتباط مابین اجزای مدار استفاده می‌شود. روش اتصال موازی برای سیم‌کشی مصرف‌کننده‌ها و دستگاه‌های الکتریکی خودرو کاربرد دارد و از روش سری برای اتصال فیوزها و سوئیچ‌های راه‌انداز مدارهای الکتریکی استفاده می‌شود.

در نمودار مدار الکتریکی چراغ‌های راهنمای یک نوع خودرو، که در شکل ۱-۷۷ نشان داده شده است، اجزایی که به روش موازی در مدار قرار گرفته‌اند عبارت‌اند از:

- باتری یا منبع انرژی (شماره ۱)؛

- چراغ‌های راهنما (شماره ۲)؛

- تایمر فلاشر (شماره ۳).

اجزای دیگر مدار که به روش سری سیم‌کشی شده‌اند، عبارت‌اند از:

- سوئیچ اصلی موتور یا سوئیچ سیستم جرقه (شماره ۴)؛

- فیوز (شماره ۵)؛

- دسته چراغ راهنما و فلاشر (شماره ۶).

\* با توجه به این‌که سیم‌کشی دستگاه‌های مولد جریان

الکتریکی و کلیه مصرف‌کننده‌ها در خودرو به روش موازی صورت می‌گیرد، لذا ولتاژ مدار با ولتاژ مولد جریان الکتریکی برابر است.

مدارهای الکتریکی همواره در دو وضعیت قرار دارند:

- مدار باز؛

- مدار بسته.

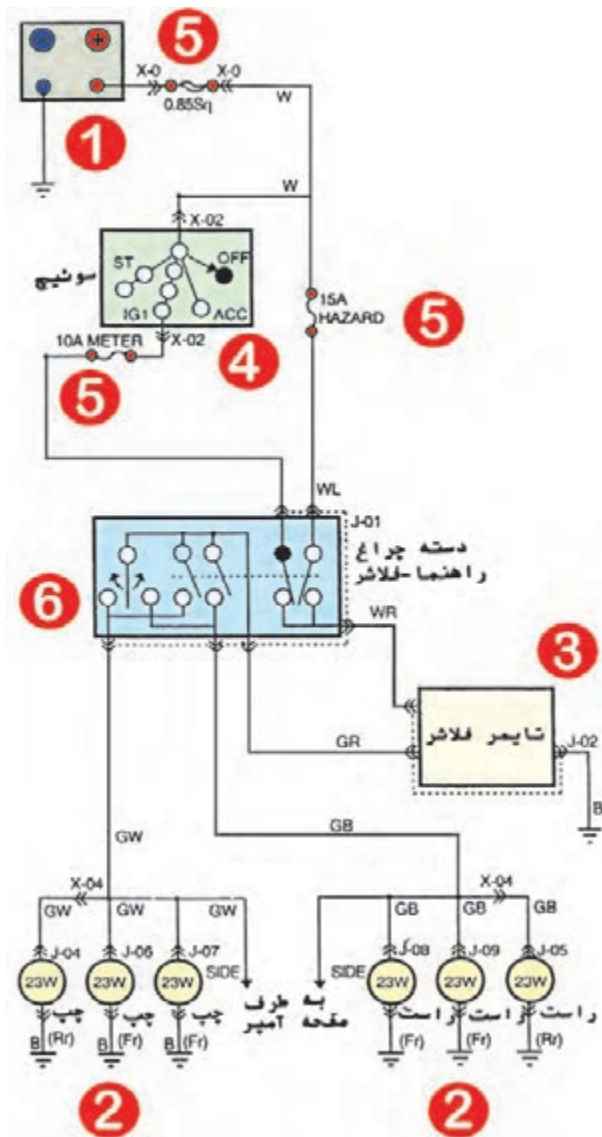
وضعیت مدار باز زمانی است که سوئیچ، ارتباط باتری را

از یک یا چند مصرف‌کننده قطع می‌کند. در این حالت مصرف‌کننده‌ها غیرفعال‌اند. در شکل الف- ۱-۷۸، موقعیت اجزای

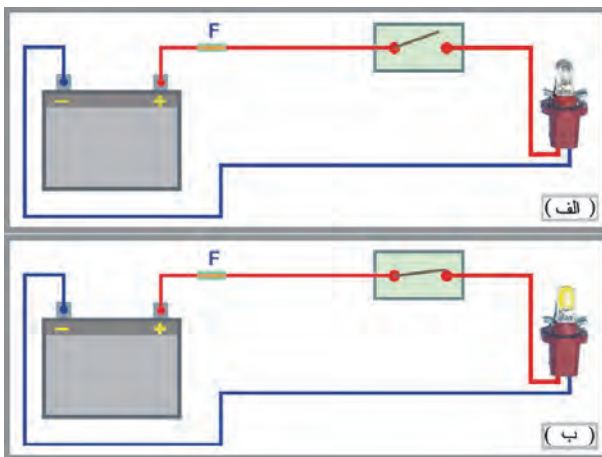
مدار الکتریکی در حالت مدار باز دیده می‌شود. وضعیت مدار بسته شرایطی است که ارتباط اجزای مدار الکتریکی به وسیله سوئیچ

برقرار می‌گردد و جریان الکتریکی در مدار جاری می‌شود. در شکل ب- ۱-۷۸، حالت مدار بسته و موقعیت اجزای مدار دیده

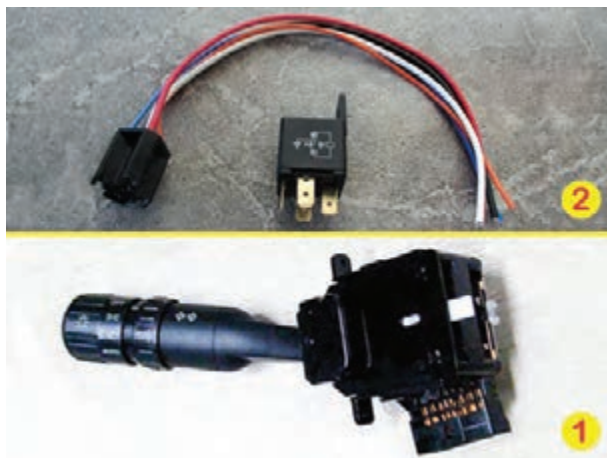
می‌شود.



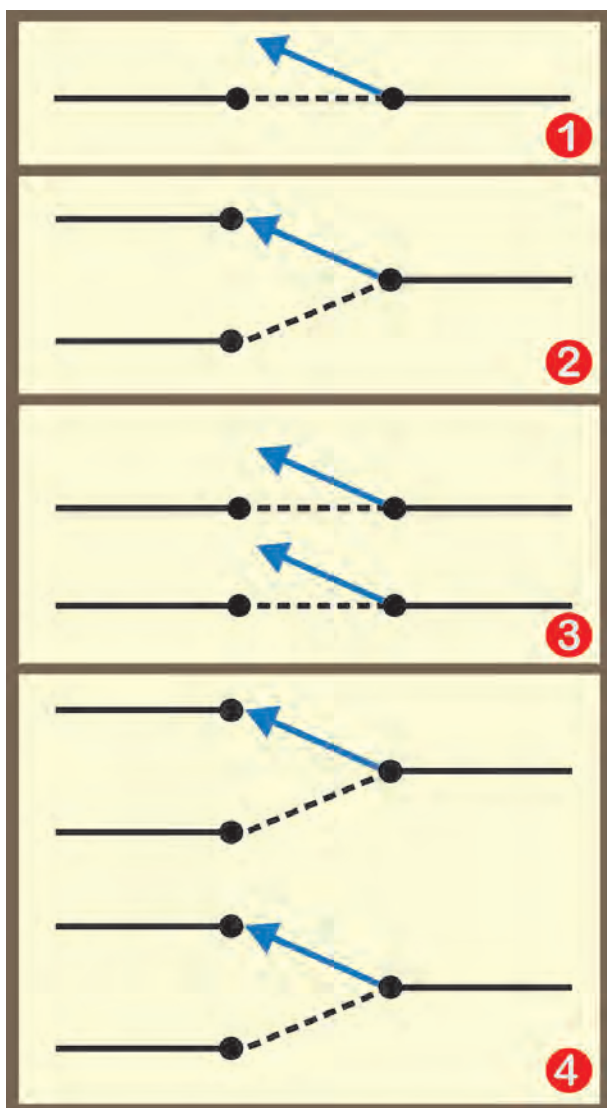
شکل ۱-۷۷- نمودار مدار الکتریکی چراغ‌های راهنما



شکل ۱-۷۸



شکل ۷۹-۱



شکل ۸۰-۱

## ۱۶-۱- انواع سوئیچ‌های به‌کار رفته در مدارهای الکتریکی خودروها

آسان‌ترین راه برای کنترل جریان الکتریکی یک مدار استفاده از سوئیچ است. سوئیچ‌ها می‌توانند:

- مستقیماً برای کنترل جریان الکتریکی به‌کار گرفته شوند، مانند سوئیچ چراغ‌های روشنایی؛
- به‌طور خودکار، جریان الکتریکی مدار دیگری را کنترل کند، مانند رله‌ها.

- در شکل ۷۹-۱، سوئیچ چراغ‌های روشنایی با شماره‌ی (۱) و رله با شماره‌ی (۲) دیده می‌شود.

سوئیچ‌ها، که در لفظ عامه کلید نیز گفته می‌شود، از نظر عملکرد به دو نوع تقسیم می‌شوند:

- سوئیچ‌های دستی (مکانیکی)
- سوئیچ‌های اتومات یا خودکار

سوئیچ‌های دستی مکانیکی توسط راننده‌ی خودرو فعال می‌شود و جریان الکتریکی مدار را برقرار می‌کند (مدار بسته). این سوئیچ‌ها در انواع مختلفی طراحی و ساخته می‌شوند. در شکل ۸۰-۱، ارتباط داخلی این سوئیچ‌ها نشان داده شده است: سوئیچ دستی یک قطبی یک راهه (یک حالتی) با شماره‌ی (۱)؛

- سوئیچ دستی یک قطبی دو راهه (دو حالتی) با شماره‌ی (۲)؛

- سوئیچ دستی دو قطبی یک راهه (یک حالتی) با شماره‌ی (۳)؛

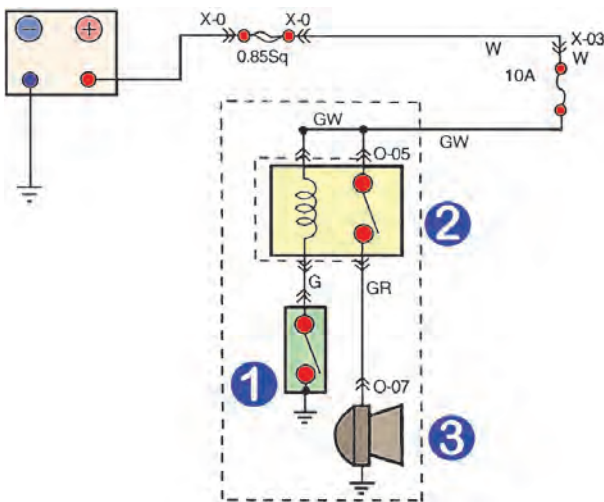
- سوئیچ دستی دو قطبی دو راهه (دو حالتی) با شماره‌ی (۴)؛

- لازم است توضیح دهیم که کلمه‌ی «قطب» تعداد مدارهای ورودی به سوئیچ و «راه» تعداد مدارهای خروجی از سوئیچ را مشخص می‌کند.



شکل ۸۱ - ۱

– انواع سوئیچ‌های مکانیکی عبارت‌اند از :  
 – نوع فشاری، مانند سوئیچ لای در اتاق خودرو، سوئیچ بوق و سوئیچ سیستم دزدگیر قسمت در موتور و... ؛  
 – نوع لغزشی مانند سوئیچ راهنما، سوئیچ راه‌انداز شیشه گرم‌کن و... ؛  
 – نوع چرخشی، مانند سوئیچ اصلی موتور (سوئیچ جرقه)، سوئیچ راه‌انداز فن بخاری و کولر و...  
 در شکل ۸۱-۱، چند نوع سوئیچ مکانیکی مورد استفاده در خودروها نشان داده شده است.



شکل ۸۲ - ۱

سوئیچ‌های خودکار یا اتومات به سوئیچ‌هایی گفته می‌شود که پس از فعال شدن، مدار الکتریکی دیگری را نیز راه‌اندازی می‌کنند، مانند رله که با عبور جریان الکتریکی از سیم پیچ داخل آن ارتباط اجزای مدار الکتریکی دیگری را برقرار می‌کند. در شکل ۸۲-۱، نمودار الکتریکی بوق خودرویی که به رله مجهز است نشان داده شده است. با فعال شدن سوئیچ مکانیکی نوع فشاری یک حالت (شستی بوق، شماره ۱)، جریان الکتریکی از سیم پیچ داخل رله (شماره ۲) عبور می‌کند و حوزوی مغناطیسی ایجاد شده در آن اتصال پلاتین‌های رله شده را برقرار می‌سازد و جریان الکتریکی مورد نیاز بوق (شماره ۳) از مدار دیگری برقرار می‌شود.



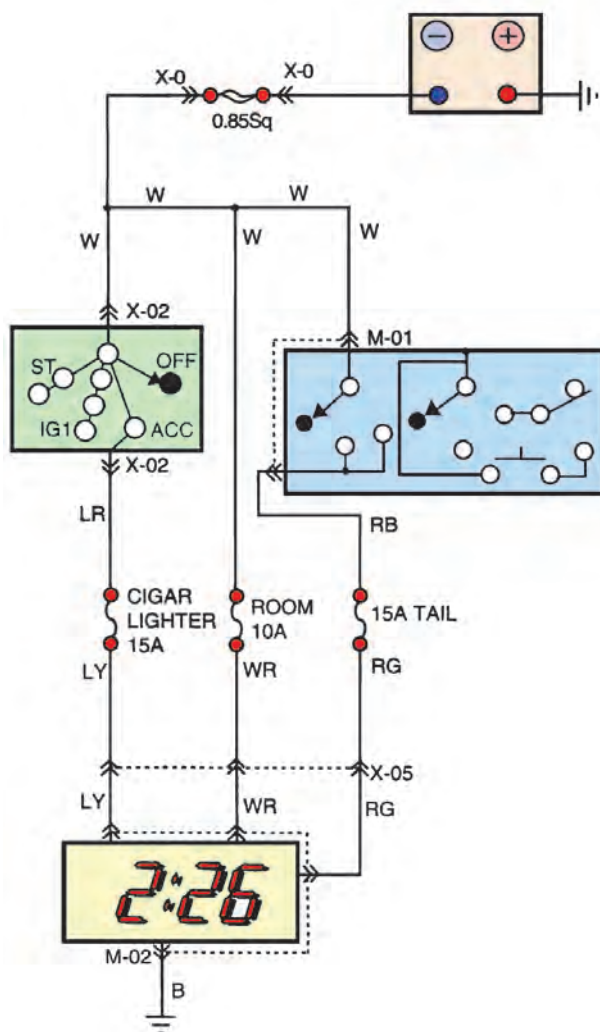
شکل ۸۳ - ۱

سوئیچ‌های دیگری نیز در خودروها مورد استفاده قرار می‌گیرند که کارشان براساس تغییرات دما یا تغییر فشار مایع است و مدارهای الکتریکی سیستم‌های هشدار دهنده و اخطار خودرو را راه‌اندازی می‌کنند. در شکل ۸۳-۱، دو نوع از این سوئیچ‌ها دیده می‌شود :  
 – حسگر (سنسور) درجه‌ی حرارت آب با شماره‌ی (۱)،  
 – حسگر فشار روغن با شماره‌ی (۲).

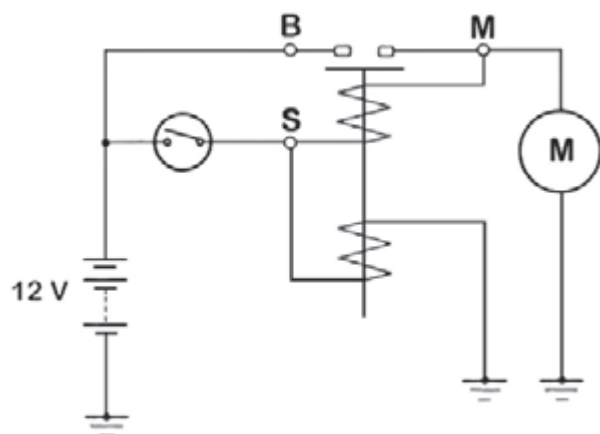
## ۱۷-۱- آشنایی با نقشه و علائم مدارهای الکتریکی

در نقشه‌ی مدارهای الکتریکی، با استفاده از نمادها و علائم قراردادی، ارتباط بین اجزای مدارها (از قبیل منبع انرژی، مولد جریان الکتریکی، مصرف کننده‌ها، دستگاه‌های الکتریکی، سوئیچ‌ها و حفاظت کننده‌های مدارها) نشان داده می‌شود.

استفاده از نقشه‌ی مدارهای الکتریکی و دسترسی به ارتباط بین اجزای مدارها در عیب‌یابی و رفع عیب اجزای آن‌ها نقش به‌سزایی دارد. از این رو، شرکت‌های خودروسازی نقشه‌ی مدارهای الکتریکی خودرو را در کتاب راهنمای تعمیرات خودروها ارائه می‌کنند. برای مثال، در شکل ۸۴-۱ نمودار مدار الکتریکی ساعتی یک نوع خودرو نشان داده شده است.



شکل ۸۴-۱- نمودار الکتریکی ساعت خودرو



شکل ۸۵-۱

مدارهای الکتریکی را معمولاً به دو صورت ترسیم

می‌کنند:

- با علائم قراردادی؛




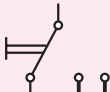





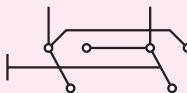




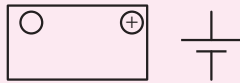
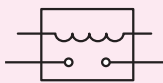

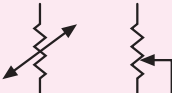






- به صورت شماتیک.

در شکل ۸۵-۱، یک نوع نقشه‌ی مدار الکتریکی، که با

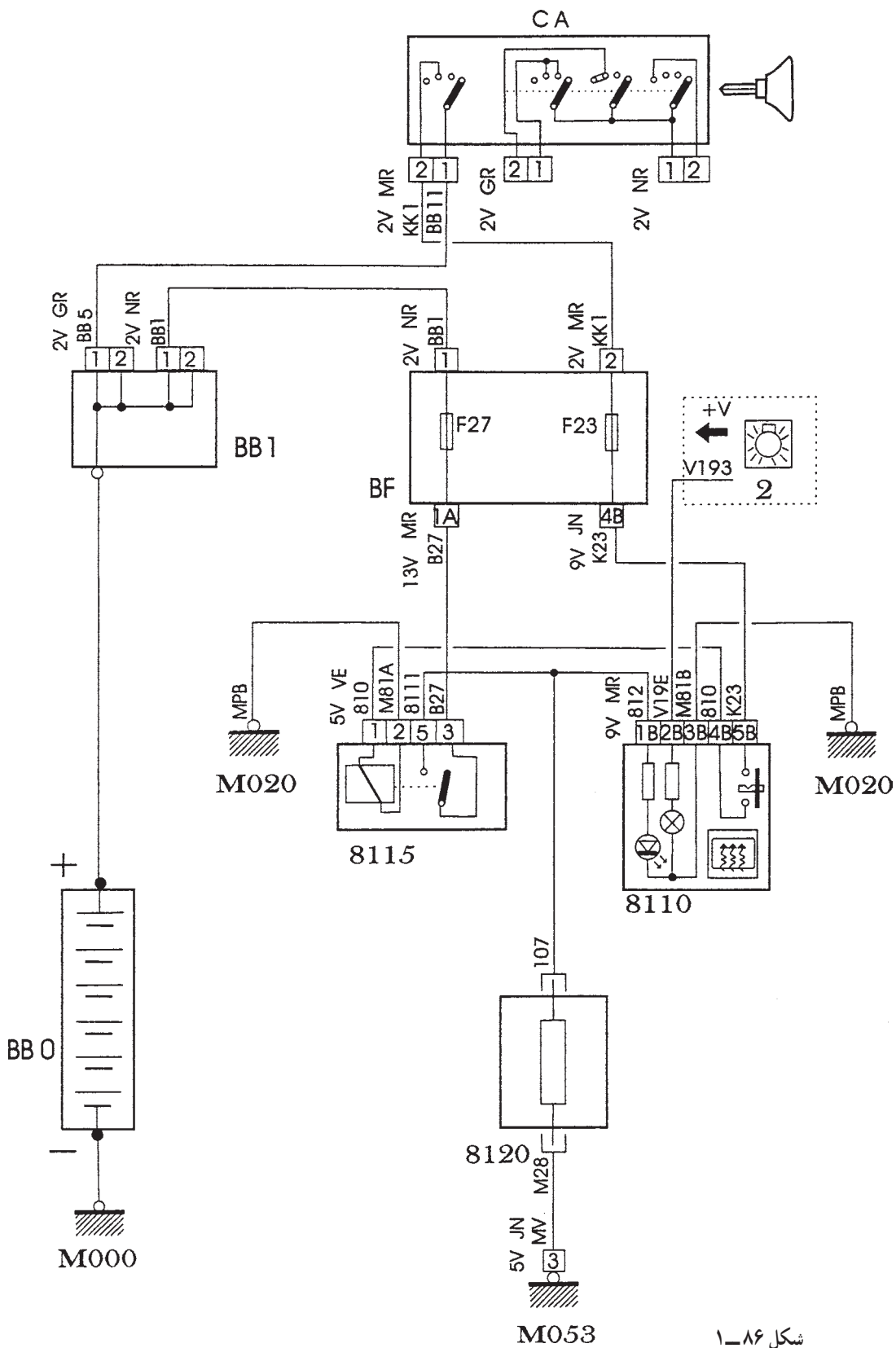
علائم قراردادی رسم شده است، دیده می‌شود.

– در جدول شماره‌ی ۱-۷، تعدادی از علائم اختصاری مورد استفاده از نقشه‌های الکتریکی خودرو، نشان داده شده است.

جدول ۱-۷- علائم اختصاری الکتریکی

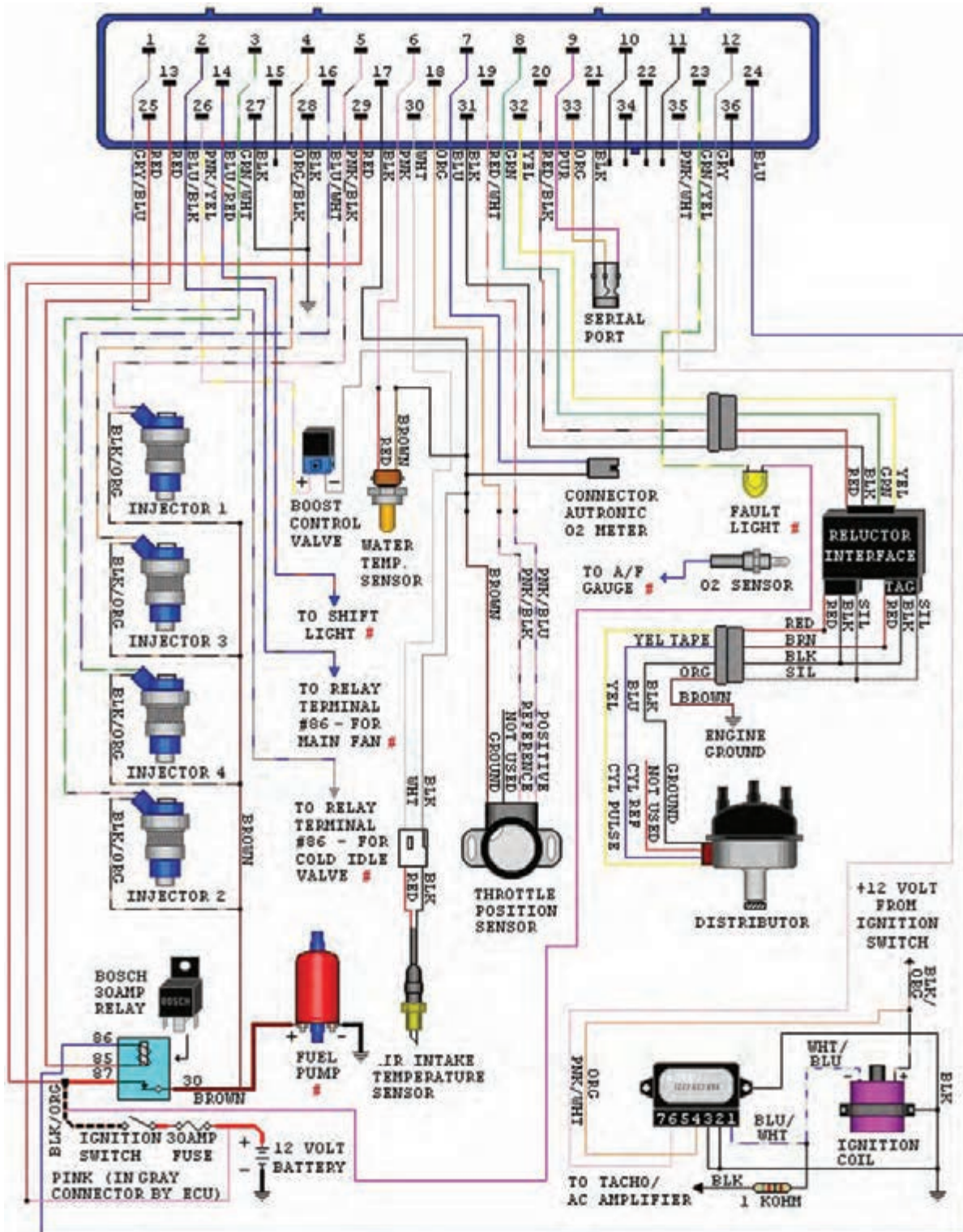
| علامت   | مفهوم          | علامت  | مفهوم          |
|---|----------------|--|----------------|
|    | اتصال بدنه     |     | کلید تبدیل     |
|    | فیوز           |     | کلید چند حالتی |
|    | سیم پیچ        |     | شمسی فشاری     |
|    | لامپ           |     | کلید لای‌دری   |
|   | خازن           |   | کلید تغییر قطب |
|  | گرم‌کن (المنت) |   | پمپ            |
|  | موتور          |   | فندک           |
|  | باتری          |  | رله            |
|  | بوق            |   | مقاومت متغیر   |
|  | بلندگو         |   | اتصال نری      |
|  | دیود           |   | اتصال مادگی    |
|  | کلید قطع و وصل |   | آنتن           |

– در بعضی از نقشه‌های الکتریکی خودرو از علائم و کدها استفاده می‌شود. در شکل ۸۶-۱، نقشه‌ی مدار الکتریکی گرم‌کن شیشه‌ی عقب خودرویی دیده می‌شود.



شکل ۸۶-۱

در شکل ۸۷-۱، نقشه‌ی اجزای مدار الکتریکی خودرویی که به صورت شماییک به واحد کنترل (Ecu) متصل شده، نشان داده شده است.



شکل ۸۷-۱

## ۱۸-۱- آشنایی با انواع سیم‌های مورد استفاده در سیم‌کشی مدارهای الکتریکی خودرو

برای اتصال کلیه دستگاه‌های الکتریکی (مصرف‌کننده‌ها، سوئیچ‌ها، حفاظت‌کننده‌ی مدارها و...) به باتری و مولد جریان الکتریکی خودرو از سیم و کابل استفاده می‌شود.

به دلیل زیاد بودن تعداد رشته سیم‌ها (در سیم‌کشی مدارهای الکتریکی خودرو)، معمولاً آن‌ها را به صورت کلاف و دسته سیم درمی‌آورند و عایق‌بندی می‌کنند. این مجموعه سیم‌ها که به شاخه‌های مختلفی تقسیم می‌شوند اصطلاحاً درخت سیم نامیده می‌شود. در شکل ۱-۸۸، دسته سیم بخشی از سیم‌کشی خودرو نشان داده شده است.



شکل ۱-۸۸

دسته سیم‌ها را از مسیرهای مشخص و از پیش تعیین شده‌ای (که در طراحی سیم‌کشی مدار الکتریکی، با توجه به محل قرار گرفتن اجزای مدارها پیش‌بینی می‌شود) در روی بدنه‌ی خودرو عبور می‌دهند. دسته سیم‌ها، معمولاً به وسیله‌ی بست‌های مخصوصی در روی بدنه‌ی خودرو ثابت نگه داشته می‌شوند. در شکل ۱-۸۹، قسمتی از سیم‌کشی خودرویی، که در قسمت صندوق عقب آن قرار گرفته است، دیده می‌شود.



شکل ۱-۸۹

سیم‌های مورد استفاده در سیم‌کشی مدارهای الکتریکی به دو دسته تقسیم‌بندی می‌شوند:

– سیم‌های افشان؛

– سیم‌های مفتولی؛

سیم‌های نوع افشان از چندین سیم مفتولی بسیار نازک تشکیل یافته‌اند که در کنار هم و به صورت یک مجموعه وظیفه‌ی انتقال جریان الکتریکی را در مدار به عهده دارد. جنس سیم‌های افشان، معمولاً از «مس» انتخاب می‌شود که قابلیت هدایت الکتریکی بالایی دارد، و در مقابل عبور جریان الکتریکی مقاومت اندکی از خود نشان می‌دهد. در شکل ۱-۹۰، رشته سیم‌های تشکیل دهنده‌ی سیم افشان به صورت شماتیک نشان داده شده است.



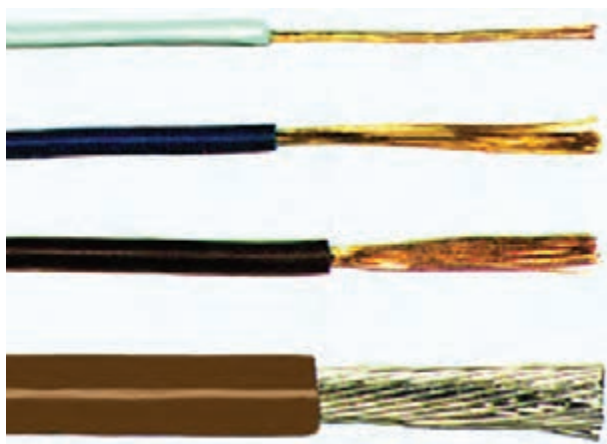
شکل ۱-۹۰





شکل ۹۱-۱

اکثر سیم‌های استفاده شده در مدارهای الکتریکی خودروها از سیم نوع افشان‌اند. سیم‌های افشان دیرتر گرم می‌شوند و کار با آن‌ها، به دلیل انعطاف‌پذیری، سهل‌تر و ساده‌تر است. سیم‌های هادی جریان الکتریسیته به وسیله‌ی روکشی از پلاستیک یا بی‌وی‌سی (PVC) عایق‌بندی می‌شود. عایق‌بندی سیم‌ها برای جلوگیری از نشتی الکتریسیته و اتصال کوتاه در مدارها انجام می‌شود. مواد عایق سیم‌ها را به منظور تشخیص مدارها از یکدیگر، در رنگ‌های مختلفی، انتخاب می‌کنند. در شکل ۹۱-۱، دو نمونه سیم افشان با رنگ عایق متفاوت دیده می‌شود.



شکل ۹۲-۱

قطر سیم یا کابل بر مبنای مقدار شدت جریان الکتریکی جاری در سیم‌ها انتخاب می‌شود. لذا در سیم‌کشی مدارهای مختلف خودرو، قطر سیم‌ها با یکدیگر متفاوت‌اند و برحسب حداکثر جریان مصرفی دستگاه الکتریکی، تعبیه شده در مدار، تعیین می‌شوند و مورد استفاده قرار می‌گیرند. در شکل ۹۲-۱، چند نمونه سیم افشان با تعداد رشته‌های مختلف نشان داده شده است. (سطح مقطع مؤثر هر سیم برابر است با سطح مقطع یک رشته در تعداد رشته سیم‌های آن).



شکل ۹۳-۱

در سیم‌های نوع مفتولی، قسمت فلزی سیم یک‌پارچه است و در قطرهای مختلفی ساخته می‌شوند. جنس این نوع سیم‌ها نیز از آلیاژ مس است و به وسیله‌ی عایق الکتریسیته روکش می‌شوند. از سیم‌های نوع مفتولی به ندرت در سیم‌کشی مدارهای الکتریکی خودروها استفاده می‌شود. در شکل ۹۳-۱، چند نوع سیم مفتولی با رنگ عایق متفاوت نشان داده شده است.

جدول ۸-۱

| حد اکثر جریان | مقاومت ۱۰۰ متر سیم (اهم) | سطح مقطع کل هر سیم میلی متر مربع | تعداد رشته و قطر سیم ها میلی متر | ردیف |
|---------------|--------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------|
| ۶             | ۲/۷                      | ۰/۶۹                             | ۱۴،۰/۲۵                          | ۱    |
| ۸/۷۵          | ۱/۹                      | ۰/۹۹                             | ۱۴،۰/۳                           | ۲    |
| ۱۷/۵          | ۰/۹۴                     | ۱/۹۸                             | ۲۸،۰/۳                           | ۳    |
| ۲۵            | ۰/۶                      | ۳/۱                              | ۴۴،۰/۳                           | ۴    |
| ۳۵            | ۰/۴۱                     | ۴/۶                              | ۶۵،۰/۳                           | ۵    |
| ۵۰            | ۰/۳۱                     | ۵/۹                              | ۸۴،۰/۳                           | ۶    |
| ۵۰            | ۰/۲۷                     | ۶/۹                              | ۹۷،۰/۳                           | ۷    |
| ۶۰            | ۰/۲۲                     | ۸/۵                              | ۱۲۰،۰/۳                          | ۸    |

در جدول ۸-۱، تعداد رشته و قطر هر یک از آن‌ها، سطح مقطع سیم، مقاومت سیم در ۱۰۰ متر و حداکثر جریان دائم در سیم‌ها نشان داده شده است. برای مثال در سطر شماره‌ی (۱) مشخصات مربوط به سیمی درج شده، که از ۱۴ رشته به قطر ۰/۲۵ میلی متر تشکیل یافته است. سطح مقطع این سیم برابر با ۰/۶۹ میلی متر مربع و مقدار مقاومت ایجاد شده در مقابل عبور جریان الکتریکی از آن در هر صد متر سیم ۲/۷ اهم است. این نوع سیم برای استفاده در سیم‌کشی مدارهای الکتریکی، که حداکثر شدت جریان عبور کرده از آن ۶ آمپر باشد، مناسب است.



شکل ۹۴-۱

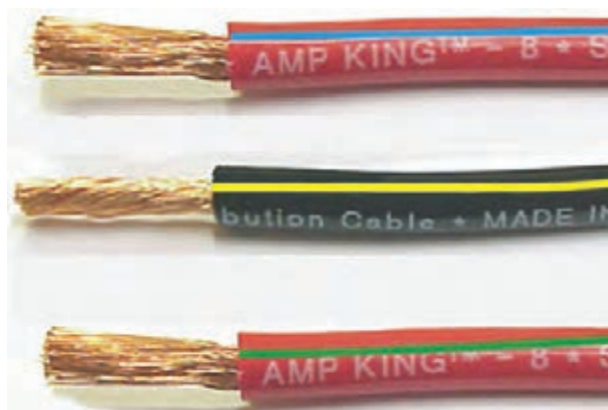
#### ۱-۱۸-۱- کد رنگ سیم‌ها: در سیم‌کشی سیستم‌های

الکتریکی خودرو از رشته سیم‌های متعددی استفاده می‌شود که برای سهولت در شناسایی سیم‌های مدارهای مختلف (برای عیب‌یابی، تعویض یا تعمیر بخشی از سیم‌کشی) از رنگ‌بندی روکش سیم‌ها (کد رنگ) بهره گرفته شده است. با توجه به محدود بودن تعداد رنگ‌ها، روکش عایق سیم‌ها را به دو صورت رنگ‌بندی می‌کنند:

– روکش عایق با رنگ زمینه‌ی تک رنگ؛

– روکش عایق با رنگ زمینه‌ی دو رنگ؛

در نوع اول، روکش عایق سیم در کل کلاف تولید شده رنگ ثابت دارد و یک رنگ انتخاب شده است. در شکل ۹۴-۱، چند نمونه از سیم افشان با رنگ روکش عایق یک‌نواخت دیده می‌شود.



شکل ۹۵-۱

در نوع دوم، زمینه‌ی روکش سیم از یک رنگ انتخاب شده و برای متمایز شدن دارای نوار باریکی از یک رنگ دیگری است. در شکل ۹۵-۱، چند نمونه از روکش عایق سیم‌های افشان با کد رنگ قرمز با راه آبی (RL)، سیاه با راه زرد (BY) و قرمز با راه سبز (RG) نشان داده شده است.





شکل ۱-۹۷

در بعضی از قسمت‌های سیم‌کشی خودرو مانند اتصال باتری و استارتر و... از کابل‌هایی به قطر ۱۰ الی ۱۵ میلی‌متر استفاده می‌شود. در این نوع کابل‌ها تعداد رشته سیم و قطر آن‌ها از سایر سیم‌های به کار رفته در مدارهای الکتریکی خودرو بیشتر است. انتخاب کابل به دلیل شدت جریان مصرفی زیاد استارتر است (شدت جریان مصرفی استارتر تا ۳۰۰ آمپر است). در شکل ۱-۹۷، کابل مدار باتری دیده می‌شود.



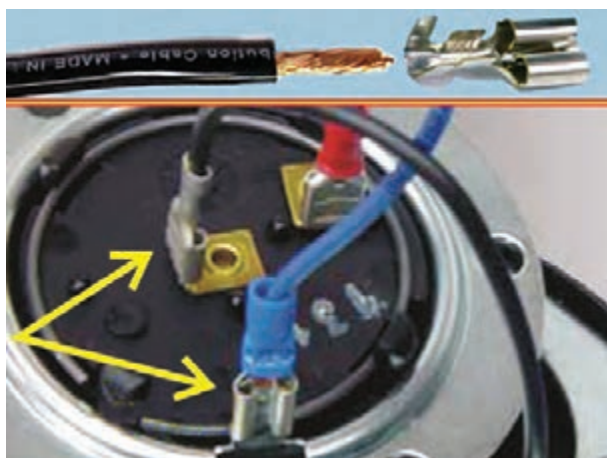
شکل ۱-۹۸

۱-۱۹- آشنایی با سرسیم‌ها و کانکتورها  
دستگاه‌های الکتریکی مدارهای مختلف خودرو دارای ترمینال‌های ورود و خروج جریان الکتریکی هستند که با استفاده از سرسیم و سیم‌ها به سایر اجزای مدار مرتبط می‌شوند. در شکل ۱-۹۸، ترمینال‌های یک نوع سوئیچ فشاری با فلش قرمز و آبی رنگ مشخص شده است.



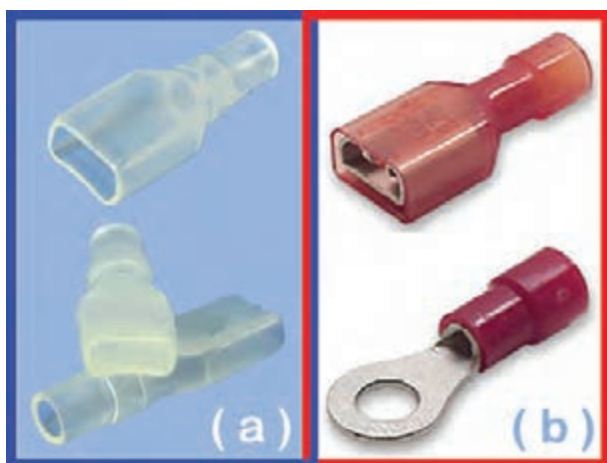
شکل ۱-۹۹

سرسیم‌ها معمولاً از آلیاژ مس و در اندازه و فرم‌های مختلفی بر مبنای نوع کاربرد آن‌ها طراحی و ساخته می‌شوند. در شکل ۱-۹۹، چند نوع از سرسیم‌های مورد استفاده در سیم‌کشی مدارهای الکتریکی خودرو نشان داده شده است. گفتنی است در ساختن بعضی از سرسیم‌ها از آلیاژ فلز آلومینیم نیز استفاده می‌شود.



شکل ۱-۱۰۰

فرم ساختمان سرسیم‌ها به گونه‌ای طراحی شده است که به یک طرف آن‌ها قسمت فلزی سیم متصل می‌شود و طرف دیگر سرسیم روی ترمینال ورودی و یا خروجی دستگاه الکتریکی قرار می‌گیرد. با استفاده از سرسیم‌ها می‌توان اتصال دو سیم مدار را نیز برقرار نمود. در شکل ۱-۱۰۰، کاربرد سرسیم‌ها نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۰۱

برای عایق‌کاری سرسیم‌ها، معمولاً از روکش‌های پلاستیکی استفاده می‌شود. که پس از اتصال قسمت فلزی سیم به سرسیم، محل اتصال را می‌پوشانند. با توجه به نوع کاربرد سرسیم‌ها، در انواعی از آن‌ها کل بدنه‌ی سرسیم نیز به وسیله‌ی عایق پوشانده می‌شود. در شکل ۱-۱۰۱-a، نوعی از روکش عایق سرسیم‌ها و در شکل ۱-۱۰۱-b نحوه‌ی عایق‌کاری دو نوع از سرسیم‌ها دیده می‌شود.



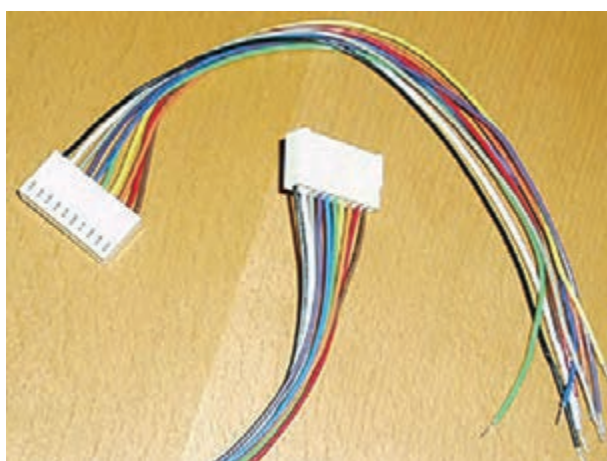
شکل ۱-۱۰۲

برای اتصال کابل‌ها به باتری و استارت و... در سیم‌کشی خودرو نیز از بست‌های خاصی استفاده می‌شود که اندازه و فرم ساختمان آن‌ها برحسب کاربردشان طراحی و تولید می‌شود. این نوع بست‌ها را نیز پس از وصل نمودن به قسمت فلزی کابل عایق‌کاری می‌کنند. در شکل ۱-۱۰۲، چند نوع بست کابل به همراه روکش عایق آن‌ها نشان داده شده است.



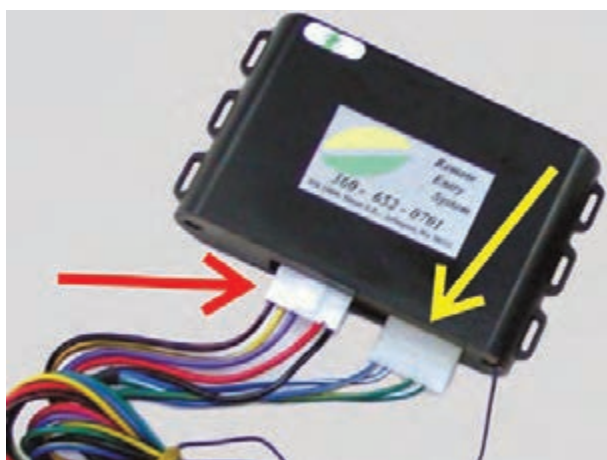
شکل ۱-۱۰۳

بست اتصال کابل های باتری به ترمینال های آن نیز به وسیله ی روکش هایی (کاور) که متناسب با ساختمان و فرم بست طراحی و ساخته شده است، برای جلوگیری از اتصال کوتاه محافظت می شود. در شکل ۱-۱۰۳، یک نوع پوشش روی بست باتری با فلش مشخص شده است.



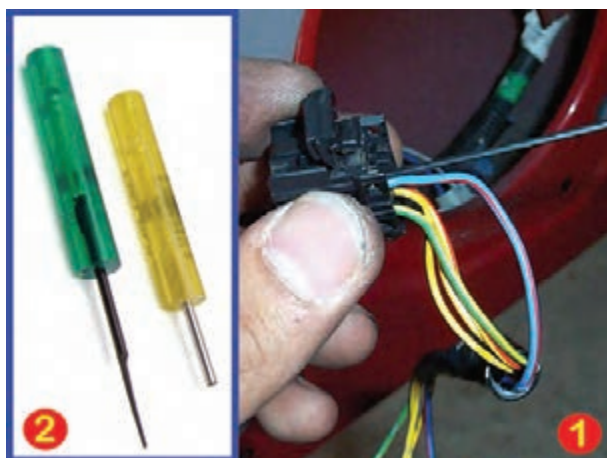
شکل ۱-۱۰۴

اکثر اتصالات سیم کشی اجزای مدار در خودروهای دهه ی اخیر با استفاده از کانکتور (اتصال مرکب) صورت می گیرد و از تعدادی سرسیم «نری و مادگی» تشکیل شده است که در قالب یک مجموعه چندین اتصال و ارتباط الکتریکی را برقرار می سازد. در شکل ۱-۱۰۴، یک نوع کانکتور یا واسطه ی اتصال مرکب دیده می شود که اتصال تعداد ده رشته سیم مدار الکتریکی را برقرار می سازد.



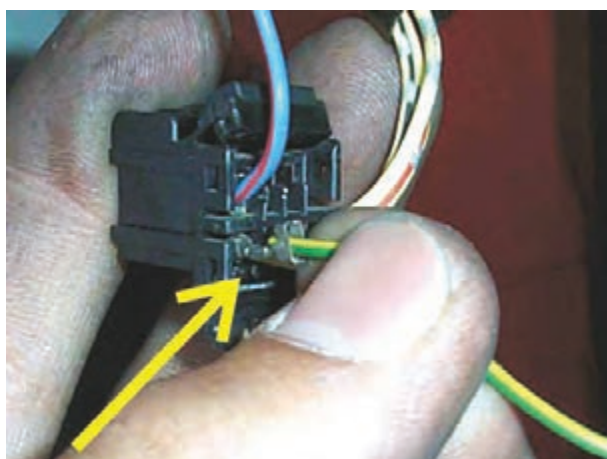
شکل ۱-۱۰۵

کانکتورها از نظر ابعاد و شکل ظاهری با یکدیگر متفاوت اند و برحسب نوع کاربردشان طراحی و ساخته می شوند. در شکل ۱-۱۰۵، کانکتورهای مورد استفاده (برای اتصال سیم کشی اجزای مدار الکتریکی سیستم دزدگیر به واحد کنترل الکترونیکی آن) با فلش های زرد و قرمز رنگ نشان داده شده است.



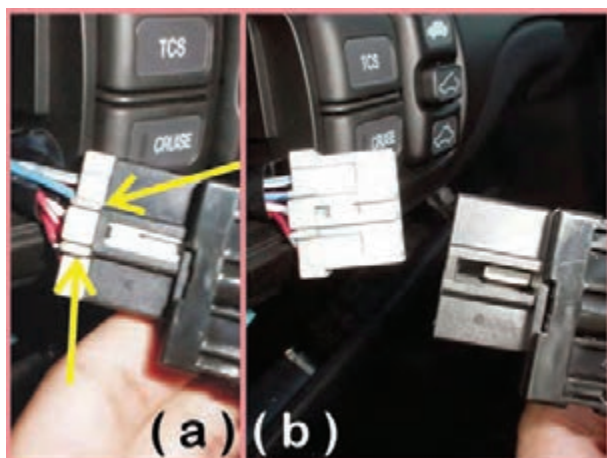
شکل ۱-۱۰۶

سرسیم‌های داخل کانکتورها و سوکت‌ها به وسیله‌ی خارهای فلزی، که در بدنه‌ی سرسیم ایجاد شده، در داخل بدنه‌ی کانوچویی کانکتور ثابت شده است و در مقابل حرکت آن در جهت عکس جا زدن سرسیم مقاومت می‌کند. برای خارج نمودن سرسیم از ابزارهای مخصوص استفاده می‌شود. توسط این ابزارها خار روی سرسیم از محل خود آزاد و از داخل کانوچویی خارج می‌شود. در شکل ۱-۱۰۶-۱، کاربرد ابزار مخصوص برای آزاد کردن سرسیم از بدنه‌ی کانوچویی کانکتور و در شکل ۱-۱۰۶-۲، دو نوع ابزار مخصوص دیده می‌شود.



شکل ۱-۱۰۷

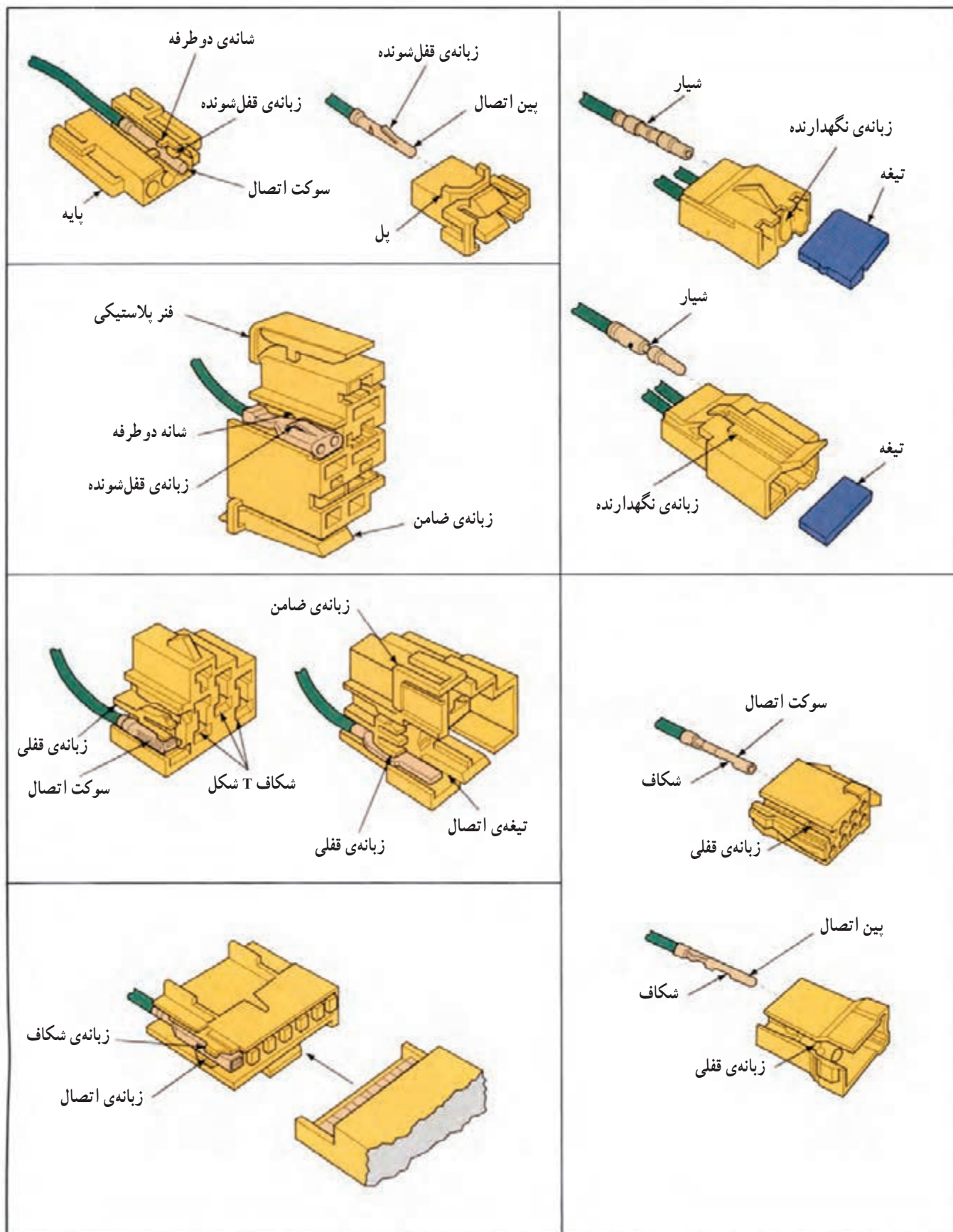
پس از آزاد شدن خار سرسیم به راحتی می‌توان آن را از داخل بدنه‌ی کانوچویی کانکتور بیرون آورد. در شکل ۱-۱۰۷، بیرون آوردن سرسیم دیده می‌شود.



شکل ۱-۱۰۸

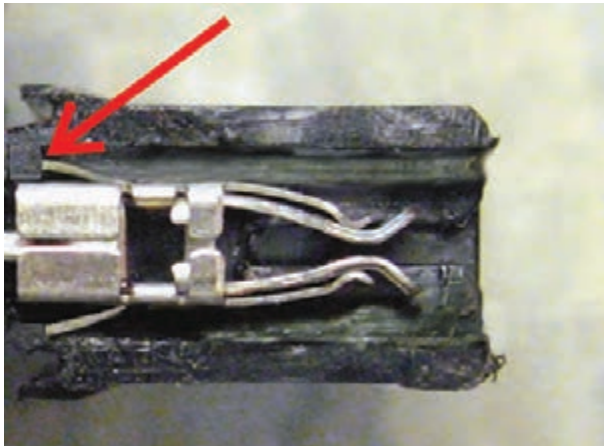
بدنه‌ی کانکتورها به صورت نری و مادگی است و پس از اتصال به یکدیگر (توسط خارهای پلاستیکی طراحی شده در روی بدنه) نسبت به یکدیگر ثابت می‌شوند. برای جدا کردن دو قسمت بدنه، ابتدا زائده‌ی روی خارها را به سمت داخل بدنه فشار می‌دهند، سپس آن‌ها را به صورت کشویی از یکدیگر جدا می‌کنند. در شکل ۱-۱۰۸ a، زائده‌های فشاری و آزاد کننده‌ی خارها و در شکل ۱-۱۰۸ b جدا کردن کانکتور از سوئیچ چراغ‌های یک نوع خودرو دیده می‌شود.

چند نمونه‌ی دیگر از انواع کانکتورها و نحوه‌ی قرار گرفتن سرسیم‌ها در داخل آن‌ها، در شکل ۱-۱۰۹ به صورت شماتیک نشان داده شده است.



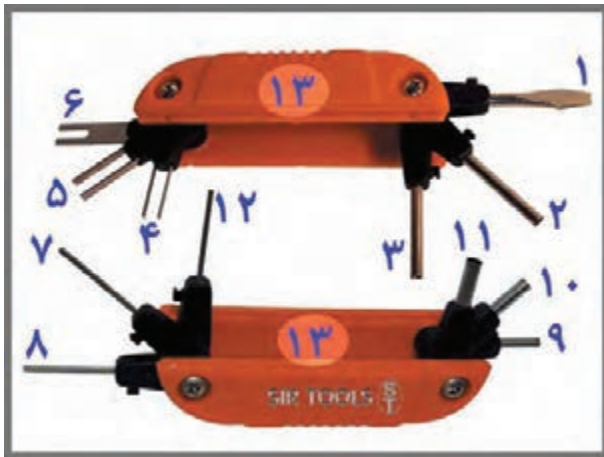
شکل ۱-۱۰۹





شکل ۱-۱۱۰

فرم ساختمان داخل کائوچویی کانکتور به نحوی طراحی شده است که در حالت عادی زائده‌ی فنری سرسیم با تکیه‌گاه داخل کائوچویی درگیر می‌شود و در نتیجه سرسیم ثابت می‌ماند. در شکل برش خورده‌ی ۱-۱۱۰، محل درگیری زائده‌ی فنری سرسیم با تکیه‌گاه پله‌ای داخل یک نوع کانکتور با فلش قرمز رنگ مشخص شده است.



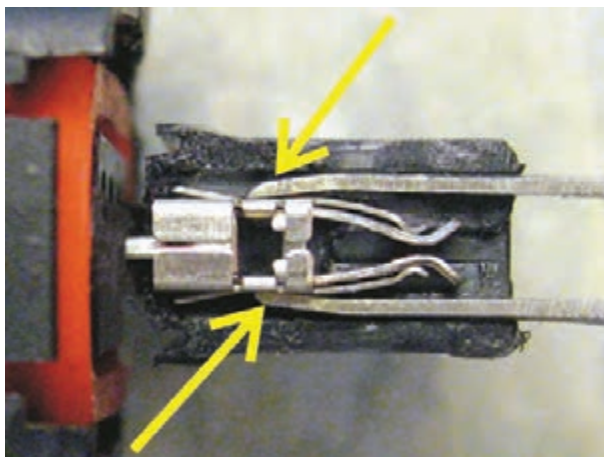
شکل ۱-۱۱۱

برای آزاد کردن زائده‌ی فنری سرسیم‌ها از ابزارهای مخصوصی استفاده می‌شود که نوعی از آن‌ها در شکل ۱-۱۱۱ نشان داده شده است.

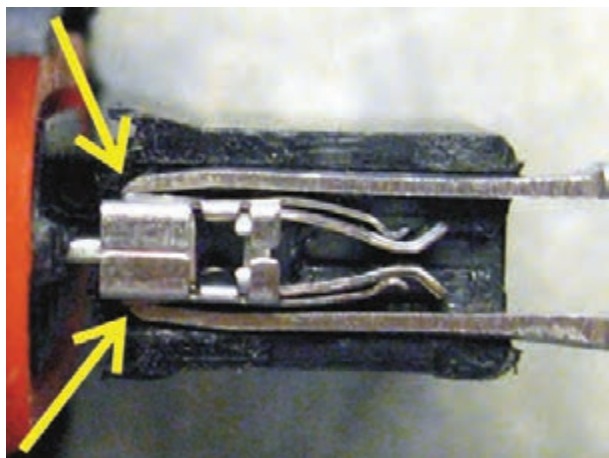
- |                           |                                      |
|---------------------------|--------------------------------------|
| ۱- پیچ‌گوشتی تخت          |                                      |
| ۲- میله‌ی لوله‌ای         | $3/3\text{mm} \times 28\text{mm}$    |
| ۳- لوله‌ی فنری            | $3/3\text{mm} \times 28\text{mm}$    |
| ۴- تیغه‌ی زوج تخت         | $3\text{mm}$                         |
| ۵- تیغه‌ی زوج تخت         | $1/6\text{mm}$                       |
| ۶- تیغه‌ی تخت شکاف دار    | $8\text{mm} \times 24\text{mm}$      |
| ۷- تیغه‌ی چهارگوش (مربعی) | $1/4\text{mm} \times 19\text{mm}$    |
| ۸- تیغه‌ی تخت             | $2\text{mm} \times 23\text{mm}$      |
| ۹- میله‌ی لوله‌ای         | $3\text{mm} \times 13\text{mm}$      |
| ۱۰- میله‌ی لوله‌ای        | $3/75\text{mm} \times 13\text{mm}$   |
| ۱۱- میله‌ی لوله‌ای        | $4/3\text{mm} \times 13\text{mm}$    |
| ۱۲- تیغه‌ی تخت            | $1/5\text{mm} \times 24/75\text{mm}$ |

۱۳- بدنه‌ی پلاستیکی جعبه‌ی ابزار مخصوص

برای خارج نمودن سرسیم کانکتور، ابتدا ابزار مناسب انتخاب می‌شود. (ابزار مناسب این سرسیم از نوع تیغه‌ای است، به طوری که تیغه‌های آن را وارد فضای بین بدنه‌ی سرسیم و کائوچویی می‌کنند). در شکل برش خورده‌ی کائوچویی (شماره‌ی ۱-۱۱۲) وضعیت قرار گرفتن ابزار مخصوص در شیار داخل کانکتور با فلش مشخص شده است.



شکل ۱-۱۱۲



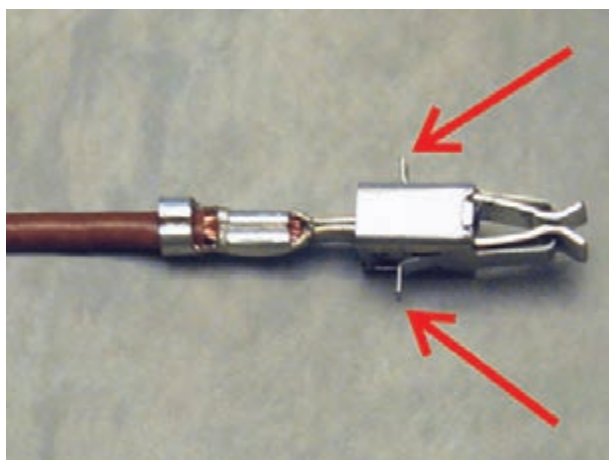
شکل ۱-۱۱۳

سر تیغه‌ای ابزار، هنگام حرکت طولی در داخل کانکتور، زائده‌های فنری سرسیم را به سمت داخل جمع می‌کند و حالت درگیری آن‌ها را با پله‌ی کائوچویی آزاد می‌سازد. در شکل برش خورده‌ی کائوچویی (شماره‌ی ۱-۱۱۳) جمع کردن زائده‌های فنری سرسیم به وسیله‌ی ابزار تیغه‌ای نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۱۴

پس از آزاد کردن زائده‌ها می‌توان به راحتی سرسیم را از داخل محل خود خارج نمود. در شکل برش خورده‌ی شماره‌ی ۱-۱۱۴ خارج کردن سرسیم از داخل کائوچویی کانکتور نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۱۵

سرسیم و سیم اتصال مدار الکتریکی و زائده‌های فنری آن، که با فلش‌های قرمز رنگ در شکل ۱-۱۱۵ مشخص شده است، پس از خارج نمودن آن از داخل بدنه‌ی کائوچویی کانکتور، نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۱۶

## ۲۰-۱- ابزارهای مورد استفاده در سیم‌کشی مدارهای الکتریکی خودرو

ابزارهای عمومی مورد استفاده در سیم‌کشی خودرو

عبارت است از:

- انبردست
- انبر دم‌باریک
- سیم‌چین
- انواع آچار پیچ‌گوشتی، چهارسو و آچار پیچ‌گوشتی

تخت

- آچار بکس

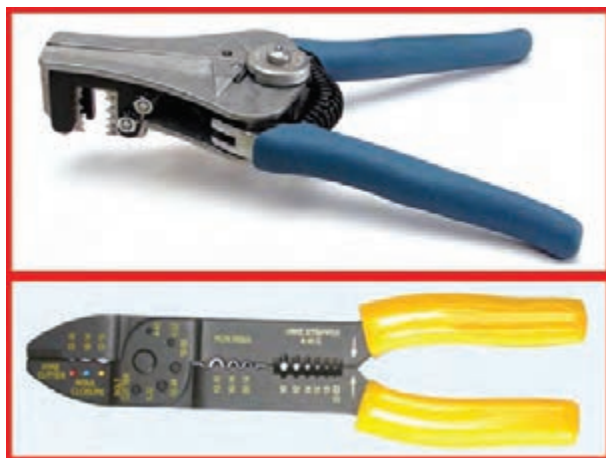
- آچار شش‌گوش (آلن)

- آچار رینگ

- آچار تخت

در شکل ۱-۱۱۶، تعدادی از انواع ابزارهای عمومی نشان

داده شده است.



شکل ۱-۱۱۷

از دیگر ابزارهای مخصوص مورد استفاده در سیم‌کشی

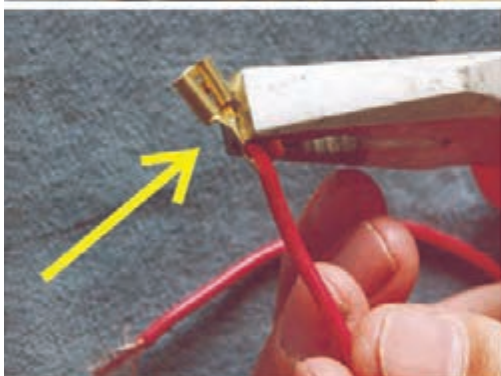
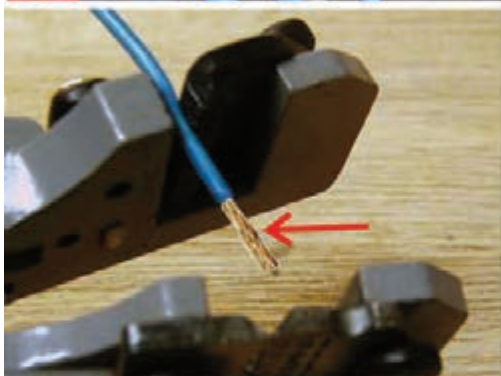
مدارهای الکتریکی خودرو، می‌توان از سیم‌لخت‌کن، انبر

چندکاره‌ی سیم‌لخت‌کن، پرچ‌کن و سیم‌بر نام برد. در شکل

۱-۱۱۷، انبرسیم‌لخت‌کن و انبر چندکاره‌ی مورد استفاده در

سیم‌کشی خودرو دیده می‌شود.

کاربرد تعدادی از ابزار سیم‌کشی در شکل ۱-۱۱۸ نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۱۸

## ۱-۲۱- ابزار و وسایل عایق کاری

ابزار و وسایل مورد استفاده در عایق کاری سیم کشی  
اجزای مدارهای الکتریکی خودرو عبارت است از :

- عایق های تیوبی شکل

- دمنده ی هوای گرم

- نوارچسب پلاستیکی

- لوله های عایق بی وی سی (PVC)

- هویه و وسایل لحیم کاری نرم

در شکل ۱-۱۱۹، چند نوع ابزار و وسایل عایق کاری به

ترتیب زیر نشان داده شده است :

دستگاه دمنده ی هوای گرم با شماره ی (۱)

دستگاه هویه برقی با شماره ی (۲)

لوله عایق الکتریسیته از جنس بی وی سی (PVC) با

شماره ی (۳)

عایق های تیوبی با شماره ی (۴)

عایق های تیوبی شکل برای روکش کردن و عایق کاری

محل اتصال دو قطعه سیم یا محل اتصال سیم به سرسیم ها به کار

می روند. این نوع عایق در مقابل حرارت منقبض می شود و محل

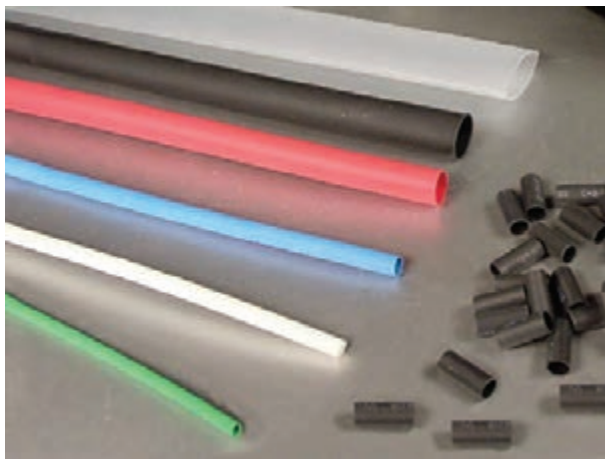
اتصال را به خوبی می پوشاند. در شکل ۱-۱۲۰، عایق های تیوبی

شکل مورد استفاده در سیم کشی خودرو با قطرهای متفاوت

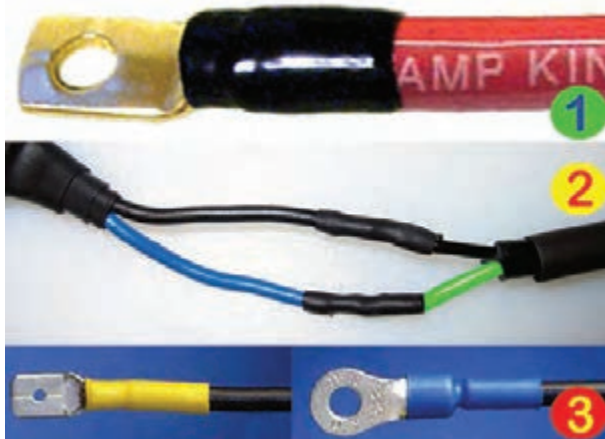
نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۱۹



شکل ۱-۱۲۰



شکل ۱-۱۲۱

کاربرد عایق های تیوبی در شکل ۱-۱۲۱ برای عایق کاری

محل اتصال کابل و سرسیم مخصوص ترمینال آلترناتور با شماره ی

(۱)، عایق کاری محل اتصال سیم ها به یکدیگر با شماره ی (۲) و

عایق کاری سرسیم ها به سیم های مدار الکتریکی با شماره ی (۳)

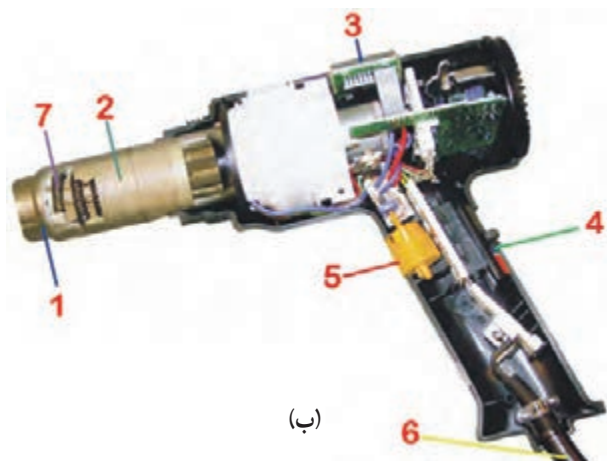
نشان داده شده است.



(الف)

برای حرارت دادن عایق‌های تیوبی شکل از دستگاه‌های تولید حرارت و هوای گرم (دمنده‌ی حرارت) استفاده می‌شود. حرارت در این دستگاه‌ها به دو طریق ایجاد می‌شود:

– الکتریکی  
– با استفاده از انرژی گاز (شکل الف – ۱۲۲-۱)  
در دستگاه‌های الکتریکی از المنت حرارتی، که درون محفظه‌ی جلوی دستگاه قرار دارد، استفاده شده است و حد تولید حرارت در آن به وسیله‌ی ترموکوپل (حسگر درجه‌ی حرارت) کنترل می‌شود. در شکل ب – ۱۲۲-۱ اجزای داخلی دستگاه دمنده‌ی هوای گرم دیده می‌شود:



(ب)

شکل ۱-۱۲۲

- ۱- ترموکوپل (حسگر درجه‌ی حرارت)
- ۲- محفظه‌ی المنت حرارتی
- ۳- نشان‌دهنده‌ی درجه‌ی حرارت
- ۴- سوئیچ روشن و خاموش دستگاه
- ۵- سوئیچ کنترل‌کننده‌ی جریان هوا
- ۶- سیم اتصال برق دستگاه
- ۷- المنت

کاربرد دستگاه دمنده‌ی هوای گرم نوع الکتریکی در شکل ۱۲۳-۱ دیده می‌شود.



شکل ۱-۱۲۳



شکل ۱-۱۲۴

در دستگاه‌های نوع گازی، حرارت مؤثر برای انقباض عایق تیوبی از سوختن گاز خروجی از دستگاه حاصل می‌شود. وظیفه‌ی کنترل و تنظیم شعله به‌عهده‌ی کلید چرخانی است که در شکل شماره‌ی ۱-۱۲۴ با فلش زرد رنگ نشان داده شده است. ایجاد جرقه برای راه‌اندازی دستگاه و اشتعال گاز نیز با فشار دادن اهرمی، که به‌وسیله‌ی فلش قرمز رنگ مشخص شده است، انجام می‌شود.



شکل ۱-۱۲۵

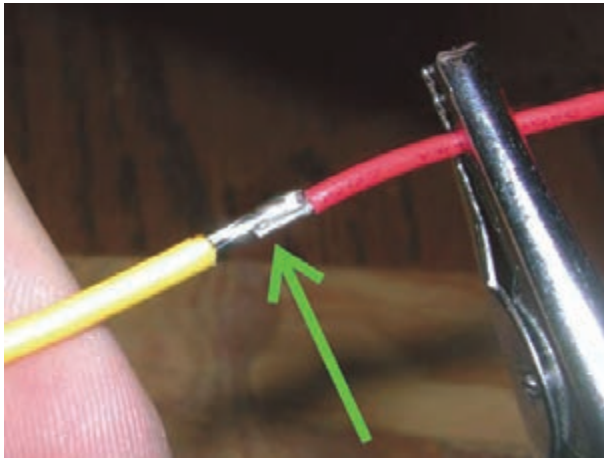
نوارچسب پلاستیکی نیز از وسایل عایق‌کاری در سیم‌کشی خودروها به‌شمار می‌رود، که می‌توان با استفاده از آن محل اتصال دو قطعه سیم را عایق‌بندی کرد. بیش‌ترین کاربرد نوارچسب‌های پلاستیکی به نوار پیچی دسته سیم‌های خارج شده از درخت سیم (سیم‌کشی) خودرو اختصاص می‌یابد. در شکل ۱-۱۲۵ نوار چسب پلاستیکی به‌کار رفته در نوار پیچی و عایق‌کاری قسمتی از سیم‌های متصل به سوئیچ چراغ‌ها در یک نوع خودرو، با فلش نشان داده شده است.



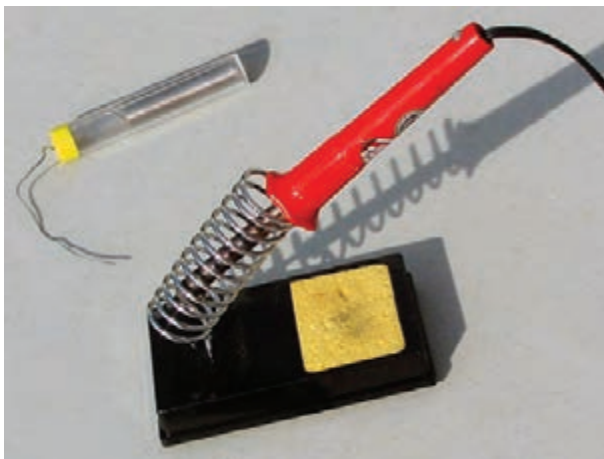
شکل ۱-۱۲۶

در گذشته، سیم‌های به‌کار رفته در سیم‌کشی مدارهای الکتریکی خودروها معمولاً به‌وسیله‌ی نوارهای پلاستیکی کلاف‌بندی و عایق‌کاری می‌شد، ولی امروزه سیم‌ها را از داخل لوله‌هایی از جنس پلاستیک و پی‌وی‌سی (PVC) عبور می‌دهند. استفاده از لوله‌های یادشده، ضریب اطمینان عایق‌بندی را نسبت به روش نوار پیچی افزایش داده است. در شکل ۱-۱۲۶، کاربرد نوعی پی‌وی‌سی (PVC) در عایق‌کاری سیم به‌کار رفته در مدار الکتریکی خودرو نشان داده شده است.

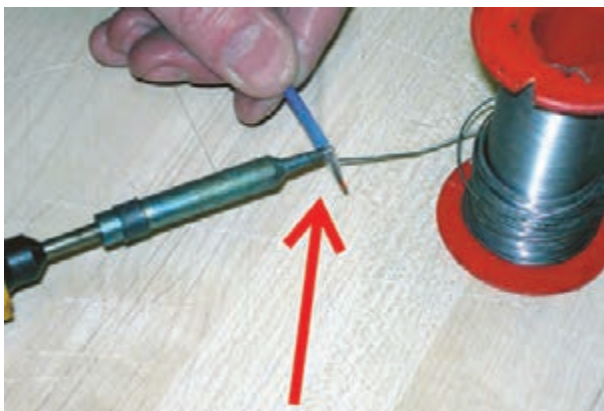
## ۱-۲۲- لحیم کاری



شکل ۱-۱۲۷



شکل ۱-۱۲۸



شکل ۱-۱۲۹

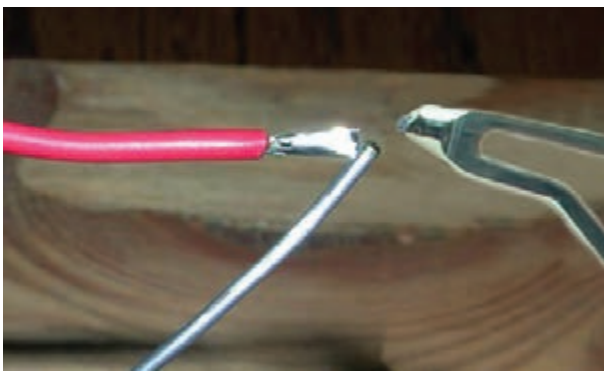
لحیم کاری عبارت از اتصال دو یا چند فلز به وسیله فلز یا آلیاژ ثالث است، که در دو نوع لحیم کاری سخت و لحیم کاری نرم انجام می شود. نوع دوم آن یعنی لحیم کاری نرم، در سیم کشی خودروها مورد استفاده قرار می گیرد. در این روش درجه حرارت بسیار پایین تر از نقطه ذوب عناصر مورد لحیم کاری است و عمل لحیم کاری در درجه حرارت پایین تر از ۴۵ درجه سانتی گراد صورت می گیرد. در شکل ۱-۱۲۷ اتصال دو سیم به روش لحیم کاری دیده می شود، برای گرم کردن سیم و ذوب لحیم از هویه های الکتریکی، که در دو نوع مقاومتی (هویه قلمی) و ترانسفورماتوری (هویه هفت تیری) طراحی و تولید شده است، استفاده می شود. در هویه های نوع قلمی یک سیم مقاومت دارد، که در داخل پوششی از عایق قرار دارد، در اطراف میله مسی هویه پیچیده شده است و هنگام اتصال هویه به برق و عبور جریان الکتریکی از مقاومت، انرژی الکتریکی به انرژی گرمایی تبدیل می شود و باعث داغ شدن میله مسی هویه می گردد. با تماس دادن میله مسی هویه به سیم و آلیاژ لحیم، سیم گرم شده و لحیم ذوب می شود. در شکل ۱-۱۲۸، یک نوع هویه قلمی (مقاومتی)، پایه ی نگه دارنده ی هویه و مفتول لحیم نشان داده شده است.

هنگام لحیم کاری سیم افشان، ابتدا قسمت بدون روکش عایق سیم را به وسیله هویه گرم می کنند و سپس محل مورد نظر را با سیم لحیم پوشش می دهند تا رشته های سیم افشان با یکدیگر یک پارچه شوند. در شکل ۱-۱۲۹، لحیم کاری سیم افشان دیده می شود.





شکل ۱-۱۳۰



شکل ۱-۱۳۱



شکل ۱-۱۳۲

در طراحی هویه‌های نوع ترانسفورماتوری (هفت تیری) از اصول مغناطیس و القای متقابل استفاده شده است. به این صورت، که از یک سیم پیچ با حلقه‌های زیاد (سیم پیچ اولیه) و سیم پیچ دیگر با حلقه‌های کم (۱ الی ۳ حلقه) به نام سیم پیچ ثانویه‌ای که به میله‌ی حرارتی قابل تعویض هویه متصل می‌باشد تشکیل شده است. در نتیجه هنگام عبور جریان الکتریکی از سیم پیچ اولیه در سیم پیچ ثانویه حرارت زیادی تولید می‌شود و به میله‌ی مسی هویه انتقال می‌یابد. در شکل ۱-۱۳۰، یک نوع هویه‌ی هفت تیری دیده می‌شود، که در آن میله‌ی حرارتی قابل تعویض هویه با شماره‌ی (۱)، بدنه‌ی دستگاه با شماره‌ی (۲)، لامپ اخطار روشن بودن دستگاه با شماره‌ی (۳)، شستی فشاری راه‌انداز هویه با شماره‌ی (۴)، محل قرار داشتن سیم پیچ‌ها با شماره‌ی (۵) و مفتول لحیم با شماره‌ی (۶) مشخص شده است. کاربرد هویه‌ی برقی هفت تیری در لحیم کاری سیم افشان در شکل ۱-۱۳۱، دیده می‌شود.

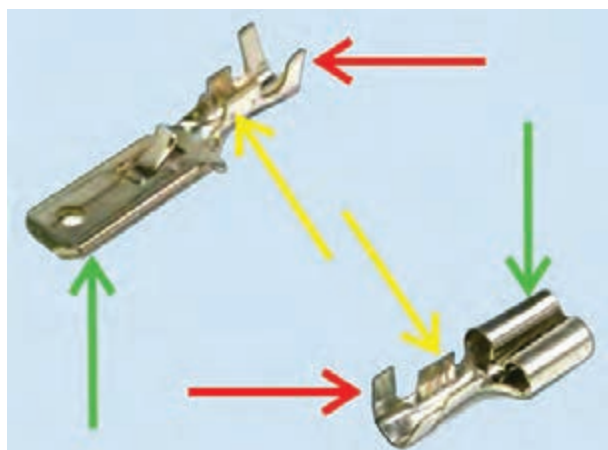
در هنگام لحیم کاری به نکات زیر توجه کنید :

- سرمسی هویه را کاملاً تمیز کنید.
- موقع لحیم کردن ابتدا محل اتصال را حرارت دهید و سپس سیم لحیم را روی آن قرار دهید تا ذوب شود.
- برای لحیم کردن دوسر سیم افشان بهتر است که قبلاً آن‌ها لحیم اندود شوند. سپس، به وسیله‌ی هویه و با حرارت دادن آن‌ها را به یکدیگر متصل کنید.
- از مفتول لحیم به مقدار مورد نیاز استفاده کنید. به کار بردن آلیاژ لحیم زیادی دلیل بر اتصال کامل و مستحکم نیست.
- هنگام لحیم کاری اجزای الکترونیکی، سر هویه را به مدت طولانی در محل اتصال قرار ندهید، زیرا حرارت اضافی به آسیب دیدن المان‌های الکترونیکی منجر می‌شود.

پس از لحیم کاری هویه را در روی پایه‌ی مخصوص هویه قرار دهید، زیرا سرمسی هویه داغ و خطر آفرین است. در شکل ۱-۱۳۲، یک نوع پایه‌ی برقی نشان داده شده است.

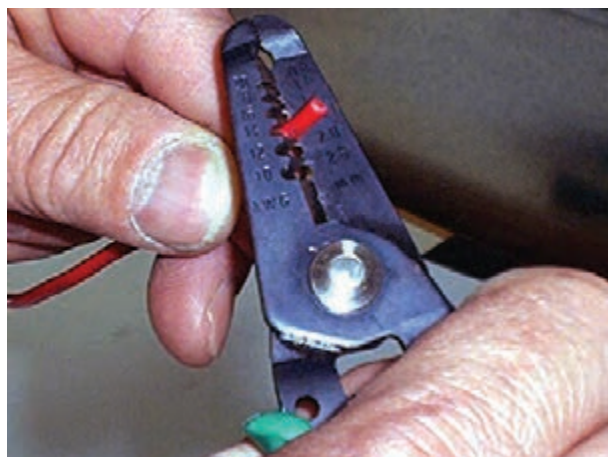
## ۱-۲۳- اصول و روش اتصال سرسیم به سیم و کابل

ساختمان بدنه‌ی سرسیم‌ها از دو قسمت اصلی تشکیل شده است که به بخشی از بدنه‌ی آن قسمت فلزی سیم پرچ شده و ابتدای سرسیم به صورت نری و مادگی به یکدیگر و یا به ترمینال دستگاه الکتریکی متصل می‌شود. در شکل ۱-۱۳۳، زائده‌هایی که روی قسمت فلزی سیم پرچ می‌شوند با فلش زردرنگ، زائده‌هایی که روکش عایق سیم را دربرمی‌گیرند با فلش قرمز رنگ، اتصال فیشی (کشویی) سرسیم‌ها به یکدیگر و یا ترمینال‌های دستگاه الکتریکی با فلش سبزرنگ، نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۳۳

— برای وصل کردن سرسیم به سیم، ابتدا قسمتی از روکش عایق سیم در اندازه‌ی مورد نیاز به وسیله‌ی انبر سیم‌لخت‌کن از روی مغزی فلزی سیم جدا می‌شود. دهانه‌ی انبر دارای سوراخ‌هایی با قطرهای مختلف است که هر کدام از آن‌ها با توجه به قطر مغزی سیم‌های متداول تولید شده در صنعت ایجاد شده است. شکل ۱-۱۳۴، کاربرد انبر مخصوص سیم‌لخت‌کن را هنگام جدا کردن روکش عایق نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱۳۴

در اتصال سرسیم به سیم‌افشان، بهتر است که ابتدا قسمت بدون عایق سیم را با استفاده از لحیم نرم لحیم‌کاری نمود. با این عمل رشته‌های سیم‌افشان با یکدیگر یک پارچه می‌شوند و عمر اتصال سیم و سرسیم افزایش می‌یابد. در شکل ۱-۱۳۵ سیم‌افشان لحیم‌کاری شده دیده می‌شود.



شکل ۱-۱۳۵



شکل ۱-۱۳۶

پس از لحیم کاری، سیم را به نحوی در داخل سرسیم قرار می دهند که فلز سیم و قسمتی از روکش عایق مابین زائده های سرسیم قرار گیرد. شکل ۱-۱۳۶ نحوه ی قرار گرفتن سیم آماده شده در داخل زائده های یک نوع سرسیم مورد استفاده در سیم کشی مدارهای الکتریکی خودرو نشان داده شده است.

پرچ کاری سرسیم ها، معمولاً به دو روش انجام می شود:

- به وسیله ی انبردست معمولی یا انبردست باریک؛
- با استفاده از انبر مخصوص پرچ کن سرسیم؛



شکل ۱-۱۳۷

هنگام استفاده از انبردست، ابتدا زائده های روکش دار سیم پرچ و سیم داخل سرسیم ثابت، نگاه داشته می شود. سپس، زائده های مغزی سیم را به نحوی پرچ می کنند که بین مغزی سیم و سرسیم اتصال مطمئن ایجاد می شود در شکل ۱-۱۳۷، اتصال سرسیم به سیم پس از پرچکاری آن به وسیله ی انبردست دیده می شود.

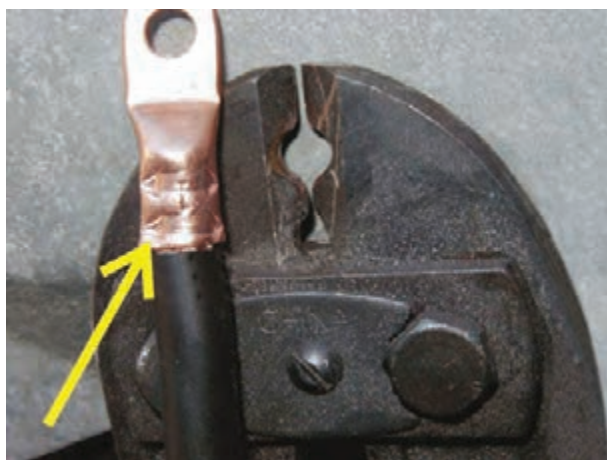


شکل ۱-۱۳۸

انبر مخصوص پرچکاری سرسیم به نحوی طراحی شده است که پس از قرار گرفتن سرسیم و سیم داخل شیار فک انبر، نیروی اعمال شده به اهرم دستی انبر به فک متحرک آن منتقل می شود و باعث پرچ یکنواخت زائده های سرسیم در روی سیم می گردد. شکل ۱-۱۳۸، پرچ سرسیم را به وسیله ی انبر مخصوص نشان می دهد.

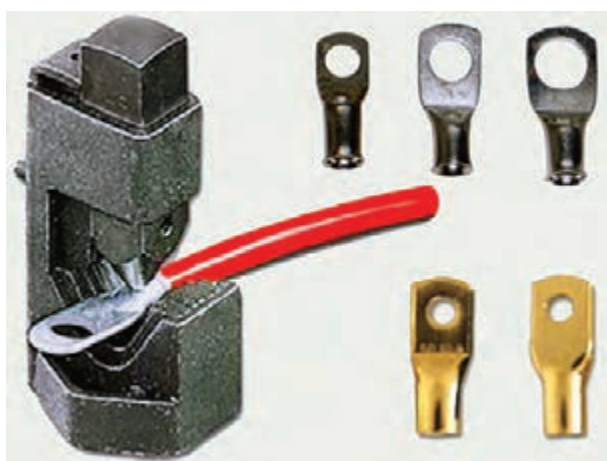
سرسیم و بست های متصل به کابل از سرسیم های معمولی بزرگ تر و ضخیم تر است و پرچ کردن آن ها با ابزار و وسایل پرچ سرسیم ها متفاوت است برای اتصال کابل به سرسیم و بست مخصوص آن از وسایل زیر استفاده می شود:

- انبر پرچ کن مخصوص کابل؛
- دستگاه سنبه ی ماتریس پرچکاری.



شکل ۱-۱۳۹

برای اجرای پرچکاری و اتصال کابل به سرسیم، ابتدا روکش عایق قسمتی از کابل را به وسیله چاقوی مخصوص کابل جدا می کنند و آن را داخل قسمت توخالی انتهای سرسیم قرار می دهند. سپس، سرسیم را مابین فک های انبر پرچکاری قرار می دهند با اعمال نیرو به دسته های انبر در بدنه ی سرسیم تغییر شکل حاصل می شود، به طوری که سیم کابل درون سرسیم ثابت می ماند. در شکل ۱-۱۳۹، پرچکاری سرسیم و کابل و انبر مخصوص پرچ کابل نشان داده شده است. در تصویر اثر دهانه ی فک انبر و تغییر شکل ایجاد شده در روی سرسیم با فلش زرد رنگ مشخص شده است.



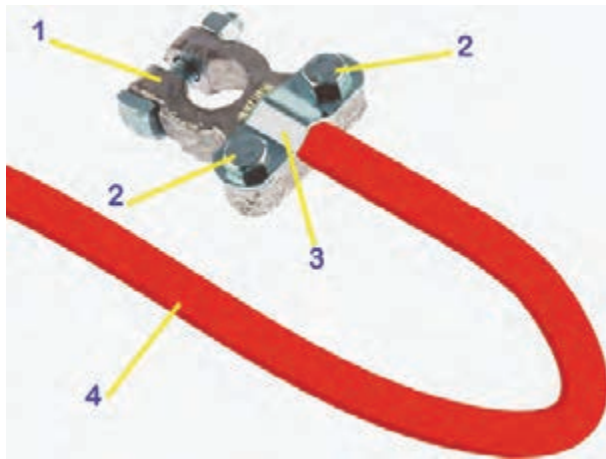
شکل ۱-۱۴۰

وسایله ی دیگری که برای پرچ کردن سرسیم کابل کاربرد دارد و مورد استفاده قرار می گیرد دستگاه سنبه ماتریس است که با اعمال نیرو توسط سنبه ی آن به سرسیم کابل، ساقه ی سرسیم فشرده شده و روی سیم کابل پرچ می شود. در شکل ۱-۱۴۰ عملکرد دستگاه پرچ کن و تعدادی از سرسیم های کابل دیده می شود.



شکل ۱-۱۴۱

در خودروهای جدید بست های اتصال کابل به باتری، استارتر و ... به نحوی طراحی شده اند که به پرچ کاری نیاز ندارند و قسمت فلزی (سیم) کابل به وسیله ی پیچ در درون بدنه ی بست ثابت نگه داشته می شود. در شکل ۱-۱۴۱، بست های اتصال کابل و نحوه ی اتصال کابل و بست نشان داده شده است. پیچ آلن نگه دارنده ی سیم کابل در درون بست، با فلش آبی رنگ، مشخص شده است.



شکل ۱-۱۴۲

از بست‌های دیگری که اتصال کابل به آن به وسیله‌ی پیچ و مهره انجام می‌شود بست اتصال کابل به ترمینال‌های باتری است. در این نوع بست‌ها قسمت بدون عایق کابل مابین صفحه‌ی نگه‌دارنده و بدنه‌ی بست قرار می‌گیرد و به وسیله‌ی پیچ در محل خود ثابت می‌شود. در شکل ۱-۱۴۲، بست ترمینال و باتری با شماره‌ی (۱)، پیچ‌های اتصال صفحه به بدنه‌ی بست با شماره‌ی (۲)، صفحه‌ی نگه‌دارنده‌ی سیم کابل با شماره‌ی (۳) و کابل باتری با شماره‌ی (۴) مشخص شده است.

زمان ۸ ساعت

## ۱-۲۴- دستورالعمل لحیم کاری و عایق کاری در سیم‌کشی مدارهای الکتریکی خودرو

### • وسایل مورد نیاز

– سیم افشان، مطابق با کد رنگ سیم‌های مدار الکتریکی  
 – سرسیم  
 – کانکتور  
 – عایق لوله‌ای (تیوبی)  
 – انبر سیم‌لخت‌کن  
 (در شکل ۱-۱۴۳، انواع عایق تیوبی یا لوله‌ای به همراه سرسیم و کانکتور و انواع سیم افشان با کد رنگ مختلف و دستگاه سیم‌لخت‌کن اتوماتیک نشان داده شده است).



شکل ۱-۱۴۳

– قیچی

– سیم‌چین

– هویه برقی

– لحیم

– دستگاه دمنده‌ی هوای گرم

(در شکل ۱-۱۴۴، تعدادی از ابزارهای مورد استفاده در لحیم کاری و عایق کاری مدارهای الکتریکی خودرو دیده می‌شود).

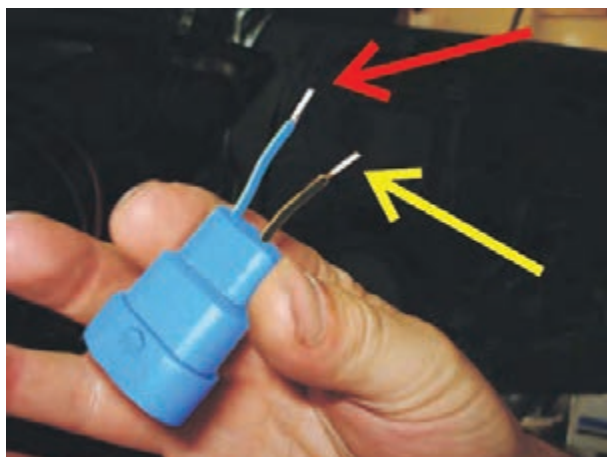


شکل ۱-۱۴۴



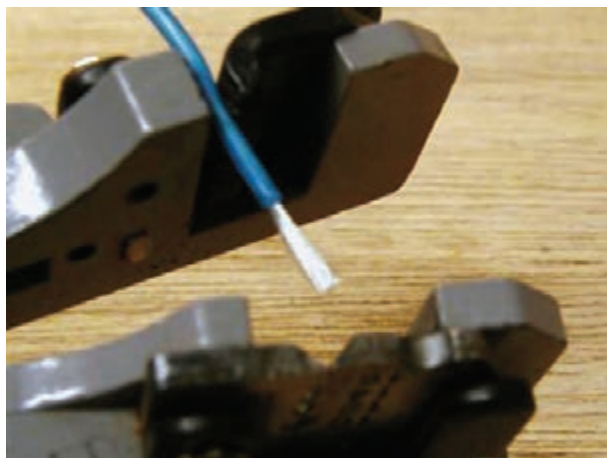
شکل ۱-۱۴۵

نکات ایمنی: در هنگام کار بر روی مدارهای الکتریکی خودرو برای جلوگیری از اتصال کوتاه، ابتدا اتصال ترمینال منفی باتری را جدا کنید. در شکل ۱-۱۴۵، باز کردن مهره‌ی بست ترمینال باتری دیده می‌شود. پس از باز کردن مهره، بست کابل را از قطب منفی باتری جدا کنید.



شکل ۱-۱۴۶

در صورتی که روکش عایق سیم‌های کانکتور اجزای هرکدام از مدارهای الکتریکی آسیب دیده باشد برای اتصال مجدد و عایق‌بندی آن‌ها به ترتیب زیر عمل کنید:  
 - با استفاده از سیم‌لخت‌کن، روکش عایق سیم‌های متصل به کانکتور را به اندازه‌ی لازم جدا کنید.  
 - مغزی سیم‌ها را به وسیله‌ی هویه لحیم اندود کنید تا رشته‌های سیم‌افشان یک‌پارچه شود. شکل ۱-۱۴۶، سیم‌های متصل به کانکتور را پس از لحیم‌کاری نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱۴۷

- روکش عایق سیم‌های متصل به سیم‌کشی مدار الکتریکی را به وسیله‌ی دستگاه سیم‌لخت اتوماتیک از روی فلز سیم‌ها جدا کنید. در شکل ۱-۱۴۷، جدا کردن عایق روی سیم دیده می‌شود.



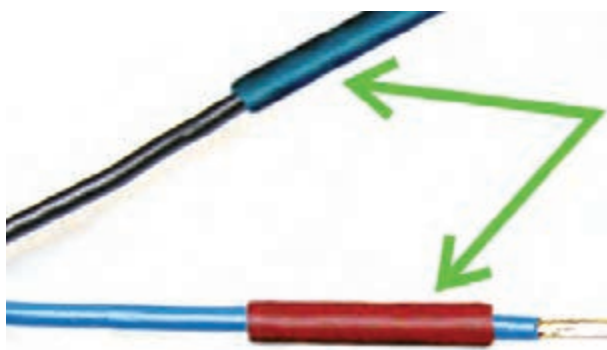
شکل ۱-۱۴۸

– مغزی سیم قسمت سیم کشی مدار را نیز به وسیله ی هویه لحیم اندود کنید تا رشته های سیم افشان با یکدیگر یک پارچه شوند. در شکل ۱-۱۴۸، کاربرد هویه ی برقی برای لحیم کاری سیم افشان نشان داده شده است.



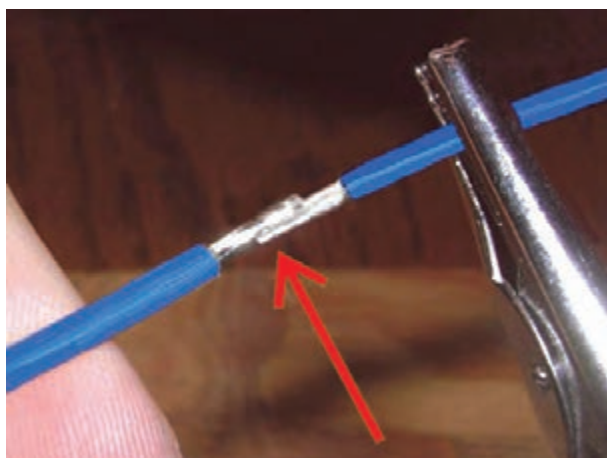
شکل ۱-۱۴۹

– عایق تیوبی (لوله ای) را به وسیله ی قیچی در اندازه ی مورد نیاز ببرید. در شکل ۱-۱۴۹، بریدن عایق لوله ای در قطعه های لازم نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۵۰

– عایق های لوله ای را به روی سیم ها قرار دهید. شکل ۱-۱۵۰، عایق های تیوبی (لوله ای) را پس از قرار گرفتن آنها در روی سیم های مدار الکتریکی نشان می دهد.



شکل ۱-۱۵۱

– دوسر سیم‌های کانکتور و مدار الکتریکی را کنار هم قرار دهید و آن دو را به یکدیگر لحیم کنید. در شکل ۱-۱۵۱، اتصال سیم‌ها پس از لحیم نمودن آن‌ها به وسیله‌ی هوای گرم با فلش نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۵۲

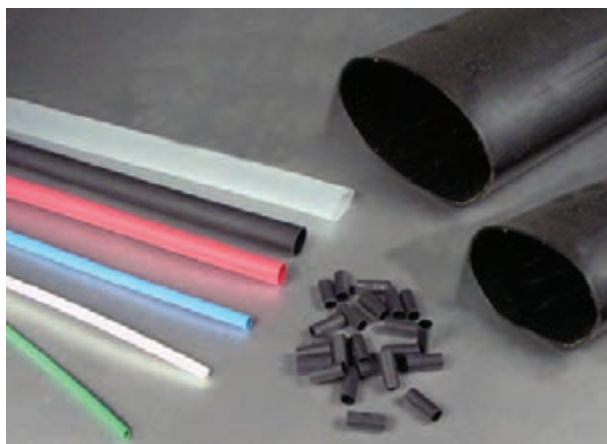
عایق‌های تیوبی را به محل اتصال دوسیم هدایت کنید به نحوی که روی قسمت لحیم کاری شده قرار گیرد. سپس، عایق تیوبی را به وسیله‌ی دمنده‌ی هوای گرم حرارت دهید تا منقبض شود. محل اتصال را ببوشانند. در شکل ۱-۱۵۲، حرارت دادن عایق به وسیله‌ی دمنده‌ی هوای گرم دیده می‌شود.



شکل ۱-۱۵۳

– در صورتی که محل نصب سرسیم‌ها در داخل کائوچویی کانکتور به صورتی باشد که انتهای سرسیم‌ها بیرون از بدنه و یا در معرض اتصال کوتاه قرار گیرد انتهای بدنه کانکتور را نیز عایق بندی کنید. در شکل ۱-۱۵۳، محل نصب سرسیم‌ها در داخل کائوچویی یک نوع کانکتور مدار الکتریکی خودرویی دیده می‌شود.





شکل ۱-۱۵۴

– برای عایق‌بندی بدنه‌ی کانکتور، ابتدا عایق لوله‌ای با قطر مناسب را انتخاب کنید. در شکل ۱-۱۵۴، تعدادی از انواع عایق‌های تیوبی شکل (لوله‌ای) با قطرهای مختلف نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۵۵

عایق تیوبی را به طول مورد نیاز ببرید و پس از قرار دادن آن روی بدنه‌ی کائوچویی و سیم‌های متصل به آن، با دم‌نده‌ی هوای گرم به اندازه‌ای حرارت دهید تا منقبض شود و بدنه‌ی کائوچویی کانکتور و سیم‌ها را کاملاً بپوشاند. هنگام حرارت دادن دقت کنید که عایق بیش از حد لازم در معرض حرارت قرار نگیرد. در شکل ۱-۱۵۵، عایق کاری کانکتور نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۵۶

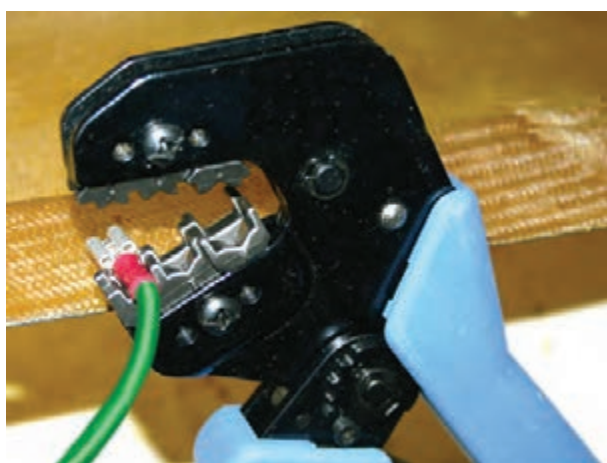
برای اتصال سرسیم به سیم مدار الکتریکی و عایق کاری آن به ترتیب زیر عمل کنید :

– ابتدا روپوش عایق سیم را به وسیله‌ی سیم‌لخت‌کن به اندازه‌ی لازم از سیم جدا کنید و قبل از اتصال سرسیم عایق پلاستیکی را روی سیم قرار دهید. در شکل ۱-۱۵۶، عبور دادن سیم از داخل عایق پلاستیکی نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۵۷

– قسمت فلزی سیم را بین زائده‌های سرسیم قرار دهید و به وسیله‌ی انبر مخصوص پرچکاری زائده‌های سرسیم را روی مغزی سیم پرچ کنید. در شکل ۱-۱۵۷، پرچ سرسیم به وسیله‌ی انبر پرچ کاری دیده می‌شود.



شکل ۱-۱۵۸

– پس از اتصال سرسیم به سیم، ابتدا عایق پلاستیکی را روی محل اتصال هدایت کنید. سپس، سرسیم و عایق را مابین فک‌های انبر پرچ عایق قرار دهید. با فشار دادن دسته‌ی انبر، عایق پلاستیکی مابین تیغه‌های انبر تحت فشار قرار می‌گیرد و با تغییر حالت در عایق روی محل اتصال سیم به سرسیم ثابت می‌شود. در شکل ۱-۱۵۸، پرچ عایق پلاستیکی به وسیله‌ی انبر پرچکاری دیده می‌شود.



شکل ۱-۱۵۹

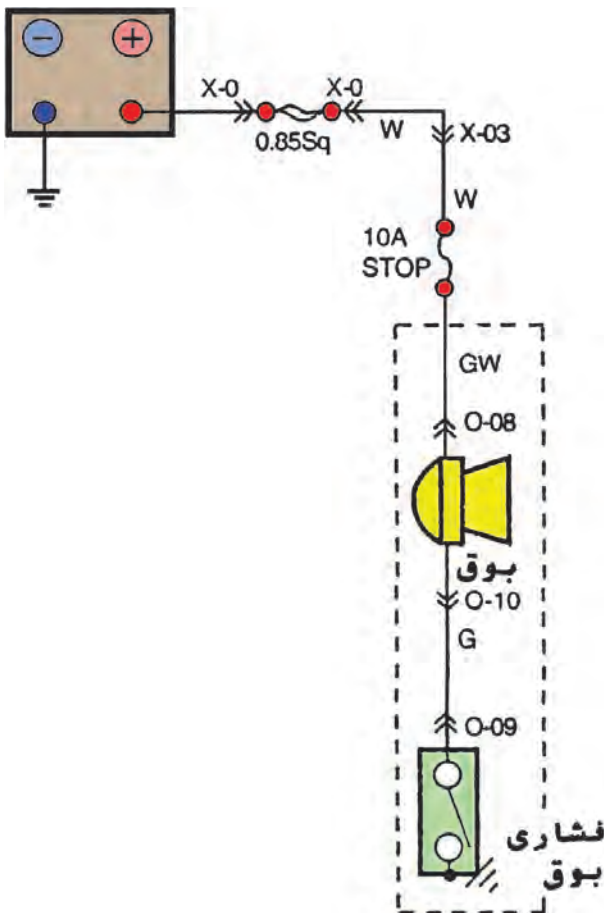
در صورتی که انبر مخصوص پرچ عایق پلاستیکی در اختیار نداشته باشید می‌توانید به وسیله‌ی انبردست معمولی پرچکاری عایق پلاستیکی را انجام دهید. در شکل ۱-۱۵۹، کاربرد انبردست معمولی برای پرچ عایق پلاستیکی نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۶۰

عایق کاری محل اتصال سرسیم ها به سیم مدار الکتریکی با استفاده از عایق های لوله ای نیز در سیم کشی اکثر خودروها مورد استفاده قرار می گیرد. در شکل ۱-۱۶۰، عایق کاری سرسیم ها به وسیله ی عایق تیوبی و نحوه ی حرارت دادن آن به وسیله ی دمنده ی هوای گرم دیده می شود.

زمان ۸ ساعت



شکل ۱-۱۶۱

## ۱-۲۵- دستورالعمل سیم کشی مدار الکتریکی

همان گونه که ذکر شد، ارتباط اجزای مدارهای الکتریکی به وسیله ی سیم کشی بین اجزای مدار برقرار می شود. اصول سیم کشی مدارهای الکتریکی یک سان بوده و نحوه ی انجام سیم کشی مدار الکتریکی بوق خودرو به عنوان مثال عملی انتخاب شده است.

### • وسایل و ابزار مورد نیاز:

- تابلوی آموزشی برق خودرو یا میزکار،
- نقشه ی مدار الکتریکی بوق (نقشه ی مدارهای الکتریکی، معمولاً در کتاب راهنمای تعمیراتی خودروها ارائه می شود).

در شکل ۱-۱۶۱، نقشه ی مدار الکتریکی بوق یک نوع خودرو نشان داده شده است.

- باتری ۱۲ ولت خودرو

- بوق

- سوئیچ فشاری

- سیم افشان با کدرنگ مختلف

- سرسیم

- کانکتور

- فیوز

- هویه

- لحیم

- وسایل عایق کاری (دمنده ی هوای گرم، عایق لوله ای

یا تیوبی، ...)

– جعبه ابزار برق خودرو شامل سیم چین، پیچ گوشتی چهارسو و دوسو، انبر سیم لخت کن، پرچ کن، انبردست و ... در شکل ۱-۱۶۲، تعدادی از وسایل سیم کشی و اجزای مدار الکتریکی بوق خودرو نشان داده است.

نکته‌ی ایمنی: قبل از اتمام سیم کشی مدار الکتریکی، باتری را در مدار قرار ندهید.

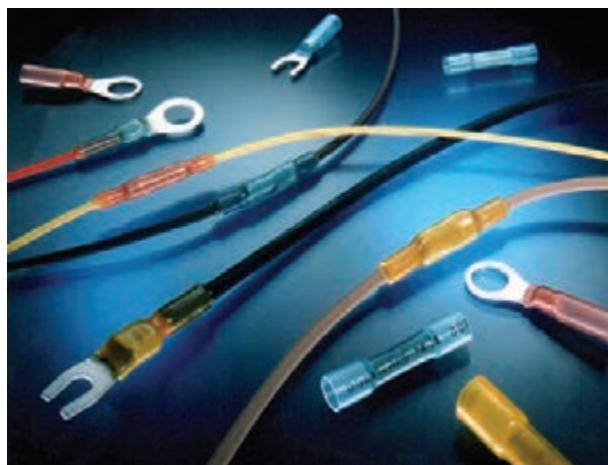
– سیم‌های مورد نیاز را، با توجه به کد رنگ سیم‌ها در نقشه‌ی مدار الکتریکی خودرو، انتخاب و به وسیله‌ی سیم چین آن‌ها را در طول‌های لازم قطع کنید.

– سرسیم‌ها را با توجه به فرم ترمینال دستگاه‌های الکتریکی و سایر اجزای مدار انتخاب و به دوسر سیم‌ها وصل کنید.

– محل اتصال سیم به سرسیم را عایق کنید. در شکل ۱-۱۶۳، عایق‌بندی سرسیم‌ها نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۶۲



شکل ۱-۱۶۳

– سیم‌ها را به صورت کلاف دریاورید و آن‌ها را به وسیله‌ی نوار پلاستیکی کلاف‌بندی کنید.

– کلاف سیم‌ها را در روی میزکار در مسیر تعیین شده توسط بست‌های پلاستیکی مهار کنید. در شکل ۱-۱۶۴، چند نوع بست پلاستیکی نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۶۴



شکل ۱-۱۶۵

– بست‌های باتری را به کابل مثبت و منفی باتری متصل کنید. سپس، آن‌ها را عایق‌بندی نمایید.

– سوئیچ فشاری بوق دارای دو عدد ترمینال است. یکی از آن‌ها را به بدنه اتصال دهید و دیگری را به وسیله‌ی سیم سبز رنگ (G) به بوق وصل کنید.

– ترمینال دیگر بوق را با استفاده از سیم سبز با راه سفید رنگ (GW) به یکی از پایه‌های فیوز ۱۰ آمپری (محافظ مدار الکتریکی بوق) متصل کنید. در شکل ۱-۱۶۵، فیوز تیغه‌ای با پایه‌ی تکی نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۶۶

– پایه‌ی دوم فیوز را به وسیله‌ی سیم سفیدرنگ (W) به فیوز اصلی متصل کنید.

– ترمینال مثبت باتری را به وسیله‌ی کابل باتری، که معمولاً دارای روکش عایق قرمز رنگ است، به فیوز اصلی متصل کنید. – ترمینال منفی باتری را به وسیله‌ی کابلی که معمولاً دارای روکش عایق سیاه رنگ و یا آبی رنگ انتخاب می‌شود. اتصال بدنه کنید. در شکل ۱-۱۶۶، کابل‌های باتری دیده می‌شود. – با فشار دادن سوئیچ فشاری بوق صحت سیم‌کشی مدار الکتریکی را بررسی کنید.

|      |        |
|------|--------|
| زمان | ۸ ساعت |
|------|--------|



شکل ۱-۱۶۷

## ۱-۲۶ – دستورالعمل کاربرد مولتی‌متر برای اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی در خودرو

### • وسایل مورد نیاز

– مولتی‌متر (شکل ۱-۱۶۷)

– خودروی سواری

### نکات ایمنی

– هنگام اندازه‌گیری مقاومت (اهم) در مدارهای الکتریکی خودرو، ابتدا اتصال بدنه‌ی باتری را جدا کنید. زیرا باعث آسیب دیدن دستگاه مولتی‌متر می‌شود.

– دستگاه مولتی‌متر در مقابل ضربه آسیب‌پذیر است. لذا،

هنگام کار با آن مراقبت لازم را به عمل آورید.



شکل ۱-۱۶۸

شدت جریان دشارژ باتری را به ترتیب زیر اندازه گیری کنید :

– مهره‌ی پیچ نگه‌دارنده‌ی بست اتصال کابل منفی باتری را باز کنید و بست را از قطب منفی باتری جدا سازید.

– سلکتور مولتی متر را برای اندازه‌گیری شدت جریان (آمپر) تنظیم کنید. در شکل ۱-۱۶۸، تنظیم مولتی متر با قرار دادن سلکتور آن در وضعیت اندازه‌گیری اهم با فلش نشان داده شده است.

– کلید روشن و خاموش مولتی متر را در وضعیت (on) قرار دهید.

– سیم مثبت مولتی متر (قرمز رنگ) را به بست کابل اتصال بدنه‌ی باتری وصل کنید.

– سیم منفی (سیاه رنگ) متصل به ترمینال (com) مولتی متر را به قطب منفی باتری متصل کنید. در این حالت، شدت جریان دشارژ باتری اندازه‌گیری شده و مقدار آن در صفحه‌ی نمایش مولتی متر نشان داده می‌شود.

در شکل ۱-۱۶۹، نحوه‌ی اتصال مولتی متر به باتری خودرو و نحوه‌ی اندازه‌گیری شدت جریان دشارژ باتری دیده می‌شود.



شکل ۱-۱۶۹

برای اندازه‌گیری ولتاژ باتری در مدار الکتریکی سیم‌کشی خودرو، به ترتیب زیر عمل کنید :

– سلکتور مولتی متر را در وضعیت اندازه‌گیری ولتاژ جریان مستقیم (DC) قرار دهید. در شکل ۱-۱۷۰، تنظیم مولتی متر با قرار دادن سلکتور آن در وضعیت اندازه‌گیری ولتاژ (DC) دیده می‌شود.

– کانکتور اتصال سیم‌کشی خودرو به پمپ بنزین الکتریکی را شناسایی کنید.

سیم مثبت (قرمز رنگ) مولتی متر را به سر سیم، سیم مثبت کانکتور وصل کنید.



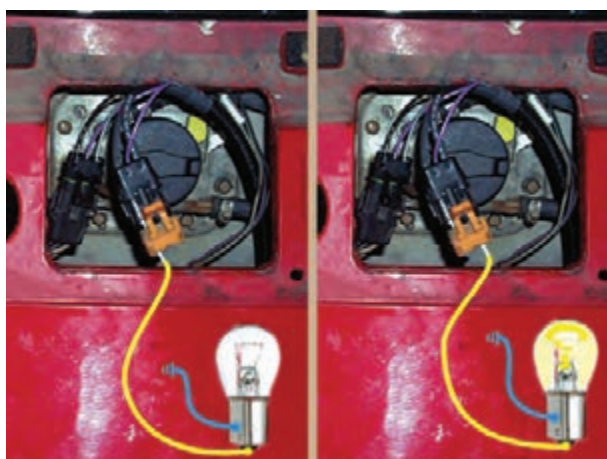
شکل ۱-۱۷۰



شکل ۱-۱۷۱

– سیم منفی (سیاه رنگ) مولتی متر را به سر سیم، سیم منفی کانکتور پمپ بنزین وصل کنید. در شکل ۱-۱۷۱، اتصال سیم های مولتی متر به سر سیم های داخل کانکتور با فلش نشان داده شده است.

یادآوری می شود تشخیص سیم های مثبت و منفی کانکتور متصل به پمپ بنزین الکتریکی، با توجه به نقشه ی مدار الکتریکی و کد رنگ سیم ها، امکان پذیر است.



شکل ۱-۱۷۲

روش دیگری که می توان به کمک آن سیم حاصل جریان الکتریکی را شناسایی نمود استفاده از چراغ یا لامپ آزمایش است، که با اتصال آن به ترمینال های کانکتور سیم های مثبت و منفی مشخص می شود. در شکل ۱-۱۷۲، چگونگی اتصال لامپ آزمایش به ترمینال های کانکتور پمپ بنزین الکتریکی در دو حالت، به صورت شماتیک، نشان داده شده است. روشن شدن لامپ نشان دهنده ی وجود جریان الکتریکی در سیم می باشد.



شکل ۱-۱۷۳

برای اندازه گیری ولتاژ باتری نیز ابتدا سلکتور مولتی متر را برای اندازه گیری ولتاژ تنظیم کنید و سپس، سیم مثبت دستگاه مولتی متر را به ترمینال (قطب) مثبت باتری و سیم منفی دستگاه را به ترمینال (قطب) منفی باتری متصل کنید. مقدار ولتاژ باتری، پس از اندازه گیری توسط مولتی متر، در صفحه ی نمایش آن نشان داده می شود.

در شکل ۱-۱۷۳، اتصال سیم منفی مولتی به باتری با شماره ی (۱) و اتصال سیم مثبت مولتی متر با شماره ی (۲) مشخص شده است.



شکل ۱-۱۷۴

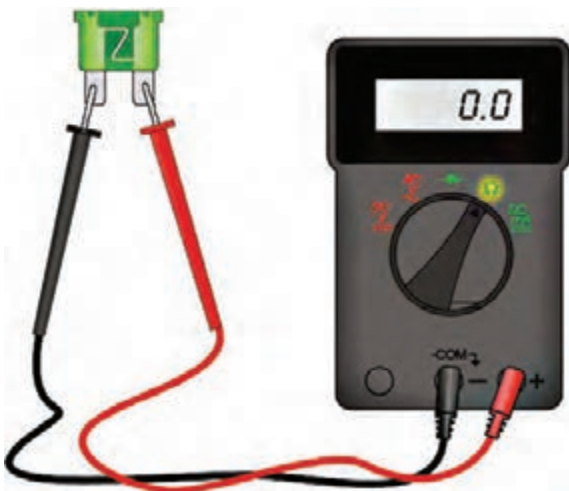
برای اندازه‌گیری مقدار مقاومت در سیم‌کشی خودرو به ترتیب زیر عمل کنید:

– سلکتور مولتی‌متر را در وضعیت اندازه‌گیری اهم قرار دهید. در شکل ۱-۱۷۴، تنظیم سلکتور مولتی‌متر در حالت اندازه‌گیری اهم (مقاومت) نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۷۵

– وایر یکی از شمع‌های موتور خودرو را انتخاب کنید و برای اندازه‌گیری مقاومت آن، ابتدا سیم‌های مثبت و منفی (com) مولتی‌متر را به دوسر وایر متصل کنید و سپس کلید روشن و خاموش دستگاه مولتی‌متر را در وضعیت روشن (on) قرار دهید. دستگاه مولتی‌متر مقدار مقاومت وایر شمع را، پس از اندازه‌گیری، نشان خواهد داد. در شکل ۱-۱۷۵، نحوه‌ی آزمایش و اتصال سرسیم‌های مولتی‌متر به وایر شمع نشان داده شده است. مقدار اهم اندازه‌گیری شده را با مقدار مجاز آن، که در دفترچه یا کتاب راهنمای تعمیرات خودرو ارائه شده است، مقایسه کنید.



شکل ۱-۱۷۶

– برای آزمایش ارتباط داخلی سوئیچ‌ها و فیوزها و اندازه‌گیری مقاومت بین دو نقطه از سیم‌کشی خودرو و ... نیز از مولتی‌متر استفاده می‌شود. در شکل ۱-۱۷۶، آزمایش سالم بودن فیوز تیغه‌ای به صورت شماتیک دیده می‌شود.



## خودآزمایی

مراحل انجام کار و توضیحات هریک از تصاویر زیر را در مقابل آن بنویسید (از شکل ۱-۱۷۷ الی شکل ۱-۱۸۸).



شکل ۱-۱۷۷

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



شکل ۱-۱۷۸

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



شکل ۱-۱۷۹

.....

.....

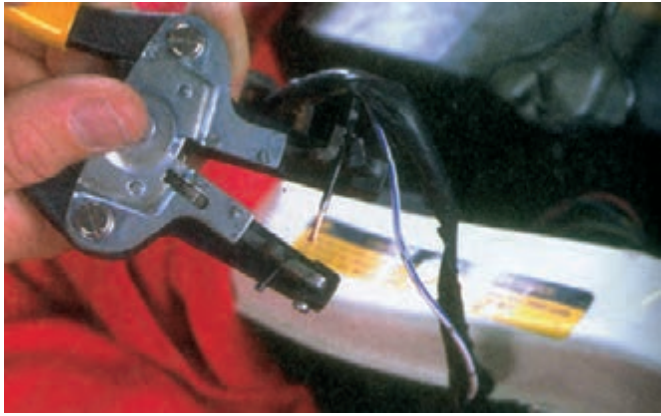
.....

.....

.....

.....

.....



شکل ۱-۱۸۰

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



شکل ۱-۱۸۱

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



شکل ۱-۱۸۲

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



شکل ۱-۱۸۳

.....

.....

.....

.....

.....

.....



شکل ۱-۱۸۴

.....

.....

.....

.....

.....

.....



شکل ۱-۱۸۵

.....

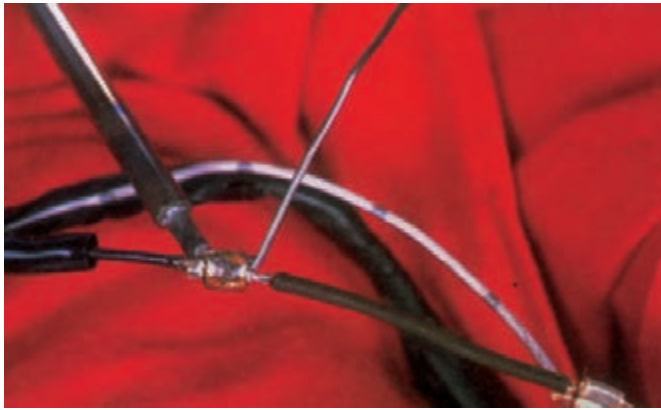
.....

.....

.....

.....

.....



شکل ۱-۱۸۶

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



شکل ۱-۱۸۷

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



شکل ۱-۱۸۸

.....

.....

.....

.....

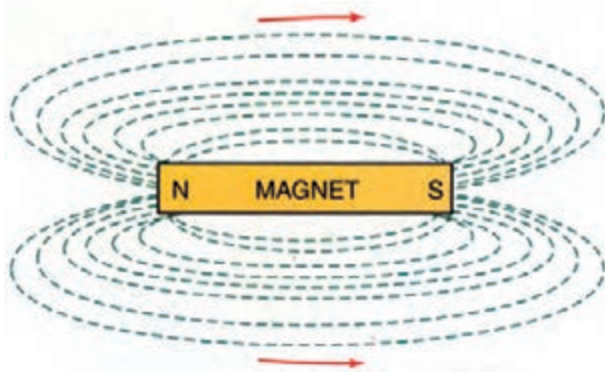
.....

.....

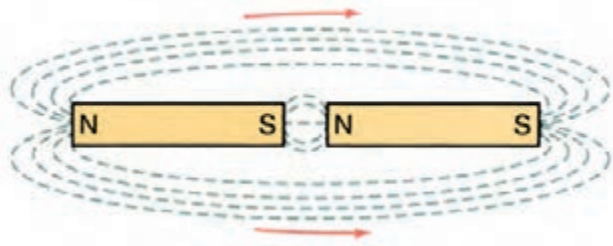
.....

## ۱-۲۷- مغناطیس و الکترومغناطیس

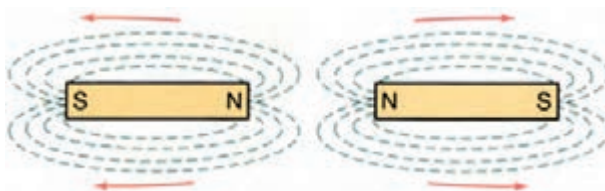
اگر یک جسم خاصیت مغناطیسی داشته باشد به آن آهن‌ربا می‌گویند. آهن‌ربا می‌تواند بدون آن که با یک قطعه‌ی مغناطیسی نظیر آهن یا فولاد تماس داشته باشد آن را جذب کند. دلیل این‌که آهن‌ربا می‌تواند در فاصله‌ی مشخصی به آهن‌ربای دیگر نیرو وارد کند وجود میدان مغناطیسی<sup>۱</sup> در اطراف آن است. میدان مغناطیسی از خطوط فرضی تشکیل شده است که به آن خطوط شار مغناطیسی یا فلوی مغناطیسی نیز گفته می‌شود این خطوط از سمت قطب شمال به سمت قطب جنوب حرکت کرده و سپس از درون آهن‌ربا به سمت قطب شمال برمی‌گردند. بنابراین، جهت خطوط میدان مغناطیسی در خارج از آهن‌ربا از قطب (N) به سمت قطب (S) و در داخل آهن‌ربا از قطب (S) به سمت قطب (N) است. تمامی خطوط نیرو در قالب زاویه‌ی قائمه از آهن‌ربا خارج می‌شوند و یکدیگر را قطع نمی‌کنند. در شکل ۱-۱۸۹، میدان مغناطیسی یک قطعه آهن‌ربا (مغناطیس)، به صورت شماتیک، نشان داده شده است. اثر میدان مغناطیسی قطب‌های اجسام مغناطیس (آهن‌ربا) به دو صورت است:



شکل ۱-۱۸۹



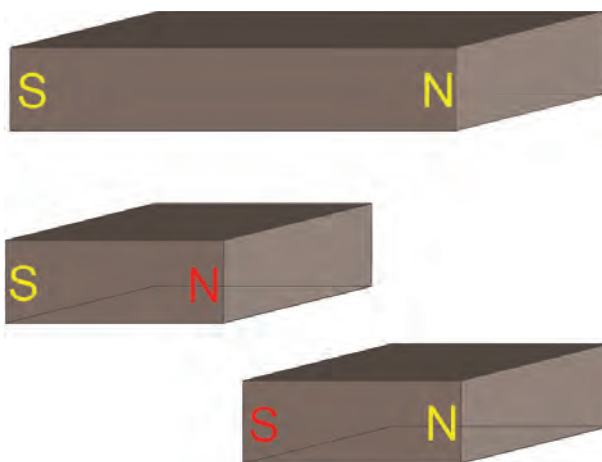
شکل ۱-۱۹۰



شکل ۱-۱۹۱

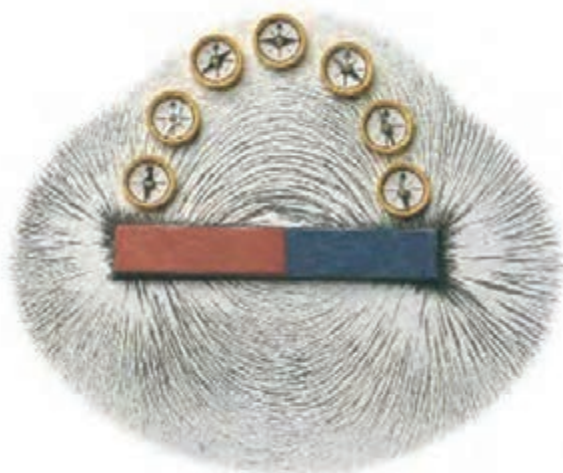
هنگامی که قطب‌های غیرهم‌نام دو آهن‌ربا را به یکدیگر نزدیک کنیم در اثر نیروی جاذبه‌ی ایجاد شده از برخورد دو میدان مغناطیسی غیرهم‌نام، آهن‌رباها به شدت جذب همدیگر می‌شوند. در شکل ۱-۱۹۰، اثر میدان‌های مغناطیسی دو قطب غیرهم‌نام آهن‌ربا و جهت خطوط میدان مغناطیسی در دو آهن‌ربا نشان داده شده است.

زمانی که قطب‌های هم‌نام دو آهن‌ربا را به یکدیگر نزدیک کنیم اثر میدان‌های مغناطیسی هم‌نام آهن‌رباها باعث ایجاد نیروی دافعه می‌شود و قطب‌های هم‌نام یکدیگر را دفع می‌کنند. در شکل ۱-۱۹۱، اثر میدان مغناطیسی دو قطب هم‌نام و جهت خطوط میدان مغناطیسی دو آهن‌ربا دیده می‌شود.



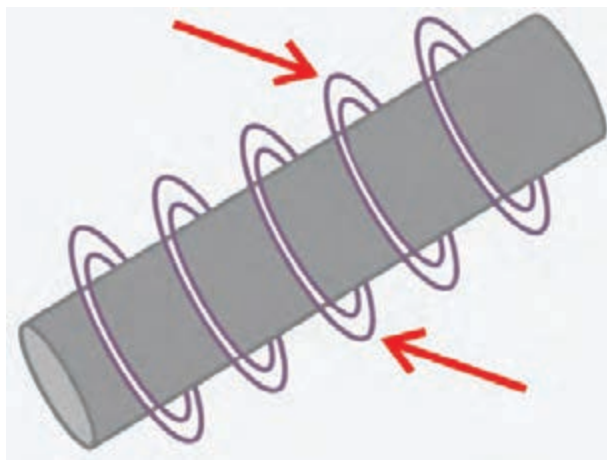
شکل ۱-۱۹۲

اگر یک قطعه آهن ربا دو یا چند قطعه شود، مجدداً در لبه‌های قطعه‌ها قطب‌های (S) و (N) پدید می‌آید. در شکل ۱-۱۹۲، قطعه آهن‌ربایی که به دو قسمت تقسیم شده است، دیده می‌شود. قطب‌های (N) و (S) قطعات جدید به رنگ قرمز مشخص شده است.



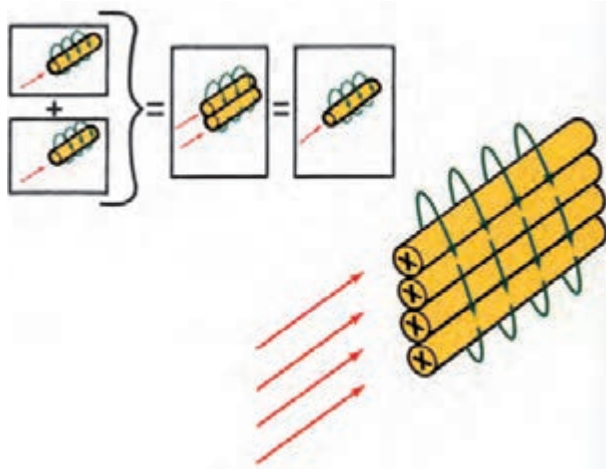
شکل ۱-۱۹۳

با توجه به این که میدان مغناطیسی اطراف آهن‌ربا قابل رؤیت نیست، می‌توان برای مشاهده‌ی اثر میدان مغناطیسی و تراکم خطوط میدان در قطب‌های آن از براده‌های آهن استفاده نمود. در شکل ۱-۱۹۳، نحوه‌ی تراکم براده‌های آهن در اطراف آهن‌ربا و چگونگی قرار گرفتن آن‌ها در حوزه‌ی مغناطیسی دیده می‌شود. با قرار دادن قطب‌نما در نقاط مختلف میدان مغناطیسی آهن‌ربا با جهت خطوط میدان نسبت به قطب شمال یا جنوب مشخص می‌شود.



شکل ۱-۱۹۴

الکتریسته و مغناطیس به یکدیگر مربوط می‌شوند، به این معنا که از یکی برای ایجاد دیگری می‌توان استفاده نمود. اگر از یک سیم هادی، جریان الکتریکی عبور کند در اطراف سیم حوزه (میدان) مغناطیسی به وجود می‌آید. در شکل ۱-۱۹۴، خطوط میدان مغناطیسی فضای اطراف سیم حامل جریان الکتریکی با فلش نشان داده شده است.



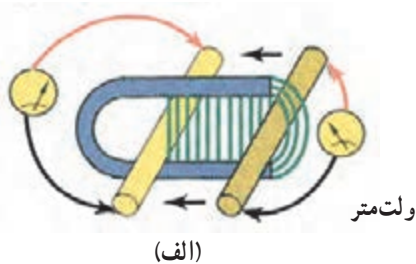
شکل ۱-۱۹۵

هر اندازه مقدار جریان الکتریکی عبور کرده از سیم هادی (رسانا) افزایش یابد میدان مغناطیسی قوی تری در فضای اطراف سیم ایجاد می شود. در صورتی که تعدادی رسانا با شرایط یکسان در کنار هم قرار گیرند میدان مغناطیسی قوی تر را ایجاد می کنند. به عبارت دیگر، اگر دو سیم رسانا کنار هم قرار بگیرند و جریان الکتریکی یکسان و هم جهت از آن‌ها عبور کند، به ایجاد یک میدان مغناطیسی منجر می شود. قدرت این میدان معادل قدرت میدان مغناطیسی سیمی است که جریان دو برابر از آن عبور می کند (شکل ۱-۱۹۵).

میدان مغناطیسی ایجاد شده در اطراف سیم حامل جریان الکتریکی میدان الکترومغناطیس نامیده می شود.

هرگاه یک سیم هادی را در میدان مغناطیسی طوری حرکت دهیم که خطوط قوای مغناطیسی (خطوط میدان) را قطع کند نیروی محرکه یا جریان الکتریکی در آن القا می شود، که با ولتمتر قابل اندازه گیری است (شکل الف - ۱-۱۹۶). در صورتی که جهت حرکت سیم هادی را تغییر دهیم جهت جریان الکتریکی در هادی نیز تغییر می کند و برعکس می شود. (شکل ب - ۱-۱۹۶).

به خاطر داشته باشید اگر سیم هادی به موازات خطوط قوای مغناطیسی حرکت داده شود هیچ نیروی محرکه‌ای در آن القا نمی شود. تعدادی از اجزای مدارهای الکتریکی خودروها نظیر آلترناتور، کویل، بوبین استارتر، مولد پالس مغناطیس و ... با استفاده از اصول الکترومغناطیس کار می کنند.



(الف)

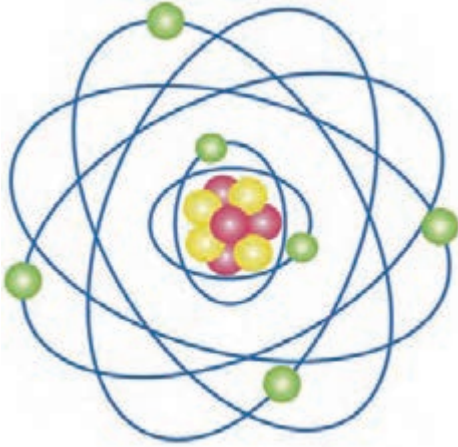


(ب)

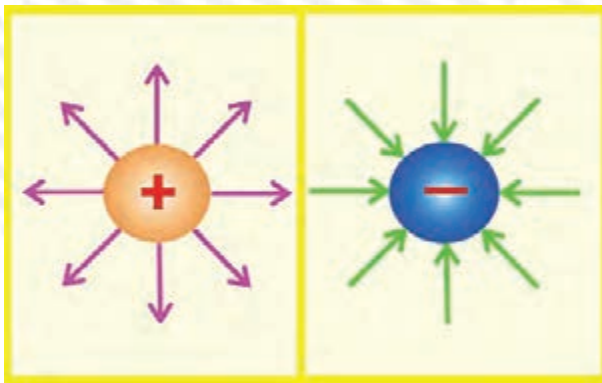
شکل ۱-۱۹۶

## آزمون پایانی (۱)

۱- ساختمان اتم و اجزای تشکیل دهنده‌ی آن را توضیح دهید :

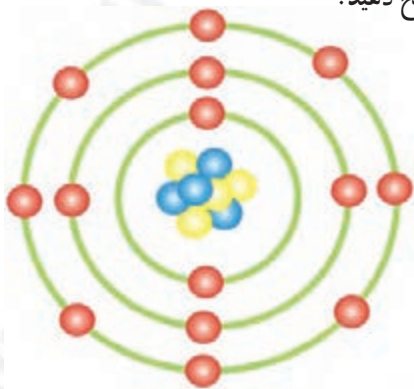


۲- شکل مقابل را توضیح دهید.



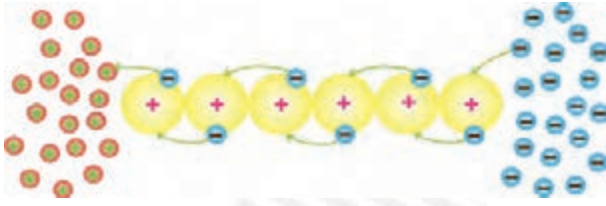
۳- مواد از نظر هدایت الکتریکی به چند دسته تقسیم می‌شوند؟ نام ببرید.

۴- عایق‌ها را توضیح داده و کاربرد آن‌ها را در سیم‌کشی خودرو توضیح دهید.

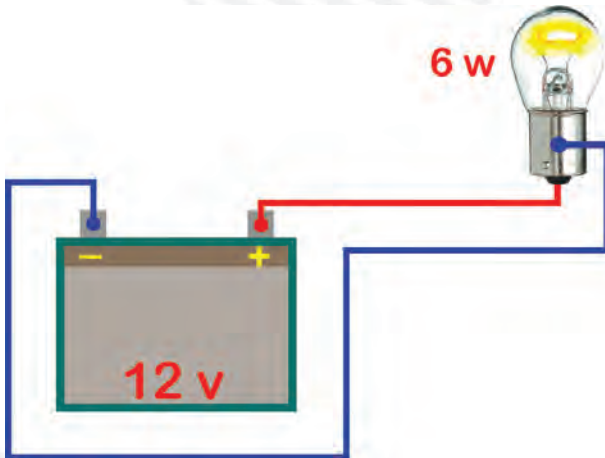




۵- جریان الکتریکی را توضیح دهید.



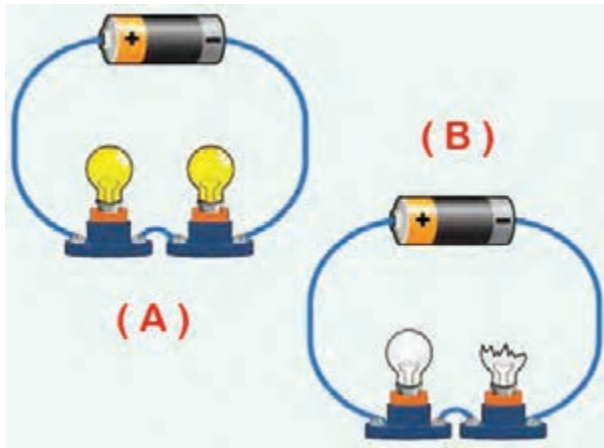
۶- مقدار شدت مصرفی در مدار مطابق شکل زیر را با لامپ ۶ وات و ۶۰ وات محاسبه کنید.



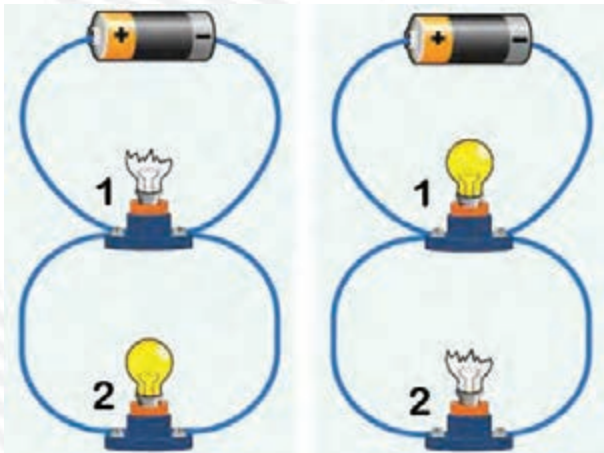
۷- نحوه‌ی اندازه‌گیری ولتاژ باتری را توضیح دهید.



۸- مدار سری را توضیح دهید.



۹- مدار موازی را توضیح دهید.



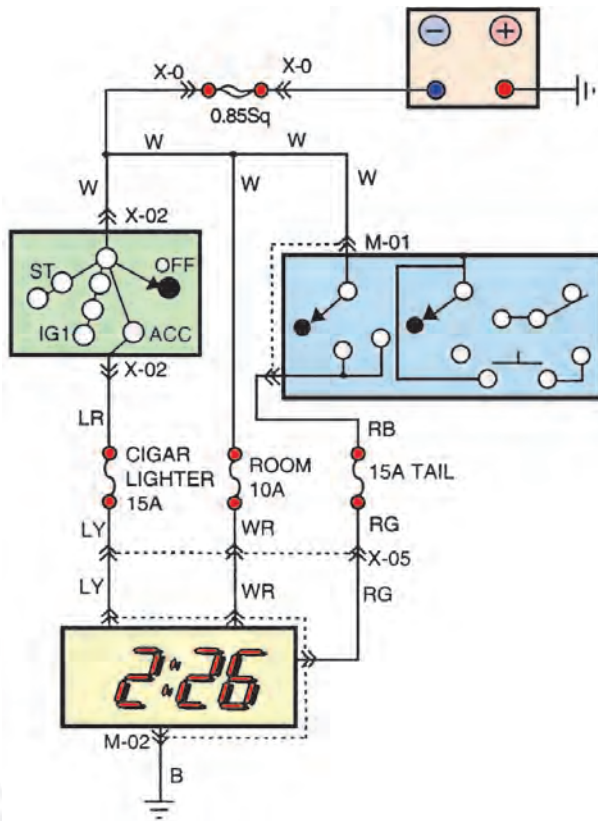
۱۰- انواع نقشه‌های سیم‌کشی مدارهای الکتریکی خودرو را توضیح دهید.

۱۱- انواع سیم‌های مورد استفاده از خودرو را نام ببرید و دلیل رنگ بندی روکش عایق سیم‌ها را توضیح

دهید.



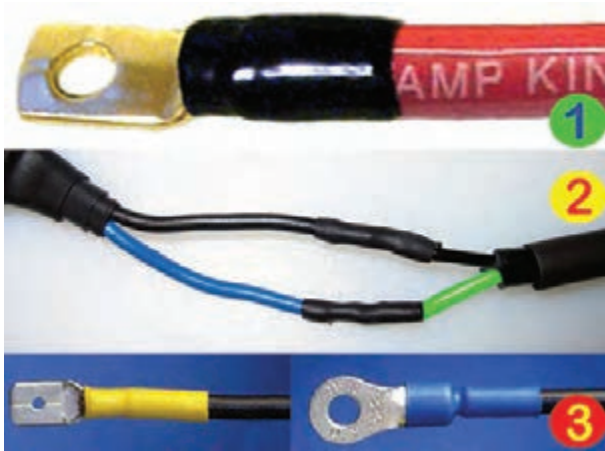
۱۲- کد رنگ سیم‌های استفاده شده در مدار شکل زیر را تعیین کنید و نام ببرید.



۱۳- اصول و روش اتصال سرسیم به سیم‌ها را توضیح دهید.



۱۴- اصول و روش عایق کاری را توضیح دهید.



۱۵- روش اتصال کابل به نسبت ترمینال های باتری را توضیح دهید.



۱۶- کاربرد مولتی متر را برای اندازه گیری کمیت های الکتریکی (ولتاژ، شدت جریان، مقاومت) توضیح دهید.



## واحد کار دوم

# توانایی سیم‌کشی مدارات الکتریکی و الکترونیکی خودرو

### هدف کلی

کاربرد الکترونیک در خودرو

هدف‌های رفتاری: فراگیر پس از گذراندن این واحد کار قادر خواهد بود:

- ۱- اصول الکترونیک (آنالوگ و دیجیتال) را توضیح دهد.
- ۲- اجزای مدارهای الکتریکی و الکترونیکی (مقاومت، خازن، سلف، دیود، ترانزیستور و ...) را توضیح دهد.
- ۳- کاربرد انواع دستگاه‌های اندازه‌گیری الکترونیکی را توضیح دهد.
- ۴- با استفاده از دستگاه‌های اندازه‌گیر الکترونیکی کمیت‌های مختلف را اندازه‌گیری کند.
- ۵- طراحی و اجرای مدارهای ساده‌ی الکترونیکی را انجام دهد.
- ۶- اجزای مدارهای الکترونیکی را عیب‌یابی و رفع عیب کند.
- ۷- کاربرد الکترونیک در خودرو را توضیح دهد.
- ۸- عملکرد حسگرها و عملگرها را توضیح دهد.
- ۹- حسگرها و عملگرها را عیب‌یابی کند.
- ۱۰- اصول ایمنی و حفاظتی کاروری مدارهای الکتریکی و الکترونیکی را توضیح دهد.
- ۱۱- هنگام کار بر روی مدارهای الکتریکی و الکترونیکی، نکات ایمنی را رعایت کند.



ساعات آموزش

| جمع | عملی | نظری |
|-----|------|------|
| ۱۰۰ | ۶۰   | ۴۰   |

## پیش‌آزمون (۲)

۱- کدام یک از قطعات زیر قطعه‌ی الکترونیکی است؟

(الف) باتری خودرو (ب) لامپ چراغ‌های جلو

(ج) کویل (د) ترانزیستور

۲- در مورد قطعه‌ی مقابل آن چه را که می‌دانید توضیح دهید.

پاسخ:



.....

.....

.....

.....

۳- کاربرد دستگاه شکل مقابل را توضیح دهید.

پاسخ:



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

۴- برای آزمایش دیود از کدام دستگاه استفاده می‌شود؟

(الف) سیگنال ژنراتور AF (ب) تاکومتر (ج) مولتی‌متر (د) اسیلوسکوپ

.....

.....

.....

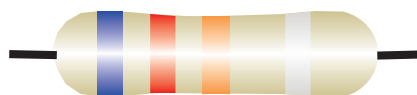
.....

.....

۷- مقدار مقاومت شکل مقابل برابر است با:

(الف)  $620\Omega$  - ۱۰ (ب)  $6/2k\Omega$  - ۲۰

(ج)  $26k\Omega$  - ۱۰ (د)  $62k\Omega$  - ۲۰





دستگاه تست الکترونیکی



صندلی چرخ‌دار الکترونیکی



ترمز اتومبیل ABS



چراغ راهنما



لوازم الکترونیکی داخلی خودرو



دستگاه تست ترمز

شکل ۱-۲ نمونه‌هایی از کاربرد الکترونیک در لوازم مختلف

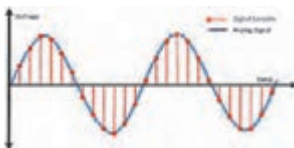
## ۲-۱-۲- آشنایی با اصول الکترونیک (آنالوگ - دیجیتال)

### ۱-۱-۲- علم الکترونیک: علم الکترونیک علمی

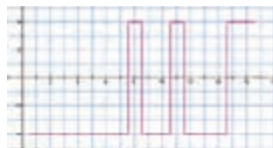
است که با الکترون سروکار دارد. این علم به طیف گسترده‌ای از الکترونیته اطلاق می‌شود که با استفاده از حرکت الکترون‌ها در انواع نیمه‌هادی‌ها کار می‌کند و سبب اختراع دیودها، ترانزیستورها، آی‌سی (IC)ها، قطعات نصب سطحی (SMD) و ریزپردازنده‌ها شده است. پدید آمدن دگرگونی‌های فراوان در این علم باعث شده است در تمام صنایع، از جمله لوازم خانگی، دستگاه‌های کنترل از راه دور، ماهواره‌ها، لوازم پزشکی، خطوط تولید صنعتی، انواع خودروهای مدرن و ... کاربرد و نفوذ داشته باشد. در شکل ۱-۲، چند نمونه از این کاربردها را ملاحظه می‌کنید.

### جست و جو کنید:

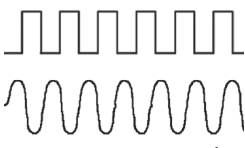
وسایل منزل خود را شناسایی کنید و نام دستگاه‌هایی را که در آن الکترونیک استفاده شده است فهرست نمایید. چند درصد از وسایل برقی شما الکترونیک به کار رفته است.



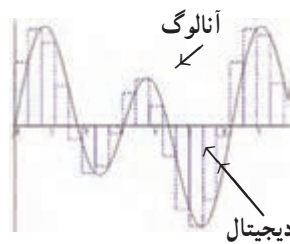
سیگنال آنالوگ



سیگنال دیجیتال



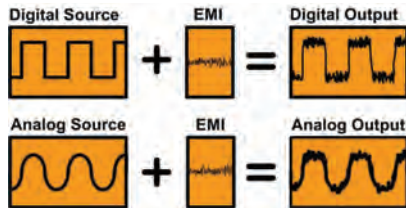
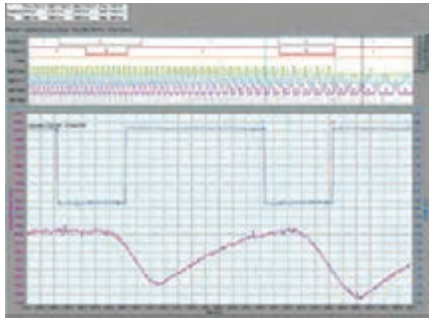
سیگنال دیجیتال منقطع است  
سیگنال آنالوگ پیوسته است



### ۲-۱-۲- تعریف الکترونیک آنالوگ:

سیگنال پیوسته یا سیگنال آنالوگ (Analogue): سیگنالی پیوسته در گذر زمان است. به عبارت دیگر، با گذر زمان، دامنه‌ی سیگنال همواره پیوسته باقی می‌ماند و کوچک‌ترین تغییر در سیگنال الکتریکی دارای مفهوم است و هیچ جزئی از سیگنال را نمی‌توانید پیدا کنید که از جزء قبلی خود جدا باشد. ولتاژ دی سی (DC) و ولتاژ سینوسی از نوع سیگنال‌های پیوسته یا آنالوگ هستند.

شکل ۲-۲ الف - مقایسه‌ی سیگنال‌های آنالوگ و دیجیتال با یکدیگر



شکل ۲-۲-ب - نمونه‌هایی از سیگنال آنالوگ و دیجیتال

سیگنال دیجیتال یا منقطع (Digital signal): سیگنال دیجیتال سیگنالی است که با گذر زمان یا وجود دارد یا وجود ندارد. از این جهت آن را سیگنال دیجیتال یا رقمی می‌نامند. معمولاً سیگنال دیجیتال را با صفر و یک می‌شناسند. در شکل ۲-۲، الف و ب چند نمونه سیگنال آنالوگ و دیجیتال و مقایسه‌ی آن‌ها با یک‌دیگر را مشاهده می‌کنید.

## ۲-۲-آشنایی با اجزای مدارهای الکتریکی و الکترونیکی

در مدارهای الکتریکی قطعات بسیار متنوعی به کار می‌رود. تنوع این قطعات در مدارهای الکترونیکی بیش‌تر است. در قطعات متداول در مدارهای الکترونیکی می‌توان مقاومت، خازن، سیم‌پیچ (سلف) باتری، دیود، ترانزیستور و آی‌سی را نام برد. در این قسمت به تشریح و کاربرد عمومی تعدادی از آن‌ها می‌پردازیم. در شکل ۲-۳، نمونه‌هایی از قطعات الکترونیکی را ملاحظه می‌کنید.



خازن پلی‌استر



خازن الکترولیتی



خازن میکا



آی‌سی



باتری کپسولی



باتری قلمی



ترانزیستور معمولی



ترانزیستور قدرت



مقاومت متغیر



مقاومت

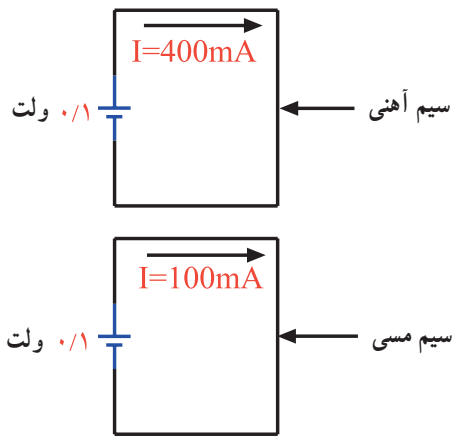
شکل ۲-۳- نمونه‌هایی از قطعات الکترونیکی





شکل ۲-۴. مجموعه‌ای از قطعات الکترونیکی، که در آزمایشگاه و مدارهای الکترونیکی به کار می‌روند.

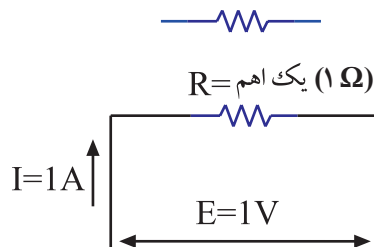
در آزمایشگاه‌های الکترونیک معمولاً قطعات الکترونیکی را در یک جعبه قرار می‌دهند تا به هنگام ضرورت، از قطعه‌ی موردنیاز سریع‌تر استفاده کنند. در شکل ۲-۴، یک جعبه از مجموعه‌ی قطعات الکترونیکی را، که در حد نسبتاً گسترده‌ای کاربرد دارد، ملاحظه می‌کنید.



شکل ۲-۵. مقاومت الکترونیکی سیم آهنی بیش‌تر از سیم مسی است زیرا جریان کم‌تری از آن عبور می‌کند.

### ۱-۲-۲. مقاومت الکترونیکی:

تعریف: مقاومت الکترونیکی قطعه‌ای است که در مقابل عبور جریان از خود ایستادگی نشان می‌دهد. برای مثال، سیم آهنی در مقایسه با سیم مسی (در صورت داشتن طول و قطر مساوی) در مقابل عبور جریان الکترونیکی ایستادگی بیش‌تری را نشان می‌دهد. در شکل ۲-۵، با قرار دادن ولتاژی برابر با ۰/۱ ولت در دو سر دو قطعه سیم آهنی و مسی مشابه، جریان عبوری از سیم مسی ۴۰۰ میلی‌آمپر و جریان عبوری از سیم آهنی ۱۰۰ میلی‌آمپر است.



شکل ۲-۶. نماد مقاومت الکترونیکی و واحد آن

واحد مقاومت الکترونیکی: واحد مقاومت الکترونیکی اهم است. در صورتی که، طبق شکل ۲-۶، به دوسر یک مقاومت الکترونیکی ولتاژی برابر با ۰/۱ ولت اعمال کنیم، هرگاه جریان عبوری از مقاومت یک آمپر باشد، مقدار مقاومت برابر با یک اهم است. اهم را با علامت  $\Omega$  (اُمگا) نشان می‌دهند.

مقاومت الکترونیکی خاصیتی از ماده است که با عبور جریان مخالفت می‌کند.



شکل ۷-۲- تصویر ظاهری مقاومت، علامت قراردادی همراه با نام مقاومت و مقدار آن در مدار

مقاومت الکتریکی را با  $R$  مشخص می‌کنند. در مدارهای الکتریکی معمولاً مقدار مقاومت را روی آن می‌نویسند و آن را با شماره‌ای نشان می‌دهند. در شکل ۷-۲، شکل ظاهری مقاومت و نحوه‌ی نشان دادن آن را در مدار (نماد مقاومت) ملاحظه می‌کنید. مقاومت نشان داده شده، مقاومت شماره‌ی، ۳۲ و مقدار آن برابر با  $330\ \Omega$  اهم است.



تولرانس  $20\%$  درصد  
مقدار مقاومت  $10\ \text{کیلو اهم}$  است

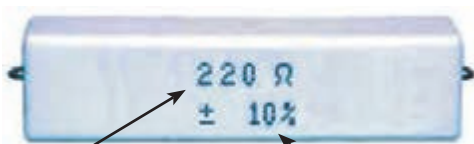
نحوه‌ی خواندن مقاومت: مقاومت‌ها را به دو روش می‌خوانند.

روش اول: نوشتن مقدار مقاومت به‌طور مستقیم روی بدنه‌ی مقاومت از این روش برای مقاومت‌هایی که دارای ابعاد بزرگ‌تری هستند استفاده می‌شود. هر مقاومت دارای مقداری تولرانس یا خطاست. یعنی مقدار واقعی مقاومت از مقدار نوشته شده‌ی روی آن کم‌تر یا بیش‌تر است. مقدار تولرانس را در برخی از مقاومت‌ها به‌طور مستقیم روی آن می‌نویسند (شکل ۸-۲).



تولرانس  $5\%$  درصد  
مقدار مقاومت  $100\ \text{اهم}$

مقاوت یک اهم  $25\ \text{وات}$  با تولرانس  $5\%$  درصد

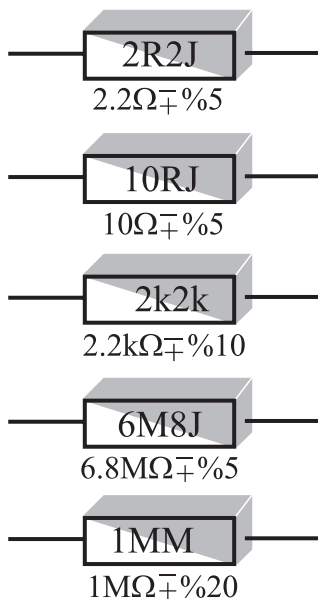


تولرانس  $10\%$  درصد  
مقدار مقاومت  $220\ \text{اهم}$

مقاومت  $220\ \text{اهم}$  با تولرانس  $10\% \pm$  درصد

شکل ۸-۲- نوشتن مقدار مقاومت و تولرانس آن روی بدنه‌ی مقاومت

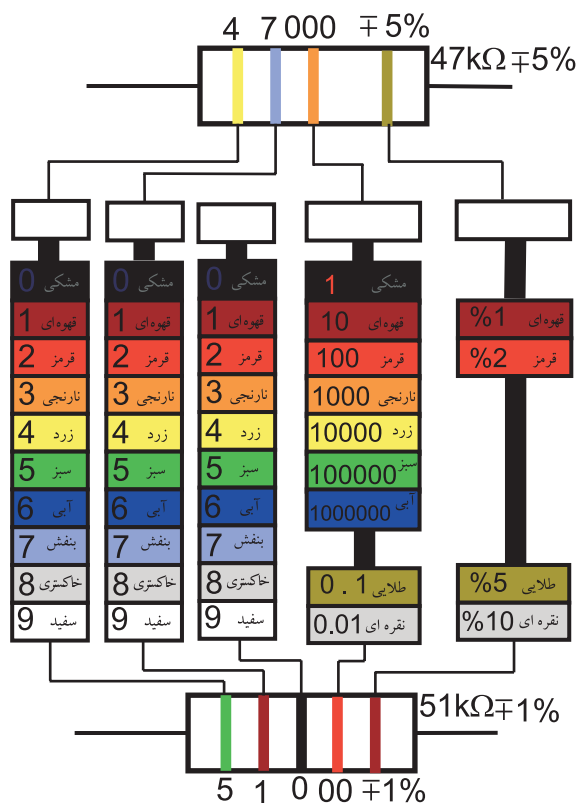
۱- R حرف اول کلمه‌ی Resistance به معنی مقاومت الکتریکی است.



روش دوم: در این روش مقدار مقاومت به طور مستقیم و با روش خاص روی بدنه‌ی مقاومت نوشته می‌شود. در این حالت به جای واحدها حروف R، K و M و به جای تولرانس حروف J، K و M به کار می‌رود. یعنی به جای تولرانس ۵٪ از حرف J، به جای تولرانس ۱۰٪ از حرف K و به جای تولرانس ۲۰٪ از حرف M استفاده می‌کنند. در ضمن، حروف R اهم، K (کیلو اهم) و M (مگا اهم) را، علاوه بر نمایش مقدار مقاومت، به جای ممیز نیز به کار می‌برند. در شکل ۹-۲ چند نمونه از این نوع مقاومت‌ها نشان داده شده است.

شکل ۹-۲. نشان دادن مقدار مقاومت‌ها با استفاده از حروف و اعداد

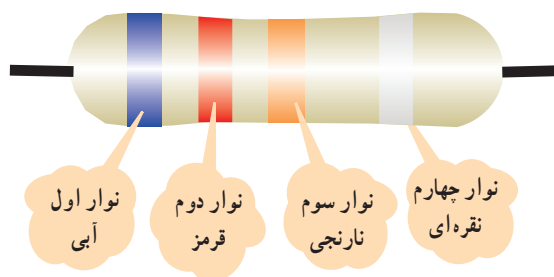
با کمک این جداول می‌توانید مقدار مقاومت‌ها را بخوانید سعی کنید رنگ‌ها را به خاطر بسپارید.



شکل ۱۰-۲. نحوه‌ی تعیین مقدار اهم و تولرانس مقاومت‌ها با کد ۴ نوار رنگی و ۵ نوار رنگی

روش سوم: در این روش مقدار مقاومت و تولرانس آن را با استفاده از نوارهای رنگی روی بدنه‌ی مقاومت مشخص می‌کنند. نوارهای رنگی را معمولاً برای مقاومت‌های کوچک، که امکان نوشتن و خواندن مقاومت به طور مستقیم بر روی آن وجود ندارد، به کار می‌برند. تعداد نوارهای رنگی چهار یا پنج عدد است. در مقاومت‌های با چهار نوار رنگی، رنگ نوار اول و دوم را مطابق شکل ۱۰-۲ به نشانه‌ی اعداد صحیح و رنگ نوار سوم را به نشانه‌ی ضریب (تعداد صفرها) و رنگ نوار چهارم را به نشانه‌ی تولرانس در نظر می‌گیرند. در مقاومت‌های با ۵ نوار رنگی، رنگ نوار اول و دوم و سوم را به نشانه‌ی اعداد صحیح و رنگ نوار چهارم را به نشانه‌ی ضریب یا تعداد صفرها و رنگ نوار پنجم را به نشانه‌ی تولرانس در نظر می‌گیرند. در شکل ۱۰-۲ نحوه‌ی خواندن مقاومت‌های با چهار نوار رنگی و پنج نوار رنگی نشان داده شده است.

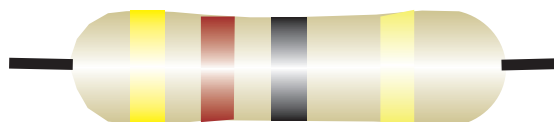
مثال ۱: با مراجعه به شکل ۲-۱۱ مقدار مقاومت و تولرانس آن را به دست آورید.



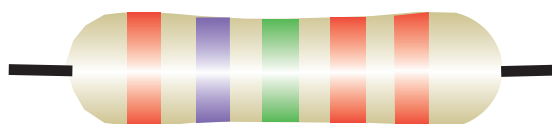
شکل ۲-۱۱- مقاومت چهار نواره

| نوار اول                                | نوار دوم | نوار سوم | نوار چهارم |
|---|----------|----------|------------|
| رقم اول                                 | رقم دوم  | ضریب     | تولرانس    |
| ۶                                       | ۲        | ۰۰۰      | ۲۰٪        |
| چون مقاومت ۴ نواره است                  |          |          |            |
| $R = 62000 \Omega = 62k\Omega \pm 20\%$ |          |          |            |

مثال ۲: با مراجعه به شکل های ۲-۱۲ و ۲-۱۳ مقدار مقاومت را به دست آورید.



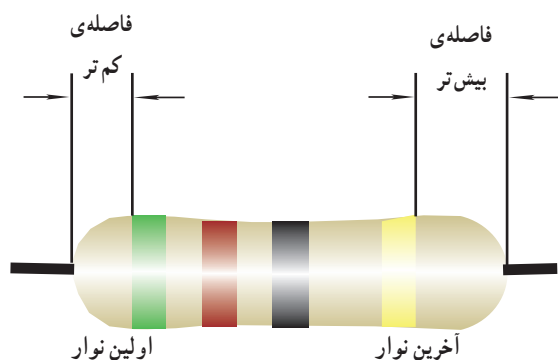
شکل ۲-۱۲- مقاومت ۴ نواره



شکل ۲-۱۳- مقاومت ۵ نواره

| نوار اول               | نوار دوم | نوار سوم | نوار چهارم |
|------------------------|----------|----------|------------|
| رقم اول                | رقم دوم  | ضریب     | تولرانس    |
| ۴                      | ۲        | -        | ۵٪         |
| $R = 42\Omega \pm 5\%$ |          |          |            |

نکته مهم: هنگام خواندن مقاومت با استفاده از کد رنگی، نوار اول، عبارت از اولین نواری است که به یک طرف مقاومت نزدیک تر است (شکل ۲-۱۴).



شکل ۲-۱۴- مقدار مقاومت از نواری خوانده می شود که به انتها نزدیک تر باشد.

| نوار اول                                 | نوار دوم | نوار سوم | نوار چهارم | نوار پنجم |
|--|----------|----------|------------|-----------|
| رقم اول                                  | رقم دوم  | رقم سوم  | ضریب       | تولرانس   |
| ۲  | ۷        | ۵        | ۰۰         | ۲٪        |
| $R = 27500 \Omega = 27.5k\Omega \pm 2\%$ |          |          |            |           |

جدول ۲-۱- خواندن مقاومت‌ها

| مقدار مقاومت | نوشته‌ها یا کد رنگی | نوع مقاومت         | شماره‌ی مقاومت |
|--------------|---------------------|--------------------|----------------|
|              |                     | نوشته شده روی بدنه | R <sub>۱</sub> |
|              |                     | کد حرف و عدد       | R <sub>۲</sub> |
|              |                     | کد حرف و عدد       | R <sub>۳</sub> |
|              |                     | کد رنگی            | R <sub>۴</sub> |
|              |                     | کد رنگی            | R <sub>۵</sub> |
|              |                     | کد رنگی            | R <sub>۶</sub> |

۲-۲-۲- کار عملی: تعدادی مقاومت (حداقل ۶

مقاومت) را در اختیار بگیرید و مقدار آن‌ها را بخوانید و در جدول شماره‌ی ۲-۱ یادداشت کنید. مقاومت‌ها را از انواع مختلف (کد رنگی، مقدار نوشته شده به‌طور مستقیم و غیرمستقیم روی مقاومت) انتخاب کنید.

تمرین عملی: با مراجعه به منابع مختلف، از قبیل کتاب، سایت‌های اینترنتی و ... روش‌های مختلف علامت‌گذاری روی مقاومت‌ها و نحوه‌ی خواندن آن‌ها را تمرین کنید و نتایج را شرح دهید.

پاسخ:

.....

.....

.....

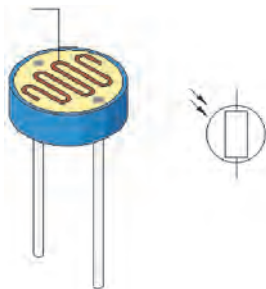
.....

انواع مقاومت‌ها: به‌طور کلی مقاومت‌ها را می‌توان از

نظر مقدار اهمی به دو دسته‌ی ثابت و متغیر تقسیم‌بندی کرد. منظور از مقاومت ثابت این است که مقدار مقاومت تابع حرارت، نور، میدان‌های مغناطیسی یا سایر عوامل فیزیکی نیست. در شکل‌های ۲-۱۵ و ۲-۱۶ چند نمونه مقاومت ثابت نشان داده شده است.



مقاومت‌های تابع نور و حرارت



مقاومت تابع نور

نام انواع مقاومت‌های نشان‌داده شده در شکل‌های ۲-۱۵ و ۲-۱۶ را فهرست کنید.

.....

.....

.....

.....

شکل ۲-۱۵- مقاومت‌های تابع نور و حرارت

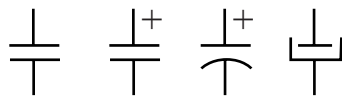
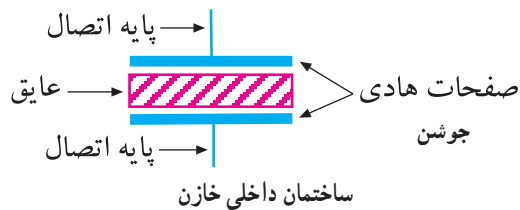


شکل ۱۶-۲- چند نمونه پتانسیومتر

مقاومت متغیر مقاومتی است که می توان مقدار اهم آن را با تغییر مکان یک اهرم یا با تغییر نور، حرارت، ولتاژ و ... تغییر داد. در شکل ۱۵-۲، چند نمونه از این مقاومت ها را مشاهده می کنید. در شکل ۱۶-۲ چند نمونه مقاومت متغیر، که مقدار آن را می توان با تغییر اهرم با پیچ گوشتی تغییر داد، نشان داده شده است. به این نوع مقاومت اصطلاحاً، پتانسیومتر گفته می شود. از مقاومت های تابع نور، حرارت، ولتاژ و ... به عنوان حسگر یا سنسور (Sensor) استفاده می کنند که در بحث های بعدی به آن ها خواهیم پرداخت.

### ۳-۲-۲- خازن

ساختمان و نماد خازن: خازن وسیله ای است که می تواند انرژی الکتریکی را در خود ذخیره کند. ساختمان داخلی خازن از دو صفحه ی هادی، که بین آن ها عایقی قرار دارد، تشکیل می شود. به صفحات هادی خازن، جوشن نیز می گویند. در شکل ۱۷-۲، ساختمان داخلی، نماد فنی و شکل ظاهری خازن را مشاهده می کنید.



نماد الکتریکی خازن



ب



الف

شکل ظاهری چند نمونه ی خازن



ج

شکل ۱۷-۲- ساختمان داخلی نماد فنی و شکل ظاهری خازن

با مراجعه به منابع مختلف انواع خازن ها را بیابید و نتایج را بنویسید:

.....

.....

.....

.....

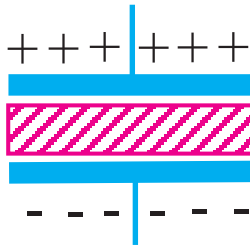
.....

.....

.....

.....

ویژه دانش آموزان علاقه مند



شکل ۱۸-۲- یک نمونه خازن شارژ شده

خازن در الکترونیک کاربردهای فراوانی دارد. یکی از کاربردهای آن ذخیره انرژی است. انرژی ذخیره شده در خازن به صورت بارهای الکتریکی است. هنگامی که در خازن بار الکتریکی ذخیره می‌شود، بین دو جوشن خازن یک اختلاف پتانسیل الکتریکی به وجود می‌آید و خازن می‌تواند مشابه باتری عمل کند. در شکل ۱۸-۲، خازنی را که در آن بار الکتریکی ذخیره شده است، مشاهده می‌کنید.

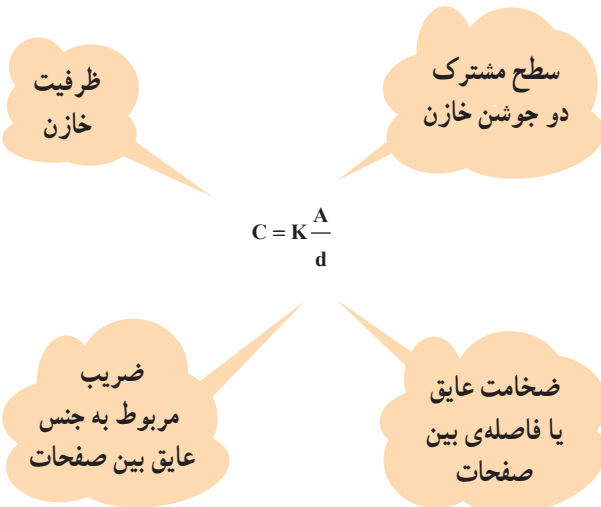
**نکته‌ی مهم:** وقتی بار الکتریکی در خازن ذخیره می‌شود، اصطلاحاً می‌گویند خازن شارژ شده است.

**تحقیق کنید:** بار الکتریکی چگونه در خازن ذخیره می‌شود. درباره‌ی آن توضیح دهید.

.....

.....

وبژه دانش آموزان علاقه‌مند



**ظرفیت خازن:** میزان توانایی ذخیره‌ی بار الکتریکی را در خازن، ظرفیت خازن می‌نامند. ظرفیت خازن را با سی (C) که حرف اول کلمه‌ی capacitance به معنی ظرفیت است نشان می‌دهند. هر قدر ظرفیت خازن بیش‌تر باشد، توانایی ذخیره‌ی بار الکتریکی در آن بیش‌تر است و هر قدر بار الکتریکی ذخیره شده بیش‌تر باشد، انرژی ذخیره شده در خازن بیش‌تر است.

**عوامل مؤثر در ظرفیت خازن:** ظرفیت خازن یک خاصیت ذاتی است که به مشخصات فیزیکی خازن بستگی دارد. به این معنی که ظرفیت خازن با سطح مشترک دو جوشن خازن نسبت مستقیم و با فاصله‌ی بین دو صفحات، نسبت معکوس دارد. جنس عایق خازن نیز نسبت مستقیم با ظرفیت خازن دارد.

$$1 \mu F = \frac{1}{1000000} F = 10^{-6} F$$

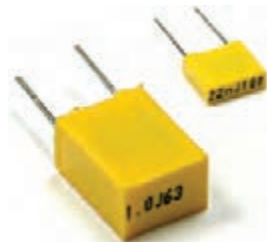
$$1 NF = \frac{1}{1000000000} F = 10^{-9} F$$

$$1 PF = \frac{1}{1000000000000} F = 10^{-12} F$$

**واحد ظرفیت خازن:** واحد ظرفیت خازن فاراد است (FARAD) و آن را با F نشان می‌دهند. از آن‌جا که فاراد ظرفیت بزرگی است، در عمل از واحدهای کوچک‌تر آن یعنی میکروفاراد ( $\mu F$ )، نانوفاراد (NF) و پیکوفاراد (PF) استفاده می‌کنند.



خازن ثابت الکترولیتی



خازن ثابت پلی استر



خازن متغیر قابل تنظیم با پیچ گوهی



خازن متغیر قابل تنظیم با محور

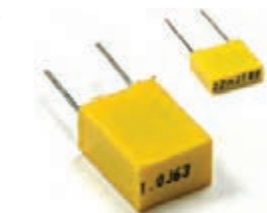
شکل ۱۹-۲- نمونه‌هایی از خازن‌های متغیر و ثابت



الکترولیت



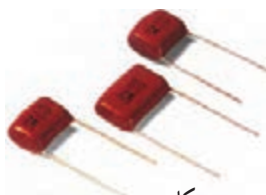
فیلم پلاستیکی



پلی استر



کاغذی



میکا



سرامیک



میکا



پلی استر

شکل ۲۰-۲- انواع خازن‌ها با توجه به نوع عایق آن

## انواع خازن‌ها: خازن‌ها را براساس کاربرد در دو نوع

ثابت و متغیر می‌سازند. خازن‌های ثابت همواره مقدار ثابتی دارند و متناسب با نیاز در مدار به کار می‌روند. مقدار خازن‌های متغیر قابل تغییر است و در مدارهایی به کار می‌رود که به تغییر مقدار خازن در شرایط مختلف نیاز باشد. در شکل ۱۹-۲، نمونه‌هایی از خازن‌های ثابت و متغیر را ملاحظه می‌کنید.

### به نکات ایمنی و خطرناک توجه کنید

هنگامی که خازن شارژ می‌شود، ولتاژ دو سر آن مانند یک منبع انرژی است که می‌تواند موجب برق‌گرفتگی شود لذا هنگام کار با خازن شارژ شده آن را تخلیه کنید.

## خازن‌ها را براساس نوع عایق آن نیز دسته‌بندی می‌کنند.

از انواع این خازن‌ها می‌توان خازن با عایق هوا، خازن با عایق کاغذ، خازن با عایق فیلم پلاستیکی، خازن با عایق پلی استر، خازن با عایق سرامیک، خازن با عایق میکا و خازن با عایق الکترولیت (الکترولیتی) را نام برد. معمولاً خازن‌های متغیر با عایق هوا یا فیلم پلاستیکی هستند محدودی ظرفیت خازن‌های با عایق هوا، فیلم پلاستیکی، میکا و سرامیکی حداکثر تا ۱/۰ میکروفاراد است. خازن‌های با عایق کاغذی را تا ۱۰ میکروفاراد نیز می‌سازند. ظرفیت خازن‌های الکترولیتی حداکثر ۱/۰ میکروفاراد و حداکثر ۱۰۰۰۰ میکروفاراد است. در شکل ۲۰-۲، نمونه‌هایی از انواع خازن‌های ثابت با عایق‌های مختلف را مشاهده می‌کنید.

## یادآوری می‌شود تشخیص نوع عایق خازن از روی شکل

ظاهری آن امکان‌پذیر نیست و برای تعیین دقیق نوع عایق، باید به کاتالوگ‌های کارخانه‌ی سازنده مراجعه کرد.





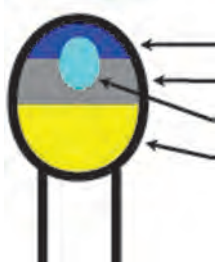
۴۷۲ = عدد نوشته شده  
 $4700 \text{ PF} = \text{مقدار ظرفیت خازن}$   
 پیکوفاراد یا:  $47 \text{ NF}$  نانوفاراد

الف - خواندن خازن با کد عددی



$10^4 = \text{عدد نوشته شده}$   
 $10000000 \text{ PF} = \text{مقدار ظرفیت}$   
 پیکوفاراد  
 نانوفاراد:  $10 \text{ NF} =$

ب - خواندن خازن با کد عددی



ج - کد رنگی برای خازن

شکل ۲۱-۲ - خواندن خازن با استفاده از کد عددی



قطب مثبت      قطب منفی

الف - توجه به قطب‌های خازن الکترولیتی



$10^6 = \text{عدد نوشته شده}$   
 $10000000 \text{ PF} = \text{مقدار ظرفیت}$   
 $10^2 \text{ F} =$   
 ولتاژ کار =  $35$

قطب مثبت

ب - خازن تانتالیوم

شکل ۲۲-۲ - خازن‌های الکترولیتی و تانتالیوم

ولتاژ کار خازن و خواندن مقدار ظرفیت آن: یکی از مشخصات مهم خازن، ولتاژ کار آن است. ولتاژ کار و ظرفیت خازن را روی بدنه‌ی خازن به‌طور مستقیم، با کد عددی یا کد رنگی می‌نویسند. در شکل الف - ۲۱-۲، مقدار ظرفیت خازن  $7/4$  میکروفاراد و ولتاژ کار آن  $10$  ولت است.

یکی از روش‌های متداول در نوشتن مقدار ظرفیت روی خازن استفاده از کد عددی است. برای مثال روی یک خازن عدد  $10^2$  نوشته می‌شود. مقدار ظرفیت این خازن برابر با  $1000$  پیکوفاراد است. به عبارت دیگر، در این روش، عدد اول و دوم نماینده‌ی رقم اول و دوم است و عدد سوم ضریب یا تعداد صفرها را نشان می‌دهد. استفاده از کد رنگی برای خواندن ظرفیت خازن نیز متداول است که یکی از روش‌های آن مشابه کد رنگی مقاومت هاست. روش‌های متنوع دیگری نیز وجود دارد. در شکل ۲۱-۲، دو نمونه خازن با استفاده از کد عددی و دو نمونه با کد رنگی را ملاحظه می‌کنید.

توجه به قطبین خازن: معمولاً خازن‌های با ظرفیت کم (زیر  $1 \mu\text{F}$  میکروفاراد) دارای قطب مشخصی نیستند. به عبارت دیگر، جابه‌جایی پایه‌های خازن اثری بر کار آن در مدار نمی‌گذارد. اما خازن‌های الکترولیتی قطب مثبت و منفی دارند و لازم است هنگام اتصال به مدار، به آن توجه نمود. در شکل الف - ۲۲-۲، قطب‌های خازن الکترولیتی را ملاحظه می‌کنید.

درسال‌های اخیر نوعی خازن با عایق تانتالیوم (Tantalium) ساخته شده است که از نظر حجم بسیار کوچک‌تر از خازن‌های الکترولیتی است ولی از نظر ظرفیت در ردیف آن‌ها قرار دارد. هنگام اتصال خازن تانتالیوم به مدار باید به قطب‌های آن توجه کرد. در شکل ب - ۲۱-۲ این نوع خازن را ملاحظه می‌کنید. ظرفیت این خازن با کد عددی و ولتاژ کار آن به‌طور مستقیم روی آن نوشته شده است.

جدول ۲-۲

| شماره‌ی خازن   | نوع خازن | نوشته‌های روی بدنه خازن | مقدار ظرفیت | مقدار ولتاژ کار |
|----------------|----------|-------------------------|-------------|-----------------|
| C <sub>۱</sub> |          |                         |             |                 |
| C <sub>۲</sub> |          |                         |             |                 |
| C <sub>۳</sub> |          |                         |             |                 |
| C <sub>۴</sub> |          |                         |             |                 |
| C <sub>۵</sub> |          |                         |             |                 |
| C <sub>۶</sub> |          |                         |             |                 |

۴-۲-۲- کار عملی: تعدادی خازن الکترولیتی، تانتالیوم سرامیکی و ... (حداقل ۶ عدد) را در اختیار بگیرید. سپس با استفاده از تجربیات خود، مقدار ظرفیت خازن را برحسب PF، NF یا  $\mu F$  به دست آورید و ولتاژ کار هر خازن را تعیین کنید و نتایج را در جدول ۲-۲ بنویسید. در صورتی که ولتاژ خازن قابل تعیین نیست به جای آن علامت ( ) بگذارید.

#### ۵-۲-۲- سلف یا سیم پیچ

ساختمان سیم پیچ (سلف): هرگاه چند حلقه سیم را روی بدنه‌ی مداد، خودکار یا قرقره بپیچیم، یک سیم پیچ یا سلف (self) شکل می‌گیرد.

سیم پیچ‌ها می‌توانند بدون هسته یا با هسته باشند. جنس هسته‌ی سیم پیچ معمولاً از فلزهای آهنی یا فریت (ترکیب مخصوص آهن) است. در شکل ۲۳-۲، چند نمونه سیم پیچ را مشاهده می‌کنید.



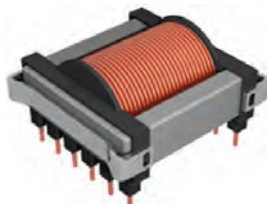
سلف بدون هسته و قرقره



سلف پیچیده شده روی قرقره بدون هسته



سلف با هسته‌ی فریت



سلف با هسته‌ی آهنی

شکل ۲۳-۲- انواع سیم پیچ‌های ساده، روی قرقره با هسته‌ی آهنی و فریت

نکته‌ی مهم: در صورتی که ولتاژ کار خازن روی خازن نوشته نشده باشد، برای اطلاع از مقدار ولتاژ کار باید به کاتالوگ کارخانه‌ی سازنده مراجعه کرد.

با مراجعه به سایت‌های اینترنتی منابع مختلف دیگر، روی انواع هسته‌های سیم پیچ ترانسفورماتور


تحقیق کنید:

تحقیق کنید.

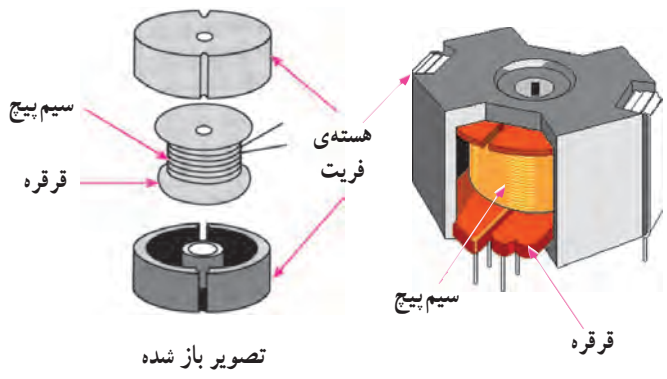
ویژه دانش آموزان  
علاقه مند

**عملکرد و اجزای تشکیل دهنده سلف: سلف عنصری**  
 است که انرژی الکتریکی را به صورت میدان مغناطیسی در خود ذخیره می کند. یک سلف معمولاً از سه قسمت تشکیل می شود:

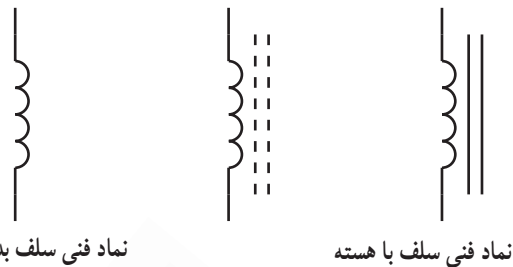
- سیم پیچ با تعدادی دور سیم مسی؛
- قرقره، که سیم روی آن پیچیده می شود.
- هسته، که در مرکز قرقره قرار می گیرد.

سلف ها به شکل های مختلف ساخته می شوند. شکل قرقره و هسته تعیین کننده شکل کلی سیم پیچ است. در شکل ۲۴-۲ تصویر مونتاز شده و باز شده ی یک نمونه سلف یا هسته ی فریت را ملاحظه می کنید. نماد فنی سیم پیچ به صورت  است. در صورتی که سیم پیچ هسته داشته باشد، روی نماد آن دو خط پر یا خط چین نیز رسم می کنند.

در شکل ۲۵-۲، نمونه های مختلف سیم پیچ و نمادهای مختلف آن نشان داده شده است.



شکل ۲۴-۲- اجزای تشکیل دهنده ی سیم پیچ (سلف) با هسته ی فریت



نماد فنی سلف بدون هسته

نماد فنی سلف با هسته



شکل ۲۵-۲- نماد فنی و تصویر ظاهری چند نمونه سلف

**جست و جو کنید:**

با بررسی سیستم برقی خودرو بررسی کنید در چه قسمت هایی از سیم پیچ استفاده شده است؟ نتایج را توضیح دهید.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ویژه دانش آموزان علاقه مند

## ضریب خود القای سلف: مقدار خاصیت ذخیره‌ی انرژی

در سیم پیچ و مخالفت آن در مقابل جریان الکتریکی را با ضریب خود القایی می‌سنجند. واحد ضریب خود القایی هانزی است و آن را با  $L$  نشان می‌دهند. هر قدر مقدار  $L$  بیش تر باشد توانایی ذخیره‌ی انرژی در سیم پیچ یا خاصیت مخالفت آن با جریان متناوب بیش تر است. واحدهای کوچک‌تر، میلی هانزی (mH) برابر با  $\frac{1}{1000}$

هانزی و میکروهانزی (NH) برابر با  $\frac{1}{1000000}$  هانزی می‌نامند.

با قرار دادن هسته‌ی آهنی یا فریت در داخل قرقره‌ی سلف، مقدار ضریب خود القای سلف افزایش می‌یابد. ضریب خود القای سیم پیچ را اندوکتانس (Inductance) نیز می‌گویند. موارد کاربرد سیم پیچ: سیم پیچ‌ها در موتورهای الکتریکی به منظور تولید میدان مغناطیسی و حرکت دوار و در رله‌ها به عنوان کلید قطع و وصل الکتریکی و مغناطیسی و در مدارهای الکترونیکی به عنوان یکی از قطعات اصلی به کار می‌رود. از سیم پیچ در موتور اتوموبیل در سامانه‌ی جرقه‌زنی استفاده می‌شود. کوئل ماشین، ترکیبی از دو سیم پیچ اولیه و ثانویه است، که به صورت ترانسفورماتور افزایش دهنده عمل می‌کند و ولتاژ زیاد را برای جرقه‌زنی فراهم می‌کند. در بسیاری از حسگرها و فیوزها از سیم پیچ استفاده می‌شود. در شکل ۲۶-۲، چند نمونه از موارد کاربرد سیم پیچ آمده است.

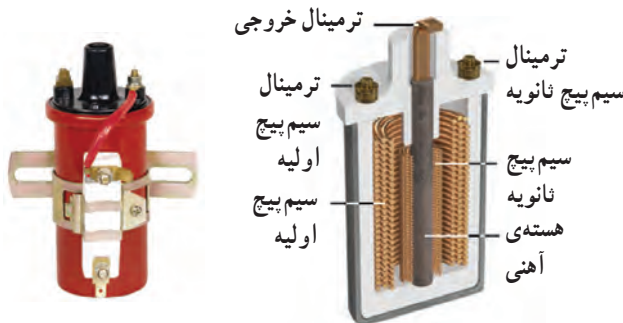
معمولاً مقدار ضریب خود القای سیم پیچ را روی سیم پیچ به صورت مستقیم یا با کد عددی یا کد رنگی می‌نویسند.

در شکل الف - ۲۶-۲، یک کوئل مربوط به ماشین‌های قدیمی را مشاهده می‌کنید که در آن دو سیم پیچ اولیه و ثانویه وجود دارد. در شکل ب - ۲۶-۲، کوئل مربوط به اتومبیل‌های جدید را ملاحظه می‌کنید که در آن نیز دو سیم پیچ به کار رفته است و در شکل ج - ۲۶-۲، آژیرو رله‌ی آن را ملاحظه می‌کنید. در شکل د - ۲۶-۲، حسگر نصب شده روی چرخ اتوموبیل و رله‌ی مربوط به استارت، چراغ و ... خودرو آمده است.

$$1 \text{ H (هانزی)} = 1000 \text{ mH (میلی هانزی)}$$

$$1 \text{ H (هانزی)} = 1000000 \mu\text{H (میکروهانزی)}$$

$$= 10^6 \mu\text{H}$$



الف - کوئل ماشین‌های قدیمی



ب - کوئل ماشین‌های جدید



ج - بوق و رله‌ی بوق

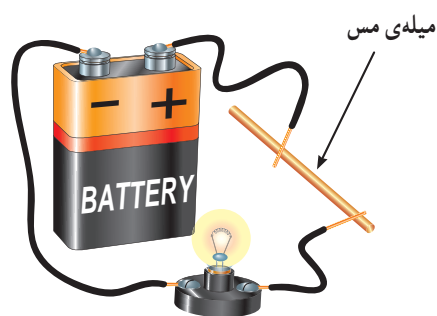


د - انواع رله‌های استارت و چراغ و حسگر چرخ

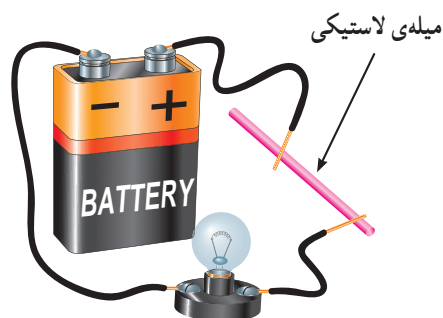
شکل ۲۶-۲ - موارد کاربرد سلف

جدول ۲-۳

| شماره‌ی قطعه | نام قطعه | مشخصات نوشته شده‌ی روی بدنه | مقدار  |     | سالم است |
|--------------|----------|-----------------------------|--------|-----|----------|
|              |          |                             | مقاومت | بلی |          |
| ۱            |          |                             |        |     |          |
| ۲            |          |                             |        |     |          |
| ۳            |          |                             |        |     |          |
| ۴            |          |                             |        |     |          |
| ۵            |          |                             |        |     |          |
| ۶            |          |                             |        |     |          |
| ۷            |          |                             |        |     |          |
| ۸            |          |                             |        |     |          |



یک سیم مسی هادی است و جریان برق را به راحتی از خود عبور می‌دهد و باعث روشن شدن لامپ می‌گردد.



سیم پلاستیکی (مانند طناب) عایق است و جریان برق را از خود عبور نمی‌دهد و در نتیجه لامپ روشن نمی‌شود.

شکل ۲-۲۷- منالی از هادی‌ها و عایق‌ها

۶-۲-۲- کار عملی: چند نمونه سلف آزمایشگاهی و حداقل دو نمونه کوئل خودرو و سه نمونه رله‌ی بوق، چراغ و استارت را در اختیار بگیرید و ورودی‌ها و خروجی‌های آن‌ها را شناسایی کنید و توسط اهم‌متر صحت عملکرد آن‌ها را بررسی نمایید و جدول ۲-۳ را کامل کنید.

**نکته‌ی مهم:** سلف یا سیم پیچ سالم هنگام آزمایش با اهم‌متر فقط مقاومت اهمی سیم پیچ را نشان می‌دهد.

### ۷-۲-۲- دیود Diode

اشاره‌ای به ساختمان نیمه هادی‌ها: اجسام موجود در طبیعت از نظر هدایت الکتریکی به سه دسته‌ی کلی تقسیم می‌شوند.

الف: هادی‌ها

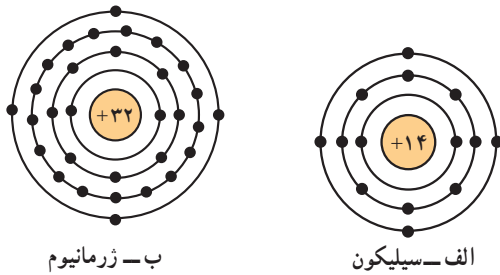
ب: عایق‌ها

ج: نیمه هادی‌ها

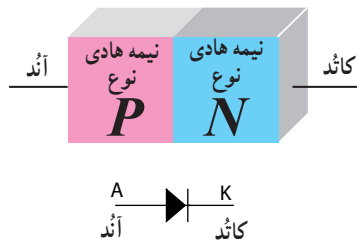
هادی‌ها اجسامی هستند که جریان برق را به راحتی از خود عبور می‌دهند. مس، آلومینیوم، سایر فلزات و بعضی از اسیدها در رده‌ی هادی‌ها قرار دارند (شکل ۲-۲۷)

عایق‌ها اجسامی هستند که جریان برق را به سادگی از خود عبور نمی‌دهند. شیشه، انواع پلاستیک‌ها، هوا و ... در رسته‌بندی عایق‌ها قرار دارند.

بین عایق‌ها و هادی‌ها اجسامی وجود دارند که نه مانند یک هادی به سادگی جریان برق را از خود عبور می‌دهند و نه مانند یک عایق جریان برق را از خود عبور نمی‌دهند.



شکل ۲-۲۸ - ساختمان اتمی نیمه هادی های سیلیکون و ژرمانیوم



شکل ۲-۲۹ - اتصال پی ان (PN) و نماد فنی دیود

به این اجسام، نیمه هادی می گویند. مهم ترین نیمه هادی هایی که در صنعت الکترونیک مورد استفاده قرار می گیرد سیلیکون و ژرمانیوم است. تمامی نیمه هادی ها در آخرین لایه ی اتم خود، چهار الکترون دارند. در شکل ۲-۲۸ ساختمان اتمی سیلیکون و ژرمانیوم نشان داده شده است.

وقتی اتم های ژرمانیوم یا سیلیکون در کنار یکدیگر قرار می گیرند و به صورت مولکول در می آیند تشکیل کریستال می دهند. در صورتی که یک عنصر سه ظرفیتی مانند آلومینیوم را به کریستال ژرمانیوم اضافه کنیم، کریستال نوع P شکل می گیرد. در صورتی که یک عنصر ۵ ظرفیتی را به کریستال ژرمانیوم یا سیلیسیوم اضافه کنیم، کریستال نوع N شکل می گیرد.

تشکیل دیود: اگر یک قطعه نیمه هادی نوع N را به یک قطعه نیمه هادی نوع P بچسبانیم، اتصال پی ان (PN)، که یک دیود است، شکل می گیرد.

کریستال نوع P را آند (Anode - قطب مثبت) و کریستال نوع N را کاتد (Cathode - قطب منفی) می نامند. در شکل ۲-۲۹، اتصال پی ان (PN) و نماد فنی دیود را ملاحظه می کنید. شکل ظاهری تعدادی از دیودها مشابه مقاومت هاست. اما دیودها را با توجه به مشخصات فنی مورد نیاز به صورت های گوناگون و متنوع می سازند. در شکل ۳-۲، تصویر ظاهری چند نمونه دیود را ملاحظه می کنید.



دیود معمولی



دیود قدرت



دیودهای مورد استفاده در خودروهای قدیمی



دیود مورد استفاده در اتوموبیل های جدید



دیود ۴ تایی (پل)

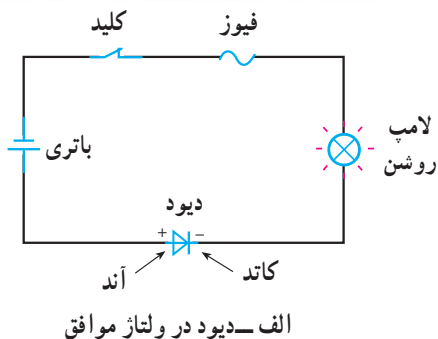
شکل ۳-۲ - تصویر ظاهری چند نمونه دیود

### جست و جو کنید:

با مراجعه به منابع مختلف در ارتباط با رفتار دیود در مدارهای الکتریکی تحقیق کنید و نتایج به دست آمده را بنویسید.

- .....
- .....
- .....
- .....
- .....

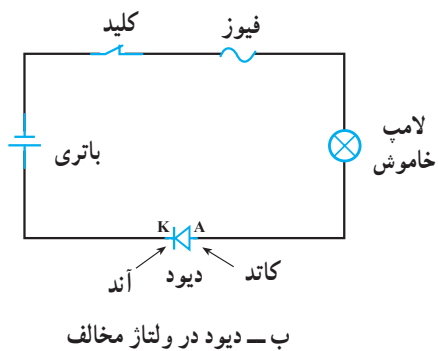
ویژه دانش آموزان علاقه مند



### عملکرد دیود و اتصال آن به مدار: دیود مانند یک

شیر یک طرفه عمل می‌کند. در صورتی که دیود به گونه‌ای به مدار وصل شود که قطب مثبت (آند) آن به قطب مثبت باتری و قطب منفی (کاتد) به قطب منفی باتری وصل باشد، دیود مانند یک کلید بسته عمل می‌کند در این حالت می‌گویند دیود در بایاس یا ولتاژ موافق قرار دارد (شکل الف - ۲-۳۱).

در صورتی که دیود به گونه‌ای در مدار قرار گیرد که قطب مثبت آن به قطب منفی باتری و قطب منفی آن به قطب مثبت باتری وصل شود، دیود مانند کلید باز عمل می‌کند و در این حالت جریانی از مدار عبور نخواهد کرد. در این شرایط می‌گویند دیود در ولتاژ مخالف (بایاس مخالف) قرار دارد (شکل ب - ۲-۳۱).



شکل ۲-۳۱ - عملکرد دیود در مدار

### نکته‌ی مهم: یک دیود زمانی هدایت می‌کند

که دو شرط زیر برقرار باشد:

- ولتاژ آند دیود تقریباً به اندازه‌ی  $0.6$  ولت از کاتد آن بیش‌تر باشد.
- منبع تغذیه بتواند جریان موردنیاز مدار را تأمین کند.

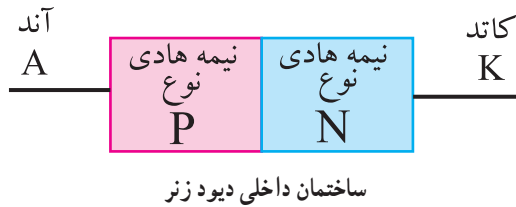
### کاربرد دیودها: دیود یک سوئیچ الکترونیکی است

یک سوساز، با ولتاژ آس (AC) که در حد گسترده‌ای در مدارهای الکترونیکی و مخابراتی به کار می‌رود. در خودرو از دیود، که یک سوساز سه فاز است و در خروجی آلترناتور (دینام) قرار می‌گیرد استفاده می‌کنند. در قسمت مدارهای ساده‌ی الکترونیکی به این موضوع خواهیم پرداخت.

توجه داشته باشید که در شکل الف - ۲-۳۱ دیود هدایت می‌کند و لامپ روشن است و در شکل ب - ۲-۳۱ دیود هدایت نمی‌کند و لامپ خاموش است.





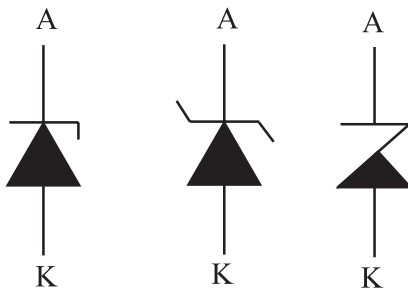


دیود زنر قدرت



دیود زنر معمولی

شکل ظاهری



استاندارد IEC

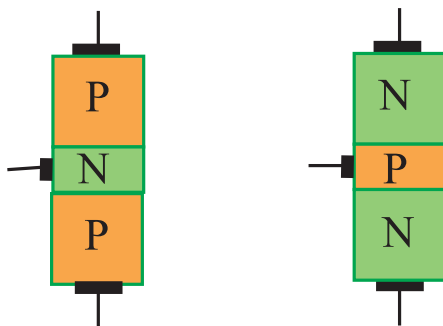
سمبل های رایج

علامت های قراردادی (نماد فنی) دیود زنر



تنظیم کننده شارژ باتری با استفاده از دیود زنر و سایر قطعات الکترونیکی

شکل ۲-۳۳- دیود زنر و کاربرد آن



شکل ۲-۳۴- نحوه ی قرار گرفتن نیمه هادی های نوع P و N در ترانزیستور

## دیود زنر (Zener): دیود زنر یک اتصال پی ان (PN)

است که در بایاس موافق مانند یک دیود معمولی یک سوکننده عمل می کند. این دیود در بایاس مخالف، تحت ولتاژ خاصی، که آن را ولتاژ زنر می نامند، ناگهان هادی شده و جریان را از خود عبور می دهد. در این حالت ولتاژ دو سر دیود تقریباً ثابت باقی می ماند. در شکل ۲-۳۳، ساختمان داخلی دیود زنر، شکل ظاهری، نماد و موارد کاربرد آن را، که در واقع، رگولاتور شارژ باتری است، مشاهده می کنید. زنر نام دانشمندی است که اولین بار در سال ۱۹۳۴ به این پدیده ی شگفت بی برد و آن را عملی نمود.

دیود زنر در خودروها، به منظور تنظیم میزان شارژ باتری و جلوگیری از شارژ شدن بیش از حد آن، مورد استفاده قرار گیرند.

### تحقیق کنید:

با مراجعه به منابع مختلف تحقیق کنید که دیودهای زنر با چه توان هایی ساخته می شوند. نتایج به دست آمده را بنویسید.

ویژه دانش آموزان علاقه مند

## ۸-۲-۲- ترانزیستور معمولی (BFT): یک

ترانزیستور معمولی، از سه قطعه ی نیمه هادی نوع P و N تشکیل شده است. نحوه ی قرار گرفتن نیمه هادی های نوع P و N در کنار یک دیگر به دو صورت زیر می تواند باشد. هر دو نوع ترانزیستور در عمل ساخته می شوند.

(الف) یک قطعه نیمه هادی نوع N در وسط و دو قطعه

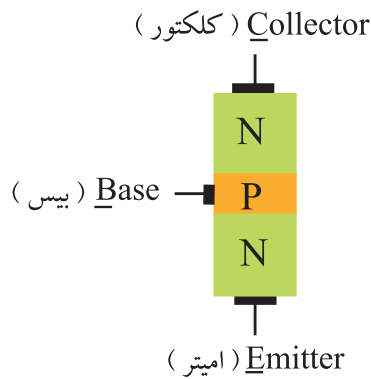
نیمه هادی نوع P در دو طرف آن قرار می گیرد.

(ب) یک قطعه نیمه هادی نوع P در وسط و دو قطعه نیمه

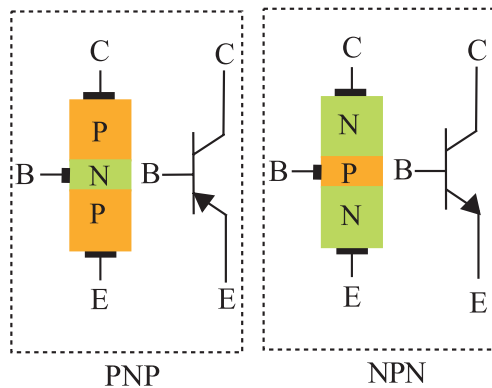
هادی نوع N در دو طرف آن قرار می گیرد.

در شکل ۲-۳۴ ساختمان داخلی هر دو نوع ترانزیستور

نشان داده شده است.



شکل ۲-۳۵- نام پایه‌های ترانزیستور



شکل ۲-۳۶- علامت قراردادی ترانزیستورهای PNP و NPN

ترانزیستوری که از دو قطعه نیمه هادی نوع P و یک قطعه نیمه هادی نوع N ساخته شده باشد ترانزیستور PNP و ترانزیستوری که حاوی دو قطعه نیمه هادی نوع N و یک قطعه نیمه هادی نوع P است، ترانزیستور NPN نامیده می‌شود.

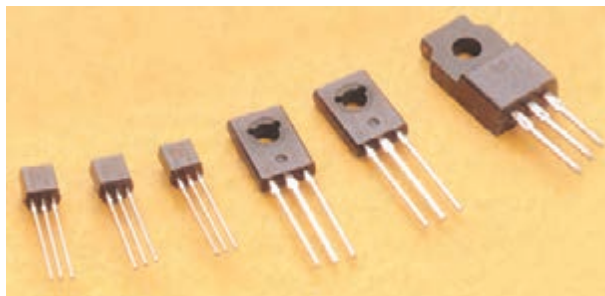
پایه‌های ترانزیستور را امیتر، بیس و کلکتور می‌نامند. پایه کلکتور را با حرف C، پایه بیس را با حرف B و پایه امیتر را با حرف E نشان می‌دهند (شکل ۲-۳۵).

در شکل ۲-۳۶ علامت‌های قراردادی ترانزیستورهای PNP و NPN نشان داده شده است.

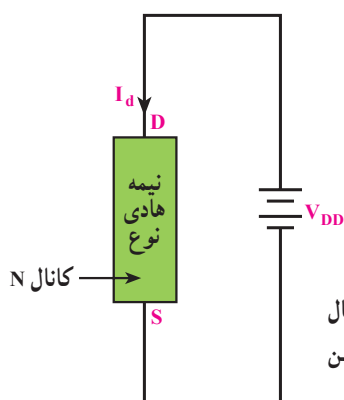
### تحقیق کنید:

با مراجعه به سایت‌های اینترنتی و منابع مختلف بررسی کنید آیا انواع دیگر ترانزیستور وجود دارند یا خیر؟ در صورتی که وجود دارد، آن‌ها را نام ببرید.

ویژه دانش‌آموزان علاقه‌مند



شکل ۲-۳۷- نمونه‌هایی از انواع ترانزیستورها



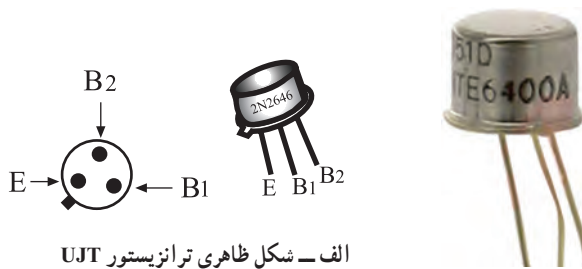
شکل ۲-۳۸- پایه‌ی محل اتصال قطب مثبت منبع ولتاژ را درین می‌نامند و با D نشان می‌دهند.

در شکل ۲-۳۷ نمونه‌هایی از انواع ترانزیستورها را مشاهده می‌کنید.

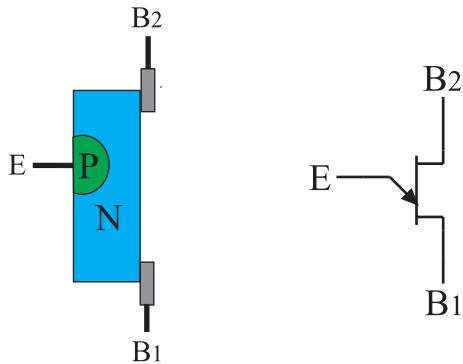
از ترانزیستور در نقش تقویت‌کننده، کلید الکترونیکی و رگولاتور استفاده می‌کنند. از انواع دیگر ترانزیستورها می‌توان JFET و UJT را نام برد.

### ۲-۲-۹- ترانزیستور JFET: اگر به دو سر یک

قطعه‌ی نیمه هادی نوع N، مانند شکل ۲-۳۸ ولتاژ DC وصل کنیم جریانی از مدار عبور می‌کند که آن را  $I_D$  می‌نامیم. مقدار  $I_D$  بستگی به مقاومت نیمه هادی نوع N دارد. پایه‌ی (الکترونی) را که قطب مثبت منبع ولتاژ به آن وصل است D و پایه‌ی را که قطب منفی به آن وصل است S یا منبع الکترون‌ها می‌نامند. نیمه هادی نوع N را که از آن جریان  $I_D$  عبور می‌کند کانال می‌گویند. در این شکل چون نیمه هادی، نوع N است به آن کانال نوع N گفته می‌شود.

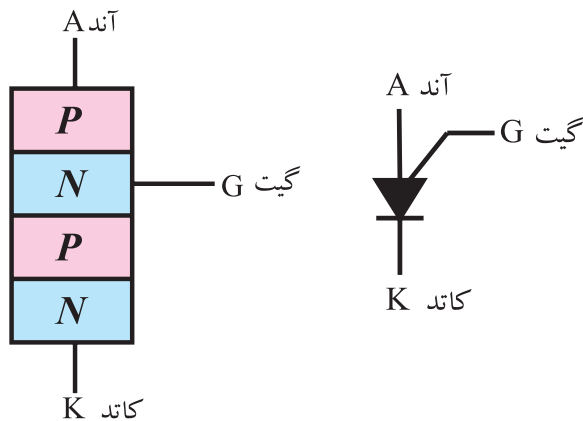


الف - شکل ظاهری ترانزیستور UJT



ب - ساختمان داخلی UJT و نماد آن

شکل ۲-۳۹ - شکل ظاهری، ساختمان داخلی و نماد UJT



ساختمان داخلی PUT

نماد یا علامت قراردادی PUT

شکل ۲-۴۰ - ساختمان داخلی و نماد فنی PUT

شکل ظاهری ترانزیستور JFET مشابه ترانزیستورهای معمولی است، ولی عملکرد آن کاملاً متفاوت است. از JFET می‌توان در نقش کلید الکترونیکی، تقویت کننده و ... در مدارهای الکترونیکی دستگاه‌های مختلف استفاده کرد.

۱-۲-۲- ترانزیستور تک اتصالی (UJT):

ترانزیستور تک اتصالی یا UJT از یک قطعه‌ی نیمه هادی معمولاً نوع N و به ندرت نوع P تشکیل می‌شود. در قسمتی از نیمه هادی نوع N یک نیمه هادی نوع P نفوذ می‌دهند. به این ترتیب، اصطلاح تک اتصالی تعریف می‌شود. شکل ۲-۳۹ نشان شکل ظاهری و ساختمان داخلی و نماد این ترانزیستور را نشان می‌دهد. دو اتصال انتهایی ناحیه‌ی N را بیس یا پایه‌های B<sub>۱</sub> و B<sub>۲</sub> و اتصال نیمه هادی نوع P را امیتر می‌گویند. از UJT در مدارهای نوسان‌ساز استفاده می‌شود. مدار نوسان‌ساز مدار است که می‌تواند سیگنال AC با فرکانس‌های مختلف تولید کند.

### تحقیق کنید:

آیا در مدارهای الکترونیکی خودرو از نوسان‌ساز استفاده می‌شود؟ در صورتی که جواب مثبت است توضیح دهید.

ویژه دانش‌آموزان علاقمند

۱۱-۲-۲- PUT یا UJT قابل برنامه‌ریزی: PUT

یا UJT قابل برنامه‌ریزی، از چهار قطعه‌ی نیمه هادی نوع P و N تشکیل شده است. پایه‌های یک PUT را، آند، گیت و کاتد می‌نامند و با حروف A و G و K نمایش می‌دهند.

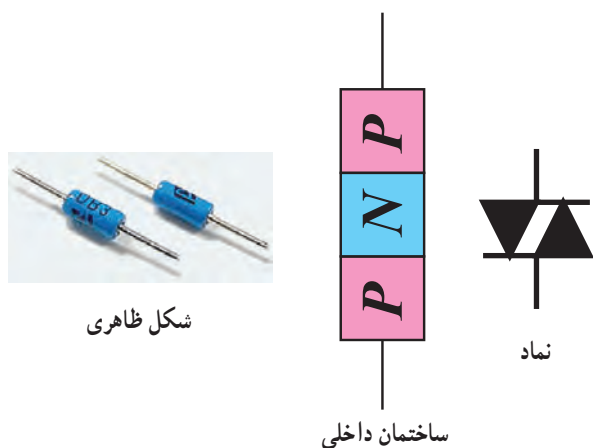
در شکل ۲-۴۰ ساختمان داخلی و نماد فنی PUT را

ملاحظه می‌کنید. شکل ظاهری PUT مشابه سایر ترانزیستورها است.

## ۲-۲-۱۲- دایاک سه لایه و ۵ لایه:

— **دایاک سه لایه:** دایاک یک قطعه الکترونیکی نیمه هادی دو الکترودی یعنی دو پایه است. نوع سه لایه دایاک از سه لایه ی کریستال P، N و P تشکیل شده است. دایاک دارای دو حالت کار قطع و وصل است. در شکل ۲-۴۱ ساختمان داخلی و شکل ظاهری و نماد فنی دایاک نشان داده شده است. همان طور که از شکل مشخص است، ساختمان دایاک شبیه به یک ترانزیستور PNP است با این تفاوت که الکتروود بیس ندارد.

— **دایاک ۵ لایه:** دایاک ۵ لایه از ۵ لایه ی نیمه هادی نوع P و N تشکیل شده است. شکل ۲-۴۲، ساختمان داخلی دایاک ۵ لایه را نشان می دهد. علامت قراردادی دایاک ۵ لایه مانند دایاک ۳ لایه است. دایاک سه لایه و ۵ لایه علاوه بر استفاده در مدارهای مختلف در نقش نوسان ساز نیز به کار می رود.



شکل ظاهری

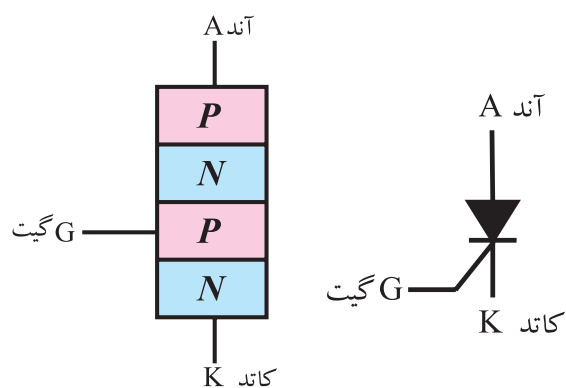
ساختمان داخلی

نماد

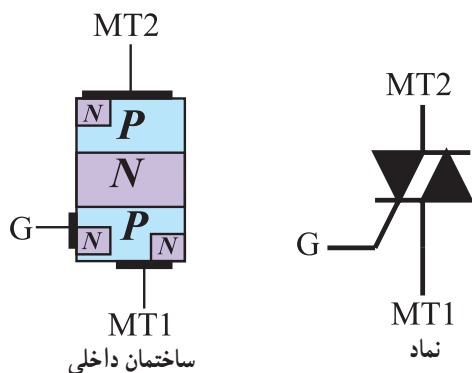
شکل ۲-۴۱- ساختمان داخلی، شکل ظاهری دایاک سه لایه



شکل ۲-۴۲- ساختمان داخلی دایاک ۵ لایه



شکل ۲-۴۳- ساختمان داخلی و نماد تریستور



شکل ۲-۴۴- ساختمان داخلی و نماد تریاک

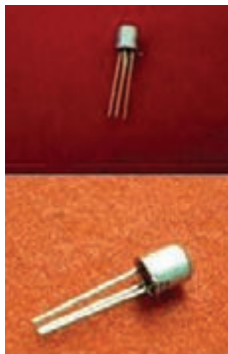
دایاک Diac، تریاک Triac، تریستور SCR را اصطلاحاً کلید یا سوئیچ الکترونیکی قابل کنترل می نامند.

## ۲-۲-۱۳- تریستور یا اس سی آر (SCR): تریستور

یا اس سی آر از ۴ قطعه ی نیمه هادی نوع P و N تشکیل می شود. پایه های SCR را آند (A) گیت (G) و کاتد (K) می نامند. تریستور یا SCR در واقع یک دیود یک سوکننده ی قابل کنترل قدرتی است در شکل ۲-۴۳، ساختمان داخلی و نماد تریستور را مشاهده می کنید.

## ۲-۲-۱۴- تریاک (Triac): تریاک عنصری است

مانند اس سی آر (SCR) با این تفاوت که می تواند هم در نیم سیکل مثبت و هم در نیم سیکل منفی ولتاژ را برش دهد و روی هر دو نیم سیکل مثبت و منفی کنترل داشته باشد. از مجموعه ی دایاک، تریستور، تریاک و تعداد دیگری از قطعات الکترونیکی جهت کنترل دور موتور، نور چراغ ها و ... استفاده می کنند.



PUT و FET, UJT



دایاک



اس سی آر (SCR) و تریاک

شکل ۲-۴۵- شکل ظاهری چند نمونه قطعه‌ی الکترونیک صنعتی

## ۱۵-۲-۲- قطعات الکترونیک صنعتی: مجموعه‌ی

قطعات UJT، PUT، SCR، دایاک، تریاک را به دلیل این که در مدارهای جریان بالای صنعتی به کار می‌روند قطعات الکترونیک صنعتی می‌گویند.

از این قطعات در مدارهای الکترونیکی خودرو نیز استفاده می‌شود. استفاده از قطعات الکترونیک صنعتی در مدارهای با جریان بالا، سبب شده است تا حجم مدارهای الکترونیکی نسبت به مدارهای کنتاکتوری (رله‌ای) کاهش یابد و از تلفات انرژی نیز در حد بسیار گسترده‌ای جلوگیری شود. در شکل ۲-۴۵ تصویر ظاهری تعدادی از این قطعات را ملاحظه می‌کنید.

### تحقیق کنید:

آیا قطعات الکترونیک صنعتی همان حسگرها یا سنسورها هستند. پاسخ خود را تشریح کنید.

.....  
 .....  
 .....  
 .....

ویژه دانش‌آموزان علاقه‌مند

## ۱۶-۲-۲- مدارهای مجتمع یا آی سی (IC): امروزه

قطعات الکترونیکی مانند دیود، ترانزیستور، مقاومت و ... را در ابعاد بسیار کوچک‌تری می‌سازند و مجموعه‌ای از قطعات را در داخل یک بسته‌بندی به صورت مدار مجتمع قرار می‌دهند. گاهی ابعاد این قطعات از نوک سوزن نیز بسیار کوچک‌تر است. جالب این جاست که کلیه‌ی اعمال لحیم‌کاری و اتصال پایه‌ها نیز روی همان مدار مجتمع صورت می‌گیرد. با استفاده از این روش حجم مدار بسیار کوچک می‌شود و تلفات آن نیز نسبت به قطعات جدا از هم کاهش می‌یابد. بسته‌بندی مدارهای مجتمع به صورت بسته‌ی فلزی یا پلاستیکی در حجم‌های استوانه‌ای، مکعب مستطیل و مکعب ساخته می‌شود.



مزایای مدار مجتمع یا IC

- حجم کم
- قیمت ارزان
- لحیم‌کاری کم
- تلفات توان کم

شکل ۲-۴۶- نمونه‌هایی از مدار مجتمع

|      |        |
|------|--------|
| زمان | ۲ ساعت |
|------|--------|

جدول ۲-۴

| ردیف | نام قطعه | شماره‌ی فنی قطعه |
|------|----------|------------------|
| ۱    |          |                  |
| ۲    |          |                  |
| ۳    |          |                  |
| ۴    |          |                  |
| ۵    |          |                  |
| ۶    |          |                  |
| ۷    |          |                  |
| ۸    |          |                  |
| ۹    |          |                  |
| ۱۰   |          |                  |

۱۷-۲-۲- کار عملی : حداقل تعداد ۱۰ قطعه

الکترونیکی شامل انواع دیود، انواع ترانزیستور، انواع آی سی (IC) را در اختیار بگیرید، سپس، آن‌ها را از روی شکل ظاهر شناسایی کنید. نام قطعه و مشخصات فنی نوشته شده‌ی روی آن را در جدول شماره‌ی ۲-۴ یادداشت کنید.

**توجه :** شماره‌ی فنی عبارت از شماره‌ای است که توسط کارخانه روی قطعه نوشته می‌شود. از هر نمونه قطعه حداقل دو عدد انتخاب شود.

در شکل ۲-۴۶ تصویر ظاهری تعدادی آی سی (IC) را مشاهده می‌کنید. امروزه در مدارهای الکترونیکی خودرو نیز در حد بسیار گسترده‌ای از آی سی استفاده می‌شود. هم چنین بسیاری از آی سی‌ها قابل برنامه‌ریزی (Programmable) هستند.

### ۲-۳- آشنایی با لوازم اندازه‌گیری و آزمایش مدارهای الکترونیکی

۱-۳-۲- معرفی انواع دستگاه‌های اندازه‌گیری الکترونیکی : دستگاه‌های اندازه‌گیری الکترونیکی بسیار گسترده و متنوع‌اند. در واحدهای کار قبلی با اصول کار و نحوه‌ی استفاده از ولت‌متر، آمپر‌متر، اهم‌متر و مولتی‌متر عقربه‌ای آشنا شدید. یادآور می‌شود، امروزه به دلیل ارزانی قیمت و دقت بالایی که مولتی‌مترهای دیجیتال دارند، اغلب از مولتی‌متر دیجیتالی استفاده می‌شود.

در این قسمت به بررسی دستگاه‌های اندازه‌گیری مولتی‌متر دیجیتالی، اسیلوسکوپ و سیگنال ژنراتور آراف (RF) و دورسنج الکترونیکی می‌پردازیم. در شکل ۲-۴۷، تصویر ظاهری این دستگاه‌ها را مشاهده می‌کنید.



اسیلوسکوپ



فانکشن ژنراتور



مولتی‌متر عقربه‌ای



مولتی‌متر دیجیتال



دورسنج عقربه‌ای

دورسنج (تاکومتر)



دیجیتال

شکل ۲-۴۷- تصویر ظاهری چند نمونه دستگاه اندازه‌گیری الکترونیکی



مولتی متر آنالوگ



مولتی متر دیجیتال

شکل ۲-۴۸- مولتی متر آنالوگ و دیجیتال

### ۲-۳-۲- مولتی متر (multimeter): مولتی متر

دستگاهی است که برای اندازه گیری چند کمیت به کار می رود. اولین مولتی مترهای ساخته شده می توانستند کمیت های ولتاژ و جریان مستقیم و متناوب و مقاومت را اندازه بگیرند. بعدها حوزه ی کار مولتی مترها، از نظر تعداد کمیت مورد اندازه گیری، گسترش پیدا کرد. به طوری که امروزه مولتی مترهایی ساخته شده اند که می توانند ظرفیت خازن، ضریب خود القای سیم پیچ، فرکانس، شدت صوت (دسی بل) و ضریب تقویت جریان ترانزیستور را اندازه بگیرند و دیود و ترانزیستور را تست کنند. مولتی مترها در دو نوع آنالوگ و دیجیتال ساخته می شوند. امروزه مولتی مترهای دیجیتال کاربرد گسترده تری دارند و برخی از آن ها را می توان به کامپیوتر متصل کرد و اطلاعات مورد نظر را ذخیره نمود.

در شکل ۲-۴۸، تصویر دو نمونه ی پر کاربرد مولتی متر

عقر به ای و دیجیتالی را مشاهده می کنید.

### ۲-۳-۳- اسیلوسکوپ یا نوسان نما

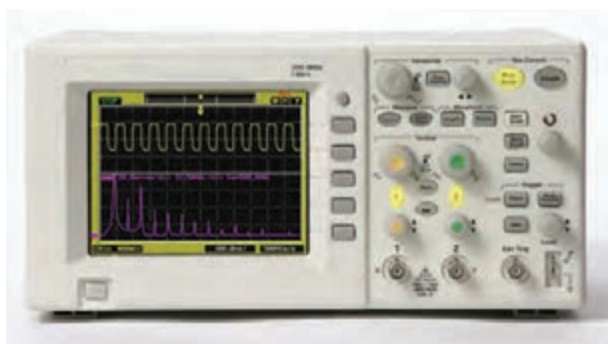
(Oscilloscope): اسیلوسکوپ دستگاهی است که می تواند شکل موج یک سیگنال الکتریکی را به ما نشان دهد. اسیلوسکوپ، سیگنال الکتریکی را در حوزه ی زمان به ما نشان می دهد. از اسیلوسکوپ در دستگاه های پزشکی برای نشان دادن نوسان های مربوط به ضربان قلب، در خودرو و برای مشاهده ی عملکرد دقیق سیستم سوخت رسانی و جرقه زنی و در بسیاری از موارد دیگر به کار می رود. هر اسیلوسکوپ دارای یک لامپ تصویر است که سیگنال مورد نظر روی آن به نمایش در می آید.

در داخل اسیلوسکوپ مدارهایی وجود دارد که سیگنال های مورد آزمون را پردازش می کند و آن را به لامپ تصویر می رساند. هم چنین، در داخل آن مدارهایی برای همزمانی و جلوگیری از به هم ریختگی سیگنال در نظر گرفته می شود.

روی صفحه ی جلوی اسیلوسکوپ (پنل panel) سلکتورهایی وجود دارد که توسط آن ها می توان سیگنال الکتریکی مورد نظر را در حد دل خواه تنظیم نمود.

اسیلوسکوپ در دو نوع آنالوگ و دیجیتال ساخته می شود.

در شکل ۲-۴۹، دو نمونه اسیلوسکوپ را ملاحظه می کنید.



شکل ۲-۴۹- شکل ظاهری دو نمونه اسیلوسکوپ

همان طور که مشاهده می شود، ابعاد صفحه ی لامپ تصویر اسیلوسکوپ ها با هم متفاوت اند.

#### ۴-۳-۲- سیگنال ژنراتور (signal generator) :

سیگنال ژنراتور دستگاهی است که سیگنال های مختلف الکتریکی را با فرکانس، شکل موج و دامنه ی متفاوت تولید می کند. از آن جا که دامنه و فرکانس تولید شده توسط این دستگاه قابل تنظیم است، کاربر می تواند متناسب با نیاز خود سیگنال الکتریکی را تنظیم کند و آن را مورد استفاده قرار دهد. از سیگنال ژنراتور برای تعمیر و تنظیم دستگاه های الکترونیکی استفاده می کنند.

سیگنال ژنراتورها در دو نوع آ. اف (AF) و آر. اف (RF) ساخته می شوند. سیگنال ژنراتور AF برای مدارهای معمولی و با فرکانس کم و سیگنال ژنراتور RF برای مدارهای رادیویی به کار می رود.

در شکل ۵-۲ دو نمونه سیگنال ژنراتور AF را ملاحظه می کنید. معمولاً سیگنال ژنراتور AF موج های مربعی و سینوسی تولید می کند. دستگاه دیگری به نام فانکشن ژنراتور (Function Generator) وجود دارد که می تواند شکل موج های مثلثی و ... را تولید نماید.

#### ۵-۳-۲- دورسنج الکترونیکی (Tachometer) :

برای اندازه گیری تعداد دور موتورهای الکتریکی و مکانیکی از دورسنج استفاده می شود. دورسنج ها در دو نوع الکتریکی و مکانیکی ساخته می شوند. دورسنج مکانیکی به گونه ای طراحی شده است که روی، سطح مقطع محوری که می چرخد قرار می گیرد و شروع به چرخش می کند و تعداد دور را نشان می دهد. دورسنج الکتریکی در واقع مجموعه ی فرستنده و گیرنده هایی هستند که یکی روی محور در حال چرخش نصب می شود و دیگری در یک محل به صورت ثابت قرار می گیرد. اطلاعات مربوط به چرخش موتور از طریق نور مرئی، نور مادون قرمز، امواج الکترومغناطیسی، لیزر و ... تبادل می شود و میزان چرخش محور را روی نمایشگر ظاهر می سازد. در شکل ۵۱-۲، چند نمونه دورسنج را ملاحظه می کنید.



شکل ۵-۲- دو نمونه سیگنال ژنراتور AF



دور سنج دیجیتالی با محرک نوری



دورسنج دیجیتالی با محرک مکانیکی



شکل ۵۱-۲- چند نمونه دورسنج اتاکومتر





شکل ۲-۵۲- دستگاه بی اچ (pH) متر

### ۲-۳-۶- غلظت سنج: از غلظت سنج برای

اندازه‌گیری میزان غلظت اسید باتری و روغن و مواد دیگر استفاده می‌کنند. این دستگاه‌ها به دو صورت ساده و الکترونیکی ساخته می‌شوند. غلظت سنجی را که برای باتری به کار می‌رود بی اچ (pH) متر می‌گویند. در شکل ۲-۵۲، دو نمونه غلظت سنج را مشاهده می‌کنید.

### ۲-۳-۷- دستگاه آنالیز گازهای خروجی اگزوز

خودرو: با این دستگاه می‌توانید ترکیبات گازها و مواد معلق خروجی اگزوز اتومبیل را به دست بیاورید. در این دستگاه از دستگاه‌هایی مشابه مولتی متر استفاده شده است. متناسب با نوع دستگاه، مولتی مترهای مورد استفاده می‌توانند دیجیتالی یا عقربه‌ای باشند.

### ۲-۳-۸- کار عملی: با مراجعه به یک محیط کارگاهی،



شکل ۲-۵۳

انواع دستگاه‌های اندازه‌گیری موجود در کارگاه را شناسایی کنید و سپس، نام دستگاه، مدل، شماره‌ی سریال و موارد کاربرد آن‌ها را در جدول شماره‌ی ۲-۵ بنویسید. حداقل چهار نمونه دستگاه را شناسایی کنید.

|      |        |
|------|--------|
| زمان | ۲ ساعت |
|------|--------|

جدول ۲-۵- انواع دستگاه‌های موجود در کارگاه

| ردیف | نام دستگاه | جدول و شماره‌ی سریال | کاربرد |
|------|------------|----------------------|--------|
| ۱    |            |                      |        |
| ۲    |            |                      |        |
| ۳    |            |                      |        |
| ۴    |            |                      |        |
| ۵    |            |                      |        |

دستگاه دیاک Diac چیست؟ و چه کاربردی دارد؟ توضیح دهید.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ویژه دانش‌آموزان علاقه‌مند

## ۲-۴- رعایت نکات ایمنی

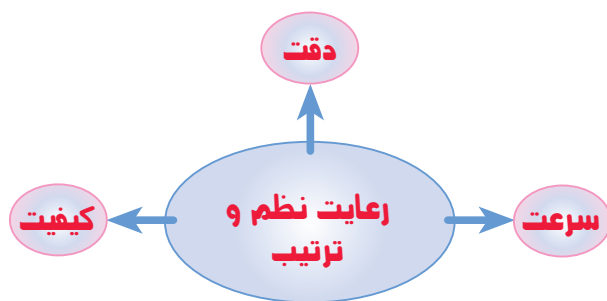
لازم است برای اجرای کار عملی در کارگاه‌های فنی، حوزه‌های صنعتی، به خصوص هنگام کار با لوازم الکتریکی و الکترونیکی خودرو و ابزار اندازه‌گیری، دستورهای حفاظتی و ایمنی مورد توجه قرار گیرد و دقیقاً اجرا شود.

در این قسمت نکات مهم و عمومی دستورهای حفاظتی و ایمنی را یادآور می‌شویم و نکات حفاظتی ایمنی تخصصی را در دستور کارهای عملی و آزمایشگاهی، بنا به ضرورت، خواهیم آورد.

۲-۴-۱: نظم و ترتیب را در کارگاه رعایت کنید (شکل ۲-۵۴). یکی از رموز موفقیت در زندگی رعایت نظم و ترتیب است. افراد موفق افرادی هستند که رعایت نظم و ترتیب و برقراری انضباط را سرلوحه‌ی کار خود قرار داده‌اند.



شکل ۲-۵۴- رعایت نظم و ترتیب در کارگاه



رعایت نظم و ترتیب، مهارت‌های دقت نظر، سرعت کار و کیفیت اجرای کار را در فرد افزایش می‌دهد.



۲-۴-۲: شعار اول ایمنی، بعد کار را همواره به‌خاطر داشته باشید و در محیط کارگاه یک پوستر متناسب با این شعار تهیه و نصب کنید.



شکل ۲-۵۵- همواره با احتیاط کار کنید.

۲-۴-۳: فرآیند و مراحل اجرای هرکاری را با دقت و حوصله اجرا کنید. هنگام اجرای کار، هرگز عجله نکنید. زیرا عجله در کار عواقب بسیار ناخوش آیندی در پی دارد، که ممکن است غیر قابل جبران باشد (شکل ۲-۵۵).

۲-۴-۴: هنگام کار روی سامانه‌های برقی و الکترونیکی موتور خودرو، مراقب باشید به رنگ بدنه‌ی خودرو، به خصوص گل‌گیرها، آسیب وارد نشود. هنگام تعمیر و سرویس، روی گل‌گیرها را با پوشش مخصوص بپوشانید (شکل ۲-۵۶).



روی گل‌گیرها را با پوشش مخصوص تا پایان کار بپوشانید.

شکل ۲-۵۶- هنگام کار روی موتور خودرو مراقب رنگ گل‌گیرها باشید.

رعایت این مسئله نشان می‌دهد که شما تا چه اندازه نسبت به کار خود متعهد و مسئولیت‌پذیر هستید.

۲-۴-۵: هنگام کار روی قسمت‌های برقی و الکترونیکی داخل اتاق خودرو، مراقب قسمت‌های چرمی و پلاستیکی داشبورد، صندلی‌ها و کنسول‌های وسط خودرو باشید تا کثیف نشوند و آسیب نبینند.

همواره سعی کنید کار فنی خود را به‌طور کامل انجام دهید و پس از اتمام کار قسمت‌هایی را که تعمیر یا باز کرده‌اید کاملاً تمیز کنید (شکل ۲-۵۷).



شکل ۲-۵۷- مراقب داشبورد و صندلی‌ها باشید و پس از اتمام کار آن‌ها را کاملاً تمیز کنید.

رعایت این مسئله موجب جلب رضایت مشتری و جذب مشتری بیشتر و در نهایت باعث محبوبیت شما خواهد شد.



شکل ۲-۵۸- استفاده از دستکش و ابزار صحیح از ضروریات اجتناب ناپذیر برای اجرای کار صحیح است



پروب آزمایش دیجیتالی



مولتی متر دیجیتالی

شکل ۲-۵۹- هنگام بررسی مدار، متناسب با نیاز از پروب آزمایش یا مولتی متر استفاده کنید.

#### ۲-۴-۶: هنگام کار روی مدارهای الکتریکی و

الکترونیکی، در صورت امکان از دستکش استفاده کنید. از آنجا که مدارهای الکترونیکی به بارهای استاتیک (بارهای الکتریکی ذخیره شده در بدن انسان) حساس اند. قبل از شروع کار روی مدار، حتماً بار الکتریکی بدن خود را تخلیه کنید. برای این کار کافی است دست خود را به یک شیء فلزی نصب شده مانند دستگیره در، لوله ی آب و ... تماس دهید. در صورتی که بخواهید بدن شما همواره از بار الکترواستاتیک تخلیه شود از دست بندهای مخصوص تخلیه ی الکترواستاتیک استفاده کنید. همچنین، برای این که کار شما نتیجه ی مطلوب داشته باشد، از ابزار صحیح استفاده کنید. مثلاً برای تنظیم دهانه ی شمع حتماً از فیلهای مخصوص تنظیم استفاده نمایید (شکل ۲-۵۸).

#### ۲-۴-۷: برای آزمایش اولیه ی سامانه ی برقی خودرو،

که معمولاً از فیوزها شروع می شود، از پروب مخصوص آزمایش مدار (Test - probe) یا مولتی متر استفاده کنید. توجه داشته باشید که عیب یابی بی هدف روی مدارهای الکتریکی و الکترونیکی خودرو موجب آسیب رسانی جدی تر می شود و خسارت بیش تری به بار می آورد. پروب مخصوص آزمایش در دو نوع لامپی و دیجیتالی ساخته می شود. پروب آزمایش لامپی مشابه چراغ قوه ای است، که با ولتاژ ۱۲ ولت کار می کند. با اتصال سیم های پروب آزمایش مخصوص به قسمت های مختلف مدار، می توانید از وجود اتصال کوتاه یا قطع بودن مدار اطلاع حاصل کنید. پروب آزمایش را در اصطلاح بازار، تستر (Tester) می گویند.

برای آزمایش مدارهای الکترونیکی استفاده از پروب

آزمایش لامپی توصیه نمی شود. برای بررسی مدارهای الکترونیکی حتماً از مولتی متر یا پروب آزمایش دیجیتالی استفاده کنید (شکل ۲-۵۹).



شکل ۲-۶۰- هنگام کار در داخل اتاق خودرو مراقب دسته‌ی راهنما، دسته‌ی چراغ یا ابزار مشابه باشید تا آسیب نبیند.



شکل ۲-۶۱- هنگام بازکردن قسمت‌های پلاستیکی و تزئیناتی مراقب باشید به آن‌ها آسیبی وارد نشود.



شکل ۲-۶۲- استفاده از ابزار ایمنی و حفاظتی سلامتی شما را تضمین می‌کند.

۲-۴-۸: هنگام بازکردن قطعات برقی و الکترونیکی دستگاه در داخل اتاق مراقب دسته‌ی راهنما، دسته‌ی چراغ و سایر قسمت‌ها باشید. زیرا در اثر بی احتیاطی ممکن است دست یا ابزار شما با این وسایل برخورد نماید و موجب شکستن آن‌ها شود (شکل ۲-۶۰).

۲-۴-۹: هنگام بازکردن و بیرون آوردن قسمت‌های پلاستیکی و تزئیناتی بدنه و داخل اتاق مراقب باشید تا به آن‌ها آسیبی وارد نشود. استفاده از ابزار تیز فلزی موجب خراشیدن این قطعات می‌شود و شکل ظاهری آن‌ها را به هم می‌زند. توجه داشته باشید که کوچک‌ترین خراشیدگی روی داشبورد یا تزئینات روی آن باعث بد منظره شدن داخل اتاق می‌شود و مشتری آن را نمی‌پسندد. در این صورت، مشتری حتماً به شما اعتراض می‌کند و ادعای خسارت خواهد کرد (شکل ۲-۶۱).

#### تحقیق کنید:

انواع ابزارهایی که برای برداشتن حفاظ‌ها در پوشش‌های پلاستیکی به کار می‌رود را شناسایی کنید و نام آن‌ها را فهرست کنید.

- .....
- .....
- .....
- .....

۲-۴-۱۰: استفاده از لوازم حفاظتی تضمین کننده سلامتی شما است. سعی کنید، متناسب با نیاز، از تجهیزات ایمنی حفاظتی استفاده کنید. استفاده از دستکش، ماسک، عینک و گوشی، چهار حس از حواس پنج‌گانه‌ی شما را (لامسه، بویایی، بینایی و شنوایی) از خطرات احتمالی دور می‌سازد و سلامتی آن‌ها را حفظ می‌کند. در شکل ۲-۶۲، نمونه‌هایی از این وسایل را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۲-۶۳- در محیط کارگاه ازدحام نکنید و از شوخی بپرهیزید.

۱۱-۴-۲: در هنگام کار هرگز با هم شوخی نکنید و از ایجاد شلوغی و ازدحام در محیط کار بپرهیزید. یک محیط کار آرام می‌تواند زمینه‌ساز اجرای کار با کیفیت بالا باشد (شکل ۲-۶۳).

با ایجاد نظم در کارگاه، هم‌چنین ایجاد فضایی آرام برای کار عملی و جلوگیری از اختلال در کار، می‌توان وظایف محوله را با کیفیت بالا و مطلوب انجام داد.



شکل ۲-۶۴- از بازی کردن با دکمه‌ها و سلکتورهای دستگاه‌های الکترونیکی خودداری کنید.

۱۲-۴-۲: هنگام کار با دستگاه‌های الکترونیکی، مانند مولتی‌متر، اسیلوسکوپ دستگاه تنظیم سوخت خودرو و ... با دکمه‌های آن بازی نکنید. بازی کردن بی‌مورد با سلکتورها و دکمه‌های این‌گونه دستگاه‌ها، علاوه بر این که از عمر دستگاه می‌کاهد، حساسیت و دقت آن را نیز کم می‌کند (شکل ۲-۶۴).

اجرای این مهارت، میزان حفاظت از وسایل را افزایش می‌دهد و هزینه‌ها را کم می‌کند.

|      |        |
|------|--------|
| زمان | ۲ ساعت |
|------|--------|

جدول ۲-۶

| ردیف | نکته‌ی ایمنی |
|------|--------------|
| ۱    |              |
| ۲    |              |
| ۳    |              |
| ۴    |              |
| ۵    |              |

۱۳-۴-۲- کار عملی: با مراجعه به محیط کارگاه و تفکر بیشتر، حداقل چهار مورد دیگر از نکات ایمنی عمومی را بیابید و در جدول شماره‌ی ۲-۶ بنویسید مواظب باشید نکاتی را که یادآوری می‌شوید تکرار موارد یاد شده در این قسمت کتاب نباشند.

مصاحبه کنید:

با مراجعه به یک کارگاه تعمیر خودروی مجاز و یک کارگاه تعمیر خودروی معمولی نوع حوادث و سوانح را که در طی دو سال اخیر رخ داده است را از مسئول کارگاه بپرسید و آن را تنظیم کنید و به کلاس ارائه دهید.

ویژه دانش‌آموزان علاقه‌مند

## ۵-۲- استفاده از دفترچه‌ی راهنما

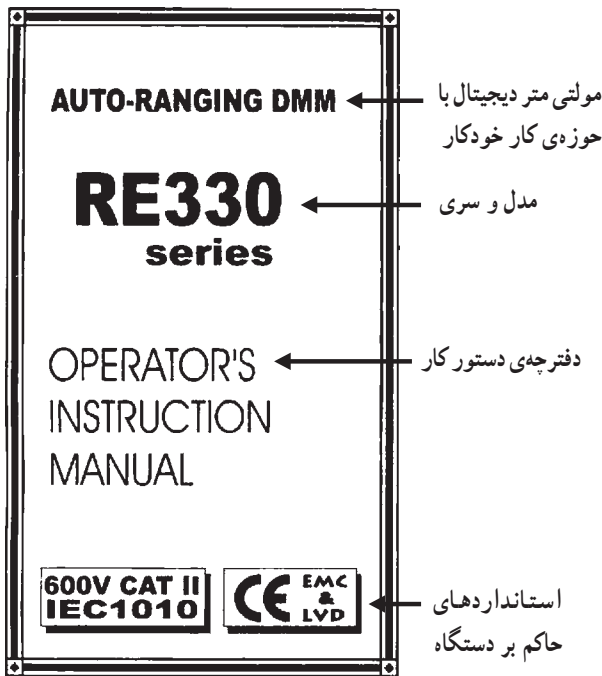
لازم است دفترچه‌ی راهنمای دستگاه‌های اندازه‌گیری مورد استفاده در خودرو، مانند مولتی‌متر، اسیلوسکوپ، دورسنج و ... که معمولاً به زبان انگلیسی یا سایر زبان‌ها است؛ در اختیار کاربران قرار گیرد. از آن‌جا که زبان انگلیسی یک زبان بین‌المللی و پرکاربرد است، ضرورت دارد طرز خواندن و معنی کردن این گونه دفترچه‌های راهنمای کاربرد را فرا بگیرید.

### ۱-۵-۲: مولتی‌متر دیجیتالی

● نام دستگاه و استانداردهای مربوطه: در شکل ۲-۶۵، صفحه‌ی اول مربوط به یک نمونه مولتی‌متر دیجیتال را ملاحظه می‌کنید. در این صفحه نام دستگاه، شماره‌ی سریال و نوع دفترچه و استانداردهای حاکم بر دستگاه آمده است.

● نکات و نمادهای ایمنی: در شکل ۲-۶۶ مواردی را که در صفحه‌ی اول دفترچه‌ی دستورکار آمده است مشاهده کنید.

● مشخصات فنی: مواردی که در شکل ۲-۶۶ آمده است برای کلیه دستگاه‌های اندازه‌گیری صدق می‌کند. بنابراین در صورت فراگیری این موارد به زبان اصلی می‌توانید آن‌ها را برای هر نوع دستگاه اندازه‌گیری دیگری به کار ببرید.



شکل ۲-۶۵- صفحه‌ی اول دفترچه‌ی دستور کار دستگاه مولتی‌متر

## ⚠ WARNING احتیاط

- ❑ To avoid damages to the instrument, do not exceed the maximum limits of the input values shown in the technical specification tables.
- ❑ Do not use the meter or test leads if they look damaged, use extreme caution when working around bare conductors.
- ❑ Accidental contact the conductor could result in electric shock.
- ❑ Use the instrument only as specified in this manual, otherwise, the protection provided by the instrument may be impaired.
- ❑ Caution when working with voltages above 60Vdc or 30Vac RMS, because such voltages will may pose a shock hazard.
- ❑ Before taking resistance measurements or testing continuity, disconnect circuit from power supply and all loads from circuit.
- ❑ Remember to replace the fuses inside the instrument with same rating fuses.

با توجه به مقادیر مجاز تعیین شده برای ورودی‌ها، مراقب باشید از حد تعیین شده تجاوز نکنید.

در صورتی که سیم رابط دستگاه (پروب) آسیب دیده یا لخت شده است، حتماً آن را تعویض یا تعمیر کنید.

هرگونه تماس تصادفی با قسمت‌های فلزی سیم رابط باعث بروز شوک الکتریکی می‌شود.

بر اساس دستورات داده شده در این راهنما کار کنید، در غیر این صورت، دستگاه شما آسیب خواهد دید.

هنگام کار با ولتاژهای بیش‌تر از ۳۰ ولت یا ۶۰ ولت احتیاط کنید، زیرا این ولتاژها خطر برق‌گرفتگی دارند.

هنگام اندازه‌گیری مقاومت یا بررسی پیوستگی مدار، حتماً برق دستگاه را قطع کنید.

هنگام جای‌گزینی فیوز در داخل دستگاه از فیوزی با مشخصات داده شده استفاده کنید.

## SAFETY SYMBOLS نمادهای ایمنی

- ⚠ See your instruction manual
- DC Direct current
- ~ AC Alternating current
- ⊕ Ground
- Double Insulation
- ⚡ Dangerous voltages

به دفترچه‌ی کاربرد مراجعه کنید.

جریان مستقیم (DC)

جریان متناوب (AC)

سیم زمین

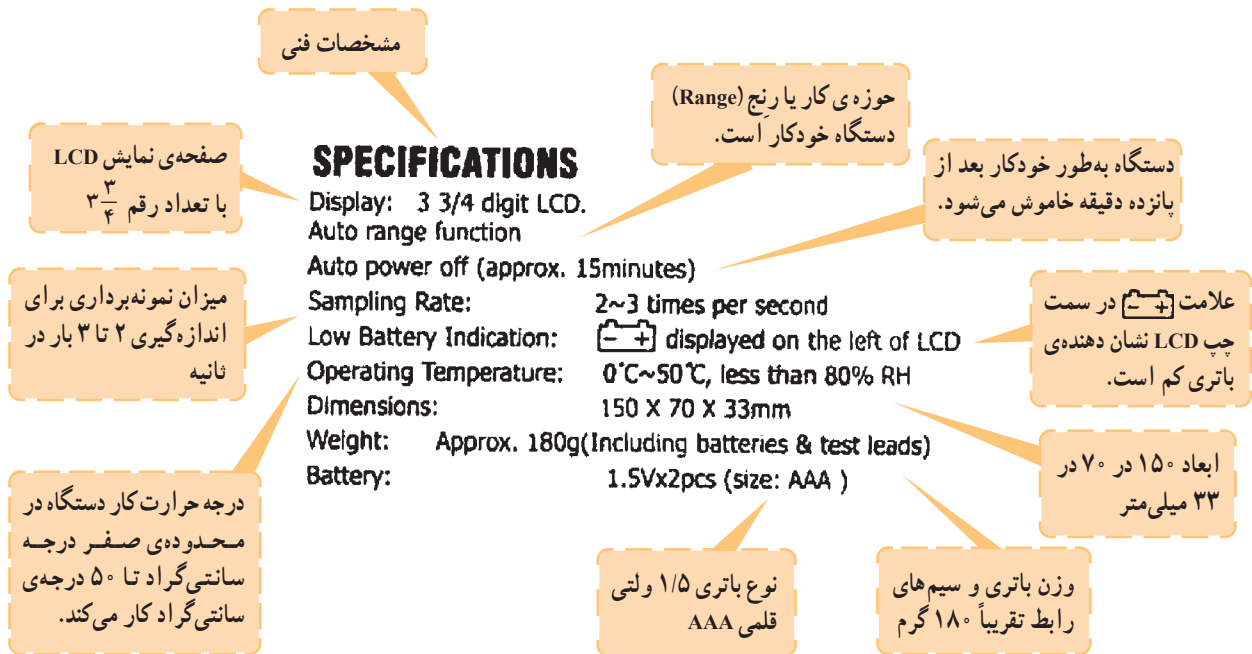
عایق دوبل

ولتاژ خطرناک

شکل ۲-۶۶- نکات و نمادهای ایمنی برای دستگاه اندازه‌گیری دیجیتال

● **مشخصات فنی:** در صفحات بعدی مشخصات فنی دستگاه و حوزه‌ی کار آن خواهد آمد. در شکل ۲-۶۷، مشخصات فنی دستگاه مورد بحث را ملاحظه می‌کنید. با فراگیری این اصطلاحات به‌آسانی می‌توانید مشخصات فنی کلیه‌ی مولتی‌مترهای دیجیتالی را یاد بگیرید.

**توجه:** یادگیری لغات فنی در ابتدا کمی مشکل به نظر می‌آید ولی بعد از مدتی تمرین به‌آسانی می‌توانید آن‌ها را فرا بگیرید و استفاده کنید.



شکل ۲-۶۷- مشخصات فنی دستگاه مولتی‌متر دیجیتالی

**تمرین:**

یک نمونه دفترچه‌ی راهنمای یکی از دستگاه‌های اندازه‌گیری را که در خودرو استفاده می‌شود بیابید و صفحه‌ی اول آن را ترجمه کنید و تحویل معلم خود دهید.

نام دستگاه ..... کاربرد .....

ترجمه‌ی صفحه‌ی اول:

.....

.....

.....

.....

.....

.....



### توجه:

عدم توجه به حوزه کار و مقادیر مجاز تعیین شده برای دستگاه، آسیب جدی به دستگاه وارد می کند.

#### DC VOLTAGE: ---Auto ranging

| Range | Accuracy                                      |
|-------|---|
| 400mV | $\pm(0.5\%rdg+1\text{digits}$<br>RE330E Only) |
| 4V    | $\pm(0.8\%rdg+1\text{digit})$                 |
| 40V   |   |
| 400V  |   |
| 600V  |   |

Measurement up to 600V.

Input impedance: >10M ohm.

Protection: 400mV range---220Vac/dc, others---600Vac/dc.

#### AC VOLTAGE: ---Auto ranging

| Range | Accuracy                       |
|-------|--------------------------------|
| 4V    | $\pm(1.0\%rdg+2\text{digits})$ |
| 40V   |                                |
| 400V  |                                |
| 600V  |                                |

Measurement up to 600V.

Input impedance: >10M ohm.

Protection: 400mV range---220Vac/dc, others---600Vac/dc.

Frequency range: 40~500Hz

Response: average calibrated in rms of sine wave.

امپدانس ورودی اهم متر عبارت از اثرگذاری دستگاه روی مدار است

شکل ۶۸-۲- حوزه کار ولتاژ AC و DC

### مفهوم دقت

در صورتی که ولت متر AC روی ۴۰۰ ولت AC باشد و عدد ۲۵۰ را نشان دهد، دقت به صورت زیر محاسبه می شود.

$$\text{دقت} = \pm \left( \frac{1 \times 250}{100} \pm 2 \right)$$

$$\text{دقت} = \pm 2 / 25V$$

یعنی مقدار خوانده شده به اندازه ۲/۲۵ ولت

خطا دارد.

● **حوزهی کار و حدود اندازه گیری:** حوزهی کار و حدود اندازه گیری و دقت دستگاه را معمولاً در دفترچه راهنمای کاربرد ارائه می کنند. در ادامه به بررسی یک نمونه مولتی متر دیجیتالی می پردازیم.

#### — حوزهی کار ولتاژ DC و AC

| ولتاژ DC  | حوزهی کار خودکار                      |
|-----------|---------------------------------------|
| حوزهی کار | دقت                                   |
| ۴۰۰MV     | (۵/۰ درصد مقدار خوانده شده + ۱ رقم) ± |
| ۴V        | (۸/۰ درصد مقدار خوانده شده + ۱ رقم) ± |
| ۴۰۰V      |                                       |
| ۶۰۰V      |                                       |

● حداکثر مقدار اندازه گیری ۶۰۰V

● مقاومت دستگاه ۱۰ مگا اهم

● حفاظت در حوزهی کار ۴۰۰ میلی ولت، ۲۲۰ ولت

AC و DC و در سایر حوزههای ۶۰۰ ولت AC و DC

| ولتاژ AC  | حوزهی کار خودکار                      |
|-----------|---------------------------------------|
| حوزهی کار | دقت                                   |
| ۴V        |                                       |
| ۴۰V       | (۱/۰ درصد مقدار خوانده شده + ۲ رقم) ± |
| ۴۰۰V      |                                       |
| ۶۰۰V      |                                       |

● ولتاژ قابل اندازه گیری تا ۶۰۰ ولت

● امپدانس ورودی بزرگ تر از ۱۰ MΩ

● حفاظت در حوزهی کار ۴۰۰MV تا ۲۲۰ ولت AC

DC و در سایر حوزهها ۶۰۰ ولت AC و DC

● حوزهی فرکانس ۴۰ تا ۵۰۰ هرتز

● مدار برای اندازه گیری سیگنال سینوسی کالیبره نشده

است.

در شکل ۶۸-۲- حوزه کار ولتاژهای AC و DC را مشاهده

می کنید.

– حوزه‌ی کار مقاومت، درجه حرارت و جریان‌های AC

و DC

**RESISTANCE:** ---Auto ranging

| Range | Accuracy           |
|-------|--------------------|
| 400Ω  | ±(1.0%rdg+2digits) |
| 4k Ω  |                    |
| 40kΩ  |                    |
| 400kΩ |                    |
| 4M Ω  | ±(1.2%rdg+2digits) |
| 40MΩ  |                    |

Overload Protection: 250V AC/DC.  
Open voltage: approx. 0.2V

**TEMPERATURE:** ---For model RE330FC only

| Range      | Accuracy           |
|------------|--------------------|
| -20~0°C    | ±(1.5%rdg+3digits) |
| 0~300°C    | ±(1.%rdg+3digits)  |
| 300~1000°C | ±(1.5%rdg+5digits) |

Overload Protection: 250Vac/dc.

**DC CURRENT:** ---Auto ranging

| Range  | Accuracy                                    |
|--------|---|
| 400uA  | ±(1.2%rdg+2digits)<br>For model RE330E only |
| 4000uA |   |
| 40mA   | ±(1.5%rdg+2digits)                          |
| 400mA  |   |
| 10A    | ±(1.8%rdg+3digits)                          |

Overload protection: 0.5A/250V in uA and mA range,  
10A/250V in 10A range.

**AC CURRENT:** ---Auto ranging

| Range  | Accuracy                                    |
|--------|---|
| 400uA  | ±(1.2%rdg+2digits)<br>For model RE330E only |
| 4000uA |   |
| 40mA   | ±(1.5%rdg+2digits)                          |
| 400mA  |   |
| 10A    | ±(1.8%rdg+3digits)                          |

Overload protection: 0.5A/250V in uA and mA range,  
10A/250V in 10A range.  
Frequency range: 40Hz~500Hz.

شکل ۶۹-۲ – حوزه‌های کار مقاومت، درجه حرارت و

جریان‌های AC و DC

| مقاومت                              |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| دقت                                 | حوزه‌ی کار                          |
| ±(۱٪ درصد مقدار خوانده شده + ۲ رقم) | ۴۰KΩ، ۴KΩ، ۴۰۰Ω<br>۴۰MΩ، ۴MΩ، ۴۰۰kΩ |

● حفاظت تا ولتاژ ۲۲۰ ولت AC و DC

● ولتاژ خروجی در حالت اتصال باز ۰/۲ ولت

| درجه‌ی حرارت        |                               |
|---------------------|-------------------------------|
| دقت                 | حوزه‌ی کار                    |
| ±(۱/۵ درصد + ۲ رقم) | ۲۰- تا صفر درجه‌ی سانتی‌گراد  |
| ±(۱ درصد + سه رقم)  | صفر تا ۳۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد  |
| ±(۱/۵ درصد + ۵ رقم) | ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد |

● حفاظت تا ۲۵۰ ولت AC و DC

| جریان DC            |                   |
|---------------------|-------------------|
| دقت                 | حوزه‌ی کار خودکار |
| ±(۱/۵ درصد + ۲ رقم) | ۴۰۰۰μA و ۴۰۰μA    |
| ±(۱/۵ درصد + ۲ رقم) | ۴۰۰mA و ۴۰mA      |
| ±(۱/۸ درصد + ۳ رقم) | ۴۰۰mA و ۱۰A       |

● حفاظت در حوزه‌ی میکرو آمپر، ۲۵۰ ولت و ۰/۵A

● حفاظت در حوزه‌ی ۱۰ آمپر، ۲۵۰ ولت و ۱۰A

| جریان AC            |                   |
|---------------------|-------------------|
| دقت                 | حوزه‌ی کار خودکار |
| ±(۱/۲ درصد + ۲ رقم) | ۴۰۰μA و ۴۰۰۰μA    |
| ±(۱/۵ درصد + ۲ رقم) | ۴۰mA و ۴۰۰mA      |
| ±(۱/۸ درصد + ۳ رقم) | ۱۰A               |

● حفاظت برای μA و mA، ۲۵۰ ولت و ۰/۵ آمپر

● حفاظت برای ۱۰ آمپر، ۲۵۰ ولت

خازن و فرکانس  
 - حوزه‌های کار آزمایش دیود، پیوستگی مدار، ظرفیت

**DIODE & CONTINUITY TEST:**

| Range      | Test Volt | Description                    |
|------------|-----------|--------------------------------|
| DIODE      | 1.5V      | Test forward voltage of diode  |
| CONTINUITY | 0.4V      | <60 ohm built-in buzzer sounds |

Overload protection: 250Vac/dc.

**CAPACITANCE:---**Auto ranging

| Range | Accuracy                |
|-------|-------------------------|
| 4nF   | $\pm(5\%rdg+10digits)$  |
| 40nF  |                         |
| 400nF |                         |
| 4uF   |                         |
| 40uF  | $\pm(3.5\%rdg+5digits)$ |
| 100uF |                         |
| 100uF | $\pm(4\%rdg+1digit)$    |

Overload Protection: 250Vac/dc.

**FREQUENCY: ---**Auto ranging

| Range  | Accuracy                |
|--------|-------------------------|
| 10Hz   | $\pm(0.1\%rdg+5digits)$ |
| 100Hz  |                         |
| 1kHz   |                         |
| 10kHz  |                         |
| 100kHz |                         |
| 1MHz   |                         |
| 10MHz  |                         |

Overload Protection: 250Vac/dc.

شکل ۷-۲- آزمایش دیود و پیوستگی مدار و اندازه‌گیری C و F

**توجه:**

در دفترچه‌ی راهنمای کاربرد هر دستگاه معمولاً تعداد مشخصی لغت و اصطلاح وجود دارد که مرتباً تکرار می‌شود. با یادگیری این لغات می‌توانید محتوای دفترچه‌ی راهنما را به راحتی ترجمه کنید.

| آزمایش دیود و پیوستگی مدار             |              |              |
|--|--------------|--------------|
| تشریح                                  | ولتاژ آزمایش | حوزه‌ی کار   |
| اندازه‌گیری ولتاژ موافق دیود           | ۱/۵V         | دیود         |
| بیزر کم‌تر از ۶۰ اهم به صدا در می‌آید. | ۰/۴V         | پیوستگی مدار |

● حفاظت ۲۵۰ ولت AC و DC

| ظرفیت خازن - حوزه کار خودکار |                    |
|------------------------------|--------------------|
| دقت                          | حوزه‌ی کار         |
| $\pm(5\%rdg+10\text{ رقم})$  | ۴nf                |
| $\pm(3/5\%rdg+5\text{ رقم})$ | ۴۰ μf, ۴ μf, ۴۰ nf |
| $\pm(4\%rdg+1\text{ رقم})$   | ۱۰۰ μf             |

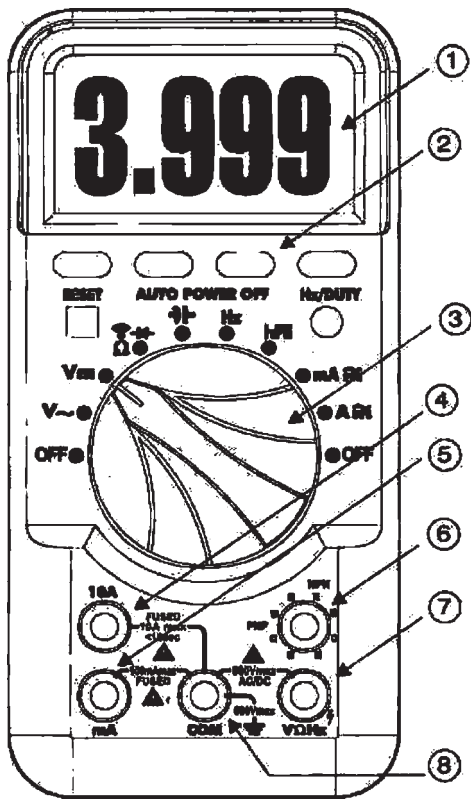
● حفاظت ۲۵۰ ولت AC و DC

| فرکانس - حوزه‌ی کار خودکار  |                    |
|-----------------------------|--------------------|
| دقت                         | حوزه‌ی کار         |
| $\pm(1\%rdg+10\text{ رقم})$ | ۱kHz, ۱۰۰Hz, ۱۰Hz  |
| خوانده شده + ۵ رقم          | ۱۰MHz, ۱MHz, ۱۰kHz |

● حفاظت در مقابل ۲۵۰ ولت AC و DC

در شکل ۷-۲ حوزه‌های کار آزمایش دیود و پیوستگی مدار و اندازه‌گیری ظرفیت خازن به زبان اصلی آمده است. توجه داشته باشید که نوشته‌های انگلیسی مربوط به جداول مشابه هم‌اند. کلمه‌ی Range به معنی حوزه‌ی کار، کلمه‌ی Accuracy به معنی دقت، کلمه‌ی rdg خلاصه‌ی reading به معنی آن‌چه که از روی دستگاه خوانده می‌شود و کلمه‌ی digit به معنی رقم و عدد است. هم‌چنین، کلمه‌ی AutoRanging به معنی انتخاب حوزه‌ی کار به صورت خودکار است.

● شکل ظاهری دستگاه: این دستگاه دارای یک نمایشگر ۴/۵ رقمی (۴ رقم کامل و یک رقم ناقص که ممیز را نشان می‌دهد)، یک سلکتور دوار ۱۰ حالت، ۶ کلید فشاری و ۵ ترمینال ورودی و یک شستی Reset است. در شکل ۲-۷۱ شکل ظاهری دستگاه را مشاهده می‌کنید.



### PANEL DESCRIPTION

- |                          |                                     |
|--------------------------|-------------------------------------|
| ① LCD display window     | صفحه‌ی نمایش LCD                    |
| ② Function key           | کلید انتخاب نوع عملکرد              |
| ③ Function rotary switch | سلکتور انتخاب نوع عملکرد و کمیت     |
| ④ 10A terminal           | ترمینال ورودی ده آمپری              |
| ⑤ mA terminal            | ترمینال‌های ورودی میلی آمپر، آزمایش |
| ⑥ Transistor test hole   | ترانزیستور، ولتاژ و مقاومت          |
| ⑦ V/Ω terminal           |                                     |
| ⑧ COM terminal           | ترمینال ورودی مشترک                 |

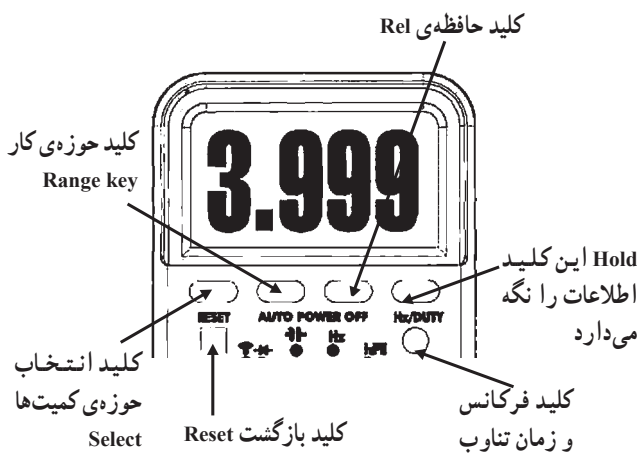
شکل ۲-۷۱- کلیدها و شکل ظاهری مولتی متر دیجیتالی

### ● کلیدهای فشاری شماره‌ی ۲:

**Rangekey**: این کلید حوزه‌ی کار را انتخاب می‌کند. اگر این کلید را یک بار فشار دهید. انتخاب حوزه‌ی کار دستی می‌شود. اگر این کلید را چند ثانیه فشرده نگه‌دارید، از حالت دستی (Manual) خارج می‌شود و به حالت خودکار (Auto) می‌رود. این حالت برای خازن و فرکانس قابل استفاده نیست. در صورتی که این کلید پشت سرهم فشار داده شود جای ممیزها عوض می‌شود و شما می‌توانید با تغییر محل ممیز مقدار حداقل و حداکثر کمیت مورد اندازه‌گیری و دقت اندازه‌گیری را تغییر دهید.

به عبارت دیگر ما با فشار دادن این کلید حوزه‌ی کار کمیت مورد اندازه‌گیری را در محدوده‌ی دل‌خواه خودمان تغییر می‌دهیم. شکل ۲-۷۲، این کلیدها را نشان می‌دهد.

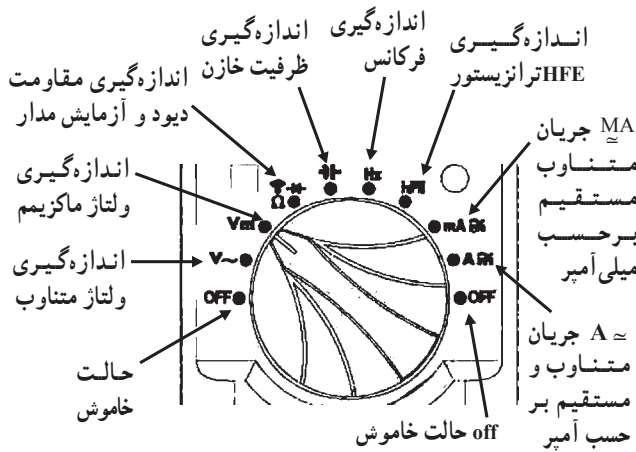
**Hold key**: با فشار دادن این کلید مقدار مورد اندازه‌گیری روی صفحه به‌طور ثابت باقی می‌ماند. در این حالت



شکل ۲-۷۲- کلیدهای فشاری شماره‌ی ۲

### نکته‌ی مهم

تعداد دکمه‌ها، سلکتورها، ارقام نمایشگر و محدوده‌ی کار انواع مولتی مترها با یکدیگر متفاوت است. بنابراین برای آشنایی با عملکرد دستگاه لازم است دستور کار یا راهنمای کار دستگاه را به طور دقیق مطالعه نمایید.



شکل ۲-۷۳- حالت‌های مختلف سلکتور دستگاه مولتی متر دیجیتال

کلمه‌ی Hold روی صفحه ظاهر می‌شود. با فشار دادن مجدد این دکمه، حالت Hold غیر فعال می‌شود.

**Rel key**: با فشار دادن این دکمه مقدار مورد اندازه‌گیری شده در داخل دستگاه ذخیره می‌شود و با اندازه‌گیری کمیت جدید، دستگاه تفاوت دو کمیت را نشان می‌دهد. این دکمه برای فرکانس قابل استفاده نیست.

**Select Key**: در صورتی که کلید شماره‌ی ۳ روی قسمت‌هایی قرار گیرد که چند کمیت را نشان می‌دهند (مثلاً  $\Omega$ ،  $\mu A$ ،  $\mu V$ )، برای انتخاب هر یک از این کمیت‌ها از این شستی استفاده می‌شود. با فشار دادن هر بار کلید، کمیت جابه‌جا می‌شود. با فشار دادن همزمان این کلید و کلید خاموش روشن، حالت «خاموش شدن خودکار» غیر فعال می‌شود.

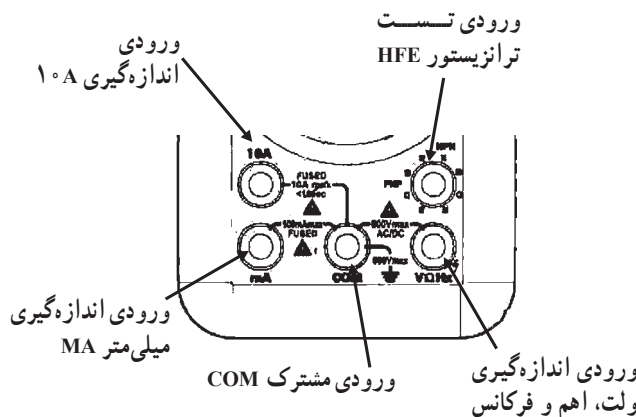
**Hz/Duty key**: (کلید اندازه‌گیری فرکانس و زمان تناوب) با فشار دادن این کلید، دستگاه، در نقش اندازه‌گیر فرکانس و با فشار دادن مجدد آن دستگاه، در نقش اندازه‌گیری زمان تناوب فعال می‌شود. اگر برای بار سوم فشار داده شود. دستگاه به حالت قبلی برمی‌گردد.

**Reset key** (کلید بازگشت یا «ری‌سِت»): با فشار دادن این شستی دستگاه به حالت اولیه برمی‌گردد.

### ● سلکتور شماره‌ی ۳

این سلکتورده حالت دارد. این حالت را در شکل ۲-۷۳ ملاحظه می‌کنید.

● ورودی‌ها: این مولتی متر دارای ۵ ورودی است که در شکل ۲-۷۴ نشان داده شده است.



شکل ۲-۷۴- ورودی‌های مولتی متر دیجیتال

با مراجعه به سایت‌های اینترنتی تحقیق کنید چند نمونه دستگاه مولتی متر دیجیتالی با تعداد ارقام ۵ رقم ساخته شده است. این مولتی مترها چه کاربردهایی دارند. نتایج به دست آمده را به کلاس ارائه دهید.

ویژه دانش آموزان علاقه‌مند

## 2. DCV/ACV MEASUREMENT

- 1, Connect the black test lead to the "COM" terminal and the red test lead to the "V/Ω" terminal.
- 2, Set the rotary switch to "V~" or "V=" position, the symbol "AUTO", "DC", "AC", "mV" will appear on the display.
- 3, Connect the test leads across the source or load, and the measurement value appear on the display.

## 3. RESISTANCE MEASUREMENT

- 1, Connect the black test lead to the "COM" terminal and the red test lead to the "V/Ω" terminal.
- 2, Set the rotary switch to "Ω" position, the symbol "Ω" will appear on the display.
- 3, Connect the test leads across the resistor under measurement and the measurement value appear on the display.

## 4. CURRENT MEASUREMENT

- 1, Connect the black test lead to the "COM" terminal and the red test lead to the "mA" terminal. If measured current exceed 0.4A, the red test lead to "10A" terminal.
- 2, Set the rotary switch to "mA" or "10A" position, the symbol "uA", "mA", "A" will appear on the display.
- 3, Connect the test leads in series with the load in which current is to be measured, and measured value will appear on the display.
- 4, push the SELECT key to switch AC or DC function.

## 5. CAPACITANCE MEASUREMENT

- 1, Connect the black test lead to the "COM" terminal and the red test lead to the "V/Ω" terminal.
- 2, Set the rotary switch to "F" position, the symbol "nF", "uF" will appear on the display.
- 3, Connect the test leads across the capacitor under measurement and the measurement value appear on the display.

## 6. DIODE/CONTINUITY MEASUREMENT

- 1, Connect the black test lead to the "COM" terminal and the red test lead to the "V/Ω" terminal.
- 2, Set the rotary switch to "D" position, the symbol "D" will appear on the display.
- 3, Connect the test leads across the circuit or diode under measurement and the measurement value appear on the display.
- 4, When measurement diode, please check the polarity of diode under measured.

## 7. FREQ/DUTY MEASUREMENT

- 1, Connect the black test lead to the "COM" terminal and the red test lead to the "V/Hz" terminal.
- 2, Set the rotary switch to "Hz" position, the symbol "Hz" or "%" will appear on the display.
- 3, Connect the test leads across the source under measurement and the measurement value appear on the display.
- 4, Push SELECT key to switch from Hz to Duty or from Duty to Hz mode.

## 8. TEMPERATURE MEASUREMENT

- 1, Connect the black terminal of the temperature probe to the T- jack and the red one to T+ jack.
- 2, Set the rotary switch to °C position.
- 3, Place the probe to environment or touch the object under measured.
- 4, The measurement value will appear on the display.

## 9. TRANSISTOR MEASUREMENT

- 1, Set the rotary switch to hFE position.
- 2, Insert the transistor into the relevant holes according to the measured transistor type.
- 3, The measurement value will appear on the display.

شکل ۲-۷۵- روش های اندازه گیری کمیت ها با

مولتی متر دیجیتالی به زبان اصلی

## ● نحوه ی اندازه گیری کمیت ها

### اندازه گیری ولتاژهای DC و AC

۱- پروب سیاه مولتی متر را به ورودی مشترک (Com) و

سیم قرمز را به ورودی  $V/\Omega$  وصل کنید.

۲- کلید سلکتور شماره ی ۲ را در وضعیت ولتاژ متناوب

$V\sim$  یا مستقیم  $V\sim$  قرار دهید. علامت Auto حالت DC یا AC

روی صفحه ظاهر می شود.

۳- سیم های رابط مولتی متر را با رعایت نکات ایمنی به

محل ورود اندازه گیری وصل کنید.

نکته ی مهم: کار با مولتی متر دیجیتال بسیار

ساده است و سایر کمیت ها نیز به همین سادگی قابل

اندازه گیری هستند. در شکل ۲-۷۵، جداول اصلی

به زبان انگلیسی آمده است.

همان طور که مشاهده می شود نحوه ی اندازه گیری مقاومت،

جریان، ظرفیت خازن و فرکانس کاملاً مشابه اندازه گیری ولتاژهای

AC و DC است؛ فقط ورودی ها و انتخاب حوزه کار فرق

می کند. هم چنین، در مورد آزمایش دیود و اندازه گیری مقاومت

باید برق دستگاه را قطع کرد.

نکته ی مهم: توجه داشته باشید که آمپر متر

همیشه به صورت سری در مدار قرار می گیرد.

● سرویس و نگه داری دستگاه

● تعویض و جایگزینی باتری

● در صورتی که علامت  $\text{[ ]}$  روی

نمایشگر دستگاه ظاهر شد، باید باتری را تعویض کنید.

● سلکتور حوزه ی کار را در وضعیت خاموش بگذارید.

● با استفاده از نیک پیچ گوشتی و با احتیاط درپوش

باتری را بردارید و دو باتری ۱/۵ ولتی قلمی (AAA) را جایگزین


کنید (مراقب قطب های باتری باشید).

● درپوش باتری را ببندید.

- جایگزینی فیوز

## MAINTENANCE

### 1. BATTERY REPLACEMENT

- 1, When the  symbol appear on the display, then batteries should be replaced.
- 2, Set range switch to OFF position.
- 3, Use a screwdriver to unscrew the screw of battery cover and remove the cover, then take out the batteries and replace with 2x1.5V batteries (size: AAA).
- 4, Place the battery cover and secure by a screw.

### 2. FUSE REPLACEMENT

- 1, When ensure the meter can not work at "uA" or "mA" "10A" position, please check the fuse inside the meter. To replace the fuses if the fuses are defective.
- 2, Remove the screws of back cover by screwdriver, and remove the back cover.
- 3, Replace the defective fuse with same rating and type fuse.

شکل ۲-۷۶-۲ سرویس و نگهداری دستگاه



باتری ۱۲ ولت



۲ عدد باتری ۱/۲ ولت



باتری ۹ ولت

شکل ۲-۷۷-۲ الف - سه نمونه باتری



منبع تغذیه‌ی دوبل



منبع تغذیه‌ی ساده

شکل ۲-۷۷-۲ ب - دو نمونه منبع تغذیه‌ی ساده و دوبل

● در صورتی که دستگاه شما در محدوده‌ی میکروآمپر، میلی آمپر و  $10A$  کار نمی کند، باید فیوز داخلی دستگاه را عوض کنید (شکل ۲-۷۶).

● پیچ‌های پشت دستگاه مولتی متر را با پیچ گوشتی چهارسو باز کنید.

● فیوز سوخته شده را با فیوز نو که مشخصات فنی آن کاملاً مشابه با فیوز اصلی است جای‌گزین کنید.

**نکته‌ی مهم:** در صورتی که بتوانید از راهنمای دستور کار دستگاه به زبان انگلیسی استفاده کنید، کار با دستگاه برایتان آسان‌تر خواهد شد. لذا توصیه می‌کنیم در فراگیری آن بیش از پیش جدی باشید. در ضمن دفترچه‌ی راهنمای کاربرد دستگاه معمولاً با آن همراه و در دسترس است.

۲-۵-۲- منبع تغذیه: منبع تغذیه دستگاهی است که ولتاژ مورد نیاز را تأمین می‌کند. باتری چراغ قوه، باتری اتومبیل، نیروگاه تولید برق، دینام اتومبیل، نمونه‌هایی از منابع تغذیه هستند. منابع تغذیه در دو نوع DC و AC طراحی و ساخته می‌شوند. باتری‌ها از انواع منابع تغذیه‌ی DC و آلترناتور (دینام اتومبیل) و برق شهر از انواع منابع تغذیه‌ی AC است. معمولاً دستگاه‌های الکترونیکی با ولتاژ DC کار می‌کنند. برای این که این دستگاه‌ها را با برق شهر نیز فعال کنند، از مبدل AC به DC کمک می‌گیرند. تقریباً تمام دستگاه‌های الکترونیکی که با برق شهر کار می‌کنند دارای این نوع مبدل هستند. این نوع مبدل‌ها را منبع تغذیه‌ی AC به DC می‌نامند. کامپیوتر و دستگاه‌های تست اتومبیل نیز به منبع تغذیه نیاز دارند. در شکل ۲-۷۷ انواع منابع تغذیه را ملاحظه می‌کنید. در شکل الف سه نمونه باتری را می‌بینید. باتری‌ها با ولتاژها و جریان‌های مختلف ساخته می‌شوند. میزان جریان‌دهی باتری را بر حسب آمپر ساعت مشخص می‌کنند. یعنی اگر روی



شکل ۲-۷۷-ج - دو نمونه منبع تغذیه‌ی کامپیوتر



شکل ۲-۷۷-هـ - آلترناتور یا منبع تغذیه AC در اتومبیل  
شکل ۲-۷۷-د - آداپتور یا منبع تغذیه‌ی کوچک  
شکل ۲-۷۷-ز - چند نمونه منبع تغذیه

باتری نوشته شده باشد  $1/5$  ولت  $400$  میلی آمپر، یعنی ولتاژ این باتری  $1/5$  ولت است و در مدت یک ساعت می‌تواند  $400$  میلی آمپر را به مدار بدهد.

در شکل ب- ۲-۷۷، دو نمونه منبع تغذیه‌ی آزمایشگاهی را مشاهده می‌کنید. ولتاژ خروجی و میزان جریان دهی این منابع تغذیه قابل تنظیم است. این منابع تغذیه را به صورت ساده و دوبل می‌سازند. منبع تغذیه‌ی ساده دارای یک خروجی و منبع تغذیه‌ی دوبل دارای دو خروجی است. در شکل ج- ۲-۷۷، دو نمونه منبع تغذیه را، که در کامپیوتر استفاده می‌شود مشاهده می‌کنید. این نوع منابع تغذیه معمولاً دارای چندین خروجی با ولتاژهای متفاوت اند. در شکل د- ۲-۷۷، یک منبع تغذیه‌ی کوچک، که آن را آداپتور می‌نامند، ملاحظه می‌کنید. از این منابع تغذیه برای دستگاه‌های کوچک استفاده می‌کنند. در شکل ه- ۲-۷۷، یک نوع منبع تغذیه‌ی AC را، که در اتومبیل به کار می‌رود، مشاهده می‌کنید. این منبع تغذیه را آلترناتور می‌نامند. از این مولد برای شارژ باتری اتومبیل استفاده می‌شود.

۳-۵-۲- کار عملی: معرفی مولتی متر دیجیتالی موجود

در کارگاه

● تجهیزات مورد نیاز: مولتی متر دیجیتالی و دفترچه‌ی

راهنمای آن

● مراحل انجام کار

- دفترچه‌ی راهنمای مولتی متر را در اختیار بگیرید و آن

را مورد مطالعه‌ی احتمالی قرار دهید.

- در صورتی که ابهامی در مطالعه‌ی دفترچه‌ی راهنما به

زبان اصلی داشتید مرحله‌ی ۱-۵-۲ را، که تحت عنوان مولتی

متر دیجیتالی آمده است، مطالعه کنید.

- سلکتورها، ورودی‌ها، دکمه‌های فشاری دستگاه را

شناسایی کنید و نحوه‌ی استفاده از آن‌ها را، با توجه به دفترچه‌ی

راهنما و کمک مربی کارگاه، یاد بگیرید.

یک نمونه‌ی دیگر از مولتی متر دیجیتالی را در شکل

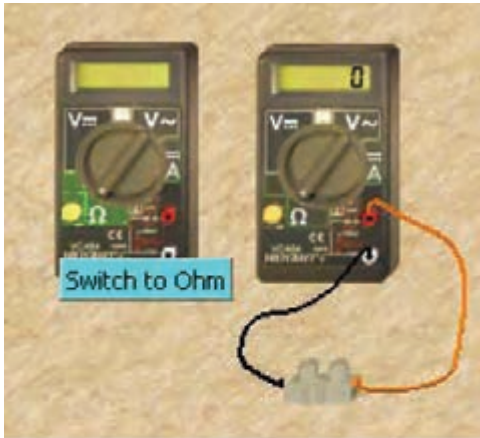
۲-۷۸ ملاحظه می‌کنید.



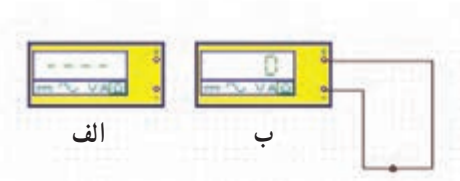
شکل ۲-۷۸- نمونه‌ی دیگری از مولتی متر دیجیتالی

نکته‌ی مهم: در این مرحله صرفاً با دستگاه مولتی متر آشنا می‌شوید، به طوری که بتوانید در کارهای عملی بعدی آن را مورد استفاده قرار دهید.





الف - مقدار مقاومت  
بی نهایت است  
ب - مقدار مقاومت  
صفر است



شکل ۲-۷۹ - آزمایش اطمینان از سلامت اهم متر

صفحه‌ی نمایش مولتی متر مقاومت بسیار زیادی را نشان می‌دهد. پس سیم رابط برق قطع است.



شکل ۲-۸۰ - آزمایش سیم رابط برق دستگاه.

#### ۴-۵-۲- کار عملی: استفاده از اهم متر دیجیتالی برای

آزمایش حالت‌های اتصال کوتاه و اتصال باز

● تجهیزات و مواد مورد نیاز: مولتی متر دیجیتالی،

لامپ معمولی، فیوز، چند نمونه کلید.

● مراحل اجرای آزمایش

آزمایش و تنظیم مولتی متر: طبق شکل الف - ۲-۷۹

مولتی متر را روی حالت اهم یا آزمایش اتصال کوتاه بگذارید.

در این حالت مولتی متر مقدار مقاومت بسیار زیاد را نشان می‌دهد.

حال طبق شکل ب - ۲-۷۹، پروب‌های اهم متر (سیم‌های رابط)

را به‌طور مستقیم یا از طریق یک ترمینال به هم وصل کنید. در

این حالت باید اهم متر مقدار بسیار کم یا صفر را نشان دهد. با این

آزمایش از سلامت اهم متر خود اطمینان حاصل خواهید کرد.

توجه: هنگام کار با مولتی متر کلیه‌ی نکات

ایمنی مطرح شده در قسمت ۲-۴ را به‌طور دقیق

مطالعه و آن‌ها را در فرآیند اجرای کار رعایت کنید.

#### آزمایش سیم‌های رابط

● یک سیم رابط برق دستگاه الکتریکی را در اختیار بگیرید.

● طبق شکل ۲-۸۰، زائده‌های فلزی دو شاخه را با یک

قطعه سیم به هم اتصال دهید. این نحوه‌ی اتصال دادن را جامپر

(jumper) کردن و سیم رابط کوتاه استفاده شده را جامپر می‌نامند.

● طبق شکل ۲-۸۰، طرف دیگر سیم رابط برق را به

پروب‌های اهم متر وصل کنید. اگر طبق شکل، مقدار مقاومت

نشان داده شده زیاد باشد. سیم رابط برق قطع است. در صورتی

که دستگاه مولتی متر اهم کمی را نشان دهد، یا سوت بزند. سیم

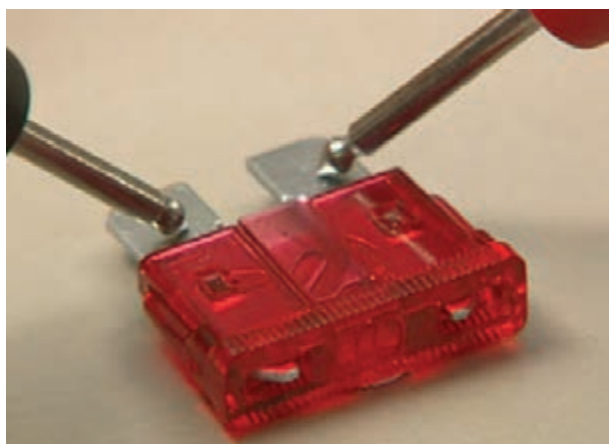
رابط برق سالم است. از این روش می‌توانید برای هر نوع سیم

رابط از جمله سیم‌هایی که در مدار سیم‌کشی اتومبیل به کار می‌رود

استفاده کنید. در این شکل، به دلیل این که دستگاه سوت نمی‌زند

یا مولتی متر مقدار مقاومت بسیار زیادی را نشان می‌دهد، مطمئن

می‌شویم که سیم رابط برق دستگاه قطع است.



شکل ۸۱-۲- اتصال فیوز به اهم متر

### آزمایش فیوز

طبق شکل ۸۱-۲ یک عدد فیوز در اختیار بگیرید و پروب‌های اهم متر را به دو سر آن وصل کنید. اهم متر باید روی حالت اهم قرار داشته باشد.

**نکته‌ی مهم:** هنگام جایگزینی فیوز معیوب با فیوز سالم، دقت کنید که مقدار آمپر شده برای فیوز سالم دقیقاً با آمپر شده برای فیوز معیوب برابر باشد.



الف - فیوز سالم است  
اهم متر صفر نشان می‌دهد.

ب - فیوز سوخته است اهم متر  
مقاومت زیادی را نشان می‌دهد.

در صورتی که فیوز شما سالم باشد طبق شکل الف-۸۲-۲ مقدار اهم کم یا صفر را نشان می‌دهد و چنانچه سوخته باشد، طبق شکل ب-۸۲-۲، اهم متر مقدار اهم بسیار زیاد یا بی‌نهایت را نشان می‌دهد.

### پاسخ دهید:

در صورتی که آمپر فیوز سالم کم‌تر یا بیش‌تر از فیوز معیوب باشد، چه اشکالی پیش می‌آید؟ شرح دهید.

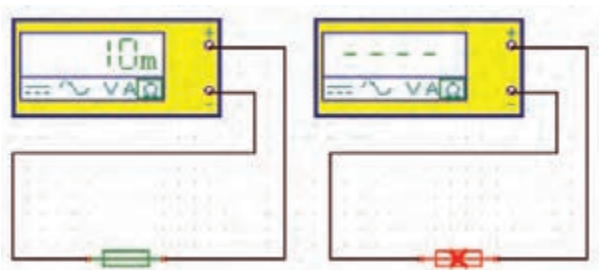
.....

.....

.....

.....

.....



شکل ۸۲-۲- آزمایش فیوز توسط اهم متر

**نکته‌ی مهم:** هنگام استفاده از مولتی‌متر مراقب باشید که دست‌هایتان با قسمت‌های فلزی پروب و فیوز تماس نداشته باشد. در غیر این صورت ممکن است دچار اشتباه شوید.

آیا می‌توان از روی ظاهر فیوز به معیوب بودن آن بی‌بردی چگونه؟

## آزمایش کلید

■ یک عدد کلید معمولی را در اختیار بگیرید.

■ پایه‌های کلید را طبق شکل ۲-۸۳ به مولتی‌متر وصل

کنید.

■ مولتی‌متر را روی حالت اهم یا آزمایش اتصال کوتاه

پیوستگی مدار بگذارید.

■ دکمه‌ی کلید را روی حالت روشن بگذارید. در صورتی

که کلید شما سالم باشد، باید اهم‌متر طبق شکل ۲-۸۳ ب مقدار

بسیار کمی را نشان دهد.

■ کلید را تغییر وضعیت دهید. اگر کلید سالم باشد باید در

این حالت اهم بسیار زیادی را نشان دهد (شکل ب-۲-۸۳). با

تغییر وضعیت کلید، باید اهم‌متر نیز تغییر حالت دهد.

■ یک کلید دو حالته را در اختیار بگیرید و آن را طبق

شکل‌های الف-۲-۸۴ مورد آزمایش قرار دهید.

■ به حالت‌های کلید در شکل‌ها توجه کنید. این کلید دارای

یک سر وسط است که در هر مرحله به یکی از پایه‌ها اتصال داده

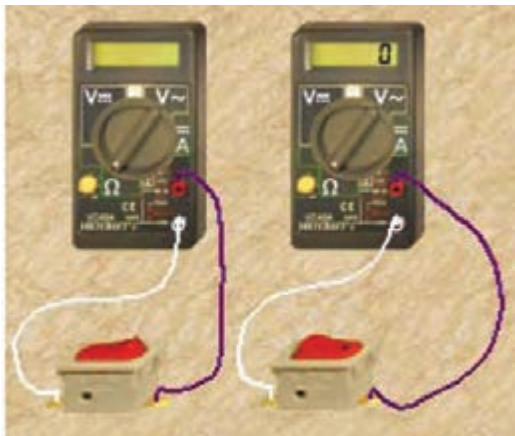
می‌شود. برای مثال با تغییر وضعیت کلید می‌توانیم حالت‌های

دور تند و دور کند را در برف پاک‌کن یا بخاری خودرو به وجود

بیاوریم.

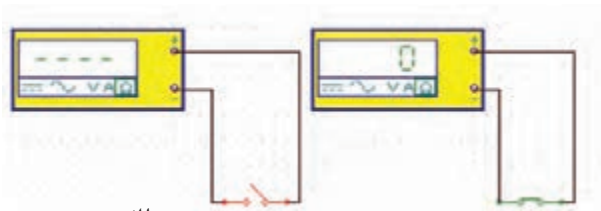
■ انواع دیگری از کلیدها را در اختیار بگیرید و به‌گونه‌ای

تمرین کنید که در این کار کاملاً تسلط پیدا نمایید.



الف

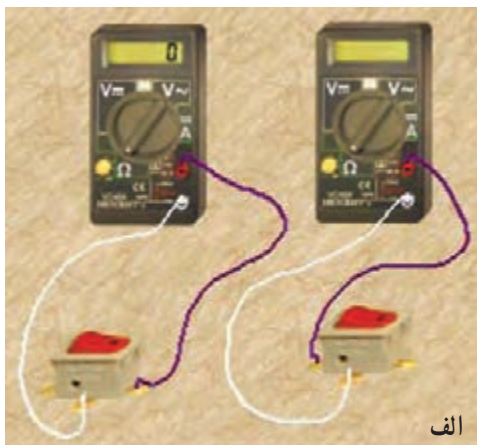
ب



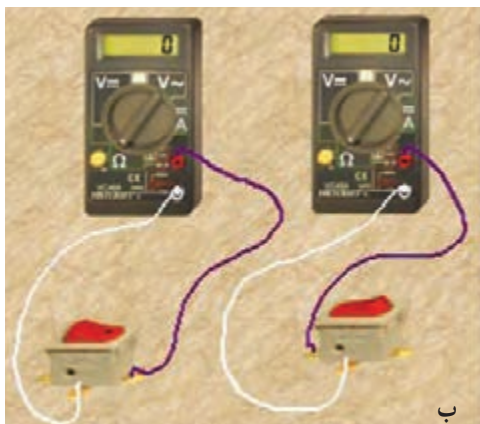
الف

ب

شکل ۲-۸۳



الف



ب

شکل ۲-۸۴

تست‌ر Tester چیست و چه کاربردی دارد،

به‌طور خلاصه شرح دهید.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



شکل ۸۴-۲-ج - آزمایش به وسیله‌ی اهم متر عقربه‌ای

■ یک نوع کلید ترکیبی (مانند انواع کلیدهایی که روی دسته‌ی چراغ‌های راهنمای خودرو نصب می‌شود) را در اختیار بگیرید و با نظارت مربی خود، اتصال‌های آن‌ها را شناسایی و آزمایش کنید. مراحل اجرای این آزمایش را می‌توانید، طبق شکل ج-۸۴-۲، با اهم متر عقربه‌ای نیز انجام دهید.

نتایج حاصل از آزمایش کلید چندحالتی را

بنویسید :

.....  
 .....  
 .....

### استفاده از تستر Tester

■ برای سادگی کار در مواقعی که نیاز به اندازه‌گیری ندارید، می‌توانید از تستر مدار استفاده کنید.

■ تسترها در دو نوع ساخته می‌شوند. یک نوع آن بدون باتری است و در داخل آن فقط یک لامپ یا مدار ساده‌ی الکترونیکی قرار دارد. از این تستر در مدار زنده یا به عبارت دیگر مداری که در آن ولتاژ وجود دارد، استفاده می‌شود. مثلاً اگر فیوزی در مدار سوخته باشد با قرار دادن این تستر در دو سر فیوز، لامپ داخل آن روشن می‌شود و نشان می‌دهد که فیوز سوخته است. در شکل الف - ۸۵-۲ این نوع تستر را ملاحظه می‌کنید. این نوع تستر را تستر لامپی می‌گویند. نوع دیگری از تستر وجود دارد که در داخل آن یک باتری نیز قرار می‌گیرد. نشان دهنده‌ی آن ممکن است یک لامپ، یک بیزر (Buzzer) یا یک ملودی باشد. در این تسترها از مدارهای الکترونیکی نیز استفاده می‌شود. در شکل ب- ۸۵-۲ نمونه‌هایی از این نوع تستر را مشاهده می‌کنید.

در شکل ۸۶-۲ نحوه‌ی استفاده از تستر لامپی در خودرو نشان داده شده است.

■ خودتان یک تستر لامپی بسازید. با استفاده از یک عدد



الف - تستر لامپی

ب - تستر با منبع تغذیه

شکل ۸۵-۲- انواع تستر



شکل ۸۶-۲- استفاده از تستر لامپی



تستر لامپی

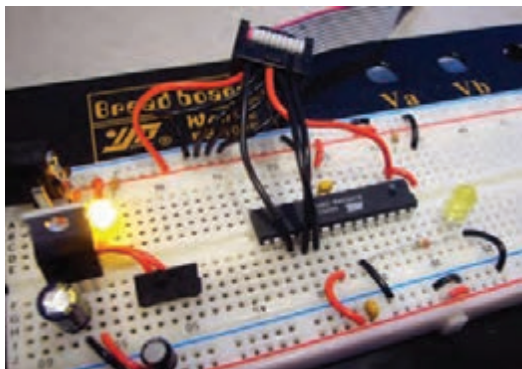
شکل ۲-۸۷- یک تستر لامپی بسازید

فاز متر، یک عدد لامپ ۱۲ ولتی کوچک و مقداری سیم و فیش، یک عدد تستر لامپی بسازید و آن را در کارهای خود مورد استفاده قرار دهید (شکل ۲-۸۷).

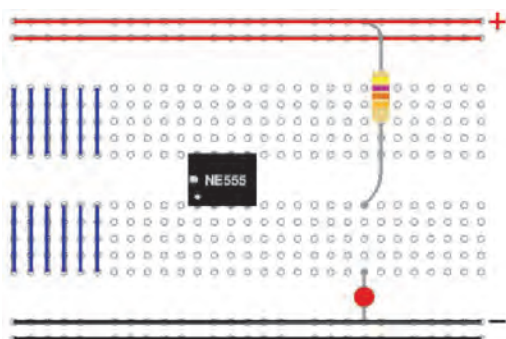
**نکته‌ی مهم:** توجه داشته باشید تستر هرگز نمی‌تواند جای مولتی متر را بگیرد. زیرا این وسیله توانایی اندازه‌گیری جریان، ولتاژ و مقاومت را ندارد.

۴ ساعت

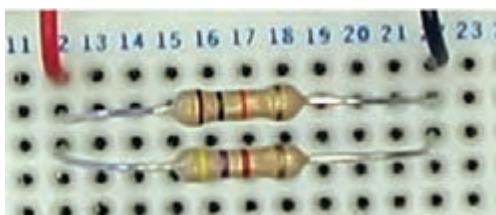
زمان



الف - اتصال قطعات روی برد بُرد



ب - نقشه‌ی اتصال سوراخ‌های برد بُرد



ج - اتصال دو مقاومت به صورت موازی روی برد بُرد

۵-۵-۲- کار عملی، اندازه‌گیری مقاومت با استفاده

از مولتی متر دیجیتالی

● **تجهیزات و مواد مورد نیاز:** مولتی متر دیجیتالی، مقاومت، لامپ ۱۲ ولتی با وات‌های مختلف، برد بُرد (Bread board) یا بُرد آزمایشگاهی

● **برد بُرد (Bread board):** وسیله‌ای است که می‌توان از آن برای بستن مدارهای الکترونیکی استفاده کرد. روی برد بُرد معمولاً تعداد زیادی سوراخ وجود دارد که از زیر آن و در مسیرهای مختلف با هم ارتباط دارد. برای بستن مدار، معمولاً پایه‌های قطعات الکترونیکی را داخل سوراخ‌های برد بُرد قرار می‌دهند. در شکل الف - ۲-۸۸، یک نمونه‌ی ساده‌ی برد بُرد را، که قطعات روی آن نصب شده است، مشاهده می‌کنید. در شکل ب - ۲-۸۸، اتصال سوراخ‌ها از زیر برد بُرد نمایش داده شده است. در شکل ج - ۲-۸۸، اتصال دو مقاومت را به صورت موازی روی برد بُرد ملاحظه می‌کنید.

**نکته‌ی مهم:** هنگام کار با برد بُرد مراقب

باشید که از سیم‌های ضخیم و قطعاتی که پایه‌های آن دارای سیم ضخیم است استفاده نکنید. زیرا سوراخ‌های برد بُرد گشاد می‌شود و در مراحل بعد مدار بسته شده جواب نخواهد داد.

شکل ۲-۸۸- برد بُرد Bread board



شکل ۸۹-۲- اندازه گیری مقاومت لامپ‌های روشنایی

● مراحل انجام کار: اندازه گیری مقاومت چند نمونه لامپ

۱۲ ولتی با مولتی متر دیجیتال

– طبق شکل ۸۹-۲، مقاومت اهمی حداقل سه لامپ

۱۲ ولتی، مانند لامپ سقف، لامپ چراغ جلو (نور بالا و نور پائین)، لامپ چراغ راهنمای اتومبیل را اندازه بگیرید و مقادیر به دست آمده را یادداشت کنید.

$$R_1 = \text{لامپ چراغ سقف} = \dots\dots\dots \Omega$$

$$R_2 = \text{لامپ چراغ جلو نور بالا} = \dots\dots\dots \Omega$$

$$R_3 = \text{لامپ چراغ جلو نور پائین} = \dots\dots\dots \Omega$$

$$R_4 = \text{لامپ چراغ راهنما} = \dots\dots\dots \Omega$$

– تعدادی لامپ ۲۲۰ ولت ۴۰ وات، ۱۰۰ وات و ۲۲۰

وات را در اختیار بگیرید و با استفاده از شکل ۸۹-۲، مقدار مقاومت اهمی آن‌ها را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

$$R_5 = \text{لامپ } 40V, 220V = \dots\dots\dots \text{ OHM}$$

$$R_6 = \text{لامپ } 100W, 220V = \dots\dots\dots \text{ OHM}$$

$$R_7 = \text{لامپ } 200W, 220V = \dots\dots\dots \text{ OHM}$$

$$R_8 = \text{لامپ } 5W, 220V = \dots\dots\dots \text{ OHM}$$

مخصوص دانش آموزان علاقه مند : با

$$\text{استفاده از رابطه ی } P = \frac{V^2}{R} \text{ یا } R = \frac{V^2}{P} \text{ درستی}$$

مقادیر اندازه گیری شده را تحقیق کنید.

پاسخ دهید:

حداقل ۴ نکته ی ایمنی در ارتباط با کاربرد مولتی تر را بنویسید.

.....

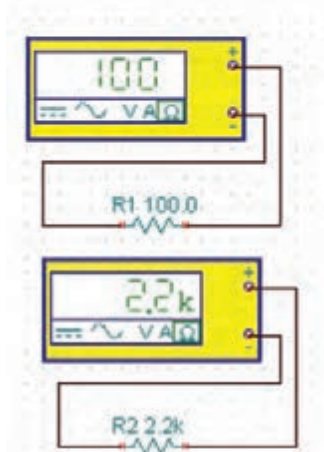
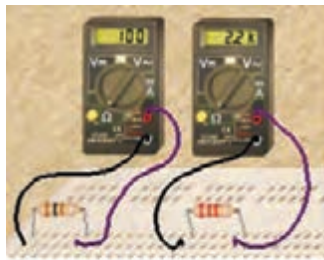
.....

.....

.....

.....

.....



شکل ۹۰-۲- اندازه‌گیری مقاومت اهمی

– با استفاده از مولتی متر دیجیتال تعدادی مقاومت اهمی معمولی را در اختیار بگیرید.

– با استفاده از مولتی متر دیجیتال طبق شکل ۹۰-۲ مقدار مقاومت‌ها را اندازه بگیرید و مقادیر آن‌ها را یادداشت کنید.

$$R_1 = \dots\dots \text{OHM}$$

$$R_2 = \dots\dots \text{OHM}$$

$$R_3 = \dots\dots \text{OHM}$$

$$R_4 = \dots\dots \text{OHM}$$

**مخصوص دانش آموزان علاقه‌مند:**

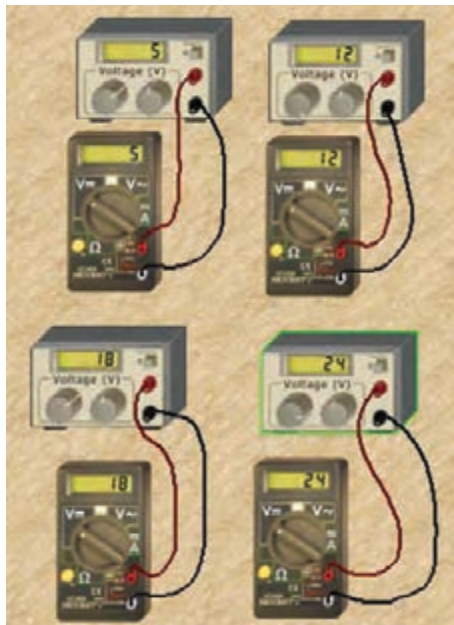
مقاومت‌ها را با هم به صورت سری و موازی ببینید و مقادیر معادل آن‌ها را اندازه بگیرید.

**نکته‌ی مهم:** هنگام اندازه‌گیری با مولتی

متر دیجیتال با توجه به میزان خطای دستگاه و خطای قطعات، مقادیر اندازه‌گیری شده با مقدار واقعی آن اندکی تفاوت دارد که می‌توان از آن صرف نظر کرد.

۴ ساعت

زمان



شکل ۹۱-۲- استفاده از منبع تغذیه

۶-۵-۲- کار عملی: کار با منبع تغذیه‌ی آزمایشگاهی

● تجهیزات و مواد مورد نیاز: مولتی متر دیجیتال، منبع

تغذیه‌ی آزمایشگاهی، راهنمای کاربرد منبع تغذیه

● مراحل اجرای آزمایش

– با استفاده از راهنمای کاربرد دستگاه منبع تغذیه، روش

استفاده از آن را یاد بگیرید.

– هنگام کار با منبع تغذیه رعایت نکات ایمنی مربوط به

عملکرد و کاربرد آن کاملاً ضروری است.

– طبق شکل ۹۱-۲ منبع تغذیه را روی ۵ ولت قرار دهید

و ولتاژهای خروجی آن را با مولتی متر دیجیتالی اندازه بگیرید و

مقدار اندازه‌گیری شده را با مقدار نشان داده شده روی منبع

تغذیه مقایسه کنید. آیا این دو مقدار با هم برابر است؟

$$V_{S_1(\text{منبع تغذیه})} = \dots\dots V$$

هنگام اندازه‌گیری ولتاژ به قطب‌های مولتی متر دیجیتال توجه کنید.

پاسخ دهید: تفاوت باتری اتومبیل با منبع تغذیه آزمایشگاهی را توضیح دهید.

.....

.....

.....

.....

$$V_{S_2} (\text{مولتی متر}) = \dots\dots\dots V$$

– منبع تغذیه را روی مقادیر ۱۲ ولت، ۱۵ ولت، ۱۸ ولت و ۲۴ ولت قرار دهید و مقادیر را با مولتی متر دیجیتالی اندازه بگیرید.

$$V_{S_4} = \dots\dots\dots \text{ ولت}$$

$$V_{S_7} = \dots\dots\dots \text{ ولت}$$

$$V_{S_8} = \dots\dots\dots \text{ ولت}$$

$$V_{S_5} = \dots\dots\dots \text{ ولت}$$

۴ ساعت

زمان

۷-۵-۲- کار عملی: اندازه گیری ولتاژ دو سر دو

لامپ یا دو مقاومت به صورت سری

● تجهیزات و مواد مورد نیاز: لامپ ۱۲ ولت و ۵

وات دو عدد، مقاومت  $1k\Omega$  و  $2/2k\Omega$  یک چهارم وات از هر کدام یک عدد، منبع تغذیه یا باتری ۱۲ ولتی یک عدد، مولتی متر دیجیتالی یک دستگاه، سیم به مقدار کافی

● مراحل اجرای آزمایش

– مدار شکل ۲-۹۲ را ببینید.

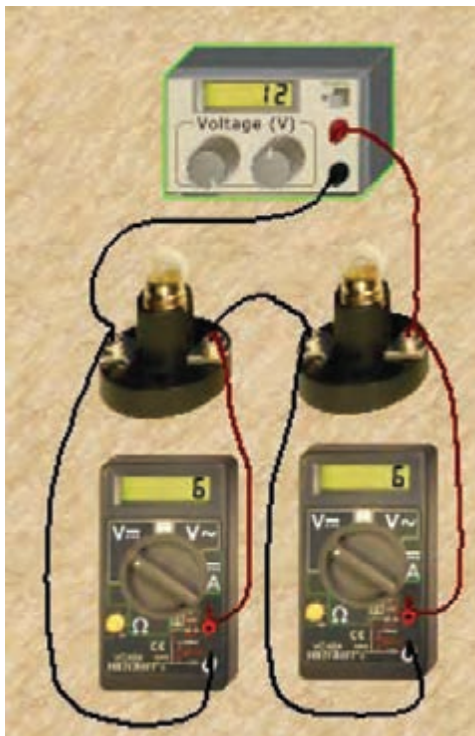
– منبع تغذیه را روشن کنید و آن را روی ۱۲ ولت

بگذارید.

– ولتاژ دو سر لامپ های  $L_1$  و  $L_2$  را اندازه بگیرید.

$$V_{L_1} = \dots\dots \text{ Volt}$$

$$V_{L_2} = \dots\dots \text{ Volt}$$



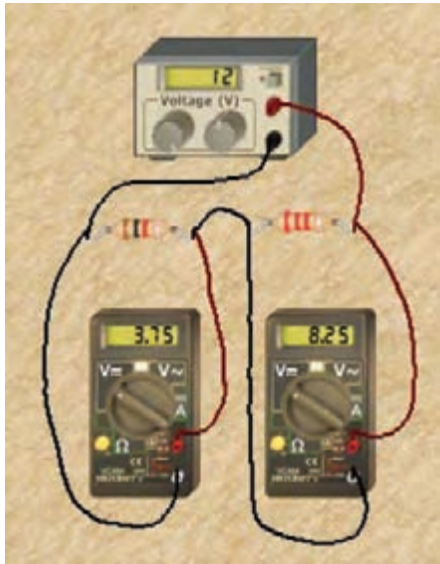
شکل ۲-۹۲- اندازه گیری ولتاژ در مدار سری

نکته مهم: برای اندازه گیری ولتاژها نیاز

به یک مولتی متر دارید، کافی است جای پروب های

مولتی متر را تغییر دهید.





شکل ۹۳-۲ اندازه گیری ولتاژ دو سر مقاومت ها به صورت سری

۲- آیا  $V_{L_1} + V_{L_2}$  برابر با ولتاژ منبع تغذیه است؟ شرح

دهید.

۲- با استفاده از مقاومت ها، مدار را طبق شکل ۹۳-۲

بینید.

۲- با استفاده از مولتی متر ولتاژهای دو سر هر یک از

مقاومت ها را اندازه بگیرید.

$$V_{R_1} = \dots \text{ Volt}$$

$$V_{R_2} = \dots \text{ Volt}$$

۲- آیا  $V_{R_1} + V_{R_2}$  برابر با ولتاژ منبع تغذیه است؟ شرح

دهید.

۲- به چه دلیل ولتاژ دو سر مقاومت  $R_1$  با ولتاژ دو سر

مقاومت  $R_2$  برابر نیست؟ شرح دهید.

۴ ساعت

زمان



لامپ  $L_1$  وات

۸-۵-۲ کار عملی: اندازه گیری جریان الکتریکی

● تجهیزات و مواد مورد نیاز: لامپ ۱۲ ولت ۵ وات

و ۱۰ وات از هر کدام یک عدد، منبع تغذیه ی ۱۲ ولتی یا باتری

اتومبیل، مولتی متر دیجیتالی یک دستگاه، سیم به مقدار کافی

● مراحل اجرای آزمایش

۲- مدار را طبق شکل ۹۴-۲ بینید. توجه داشته باشید که

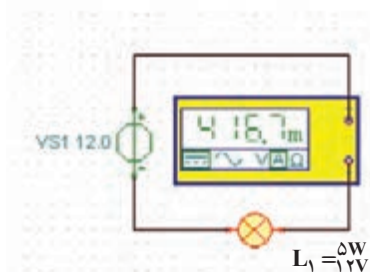
آمپر متر باید به صورت سری با مدار بسته شود.

۲- مولتی متر دیجیتالی را روی حوزه ی کار جریان قرار

دهید.

۲- در صورتی که دستگاه شما دارای رنج (Rang) جریان

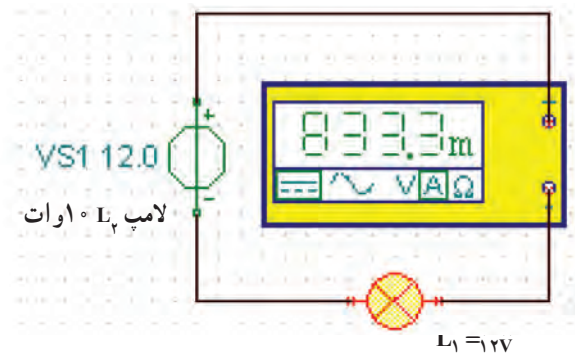
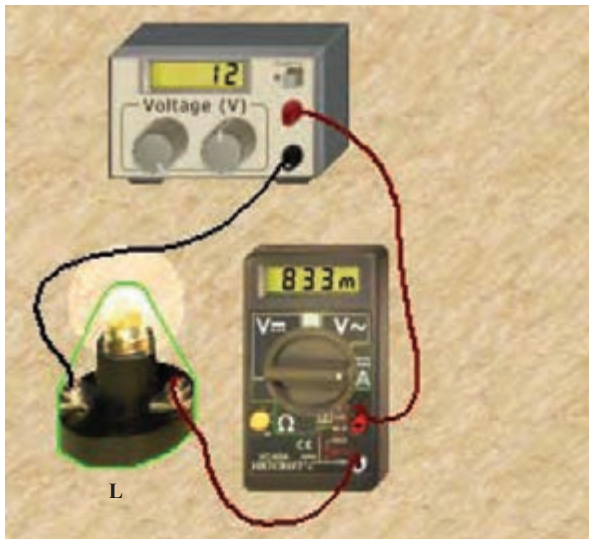
خودکار نیست لازم است رنج مناسب را انتخاب کنید.



شکل ۹۴-۲ اندازه گیری جریان یک لامپ ۱۲ ولتی ۵ وات

**خطر: اگر در این آزمایش دچار اشتباه**

**شوید مولتی متر شما آسیب خواهد دید.**



شکل ۹۵-۲- اندازه‌گیری جریان یک لامپ ۱۲ ولتی ۱۰ وات



شکل ۹۶-۲- تصویر آمپر متر انبری برای اندازه‌گیری جریان‌های زیاد

– دستگاه منبع تغذیه را روشن کنید. در صورتی که از باتری اتومبیل استفاده می‌کنید، سیم مثبت باتری را در آخرین مرحله متصل کنید.

– شدت جریان لامپ  $L_1$  را اندازه بگیرید.

$$I_{L_1} = \dots\dots\dots \text{Amper}$$

– مدار را طبق شکل ۹۵-۲ ببندید.

– شدت جریان لامپ  $L_2$  را اندازه بگیرید.

$$I_{L_2} = \dots\dots\dots \text{آمپر}$$

– در حین آزمایش به نور لامپ‌ها توجه کنید. کدام لامپ

دارای نور بیشتری است،  $L_1$  یا  $L_2$ ؟ ...

– با توجه به نور لامپ‌ها آیا می‌توانیم نتیجه بگیریم آن‌هایی

که وات بیشتری دارند، نور بیشتری تولید می‌کنند؟ توضیح دهید.

– به چه دلیل جریان لامپ‌ها با هم تفاوت دارند، شرح

دهید.

تحقیق کنید: مقاومت لامپ ۵ واتی بیشتر تر

است یا ۱۰ واتی چرا؟ شرح دهید.

.....  
.....

ویژه دانش آموزان علاقه‌مند

– در صورتی که آمپر متر انبری در اختیار دارید، با استفاده

از این آمپر متر جریان مدار استارتر اتومبیل را اندازه بگیرید.

آمپر متر انبری برای اندازه‌گیری جریان‌های زیاد به کار می‌رود و

هنگام اندازه‌گیری جریان مدار به قطع کردن مدار نیاز ندارد، زیرا

فک‌های آمپر متر، طبق شکل ۹۶-۲، سیم را در برمی‌گیرند و

جریان از طریق القایی منتقل می‌شود.

در صورت داشتن زمان اضافی این کار

عملی را برای تعداد لامپ که به صورت موازی

قرار می‌گیرند انجام دهید و جریان هر یک از لامپ‌ها

را اندازه بگیرید.

ویژه دانش آموزان علاقه‌مند



## ۹-۵-۲- سیگنال ژنراتور (signal generator):

ویژگی‌ها: سیگنال ژنراتور دستگاهی است که می‌تواند انواع سیگنال‌های مورد نیاز را با فرکانس و دامنه‌های مختلف تولید کند. شما می‌توانید آن‌ها را در آزمایشگاه مورد استفاده قرار دهید. شاید برایتان این سؤال مطرح باشد که اصولاً فراگرفتن طرز کار و نحوه‌ی استفاده از این دستگاه چه ضرورتی دارد؟ می‌دانید که برای سامانه‌ی جرقه‌زنی در اتومبیل نیاز به ولتاژ با دامنه‌ی حدود چند کیلوولت است.

سامانه‌ای که این ولتاژ را تولید می‌کند یک مدار مکانیکی مانند دلكو یا یک مدار الکترونیکی است. در این مدارها، ابتدا پالس‌هایی با دامنه‌ی کم تولید می‌شود. سپس دامنه‌ی این پالس‌های ضربه‌ای به وسیله‌ی یک ترانسفورماتور افزایش‌دهنده‌ی ولتاژ، مانند کوئل خودرو به ولتاژ زیاد (High voltage) تبدیل می‌شود. این ولتاژ، از طریق شمع اتومبیل، عمل جرقه‌زنی را انجام می‌دهد.

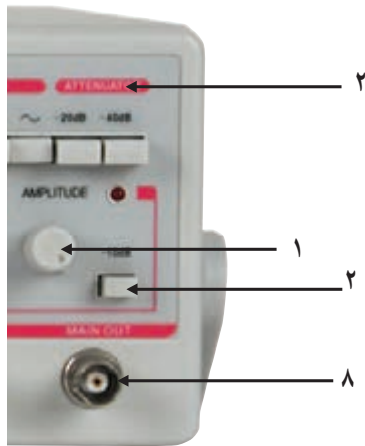
معمولاً تعمیرکاران خودرو با استفاده از اسیلوسکوپ (نوسان‌نما) پالس‌های تولید شده را، در نقاط مختلف مدار الکتریکی و الکترونیکی، مشاهده می‌نمایند و با توجه به شکل موج مشاهده شده و شکل موج ارائه شده در دفترچه‌ی راهنمای تعمیر، خودرو را تنظیم می‌کنند.

در شکل ۹۷-۲ چند نمونه دستگاه سیگنال ژنراتور را مشاهده می‌کنید. امروزه این نوع دستگاه‌ها را به صورت ترکیبی می‌سازند. یعنی یک دستگاه می‌تواند شکل موج‌های مختلفی، مانند سینوسی مربعی، مثلثی، دندان‌اره‌ای و ... را تولید کند. به این نوع دستگاه‌ها فانکشن ژنراتور یا مولد تابع (function Generator) می‌گویند. نمونه‌هایی از این دستگاه‌ها را در شکل ۹۸-۲ ملاحظه می‌کنید. در شکل ۹۹-۲ یک نمونه سیگنال ژنراتور، که دکمه‌های آن نیز مشخص شده است، ملاحظه می‌شود.



شکل ۹۷-۲ چند نمونه سیگنال ژنراتور

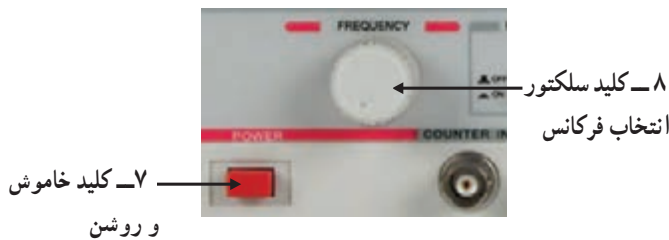




شکل ۲-۱۰۰- ولوم تنظیم دامنه و کلیدهای تضعیف دامنه



شکل ۲-۱۰۱- کلید سلکتور انتخاب شکل موج



شکل ۲-۱۰۲- ولوم و سلکتور انتخاب فرکانس

نحوه‌ی کار با سیگنال ژنراتور: همان‌طور که در شکل ۲-۹۹ مشاهده می‌شود، روی هر سیگنال ژنراتور یا فانکشن ژنراتور کلیدها، سلکتورها و ولوم‌های فراوانی وجود دارد، که تعدادی از آن‌ها که کاربرد عمومی دارند و در کلیه‌ی سیگنال ژنراتورها مشترک‌اند، از جمله:

**ولوم تنظیم دامنه:** با این ولوم دامنه‌ی ولتاژ خروجی تنظیم می‌شود. این ولوم با شماره‌ی ۱ در شکل ۲-۱۰۰ مشخص شده است.

**کلید سلکتور تضعیف دامنه و ترمینال خروجی:** با این کلید سلکتور می‌توانید دامنه‌ی سیگنال ورودی را با ضریب ۱۰، ۱۰۰ یا ... تضعیف کنید. این کلید در شکل ۲-۱۰۰ با شماره‌ی ۲ مشخص شده است. ترمینال خروجی دستگاه نیز با شماره‌ی ۸ قابل مشاهده است.

**کلید انتخاب شکل موج و ترمینال خروجی:** توسط کلید انتخاب شکل یعنی کلید سلکتور شماره‌ی ۳. موج می‌توانید شکل موج مربعی، سینوسی، مثلثی و ... را انتخاب کنید. از ترمینال شماره‌ی ۴ سیگنال خروجی قابل دریافت است (شکل ۲-۱۰۱).

روی دستگاه سیگنال ژنراتور دکمه‌ها و ترمینال‌های ویژه‌ی دیگری نیز وجود دارد که برای کاربردهای خاص است. یک نمونه‌ی از این نوع خروجی‌ها را در شکل ۲-۱۰۱ می‌بینید.

**کلید سلکتور انتخاب فرکانس:** معمولاً روی صفحه کلیه‌ی سیگنال ژنراتورها یک سلکتور دورانی یا مجموعه‌ی کلید سلکتورهای فشاری وجود دارد که توسط آن می‌توانید محدوده‌ی فرکانس مورد نظر را انتخاب کنید. این کلید سلکتور معمولاً با یک ولوم در ارتباط است که با آن مقدار دقیق فرکانس را تعیین می‌کنند. در شکل ۲-۱۰۲، این کلید سلکتور با شماره‌ی ۴ و ولوم آن با شماره‌ی ۸ نشان داده شده است.

**کلید خاموش‌روشن (Power):** در شکل ۲-۱۰۲ کلید خاموش روشن دستگاه ملاحظه می‌شود. این کلید با شماره‌ی ۷ مشخص شده است.



شکل ۱۰۳-۲ فرکانس متر و ترمینال ورودی آن

فرکانس متر: روی برخی از دستگاه‌های سیگنال ژنراتور، دستگاه فرکانس متر نیز تعبیه می‌شود. در دستگاه معرفی شده نیز یک فرکانس متر وجود دارد که می‌تواند فرکانس‌های خروجی دستگاه را نشان دهد. هم‌چنین از طریق ترمینال ورودی شماره ۹ می‌توانید، فرکانس‌های مربوط به مدار را اندازه بگیرید (شکل ۱۰۳-۲).



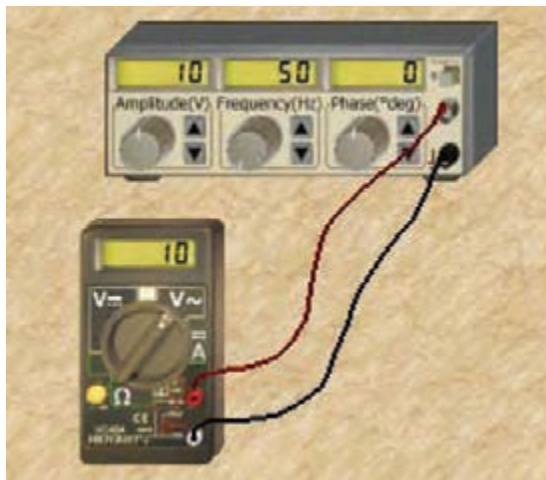
شکل ۱۰۴-۲ تعدادی دیگر از ولوم‌ها و سلکتورهای سیگنال ژنراتور برای کاربردهای ویژه

همان‌طور که در شکل ۱۰۴-۲ مشاهده می‌شود، دکمه‌ها و سلکتورهای دیگری نیز روی فانکشن ژنراتور نصب شده‌اند که کاربردهای ویژه‌ای دارند. برای کار با سیگنال ژنراتور کافی است با مراجعه به راهنمای دستور کار آن، سلکتورهای مورد نظر را انتخاب کنید و با روشن کردن دستگاه، سیگنال مورد نظر را دریافت نمایید.

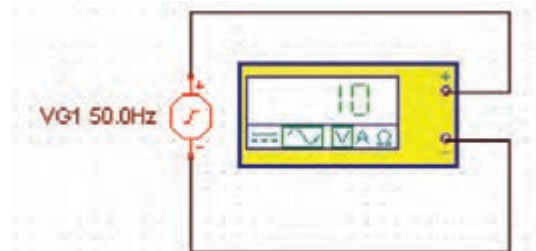
زمان ۲ ساعت

۱-۵-۲ کار عملی: شناسایی دکمه‌ها و سلکتورها و کار با دستگاه سیگنال ژنراتور

- تجهیزات مورد نیاز: سیگنال ژنراتور یا فانکشن ژنراتور یک دستگاه، دفترچه راهنمای دستگاه، مولتی‌متر دیجیتالی
- مراحل اجرای آزمایش



- با استفاده از دستور کار سیگنال ژنراتور RF موجود در کارگاه کلیه دکمه‌های آن را شناسایی کنید.
- سیگنال ژنراتور RF را روی ۵۰ Hz با دامنه ۱۰ ولت قرار دهید (شکل ۱۰۵-۲).

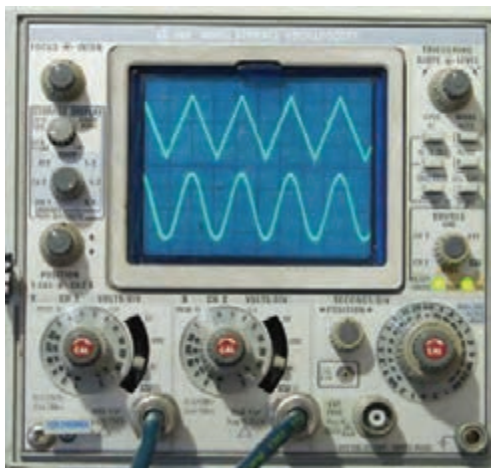


شکل ۱۰۵-۲ اندازه‌گیری ولتاژ خروجی سیگنال ژنراتور

- با استفاده از مولتی‌متر دیجیتالی ولتاژ خروجی آن را اندازه بگیرید.
- سیگنال ژنراتور را روی فرکانس ۱۰۰ Hz با دامنه ۵ ولت قرار دهید و دامنه سیگنال خروجی را با مولتی‌متر دیجیتالی اندازه بگیرید.
- سیگنال ژنراتور را روی چند فرکانس دیگر با دامنه

پاسخ دهید: تفاوت سیگنال ژنراتور و فانکشن و ژنراتور را در دو سطر توضیح دهید.

آموزش این قسمت به صورت تئوری توأم با عملی و نمایش قسمت‌های مختلف توسط معلم انجام می‌شود.



شکل ۱-۲- دو نمونه‌ی دیگر از اسیلوسکوپ و کاربرد آن در صنایع

دل خواه قرار دهید و با مولتی متر دیجیتالی ولتاژ خروجی را اندازه بگیرید.

– مراحل را آن قدر تکرار کنید تا در استفاده از سیگنال ژنراتور تسلط کافی به دست آورید.

۱۱-۵-۲- اسیلوسکوپ یا نوسان‌نما (Oscilloscope): در قسمت ۳-۳-۲ به طور مختصر با اسیلوسکوپ آشنا شده‌اید. در این قسمت به تشریح کامل تر اسیلوسکوپ و نحوه‌ی استفاده از آن می‌پردازیم. در شکل ۱-۲-۶ دو نمونه‌ی دیگر از اسیلوسکوپ را مشاهده می‌کنید. ساختمان داخلی اسیلوسکوپ را می‌توان به دو قسمت اصلی به شرح زیر تقسیم کرد:

- لامپ اشعه‌ی کاتدیک
- مدارهای آماده‌سازی لامپ و سیگنال

تحقیق کنید: با جست و جو در اینترنت و منابع دیگر کوچک ترین اسیلوسکوپ ساخته شده را بیابید و مشخصات آن را بنویسید.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

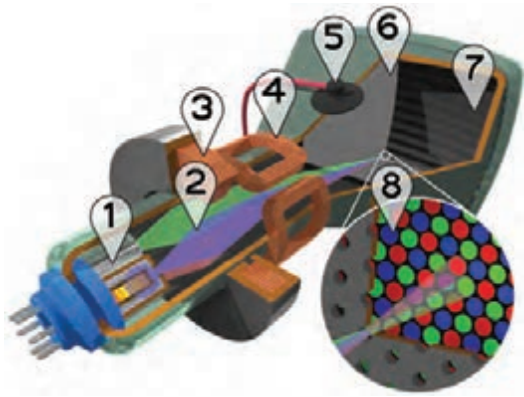
.....

ویژه دانش آموزان علاقه‌مند

**لامپ اشعه‌ی کاتدیک (cathode Ray tube):**

لامپ اشعه‌ی کاتدیک یکی از قسمت‌های اصلی در اسیلوسکوپ است. از این لامپ در تلویزیون دستگاه‌های اندازه‌گیری، آزمایش و تنظیم خودرو، رادیولوژی و ... استفاده می‌شود. در دستگاه‌های جدید به جای لامپ اشعه‌ی کاتدیک

|         |   |      |
|---------|---|------|
| Cathode | = | منفی |
| Ray     | = | اشعه |
| tube    | = | لوله |



از آل سی دی (LCD) استفاده می کنند. لامپ اشعه‌ی کاتدیک به صورت سیاه و سفید و رنگی ساخته می شود. در شکل ۱۰۷-۲ یک نمونه لامپ اشعه‌ی کاتدیک رنگی را با عناصر جانبی آن و یک نمونه لامپ اشعه‌ی کاتدیک سیاه و سفید را مشاهده می کنید. اجزای داخلی لامپ اشعه‌ی کاتدیک رنگی به شرح زیر است:

**تفنگ الکترونی:** در این قسمت الکترون‌ها آزاد می شوند و به صورت یک اشعه با شتاب بسیار زیاد از تفنگ خارج می شوند. شماره‌ی ۱ در شکل تفنگ الکترونی و شماره‌ی ۲ اشعه‌ی الکترونی است.



شکل ۱۰۷-۲- ساختمان داخلی لامپ اشعه‌ی کاتدیک

**سیم پیچ‌ها یا صفحات متمرکزکننده:** کار سیم پیچ شماره‌ی ۳، متمرکز کردن اشعه‌ی الکترونی روی صفحه‌ی لامپ است. در اسیلوسکوپ به جای سیم پیچ از صفحات یا استوانه‌های متمرکزکننده استفاده می شود.

**صفحات یا سیم پیچ‌های انحراف:** کار صفحات یا سیم پیچ‌های انحراف، منحرف کردن اشعه با توجه به سیگنال مورد اندازه‌گیری، در جهات افقی و عمودی است. این سیم پیچ‌ها با شماره‌ی ۴ مشخص شده‌اند.

**آند شتاب دهنده:** کار آند (Anode) شتاب دهنده، سرعت دادن به اشعه‌ی الکترونی و هدایت آن به سمت صفحه‌ی لامپ است. برای ایجاد شتاب زیاد در اشعه به ولتاژ زیاد نیاز داریم. این ولتاژ از طریق اتصال شماره‌ی ۵ به آند می رسد.

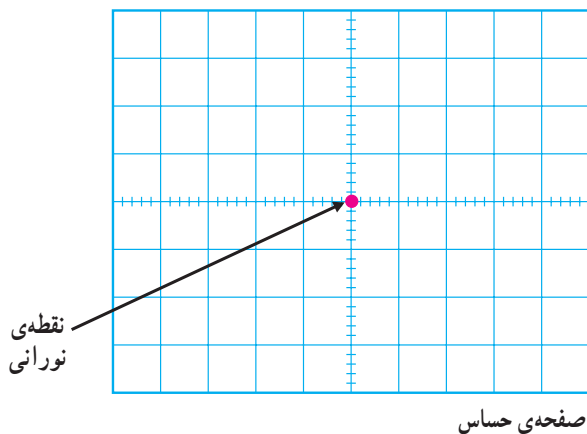
**ماسک هدایت اشعه:** شماره‌ی ۶ یک صفحه‌ی مشبک است که اشعه‌های آبی، قرمز و سبز را به نقاط مربوط به آن روی صفحه‌ی لامپ هدایت می کند.

**صفحه با پوشش لایه‌های فسفری:** صفحه‌ی جلوی لامپ که برای نمایش سیگنال به کار می رود، به وسیله‌ی مواد فسفری با رنگ‌های قرمز و سبز و آبی پوشیده شده است. این قسمت صفحه‌ی اصلی لامپ را تشکیل می دهد. شماره‌ی ۷ این صفحه را صفحه‌ی حساس می نامند، زیرا نقاط فسفری حساس به رنگ‌های قرمز سبز و آبی به صورت منظم روی صفحه‌ی لامپ را پوشانده‌اند. نمای نزدیک این نقاط در شماره‌ی ۸ نشان داده شده است. در شکل ۱۰۸-۲ یک نمونه‌ی دیگر از لامپ اشعه‌ی کاتدیک را آورده‌ایم. به طور کلی اشعه‌ی الکترونی در تفنگ

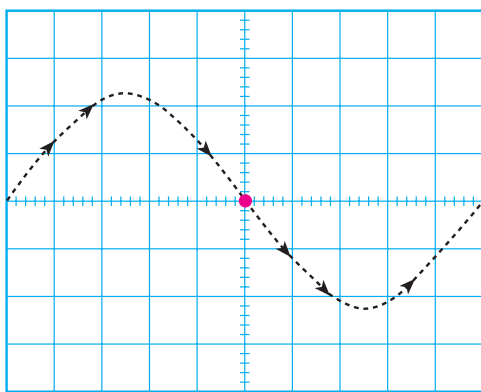


شکل ۱۰۸-۲- نمونه‌ی دیگری از لامپ اشعه‌ی کاتدیک





شکل ۲-۱۰۹ — اگر اشعه‌ی الکترونی به صفحه‌ی پوشیده‌شده از فسفر (صفحه‌ی حساس) برخورد کند، نور تولید می‌شود.



شکل ۲-۱۱۰ — وقتی یک شکل موج سینوسی به اسیلوسکوپ اعمال کنیم، مسیر حرکت اشعه به صورت سینوسی است. اما چون حرکت اشعه سریع صورت می‌گیرد چشم انسان شکل موج را سینوسی پیوسته و کامل احساس می‌کند.



شکل ۲-۱۱۱ — یک نمونه بیرونی اسیلوسکوپ

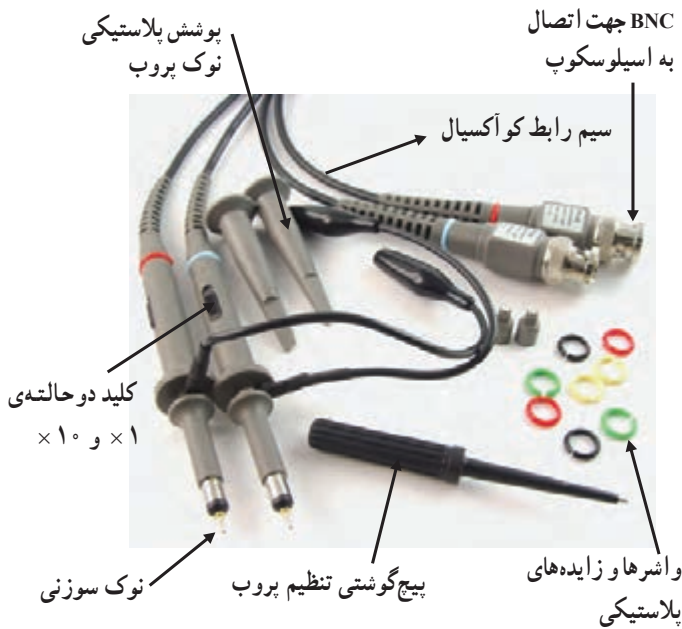
الکترونی تولید می‌شود. و سپس، توسط قسمت‌های شتاب دهنده و متمرکزکننده، ضمن حرکت به سمت صفحه‌ی پوشیده‌شده از فسفر، آن را بمب باران می‌کند. در اثر این بمب باران، یک نقطه‌ی نورانی تولید می‌شود (شکل ۲-۱۰۹). توجه داشته باشید به محض قطع شدن اشعه، نقطه‌ی نورانی نیز از بین می‌رود. روی صفحه‌ی جلویی اسیلوسکوپ (پنل) یک ولوم به نام اینتن (Inten) وجود دارد که توسط آن می‌توانید شدت نور را کم و زیاد کنید. هم‌چنین، ولوم دیگری به نام فوکوس (focus) نیز وجود دارد که توسط آن می‌توانید اشعه را به طور دقیق متمرکز کنید این ولوم قطر اشعه را تغییر می‌دهد. در اثر حرکت نقطه‌ی نورانی روی صفحه‌ی حساس اسیلوسکوپ شکل موج روی صفحه ظاهر می‌شود. حرکت اشعه، بر اثر ولتاژهای داده شده به صفحات انحراف، به صورت افقی و عمودی صورت می‌گیرد. برای مثال اگر شکل موج مورد آزمون، سینوسی باشد، روی صفحه‌ی حساس (مشابه شکل ۲-۱۱۰) موج سینوسی ظاهر می‌شود.

توجه: در اسیلوسکوپ‌های مدرن به جای لامپ اشعه‌ی کاتد یک از صفحات LCD و پلاسما استفاده می‌کنند که حجم لامپ را به شدت کاهش می‌دهند بررسی ساختمان این نوع لامپ‌ها از بحث ما خارج است.

### مدارهای آماده‌سازی لامپ و سیگنال

پروب اسیلوسکوپ: برای اتصال سیگنال الکتریکی به اسیلوسکوپ از پروب‌های مخصوص اسیلوسکوپ استفاده می‌کنند. در شکل الف ۲-۱۱۱ یک نمونه از این نوع پروب‌ها را ملاحظه می‌کنید. سیم رابط پروب از کابل کوآکسیال (هم‌محور) است، لذا تأثیر پارازیت و نویز را روی پروب کاهش می‌دهد. نوک پروب به صورت گیره‌ای و فتری است، به طوری که می‌توانید آن را، به هر نقطه از مدار، که زایده دارد، متصل کنید. اگر پوشش پلاستیکی نوک پروب را برداریم نوک سوزنی آن ظاهر

۱- Inten مخفف Intensity به معنی شدت است.



شکل ۱۱۲-۲- پروب و اجزای آن



شکل ۱۱۳-۲- یک نمونه BNC



شکل ۱۱۴-۲- نحوه‌ی اتصال BNC به اسیلوسکوپ

می‌شود که در صورت نیاز می‌توان از این نوک سوزنی استفاده کرد. در طرف دیگر پروب یک نوع اتصال مخصوص وجود دارد که به اسیلوسکوپ متصل می‌شود. این نوع اتصال را اصطلاحاً بی‌ان‌سی (BNC) می‌نامند. در کنار بی‌ان‌سی معمولاً یک پیچ تنظیم وجود دارد که توسط آن می‌توان پروب را برای مشاهده‌ی دقیق موج مربعی و پالس تنظیم کرد. در شکل ۱۱۲-۲، دو نمونه پروب و اجزای آن را ملاحظه می‌کنید. روی پروب یک کلید دو حالته (تبدیل) وجود دارد که روی یک حالت کلید علامت  $\times 1$  و روی حالت دیگر علامت  $\times 10$  نوشته شده است. از این کلید برای کاهش دامنه‌ی ولتاژ ورودی به اسیلوسکوپ با ضرب  $10$  استفاده می‌شود.

### اتصال بی‌ان‌سی (BNC) به اسیلوسکوپ: در

حفره‌ی بی‌ان‌سی دو فرورفتگی وجود دارد که به یک شیار مورب ختم می‌شود. لذا، هنگام اتصال به ترمینال مادگی اسیلوسکوپ باید فرورفتگی‌های آن در مسیر برجستگی‌های ترمینال اسیلوسکوپ قرار گیرد و با وارد کردن کمی فشار، به اندازه‌ی  $90^\circ$  درجه چرخانده شود تا در محل خود محکم قرار گیرد. در شکل ۱۱۳-۲ یک نمونه بی‌ان‌سی و در شکل ۱۱۴-۲ نحوه‌ی اتصال آن به اسیلوسکوپ نشان داده شده است.

**نکته‌ی مهم:** با استفاده از اسیلوسکوپ،

علاوه بر دیدن شکل موج، می‌توانیم مقدار دامنه‌ی سیگنال، فرکانس و اختلاف فاز آن را اندازه بگیریم.

همان‌طور که قبلاً اشاره شد، در نزدیکی بی‌ان‌سی، یک پیچ تنظیم وجود دارد که توسط آن می‌توان پروب را برای مشاهده‌ی دقیق شکل موج مربعی تنظیم کرد. برای تنظیم پروب، یک شکل موج مربعی را به اسیلوسکوپ وصل می‌کنیم. باید شکل موج ظاهر شده روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ دقیقاً مربعی باشد. در صورتی که لبه‌های بالارونده یا پایین‌رونده‌ی موج، کاملاً

صاف نباشد، با تنظیم پیچ توسط پیچ گوشتی مخصوص می‌توانید شکل موج صحیح را به دست بیاورید.

مراقب باشید: اسیلوسکوپ یک وسیله‌ی اندازه‌گیری ظریف و حساس است. لذا هنگام استفاده از آن باید کاملاً با احتیاط عمل کنید و برای کار کردن با آن حتماً دستور کار و راهنمای کاربرد آن را مطالعه کنید و در صورتی که ابهامی دارید از مربی کارگاه بپرسید.

**نکته‌ی ایمنی:** پیچ تنظیم پروب را زیاد نچرخانید، زیرا آسیب می‌بیند و پروب را غیرقابل استفاده می‌کند.



شکل ۱۱۵-۲، نحوه‌ی تنظیم پروب را نشان می‌دهد. یادآور می‌شود که موج مربعی مورد نیاز برای تنظیم پروب را می‌توان از اسیلوسکوپ دریافت کرد. معمولاً در صفحه‌ی جلوی اسیلوسکوپ (پانل اسیلوسکوپ) یک خروجی برای موج مربعی با فرکانس یک کیلوهرتز و دامنه‌ی  $5/0$  تا یک ولت وجود دارد. این ولتاژ برای کالیبره کردن (تنظیم کردن) اسیلوسکوپ استفاده می‌شود.

شکل ۱۱۵-۲- نحوه‌ی تنظیم پروب برای به دست آوردن موج مربعی کامل و دقیق

### تحقیق کنید:

۱- آیا کابل کوآکسیال پروب اسیلوسکوپ یک کابل معمولی است؟ توضیح دهید.

.....  
 .....  
 .....  
 .....

۲- آیا برای اسیلوسکوپ‌ها از نظر محدوده‌ی فرکانس کار محدودیت وجود دارد؟ شرح دهید:

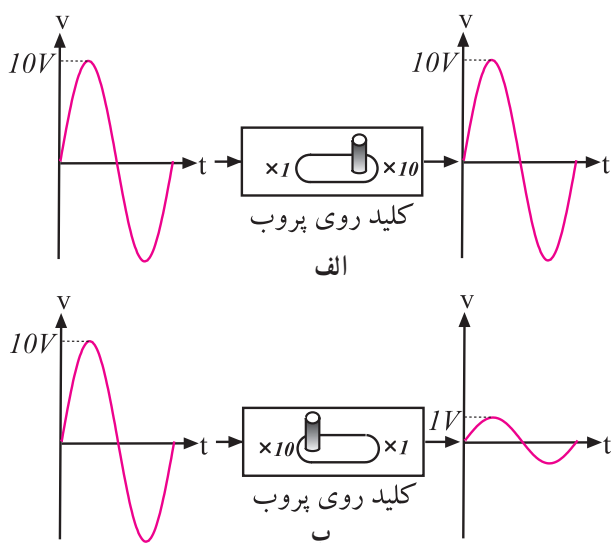
.....  
 .....  
 .....  
 .....

ویژه دانش‌آموزان علاقه‌مند

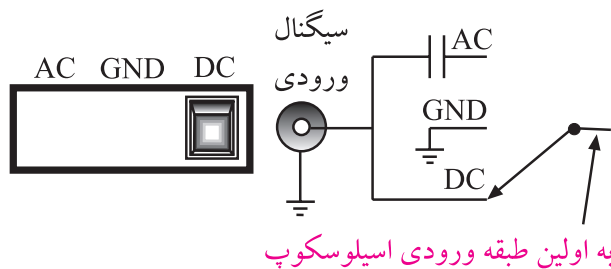


خروجی موج مربعی با فرکانس ۱ KHz و  $5/0$  ولت

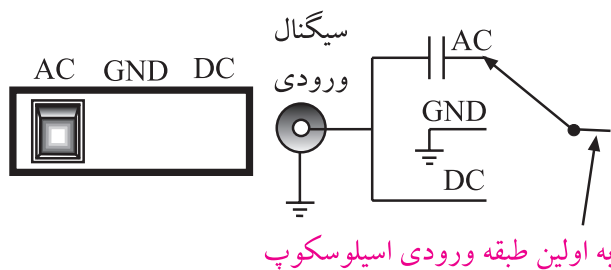
شکل ۱۱۶-۲- این ترمینال روی اسیلوسکوپ قرار دارد و سیگنال مربعی با دامنه‌ی  $5/0$  تا یک ولت و فرکانس یک کیلوهرتز تولید می‌کند.



شکل ۲-۱۱۷- اگر کلید دو حالتی پروب روی  $\times 10$  قرار گیرد، سیگنال ورودی به اندازه  $\times 10$  برابر تضعیف می‌شود.



الف - کلید روی حالت DC قرار دارد سیگنال ورودی به طور کامل وارد مدار می‌شود.



ب - کلید روی حالت AC قرار دارد فقط سیگنال AC می‌تواند وارد مدار شود.

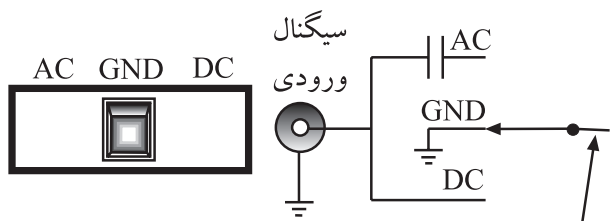
نحوه‌ی استفاده از کلید دو حالتی  $\times 10$  و  $\times 1$  پروب: همان‌طور که قبلاً اشاره شد، روی پروب اسیلوسکوپ، یک کلید  $\times 1$  و  $\times 10$  وجود دارد. در صورتی که کلید روی حالت  $\times 1$  باشد، سیگنال ورودی به اسیلوسکوپ بدون تضعیف وارد اسیلوسکوپ می‌شود و شما می‌توانید، مقدار سیگنال ورودی را بدون تضعیف روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ بخوانید (شکل الف-۱۱۷-۲). چنان‌چه کلید دو حالتی روی پروب در وضعیت  $\times 10$  قرار گیرد، سیگنال ورودی، قبل از رسیدن به مدار اسیلوسکوپ، از طریق پروب به میزان ده برابر تضعیف می‌شود (به  $\frac{1}{10}$  می‌رسد). در این حالت باید مقدار خوانده شده روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ را در عدد  $10$  ضرب کنید تا مقدار واقعی به دست آید (شکل ب-۱۱۷-۲)

### نکته‌ی ایمنی

کلید دو حالتی  $\times 10$  و  $\times 1$  یک کلید بسیار ظریف است. هنگام استفاده از پروب با آن بازی نکنید و فشار بیش از حد به آن وارد ننمایید. در صورت خراب شدن این کلید، پروب غیر قابل استفاده می‌شود.

### کلید AC-GND-DC

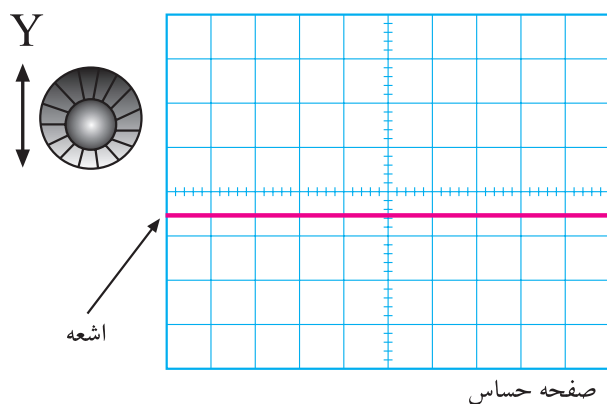
روی اسیلوسکوپ کلیدی وجود دارد که معمولاً در نزدیکی ترمینال ورودی قرار دارد. این کلید دارای سه حالت AC، DC و GND (یا زمین - سیم مشترک) است. اگر کلید در حالت DC قرار داده شود، سیگنال ورودی به طور مستقیم وارد اسیلوسکوپ می‌شود. به عبارت دیگر اگر سیگنال ورودی DC باشد یا جزء DC داشته باشد مستقیماً وارد اسیلوسکوپ می‌شود و ورودی صفحه‌ی نمایشگر ظاهر می‌گردد (شکل الف-۱۱۸-۲). در صورتی که کلید AC-GND-DC طبق شکل ب-۱۱۸-۲ در وضعیت AC قرار گیرد، در مسیر ورودی مدار اسیلوسکوپ، یک خازن قرار می‌گیرد. این خازن مانع عبور جریان DC و ورود آن به اسیلوسکوپ می‌شود. در این حالت فقط سیگنال AC وارد مدار اسیلوسکوپ می‌شود و روی صفحه‌ی نمایشگر ظاهر می‌گردد.



به اولین طبقه ورودی اسیلوسکوپ

ج- کلید در حالت GND قرار دارد لذا ورودی اسیلوسکوپ به زمین اتصال کوتاه می‌شود و هیچ سیگنالی نمی‌تواند وارد مدار شود.

ادامه‌ی شکل ۱۱۸-۲- نحوه‌ی عملکرد کلید AC-GND-DC اسیلوسکوپ



شکل ۱۱۹-۲- تنظیم صفر اشعه (محور افقی) با استفاده از ولوم تغییر مکان y



شکل ۱۲۰-۲- مدارهای موجود در اسیلوسکوپ

چنانچه کلید سه‌حالتی AC-CND-DC در وضعیت مشترک یا زمین (GND) قرار گیرد. ارتباط ترمینال ورودی با مدار داخلی اسیلوسکوپ قطع می‌شود و سیگنال ورودی نمی‌تواند وارد مدار داخلی اسیلوسکوپ شود. به عبارت دیگر، ورودی اسیلوسکوپ به زمین دستگاه متصل می‌شود، (شکل ج ۱۱۸-۲).

توجه داشته باشید که همواره قبل از متصل کردن سیگنال مورد اندازه‌گیری به ترمینال ورودی اسیلوسکوپ، باید کلید AC-CND-DC را در وضعیت GND قرار دهید و مکان صفر اشعه را تنظیم کنید. معمولاً مکان صفر را در وسط صفحه‌ی حساس در نظر می‌گیرند.

برای تنظیم صفر می‌توانید از ولوم تغییر مکان قائم (y) استفاده کنید. با تغییر مکان این ولوم، می‌توان اشعه (محور افقی) را در جهت قائم جابه‌جا کرد. شکل ۱۱۹-۲، اشعه و ولوم تنظیم مکان y را نشان می‌دهد.

### کلیدها، ولوم‌ها و سلکتورهای اسیلوسکوپ

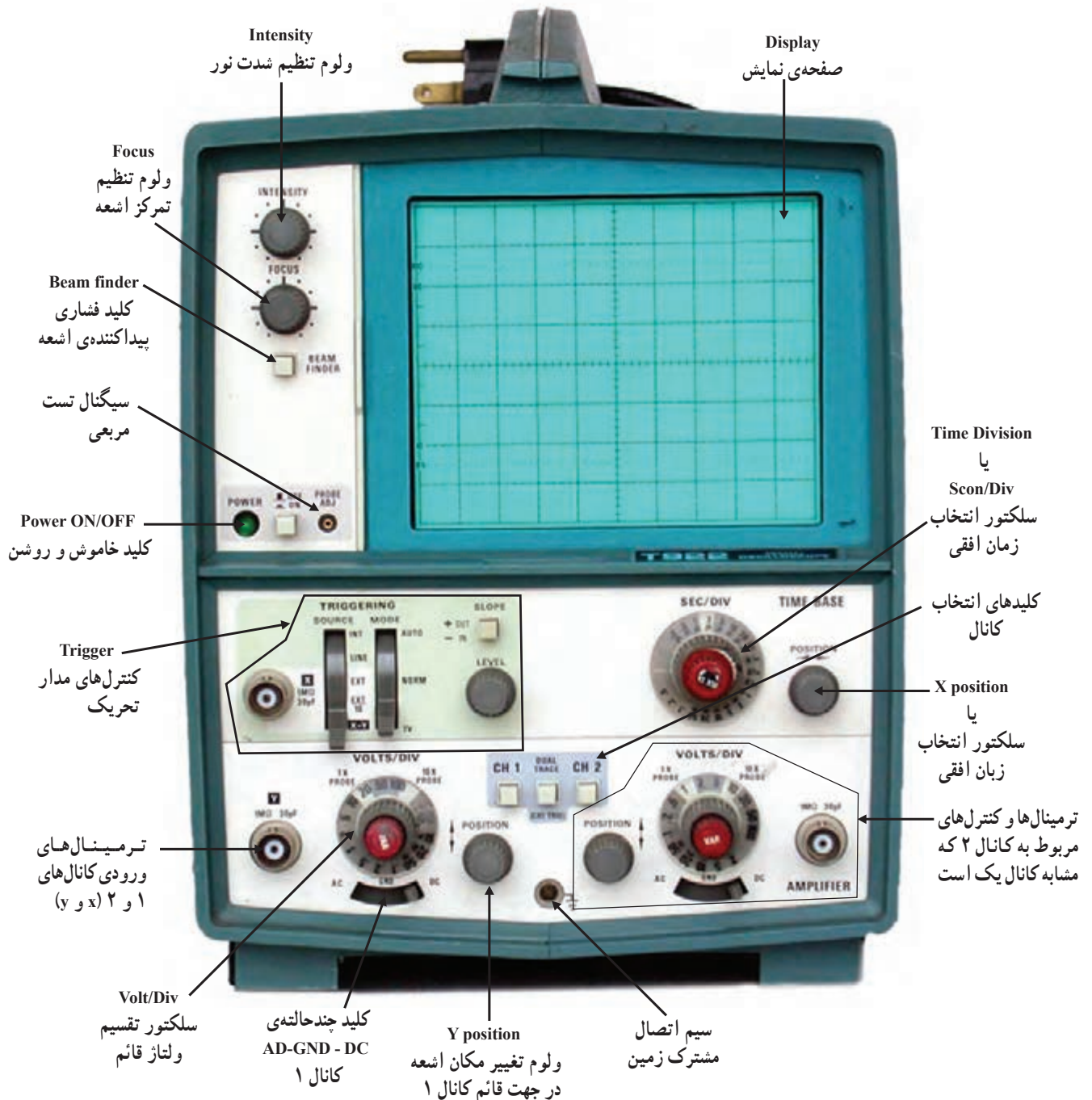
برای این که بتوان امواج را روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ به نمایش درآورد، لازم است در داخل اسیلوسکوپ مدارهای خاصی در نظر گرفته شود. به‌طور کلی مدارهای داخلی دستگاه اسیلوسکوپ را می‌توان به چهار دسته‌ی زیر تقسیم کرد:

- مدارهای قائم یا vertical
- مدارهای افقی یا Horizontal
- مدارهای تحریک یا Trigger
- مدارهای جانبی

برای هر یک از سامانه‌های ذکر شده روی صفحه جلوی اسیلوسکوپ کنترل‌هایی وجود دارد. کاربر توسط این کنترل‌ها می‌تواند تنظیم‌های مورد نیاز را برای به‌دست آوردن بهترین شکل موج انجام دهد (شکل ۱۲۰-۲). اسیلوسکوپ‌ها در انواع یک‌کاناله و دوکاناله ساخته می‌شوند. امروزه اغلب اسیلوسکوپ‌ها دوکاناله هستند.

در شکل ۱۲۱-۲ کلیدها، ولوم‌ها و سلکتورهای یک اسیلوسکوپ دوکاناله را ملاحظه می‌کنید.

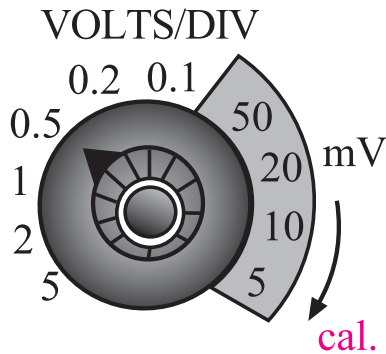
توجه: متناسب با طراحی و سلیقه‌ی کارخانه‌ی سازنده، محل سلکتورها و کلیدها و ولوم‌ها جا به جا می‌شود. مثلاً ولوم intensity ممکن است در بالا سمت چپ، بالا سمت راست، پایین سمت چپ، پایین سمت راست یا در وسط قرار گیرد. اما عملکرد آن برای تمام اسیلوسکوپ‌ها یکسان است.



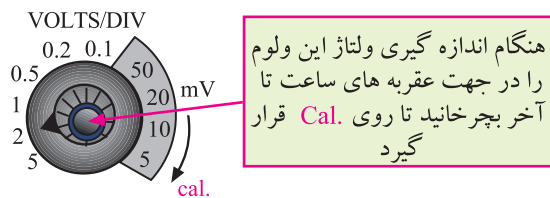
شکل ۱۲۱-۲ سلکتورها، کلیدها و ولوم‌های یک نمونه اسیلوسکوپ یک کاناله

خواندن مقادیر ولتاژ سلکتور ولت بر قسمت و نحوه‌ی

استفاده از آن Volt/Di



شکل ۱۲۲-۲ اعدادی که نشانک در مقابل آن قرار می‌گیرد، میزان انحراف اشعه را در جهت عمودی برای یک خانه مشخص می‌کند.



هنگام اندازه‌گیری ولتاژ این ولوم را در جهت عقربه‌های ساعت تا آخر بچرخانید تا روی Cal. قرار گیرد

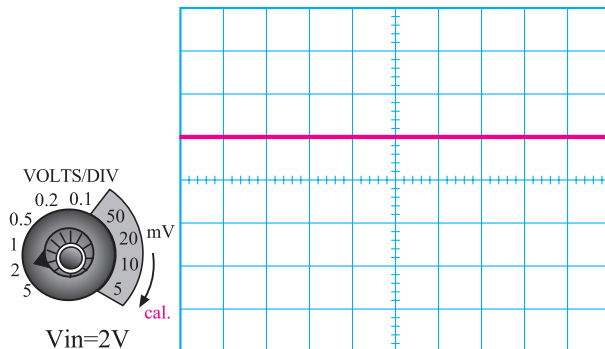
شکل ۱۲۳-۲ تنظیم ولوم کالیبراسیون

همان‌طور که در شکل ۱۲۲-۲ مشاهده می‌شود، روی پانل اسیلوسکوپ برای هر یک از کانال‌ها، یک سلکتور ولت بر قسمت Volt/Division قرار دارد. این کلید مشابه کلید رنج ولت‌متر یا مولتی‌متر است. عددی که در مقابل نشانک (علامت پیکان یا برجستگی روی ولوم یا سلکتور) قرار می‌گیرد مقدار ولتاژ را برای هر خانه نشان می‌دهد. در شکل ۱۲۲-۲ نشانک در مقابل ۵/۰ ولت قرار دارد. بنابراین، هر خانه در جهت عمودی مشخص‌کننده ولتاژی برابر با ۵/۰ ولت است. یعنی اگر دامنه‌ی سیگنال مورد اندازه‌گیری به اندازه چهارخانه منحرف شود، میزان ولتاژ آن برابر با ۴ × ۵/۰ یعنی دو ولت است.

**نکته‌ی مهم:** هنگام اندازه‌گیری باید ولوم cal. به‌طور کامل بسته شود تا اندازه‌گیری به‌طور صحیح صورت گیرد (شکل ۱۲۳-۲).

نحوه‌ی خواندن مقادیر روی صفحه‌ی نمایش

اسیلوسکوپ

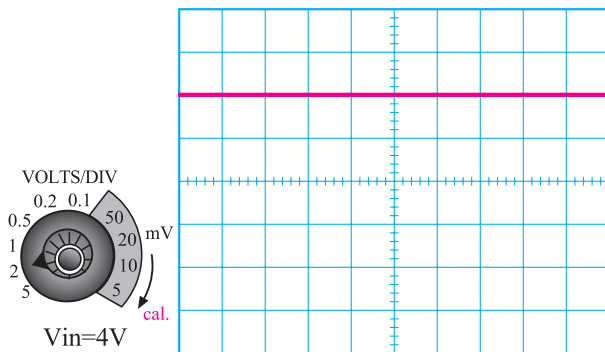


شکل ۱۲۴-۲ اگر ولتاژ ورودی +۲ ولت باشد و نشانک Volt/Div روی ۲ قرار گیرد، اشعه به اندازه‌ی یک خانه منحرف می‌شود.

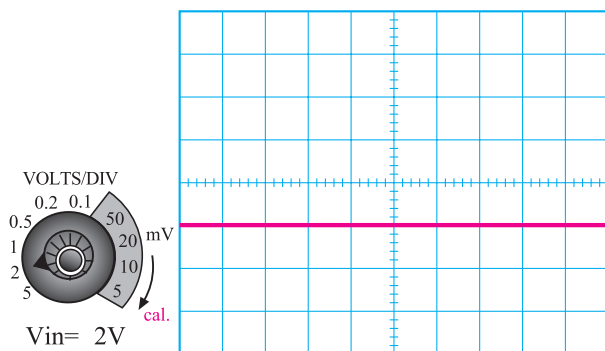
در صورتی که طبق شکل ۱۲۴-۲ نشانک روی عدد ۲ قرار داشته باشد و ولتاژی برابر با ۲ ولت به ورودی اسیلوسکوپ متصل شود، مقدار انحراف اشعه روی صفحه‌ی نمایش برای ولتاژ AC یا DC برابر یک خانه خواهد بود. در صورتی که ولتاژ داده‌شده مثبت باشد، اشعه از مرکز یا نقطه صفر تنظیم می‌شود و به اندازه‌ی یک خانه به سمت بالا حرکت می‌کند و اگر ولتاژ ورودی منفی باشد اشعه به اندازه‌ی یک خانه به سمت پایین منحرف می‌شود. برای به‌دست آوردن ولتاژ ورودی کافی است که میزان انحراف اشعه‌ی روی صفحه‌ی نمایش (یعنی تعداد خانه‌ها) را در عدد انتخاب‌شده‌ی روی سلکتور Volt/Di ضرب کنیم.

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{مقدار ولتاژ} \\ \hline \text{ورودی} \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \text{تعداد خانه‌های} \\ \hline \text{انحراف اشعه} \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|} \hline \text{عدد روی سلکتور} \\ \hline \text{Volt/Di} \\ \hline \end{array}$$

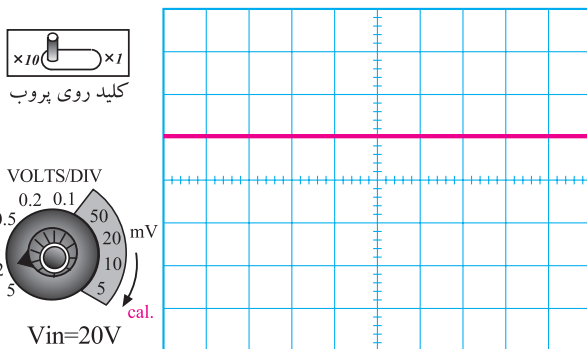
$$۲ = ۱ \times ۳$$



شکل ۱۲۵-۲ در این شکل ولتاژ ورودی ۴+ ولت است و نشانک روی ۲ Volt/Div قرار دارد. بنابراین اشعه به اندازه‌ی دو خانه منحرف می‌شود.



شکل ۱۲۶-۲ نشانک روی ۲ ولت قرار دارد، اشعه‌ی یک خانه به پایین منحرف شده، بنابراین ولتاژ ورودی ۲ ولت است.



شکل ۱۲۷-۲ نشانک روی عدد ۲ ولت قرار دارد و اشعه‌ی یک خانه به سمت بالا منحرف شده است. از آن‌جا که کلید دو حالتی پروب روی  $\times 10$  قرار دارد ولتاژ ورودی برابر با  $20+$  ولت خواهد شد.

در صورتی که ولتاژ ورودی برابر با ۴ ولت باشد و نشانک را روی عدد ۲ قرار دهیم. اشعه به اندازه ۲ خانه منحرف می‌شود. هرگاه ولتاژ ورودی مثبت باشد (ورودی نسبت به زمین مثبت باشد) اشعه نسبت به نقطه‌ی صفر تعریف شده به سمت بالا حرکت می‌کند (شکل ۱۲۵-۲). در صورتی که ولتاژ منفی باشد اشعه به سمت پایین حرکت می‌کند (شکل ۱۲۶-۲).

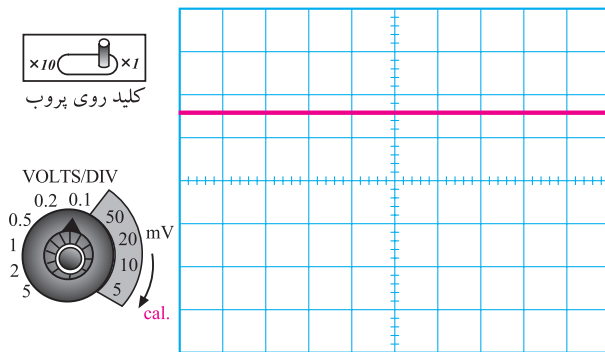
**نکته‌ی مهم:** در صورتی که نشانک روی عدد ۲ قرار گیرد و اشعه دو خانه به سمت بالا منحرف شود و کلید دو حالتی پروب روی  $\times 10$  باشد باید مقدار ولتاژ خوانده شده را در عدد  $10^\circ$  ضرب کنیم. یعنی در این حالت ولتاژ برابر با  $20^\circ$  ولت خواهد شد.

**توجه:** برای جلوگیری از اشتباه در خواندن مقادیر، حتماً به محل قرار گرفتن کلید دو حالتی  $\times 10$  و  $\times 1$  دقت کنید.

در شکل ۱۲۷-۲ اثر ضریب ده پروب روی شکل موج نشان داده شده است. در این شکل سلکتور Volt/Div روی عدد ۲ قرار دارد و اشعه به اندازه یک خانه منحرف شده است. از آن‌جا که کلید دو حالتی پروب روی  $\times 10$  گذاشته شده مقدار ولتاژ خروجی برابر با  $20^\circ$  ولت خواهد شد.

|                |          |                          |          |                   |     |                   |
|----------------|----------|--------------------------|----------|-------------------|-----|-------------------|
| ضریب کلید پروب | $\times$ | عدد انتخابی روی Volt/Div | $\times$ | مقدار انحراف اشعه | $=$ | مقدار ولتاژ ورودی |
| $10^\circ$     | $\times$ | ۲                        | $\times$ | ۱                 | $=$ | $20^\circ$        |



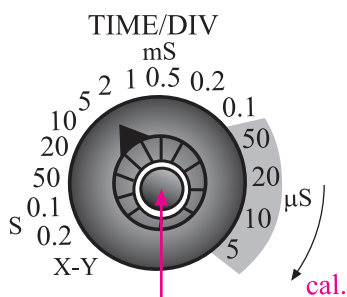


شکل ۲-۱۲۸- نشانک روی  $100 \text{ mV/Div}$  و کلید پروب روی  $\times 1$  قرار دارد. چون اشعه به اندازه  $1/6$  خانه منحرف شده است پس ولتاژ ورودی برابر با  $160 \text{ mV}$  خواهد شد.

به طور کلی برای خواندن مقدار ولتاژ از روی صفحه‌ی نمایش اسیلوسکوپ باید ابتدا میزان انحراف اشعه را مشخص کنیم، سپس عدد روی سلکتور Volt/Div را بخوانیم و در نهایت به ضریب پروب توجه کنیم. حاصل ضرب این مقادیر ولتاژ ورودی خواهد بود. در صورتی که میزان انحراف اشعه بین دو خانه قرار گیرد، مقادیر اعشاری آن را به حساب می‌آوریم. در شکل ۲-۱۲۸ نمونه‌ای از این حالت را ملاحظه می‌کنید. در این شکل نشانک روی عدد  $100 \text{ mV/Div}$  قرار دارد و اشعه به اندازه  $1/6$  خانه منحرف شده است. بنابراین، ولتاژ ورودی برابر با  $160$  میلی‌ولت خواهد شد  $160 \text{ mV} = 100 \text{ mV} \times 1/6$  خانه

### خواندن مقادیر زمان تناوب

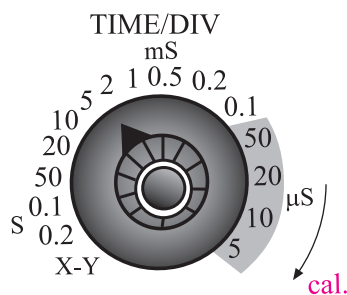
**نحوه‌ی استفاده از سلکتور زمان بر قسمت Time/DiV:**  
یکی دیگر از سلکتورهای دستگاه اسیلوسکوپ، سلکتور زمان بر قسمت Time/DiV است این سلکتور در ارتباط با محور افقی کار می‌کند. با تنظیم این سلکتور می‌توان تعداد سیکل‌های سیگنال مورد اندازه‌گیری را روی صفحه‌ی نمایش تغییر داد و زمان تناوب موج را اندازه گرفت. روی این سلکتور نیز یک دکمه‌ی کالیبراسیون (cal) وجود دارد که باید هنگام اندازه‌گیری این ولوم را در جهت عقربه‌های ساعت تا آخر بچرخانید تا روی cal قرار گیرد. معمولاً روی سلکتور Time/DiV تقسیم‌بندی زمان بر حسب ثانیه (S) میلی‌ثانیه (ms) و میکروثانیه ( $\mu\text{S}$ ) امکان‌پذیر است. شکل ۲-۱۲۹ تصویر یک نمونه سلکتور Time/DiV را نشان می‌دهد.



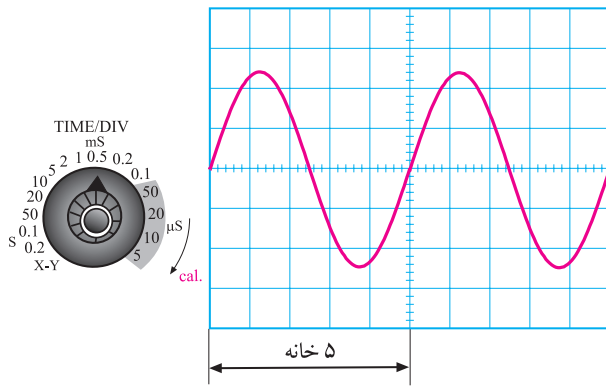
هنگام اندازه‌گیری زمان تناوب این ولوم را در جهت عقربه‌های ساعت تا آخر بچرخانید تا روی Cal. قرار گیرد

شکل ۲-۱۲۹- سلکتور Time/DiV و ولوم کالیبراسیون روی آن. به واحدهای روی هر تقسیم‌بندی توجه کنید.

در سلکتور Time/DiV، علامت نشانک روی هر عددی که قرار می‌گیرد مدت زمانی را نشان می‌دهد که اشعه مسیر یک خانه را طی می‌کند برای مثال در شکل ۲-۱۳۰، نشانک روی عدد ۲ میلی‌ثانیه قرار دارد. بنابراین هر خانه‌ی افقی نشان‌دهنده‌ی زمان ۲ میلی‌ثانیه است.



شکل ۲-۱۳۰- نشانک روی عدد دو میلی‌ثانیه قرار دارد. بنابراین، هر خانه‌ی افقی برابر با ۲ میلی‌ثانیه است.



شکل ۱۳۱-۲ اندازه‌گیری زمان تناوب

$$T = ۵ \times ۰/۵ \text{ ms} = ۲/۵ \text{ ms}$$

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1}{۲/۵ \times ۱۰^{-۳}} = \frac{۱۰۰۰}{۲/۵} = ۴۰۰ \text{ Hz}$$

$F = ۴۰۰ \text{ Hz}$

اندازه‌گیری زمان تناوب: برای اندازه‌گیری زمان تناوب، ابتدا تعداد خانه‌هایی را که زمان یک سیکل را نشان می‌دهد می‌شماریم. سپس تعداد خانه‌ها را در زمان سلکتور Time/DiV، که توسط نشانک مشخص شده است، ضرب می‌کنیم. عدد به دست آمده زمان تناوب موج مورد اندازه‌گیری است. برای مثال در شکل ۱۳۱-۲، نشانک Time/DiV روی عدد ۰/۵ms قرار دارد و تعداد خانه‌های مربوط به یک سیکل کامل برابر با ۵ خانه است. بنابراین، زمان تناوب برابر با ۲/۵ میلی ثانیه می‌شود.

|                                       |   |                                     |   |  |
|---------------------------------------|---|-------------------------------------|---|--|
| زمان تناوب<br>موج مورد<br>اندازه‌گیری | = | عدد نشانک<br>روی سلکتور<br>Time/DiV | × | تعداد خانه‌های<br>نمایش داده شده<br>برای یک سیکل |
| $T = ۲/۵ \text{ ms}$                  | = | $۰/۵ \text{ ms}$                    | × | خانه ۵   |

توجه داشته باشید که اسیلوسکوپ نمی‌تواند فرکانس

را اندازه بگیرد. برای به دست آوردن فرکانس از رابطه‌ی  $F = \frac{1}{T}$  استفاده می‌کنیم. بنابراین، مقدار فرکانس برای موج مورد اندازه‌گیری برابر است با:

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1}{۲/۵ \times ۱۰^{-۳} \text{ s}}$$

$$F = \frac{۱۰۰۰}{۲/۵} = ۴۰۰ \text{ Hz}$$

بنابراین، زمان تناوب موج مورد اندازه‌گیری برابر با ۲/۵ میلی ثانیه و فرکانس آن برابر با ۴۰۰ هرتز است.

تفاوت بین اسیلوسکوپ‌های یک کاناله، دو کاناله و چهار کاناله: همان‌طور که قبلاً ذکر شد، اسیلوسکوپ‌ها به صورت یک، دو و چهار کاناله ساخته می‌شوند. قسمت Time/DiV مدارهای تحریک و تثبیت این اسیلوسکوپ‌ها مشترک است و تنها تفاوت آن در قسمت عمودی یا Volt/DiV است. توجه داشته باشید که تنظیم‌های مربوط به قسمت Volt/DiV کانال‌ها با هم مشابهت دارد. اسیلوسکوپ‌های یک کاناله فقط می‌توانند

### تحقیق کنید

با مراجعه به سایت‌های اینترنتی و منابع دیگر بررسی نمایید آیا اسیلوسکوپ‌ی وجود دارد که توسط آن بتوان مقادیر را به طور مستقیم بدون ضرب و تقسیم به دست آورد. نتیجه تحقیق خود را به طور خلاصه بنویسید.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ویژه دانش آموزان علاقه‌مند



شکل ۱۳۲-۲. اسیلوسکوپ دو کاناله دیجیتال. اسیلوسکوپ دو کاناله می‌تواند و شکل موج را به‌طور هم‌زمان روی نمایش‌گر نشان دهد.



شکل ۱۳۳-۲. یک نمونه دستگاه اسکنر (scanner) خودرو را نشان می‌دهد، که در آن از اسیلوسکوپ استفاده شده است.

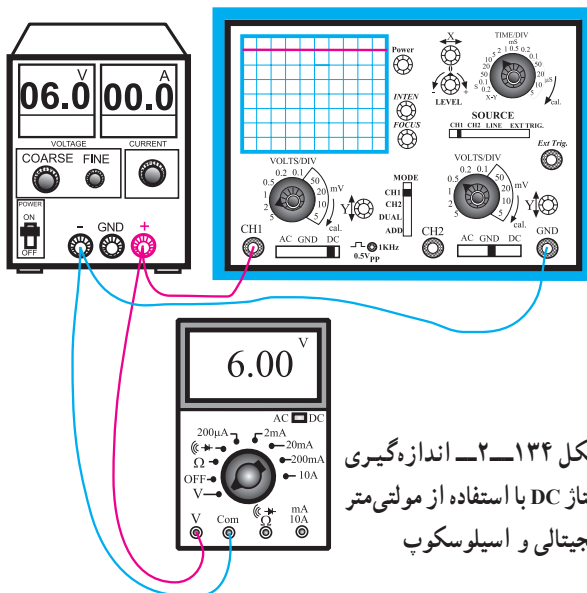
یک شکل موج را نشان دهند. در صورتی که اسیلوسکوپ‌های چند کاناله می‌توانند چند موج را به‌طور هم‌زمان نشان دهند. اسیلوسکوپ‌های مدرن امروزی به‌صورت دیجیتالی ساخته می‌شوند و سلکتورهای آن‌ها نیز دیجیتالی هستند. در شکل ۱۳۲-۲، یک نمونه از این نوع اسیلوسکوپ را، که روی صفحه‌ی آن دو شکل موج نشان داده شده است، ملاحظه می‌کنید.

روی اسیلوسکوپ کلیدها، ولوم‌ها و سلکتورهای دیگری نیز وجود دارد که به‌تدریج با آن‌ها آشنا خواهید شد.

در شکل ۱۳۳-۲ یک نمونه دستگاه بررسی عملکرد موتور اتومبیل‌های جدید را ملاحظه می‌کنید. توسط این دستگاه می‌توانید عملکرد موتور را اسکن کنید و عیب آن را بیابید. همان‌طور که ملاحظه می‌شود این دستگاه دارای یک نمایشگر ال سی دی (LCD) است و مشابه اسیلوسکوپ عمل می‌کند.

توجه: اسکن scan کردن به معنی مرور کردن و بررسی کردن است. هنگامی که می‌گوییم موتور اتومبیل را اسکن می‌کنیم یعنی عملکرد آن را بررسی و مرور می‌نماییم تا بتوانیم صحت کار آن را تأیید کنیم.

## زمان ۲ ساعت



شکل ۱۳۴-۲. اندازه‌گیری ولتاژ DC با استفاده از مولتی‌متر دیجیتالی و اسیلوسکوپ

## ۱۲-۵-۲. کار عملی: اندازه‌گیری ولتاژ DC با

### اسیلوسکوپ و مولتی‌متر دیجیتالی

● تجهیزات مورد نیاز: منبع تغذیه DC - مولتی‌متر

دیجیتال - اسیلوسکوپ - سیم رابط

### مراحل اجرای آزمایش

- مدار شکل ۱۳۴-۲ را ببندید.

- کلیدی دکمه‌ها، سلکتورها و ولوم‌های منبع تغذیه،

اسیلوسکوپ و مولتی‌متر را شناسایی کنید.

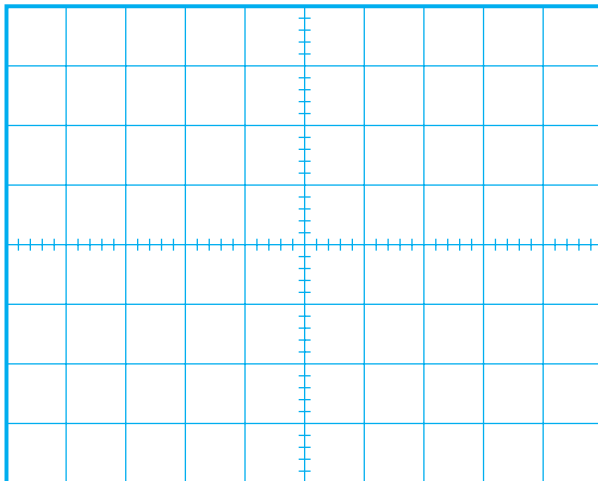
- یک بار دیگر مدار را مورد بررسی قرار دهید تا اشتباهی

نداشته باشد.

- اسیلوسکوپ را روشن کنید و کمی صبر کنید تا گرم شود.

- به کمک ولوم Inten، نور اشعه را در حدی تنظیم کنید که اشعه قابل دیدن باشد.
- به کمک ولوم focus، اشعه را به گونه‌ای تنظیم کنید که کاملاً متمرکز و نورانی باشد. اشعه باید فوق‌العاده باریک باشد و در حد یک نقطه روشن دیده شود.
- بعد از انجام تنظیم‌های فوق، تنظیم‌های زیر را روی کانال یک CH۱ اسیلوسکوپ انجام دهید.
  - o کلید Mode را در حالت CH۱ بگذارید.
  - o کلید AC-CND-DC را در وضعیت GND قرار دهید.
  - o به کمک ولوم جابه‌جاکننده‌ی اشعه در جهت قائم (position y)، اشعه را در مرکز صفحه‌ی حساس تنظیم کنید.
  - o سلکتور V/Div را روی عدد ۲ بگذارید.
  - o ولوم Volt/Variable را در جهت عقربه‌های ساعت تا آخر بچرخانید، به طوری که نشانک آن در مقابل Cal قرار گیرد.
  - o سلکتور Time/Div را روی ۵ms/° بگذارید.
  - o ولوم Time Variable را روی حالت cal قرار دهید. در این حالت باید یک خط افقی روی صفحه ظاهر شود.
- مولتی‌تر دیجیتال را روی حالت DC و حوزه‌ی کار مناسب بگذارید.
- منبع تغذیه را روشن کنید.
- ولوم منبع تغذیه را به آرامی افزایش دهید و به طور هم‌زمان به صفحه‌ی اسیلوسکوپ نگاه کنید. باید اشعه به سمت بالا حرکت کند.
- ولتاژ تغذیه را به ۶ ولت برسانید.
- شکل موج مشاهده‌شده روی صفحه‌ی حساس را روی شکل ۱۳۵-۲ رسم کنید.
- مقدار ولتاژ DC را از روی اسیلوسکوپ محاسبه کنید و مقدار آن را زیر نمودار شکل ۱۳۵-۲ بنویسید.
- در شرایطی که منبع تغذیه به اسیلوسکوپ وصل است کلید AC-GND-DC را در وضعیت AC قرار دهید.
- در این حالت اسیلوسکوپ مقدار ولتاژ DC را صفر نشان می‌دهد! علت را شرح دهید.

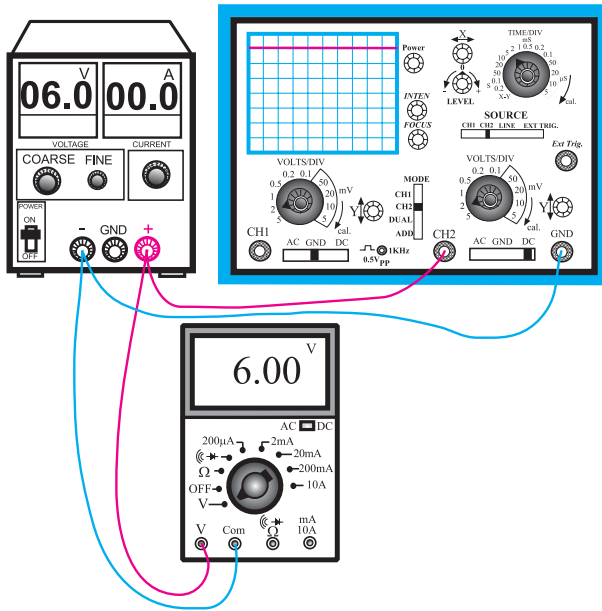
در صورتی که برای تنظیم اسیلوسکوپ با مشکلی مواجه شدید از مربی کارگاه کمک بگیرید. توجه داشته باشید که اگر در هنگام تنظیم اسیلوسکوپ به طور برنامه‌ریزی شده و دقیق و مطابق دستور کار عمل نکنید، نمی‌توانید اشعه را روی صفحه اسیلوسکوپ بیاورید. تنظیم بی‌مورد و بدون هدف ولوم‌ها، کنترل‌ها و سلکتورها، هیچ نتیجه‌ای به جز اتلاف وقت و خستگی ندارد.



|                      |   |              |   |                   |
|----------------------|---|--------------|---|-------------------|
| تعداد خانه‌های عمودی | × | عدد Time/Div | = | مقدار ولتاژ ورودی |
|----------------------|---|--------------|---|-------------------|

|                  |  |   |  |   |  |      |
|------------------|--|---|--|---|--|------|
| V <sub>۱</sub> = |  | × |  | = |  | Volt |
|------------------|--|---|--|---|--|------|

شکل ۱۳۵-۲- اندازه‌گیری و محاسبه‌ی ولتاژ DC توسط کانال ۱ اسیلوسکوپ و مولتی‌تر دیجیتالی



شکل ۱۳۶-۲- مدار اندازه‌گیری ولتاژ با کانال ۲ اسیلوسکوپ

به چه دلیل هنگامی که کلید AC-GND-DC روی AC قرار می‌گیرد، ولتاژ DC را صفر نشان می‌دهد؟

.....

.....

.....

.....

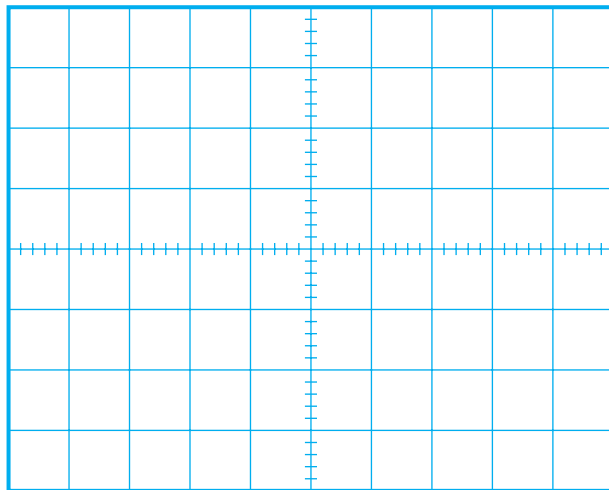
.....

.....

.....

.....

.....



– طبق شکل ۱۳۶-۲ مراحل اجرای آزمایش را برای کانال ۲ نیز تکرار کنید و شکل موج ظاهر شده روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ را در شکل ۱۳۷-۲ رسم کنید.

– مقدار ولتاژ اندازه‌گیری شده توسط مولتی‌متر دیجیتال را یادداشت کنید.

$$V_{DC} = \dots\dots\dots \text{volt}$$

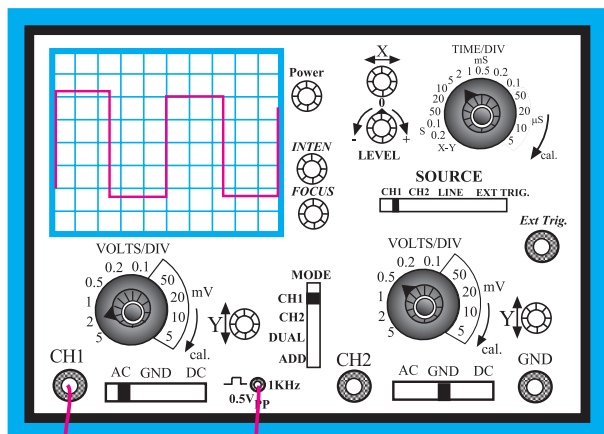
– در صورتی که آزمایش را درست انجام داده باشید باید مقادیر اندازه‌گیری شده با اسیلوسکوپ و مولتی‌متر دیجیتال یک‌سان باشد.

– در صورتی که نتایج یک‌سان نبود، مراحل اجرای آزمایش را تکرار کنید.

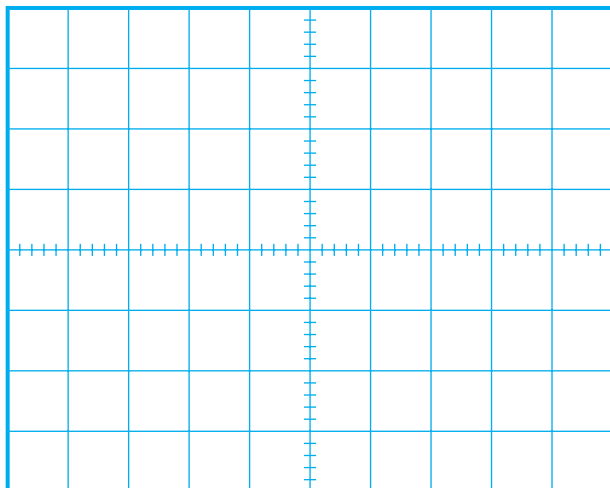
|                          |   |                        |   |                          |
|--------------------------|---|------------------------|---|--------------------------|
| مقدار ورودی<br>اسیلوسکوپ | = | تعداد خانه‌های<br>قائم | × | عدد مربوط به<br>Volt/DiV |
|--------------------------|---|------------------------|---|--------------------------|

$$V_1 = V = \boxed{\phantom{00}} \times \boxed{\phantom{00}}$$

شکل ۱۳۷-۲- اندازه‌گیری ولتاژ ورودی



شکل ۱۳۸-۲- اندازه گیری موج مربعی  
کالیبراسیون اسیلوسکوپ مشاهده می شود.



شکل ۱۳۹-۲- ترسیم و اندازه گیری موج مربعی کالیبراسیون اسیلوسکوپ

- ۱۳-۵-۲- کار عملی: مشاهده و اندازه گیری موج مربعی تولید شده توسط اسیلوسکوپ جهت کالیبراسیون
- تجهیزات مورد نیاز: اسیلوسکوپ
  - مراحل اجرای آزمایش
  - طبق مراحل کار عملی شماره ی ۱۲-۵-۲ تنظیم های اولیه ی اسیلوسکوپ را انجام دهید.
  - سلکتور V/Div را روی ۱/۰ ولت بگذارید.
  - سلکتور Time/Div را روی ۲/۰ میلی ثانیه قرار دهید.
  - پروپ اسیلوسکوپ را طبق شکل ۱۳۸-۲ به خروجی مربعی ۱KHz / ۰/۵V متصل کنید.

**توجه:** کلیدی اسیلوسکوپ ها دارای خروجی کالیبره شده ی مربعی، ولتاژی در حدود ۰/۵ دقت و فرکانس ۱KHz هستند.

- شکل موج مربعی ظاهر شده روی صفحه ی اسیلوسکوپ را در شکل ۱۳۹-۲ رسم کنید.
  - مقدار زمان تناوب را اندازه بگیرید.
  - مقدار فرکانس از رابطه زیر قابل اندازه گیری است.
- زمان تناوب =  $\text{Time/DiV} \times \text{تعداد خانه های افقی}$

$$\boxed{\phantom{000}} \times \boxed{\phantom{000}} = \boxed{\phantom{000}}$$

- مقدار فرکانس را از رابطه ی  $F = \frac{1}{T}$  محاسبه کنید.

$$F = \frac{1}{T} = \text{Hz}$$

- آیا فرکانس اندازه گیری شده حدوداً برابر با ۱KHz است؟ شرح دهید؟
- دامنه ی ولتاژ موج مربعی را توسط اسیلوسکوپ اندازه بگیرید. مقدار دامنه باید برابر بار ۰/۵Vpp باشد.
- این آزمایش را با کانال به اسیلوسکوپ مجدداً انجام دهید.
- پروپ اسیلوسکوپ را روی ۱۰× بگذارید و مقادیر را اندازه گیری کنید.
- مراحل را آن قدر تکرار کنید تا کاملاً مسلط شوید.

آیا فرکانس اندازه گیری شده در حدود ۱KHz است؟

.....

.....

.....

.....

۱۴-۵-۲- کار عملی: استفاده از سیگنال ژنراتور

و اسیلوسکوپ

○ تجهیزات و مواد مورد نیاز: اسیلوسکوپ، سیگنال

ژنراتور، سیم رابط.

○ مراحل اجرای آزمایش

– کنترل‌ها و دکمه‌های سیگنال ژنراتور موجود در کارگاه

را شناسایی کنید و با مراجعه به راهنمای دستور کار آن، نحوه استفاده از آن را یاد بگیرید.

– اسیلوسکوپ را طبق دستور کار گفته شده در کار عملی

۱۴-۵-۲ تنظیم کنید.

– علاوه بر تنظیم‌های صورت گرفته برای اسیلوسکوپ،

تنظیم‌های زیر را نیز انجام دهید.

○ ولوم Level را در حالت صفر (تقریباً در وسط)

تنظیم کنید.

○ Time/Div را روی عدد  $2ms$  بگذارید.

○ Volt/DiV را روی یک ولت قرار دهید.

○ کلید source از «تریگر Trigger» را روی حالت

CH1 بگذارید.

– سیگنال ژنراتور را روی موج سینوسی با فرکانس ۱KHz

قرار دهید.

– مدار شکل ۱۴-۲ را ببندید.

– با تغییر ولوم level شرایطی را به وجود آورید تا موج

ثابت بماند.

در صورت داشتن مشکل از مربی خود

کمک بگیرید.

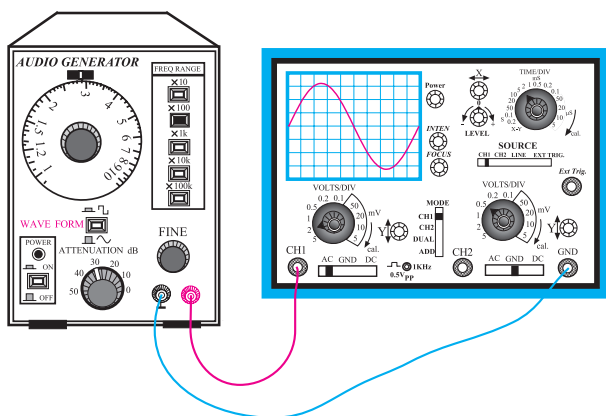
– دامنه‌ی سیگنال ژنراتور را طوری تغییر دهید تا سه

خانه از صفحه‌ی اسیلوسکوپ را پوشش دهد.

– شکل موج ظاهر شده را با مقیاس مناسب در شکل

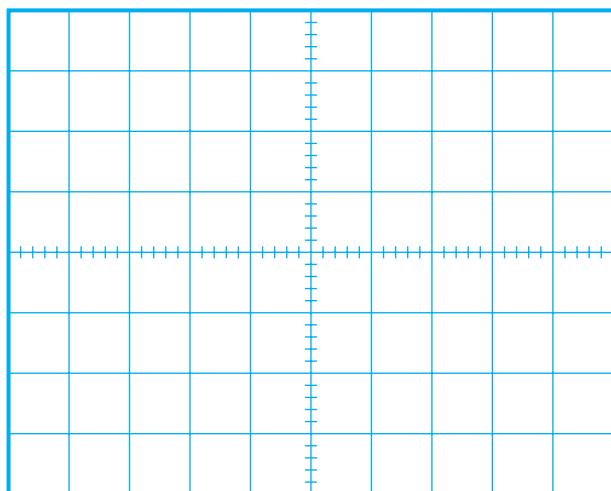
۱۴۱-۲ رسم کنید.

برای تسلط بر نحوه‌ی کاربرد اسیلوسکوپ لازم است این آزمایش‌ها را چندین بار تکرار کنید، تا کاملاً مسلط شوید.



شکل ۱۴-۲- اندازه‌گیری فرکانس و ولتاژ

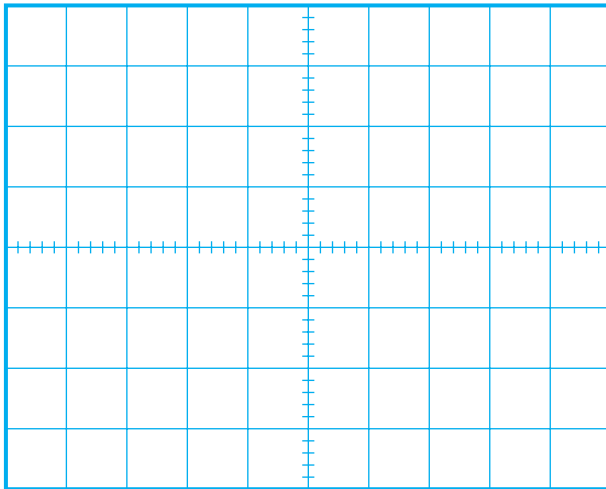
سیگنال ژنراتور به وسیله‌ی اسیلوسکوپ



$F = \dots \dots \dots \text{Hz}$

$V_{pp} = \dots \dots \dots \text{Volt}$

شکل ۱۴۱-۲- شکل موج سینوسی سیگنال ژنراتور



F = ..... Hz

V<sub>pp</sub> = ..... Volt

شکل ۱۴۲-۲- شکل موج مربعی خروجی سیگنال ژنراتور

– کلید شکل موج سیگنال ژنراتور را به موج مربعی تغییر دهید و شکل موج ایجاد شده را روی شکل ۱۴۲-۲، رسم کنید.  
– مقدار فرکانس و دامنه‌ی موج‌های مربعی و سینوسی را اندازه بگیرید.

$$F_1 = \dots \quad V_1 = \dots$$

$$F_2 = \dots \quad V_2 = \dots$$

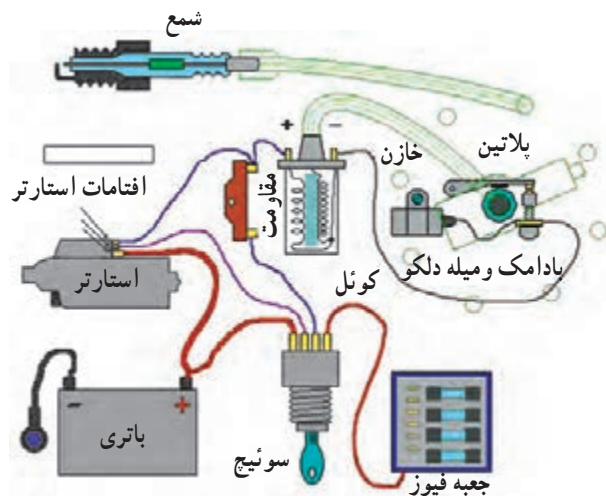
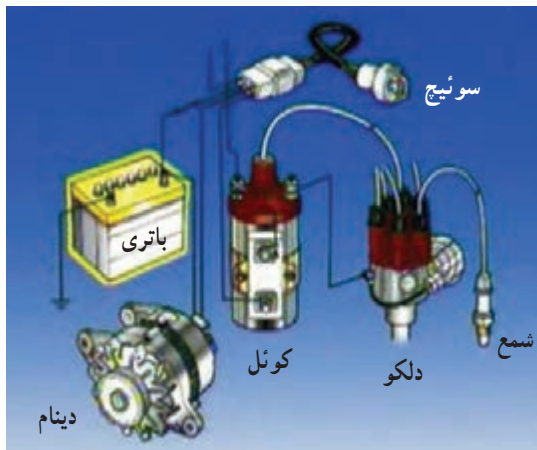
– مراحل آزمایش را برای فرکانس‌های ۲KHz، ۱۰۰Hz و ۵KHz تکرار کنید تا تسلط کافی به دست آورید.

توجه: زمانی روی اسیلوسکوپ تسلط پیدا می‌کنید که تمرین کافی داشته باشید، لذا سعی کنید از زمان کارگاه خود حداکثر استفاده را بنمایید.

## ۲-۶-۲- آشنایی با کاربرد الکترونیک در خودرو

### ۲-۶-۱- ورود الکترونیک به خودرو

سیستم جرقه‌زنی: همان‌طور که در بخش مربوط به برق خودرو بیان شد، برای سیستم جرقه‌زنی و سیستم روشنایی خودرو نیاز به الکتریسیته داریم. این الکتریسیته از طریق باتری و ژنراتور (دینام یا آلترناتور) اتومبیل تأمین می‌شود. از آن جا که برای ایجاد جرقه نیاز به ولتاژ زیاد داریم لازم است از یک ترانسفورماتور ولتاژ زیاد به نام کوئل استفاده کنیم. در سیستم‌های قدیمی خودرو برای جرقه‌زنی از پلاتین استفاده می‌کردند. به این ترتیب که با چرخش میل لنگ از طریق میل سوپاپ محور دلكو به دوران در می‌آمد و از طریق محور دلكو، پلاتین به صورت یک کلید قطع و وصل عمل می‌کرد و یک ولتاژ مربعی شکل (امواج مربعی شکل) را به وجود می‌آورد. این موج مربعی به کوئل خودرو، که یک ترانسفورماتور بود، می‌رسید و ولتاژ آن افزایش می‌یافت و حدود چندین کیلوولت را تولید می‌کرد. این ولتاژ از طریق سر دلكو و ایر به شمع‌ها می‌رسید و جرقه زده می‌شد. به عبارت دیگر، قسمت مکانیزم زمان جرقه مکانیکی و تولید ولتاژ مورد نیاز از طریق یک ترانسفورماتور (کوئل) صورت می‌گرفت. در شکل ۱۴۳-۲، دو نمونه نقشه‌ی سیستم جرقه خودرو نشان داده شده است.



شکل ۱۴۳-۲- نقشه‌ی سیستم جرقه‌زنی اتومبیل‌های قدیمی و نمونه‌ای از دلكو و کوئل

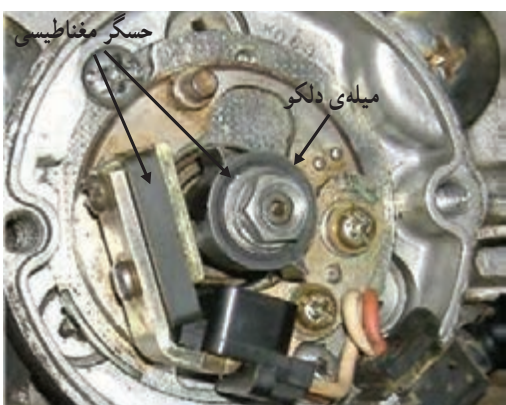
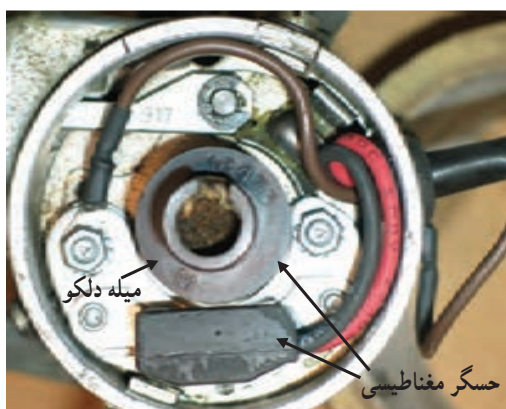




شکل ۱۴۴-۲- مدار شبیه‌سازی شده‌ی سیستم جرقه‌زنی

در شکل ۱۴۴-۲ تصویر دلکو و کوتل را، که خارج از اتومبیل شبیه‌سازی شده است، ملاحظه می‌کنید.

با این شبیه‌ساز Simvlator به آسانی می‌توانید عمل جرقه‌زنی شمع را از نزدیک مشاهده کنید. در بعضی از شبیه‌سازها به جای موتور از اهرم دستی برای چرخاندن میله‌ی دلکو استفاده می‌کنند.



شکل ۱۴۵-۲- سه نمونه حسگر استفاده‌شده در سیستم جرقه‌زنی

## ۲-۷- آشنایی با اصول طراحی و اجرای مدارهای ساده‌ی الکترونیکی

### ۲-۷-۱- مشکلات سیستم مکانیکی: خال‌زدن

پلاتین و از تنظیم خارج شدن آن یکی از اشکالات عمده‌ی پلاتین بود. بعد از کشف نیمه‌هادی‌ها و اختراع ترانزیستورها، دانشمندان به این فکر افتادند که به جای پلاتین از یک مدار الکترونیکی استفاده کنند. یعنی به جای پلاتین، که یک کلید تولید پالس مکانیکی بود، یک کلید الکترونیکی را جای‌گزین نمایند. پس از تحقیقات و آزمایش‌های تجربی طولانی‌مدت، حاصل تلاش آنان به نتیجه رسید و حسگر مغناطیسی جانشین پلاتین شد. در این روش، عمل قطع و وصل مدار و دادن فرمان به کلید الکترونیکی توسط حسگر مغناطیسی انجام می‌شود. آن‌گاه کلید الکترونیکی عمل قطع و وصل ولتاژ باتری را به کوتل منتقل می‌کند.

در شکل الف-۲-۱۴۵ و شکل ب-۲-۱۴۵ دو نمونه حسگر مغناطیسی را مشاهده می‌کنید. همان‌طور که مشاهده می‌شود با چرخش میله‌ی دلکو، عمل قطع و وصل در حسگر مغناطیسی انجام می‌شود و فرمان را به مدار الکترونیکی می‌دهید. عمل قطع و وصل می‌تواند از طریق حسگر نوری نیز صورت پذیرد. نمونه‌ای از آن را در شکل ج-۲-۱۴۵ ملاحظه می‌کنید. معمولاً مدار الکترونیکی دلکو در یک بسته‌بندی مستقل عرضه می‌شود.

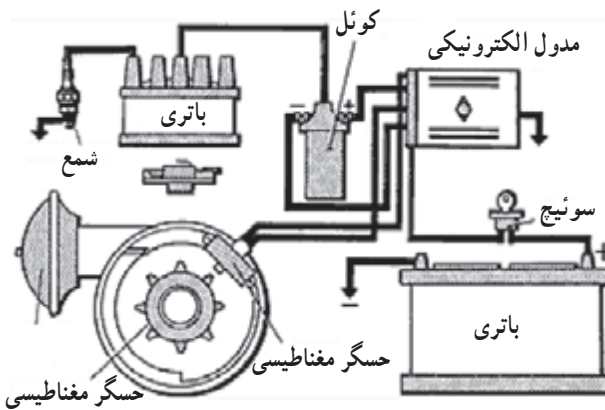


الف



ب

شکل ۱۴۶-۲- دو نمونه سیستم الکترونیکی جرقه‌زنی قابل نصب روی انواع خودروها



شکل ۱۴۷-۲- نمای بلوکی سیستم جرقه‌زنی الکترونیکی

در شکل ۱۴۶-۲ دو نمونه مدار الکترونیکی جرقه‌زنی را مشاهده می‌نمایید. برای نصب سیستم الکترونیکی جرقه‌زنی باید به راهنمای کاربرد آن، که کارخانه‌ی سازنده تهیه کرده و در دسترس قرار داده است، مراجعه نمود. از آنجا که این مدارها بسیار حساس‌اند، باید هنگام نصب و راه‌اندازی کلیه‌ی نکات ایمنی ذکر شده توسط کارخانه‌ی سازنده را به‌طور دقیق رعایت کرد. از مزایای سیستم جرقه‌زنی الکترونیکی دوام زیاد و بی‌نیازی به تنظیم‌های مکرر است. استفاده از این سامانه امکان تولید جرقه‌ی مناسب و اشتعال کامل را فراهم می‌کند.

از سال ۱۹۷۵ اغلب موتورهای خودرو از سامانه‌ی جرقه‌زنی الکترونیکی برخوردار شده‌اند.

تنظیم زمان جرقه در سامانه‌های جرقه‌زنی الکترونیکی به

نتایج مطلوبی منجر می‌شود، از جمله:

۱- بهتر روشن شدن موتور

۲- نرم و روان تر شدن موتور

۳- کاهش مصرف سوخت؛

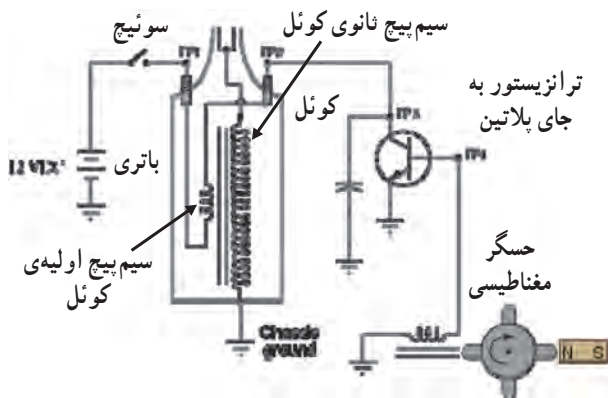
۴- افزایش گشتاور و راندمان موتور؛

۵- کاهش گازهای آلاینده خروجی؛

۶- کاهش هزینه تعمیر و نگهداری سیستم جرقه.

۲-۷-۲- نحوه‌ی عملکرد سامانه‌ی جرقه‌زنی

الکترونیکی: سیستم جرقه‌زنی الکترونیکی یک مجموعه‌ی بدون کنتاکت الکتریکی است، (contact less). یعنی بدون این که نیاز به پلاتین باشد تا به‌صورت مکانیکی، مدار را قطع و وصل کند. از یک کلید و حسگر مغناطیسی یا اشعه‌ی مادون قرمز (فرو سرخ) استفاده می‌کنند. در سیستم نوری یک صفحه‌ی سوراخ‌دار که روی میل دلكو قرار می‌گیرد، در مسیر یک فرستنده و گیرنده‌ی نوری، که معمولاً مجموعه‌ای از فتودیو یا فتوترانزیستور است، قرار می‌گیرد. هنگامی که نور از سوراخ‌های صفحه عبور می‌کند فتودیو تحریک می‌شود و یک مدار الکترونیکی را راه‌اندازی می‌نماید. در مدار الکترونیکی پالس‌های مربعی تولید می‌شود و به کویل می‌رسد. در کویل دامنه‌ی پالس‌ها افزایش می‌یابد و ولتاژ مورد نیاز را برای جرقه‌زنی فراهم می‌کند. در شکل ۱۴۷-۲ نمای بلوکی و در شکل



شکل ۱۴۸-۲- یک نمونه مدار ساده‌ی جرقه‌زنی الکترونیکی

۱۴۸-۲ یک نمونه نقشه‌ی مدار ساده‌ی جرقه‌زنی الکترونیکی را ملاحظه می‌کنید.

یادآور می‌شود که مجموعه‌ی مدار الکترونیکی سیستم جرقه‌زنی خودرو را غالباً به صورت آب‌بندی شده عرضه می‌کنند و معمولاً قابل تعمیر نیست و در صورت خراب‌شدن باید تعویض شود.

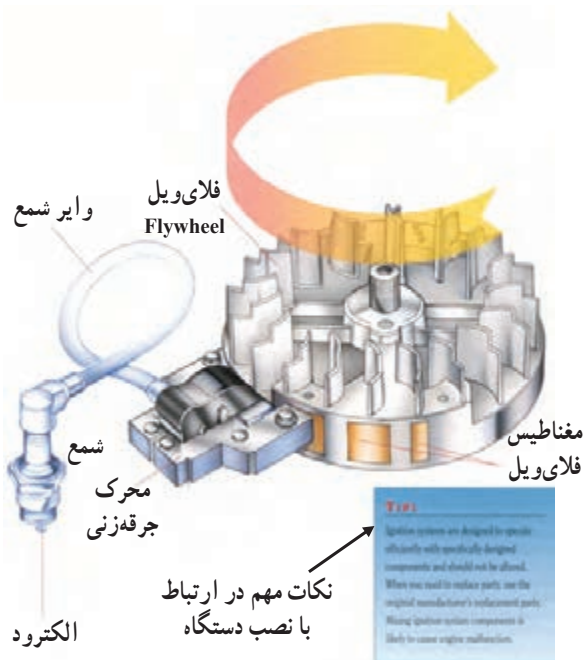
زمان ۲ ساعت

۳-۷-۲- تمرین عملی: آشنایی با نحوه‌ی نصب سیستم الکترونیکی جرقه‌زنی

● مواد و تجهیزات مورد نیاز: یک نمونه سیستم جرقه‌زنی الکترونیکی - راهنمای نصب سیستم جرقه‌زنی الکترونیکی

● مراحل اجرای تمرین عملی:

- دفترچه راهنمای نصب دستگاه جرقه‌زنی الکترونیکی را مورد مطالعه قرار دهید.
- خروجی‌ها و ورودی‌های دستگاه را شناسایی کنید.
- نمونه‌ی سیستم جرقه‌زنی را در شکل ۱۴۹-۲ مشاهده می‌کنید.
- درباره‌ی نحوه‌ی نصب دستگاه با هم‌کلاسی‌های خود بحث نمایید.



شکل ۱۴۹-۲

توجه: در صورتی که دستگاه در اختیار نداشتید از طریق کامپیوتر و اینترنت کاتالوگ نمونه‌ی دستگاه را پیدا نمایید.

نتایج حاصل از فرآیند نصب سیستم جرقه‌زنی الکترونیکی را به‌طور خلاصه شرح دهید:

.....

.....

.....





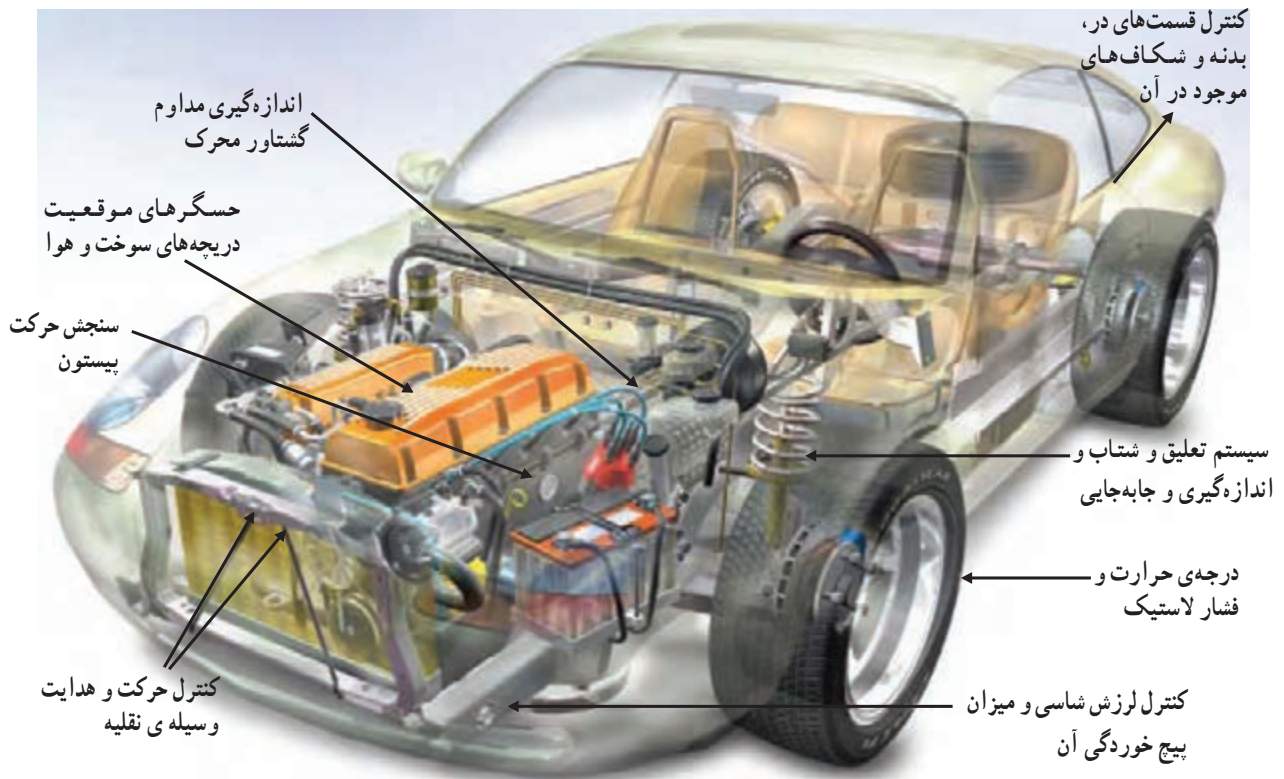
شکل ۱۵۱-۲- اگر حسگرهای بدن انسان وجود نداشته باشند، عمر انسان بسیار کم می‌شود.

## ۲-۸-۲- خودروی مجهز به سیستم الکترونیکی:

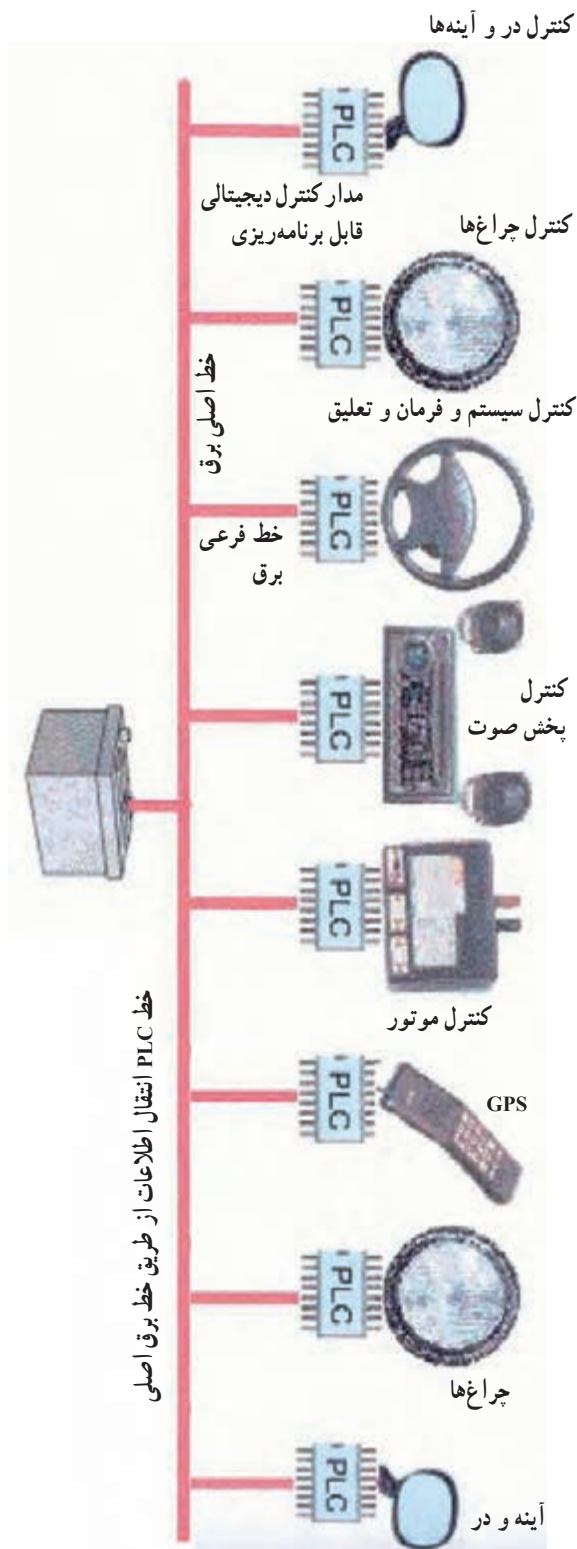
در صورتی که بخواهیم اتومبیل نیز مانند انسان، عمر طولانی داشته باشد و خیلی زود فرسوده نشود، لازم است برای آن یک سامانه‌ی خودکار تهیه کنیم. برای داشتن سامانه‌ی خودکار نیاز به سامانه‌های الکترونیکی داریم. برای مثال، در صورتی که لنت ترمز اتومبیل در حال تمام شدن است، اگر فرمانی به راننده داده شود، او بلافاصله اقدام به تعویض لنت می‌کند. ولی اگر این فرمان نباشد، لنت تمام می‌شود و به دیسک چرخ آسیب می‌رسد. برای صدور این فرمان می‌توان حسگری را روی کاسه‌ی چرخ نصب کرد که قطر لنت را اندازه بگیرد و به مدار الکترونیکی منتقل کند. هنگامی که قطر لنت به حد معینی رسید، مدار الکترونیکی به راننده اخطار می‌دهد. در شکل ۱۵۲-۲ تعدادی از مکان‌هایی که خودرو به سامانه‌ی الکترونیکی نیاز دارد، ملاحظه کنید. یادآور می‌شود که برای داشتن یک خودروی تمام خودکار (تمام الکترونیک) لازم است کلیه‌ی قسمت‌های خودرو از سامانه‌های الکترونیکی لازم برخوردار باشند.

**کمی فکر کنید:** طرحی را ارائه دهید که توسط آن بتوان نور چراغ جلوی اتومبیل را متناسب با نور محیط در شب تنظیم کرد. تعداد حسگرها، نوع حسگرها و نحوه‌ی عملکرد آن را مشخص کنید. در نهایت طرح خود را به عنوان یک طرح اولیه برای سایر دانش‌آموزان تشریح کنید و نظر آنان را بخواهید.

ویژه دانش‌آموزان علاقه‌مند



شکل ۱۵۲-۲- اگر قسمت‌های نشان داده شده تحت کنترل قرار گیرند، عمر خودرو چند برابر می‌شود و به تعمیر، سرویس و نگهداری کم‌تری نیاز خواهد داشت.



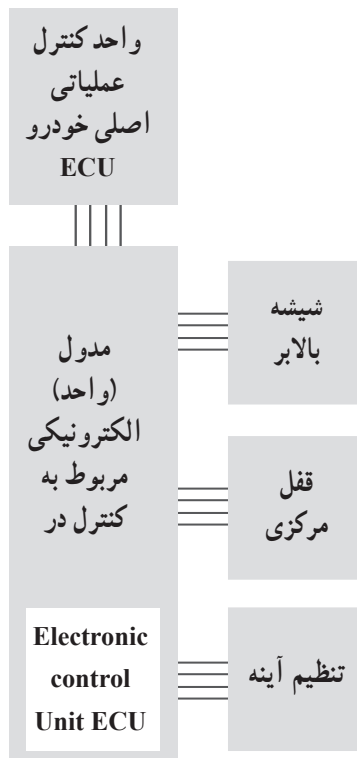
شکل ۱۵۳-۲ کاهش تعداد سیم‌ها با استفاده از انتقال اطلاعات از طریق خط برق اصلی

### ۳-۸-۲- کاهش حجم در خودروهای مجهز به

سامانه‌های الکترونیکی: در خودروهای جدید، با وجود افزایش حسگرها (Sensors)، محرک‌ها (Actuators)، واحدهای کنترل (Control unit) تجهیزات آسایشی (comfort)، مانند تلویزیون و ایجاد ایمنی بیش‌تر (safety) از حجم سیم‌کشی کاسته شده است. در سال ۱۹۶۰ در یک خودرو تقریباً ۲۰۰ متر سیم مصرف می‌شد. در حالی که در خودروهای جدید با افزایش واحدهای خودکار یادشده حداقل به ۲ کیلو متر سیم نیاز است. استفاده از این حجم سیم موجب افزایش وزن اتومبیل و مشکل شدن فرآیند تعمیرات می‌شود. لذا شرکت‌های خودروسازی برای غلبه بر این معضل به ایجاد شبکه‌های کامپیوتری با پروتکل‌های خاص (قراردادهای خاص) برای انتقال داده‌ها (اطلاعات) و بر روی خودروها اقدام نموده‌اند. در این شبکه‌ها از گذرگاه داده‌های مولتی‌پلکس (multiplex) استفاده می‌شود. به این ترتیب می‌توانیم با استفاده از یک سیم اطلاعات زیادی را انتقال دهیم. برای انجام این عمل، لازم است در ابتدای خط کلیدی اطلاعات رمزگذاری شود و در انتهای خط رمزگشایی گردد. اجرای این فرآیند بسیار پیچیده است. اما کلیدی فرآیندها در یک یا دو بسته‌ی الکترونیکی کوچک در اختیار شما قرار می‌گیرد که فقط تعدادی سیم از آن خارج می‌شود. یکی از این روش‌ها، استفاده از خط اصلی باتری اتومبیل است که آن را پی‌اچ‌سی (PLC) یا انتقال اطلاعات از خط اصلی برق می‌نامند. در شکل ۱۵۳-۲ نمودار بلوکی این سیستم را ملاحظه می‌کنید. در روی شکل قسمت‌های دیگری وجود دارد که آن نیز با پی‌اچ‌سی (PLC) مشخص شده است. PLC در این قسمت به معنی کنترل دیجیتال قابل برنامه‌ریزی است که مدار الکترونیکی خاصی است.

۱- PLC حروف اول power line communication است.

۲- PLC در این قسمت از حروف اول programmable logic control استفاده شده است و به معنی مدار دیجیتال قابل برنامه‌ریزی است.



شکل ۲-۱۵۴- مدار الکترونیکی کنترل مربوط به در یک نمونه خودرو

در شکل ۲-۱۵۴ نمونه‌ی دیگری از شبکه سیم‌کشی را در قسمتی از یک خودروی الکترونیکی مشاهده می‌نمایید. در این شکل واحد الکترونیکی کنترل در خودرو را مشاهده می‌کنید. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، کلیه قسمت‌ها فقط با ۴ رشته سیم با هم ارتباط دارند.

#### ۴-۸-۲- قراردادهای قانونی حاکم بر سیستم‌های

الکترونیکی خودرو: از آن‌جا که خودرو از نظر ایمنی باید کاملاً قابل اعتماد باشد، کارخانه‌های سازنده قانوناً ملزم‌اند مقررات آن را اجرا نمایند. برای مثال اگر در یک خودرو سیستم ترمز ای‌بی‌اس (ABC) از کار بیفتد، نباید ترمز را از کار ببندازد. در این حالت باید ترمز خودرو مانند یک ترمز معمولی عمل کند. این نوع مقررات را اصطلاحاً پروتکل (Protocol) یا قرارداد قانونی می‌نامند. برای خودروها سه نوع قرارداد تدوین شده است.

■ قرارداد<sup>۱</sup> CAN که کنترل عملکرد نیروی محرکه را (که برای انتقال اطلاعات به سرعت بالایی نیاز دارد) برعهده می‌گیرد.

■ قرارداد<sup>۲</sup> VAN که برای مواردی از قبیل کیسه‌ی هوا، سیستم تهویه و ... به کار می‌رود.

■ قرارداد<sup>۳</sup> LIN که برای موارد ساده‌تر مانند کمربند ایمنی و ... مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱- CAN حروف اول کلمات Controller Area Network است.

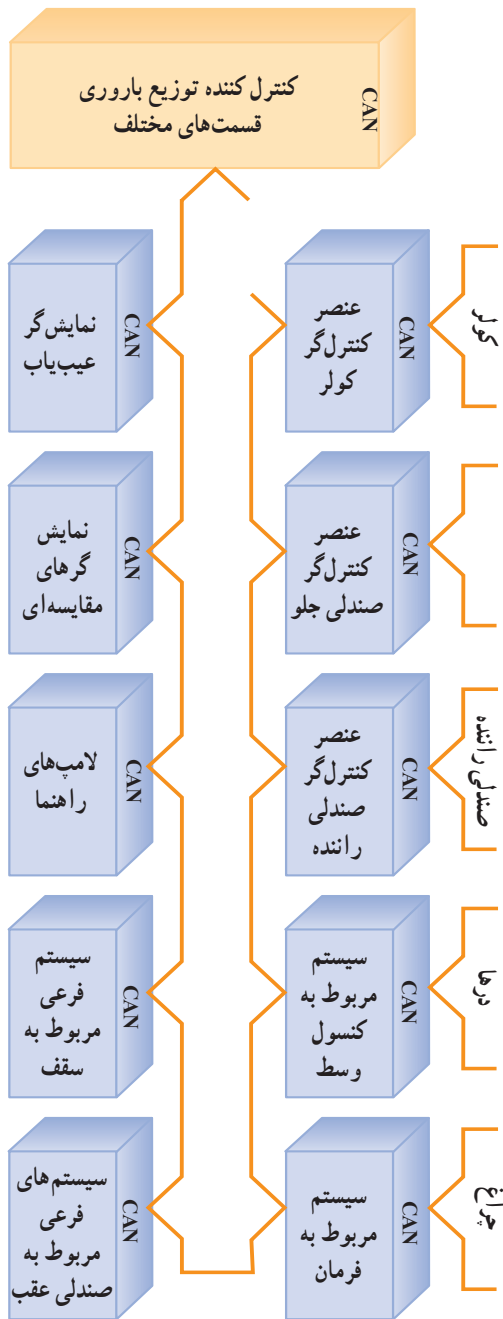
۲- VAN حروف اول کلمات Vehicle Area Network است.

۳- LIN حروف اول کلمات Local Interconnect Network است.



یادآور می‌شود علاوه بر پروتکل‌های ذکر شده، پروتکل‌های دیگری نیز وجود دارد.

در واقع پروتکل‌ها در استانداردهای سیستم‌های الکترونیکی خودرو نقش بسیار سازنده‌ای برعهده دارند. در شکل ۱۵۵-۲ یک سیستم فرعی پروتکل Can را ملاحظه می‌کنید. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود، ارتباط قسمت‌ها با هم حلقه‌ای است و با تعداد سیم بسیار کمی صورت می‌گیرد. در این سیستم‌ها نیاز به یک پردازشگر مرکزی است که در اصطلاح بازار به آن کامپیوتر ماشین می‌گویند. برای کنترل و تنظیم قسمت‌های مختلف این نوع سیستم‌ها باید از کامپیوتر و دستگاه‌های مخصوص به نام Diac استفاده کرد.

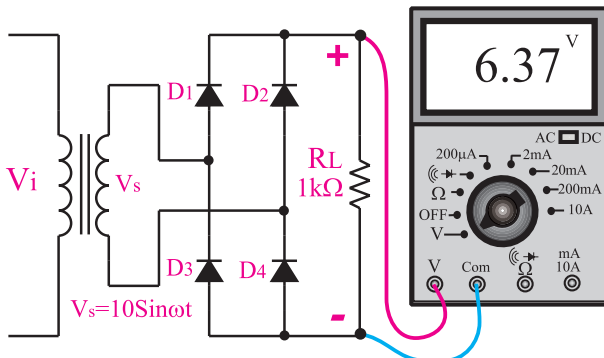


شکل ۱۵۵-۲- یک نمونه سیستم ساده‌شده‌ی VAN

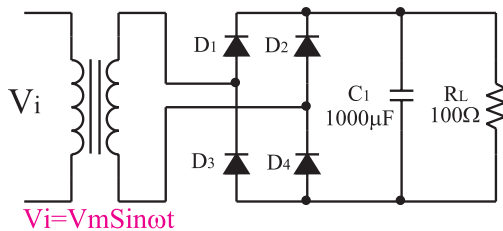
## ۵-۸-۲- اصول طراحی مدارهای الکترونیکی:

از آن‌جا که امروزه مدارهای الکترونیکی بسیار پیچیده شده است، معمولاً طراحی مدارها را یک تیم انجام می‌دهد. اما برای فراگیران ضرورت دارد که حداقل طراحی مدارهای ساده دیودی و ترانزیستوری را بیاموزند.

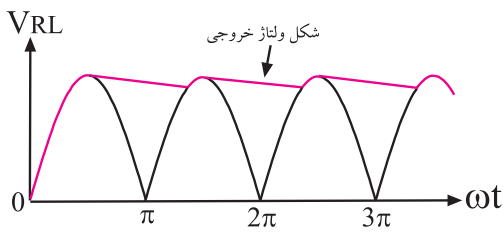




شکل ۱۵۸-۲ مدار یک سو ساز تمام موج نوع پل

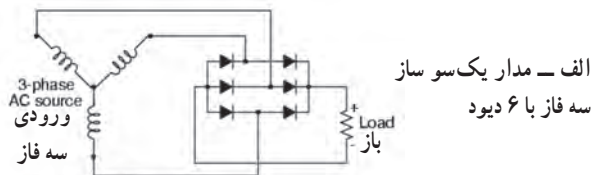


$V_i = V_m \sin \omega t$



شکل موج خروجی

شکل ۱۵۹-۲ مدار یک سو ساز تمام موج نوع پل با صافی خازنی

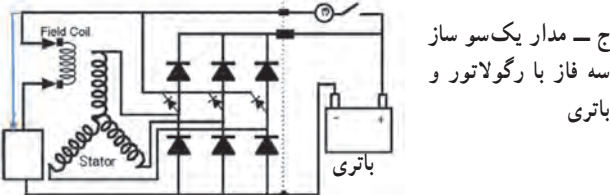


الف - مدار یک سو ساز سه فاز با ۶ دیود



ب- یک نمونه دیود یک سو ساز سه فاز قابل استفاده در خودرو

سوییچ شارژر لامپ آلترناتور



ج - مدار یک سو ساز سه فاز با رگولاتور و باتری

رگولاتور

شکل ۱۶۰-۲ یک سو ساز سه فاز ۱۷۷

تحقیق کنید : نحوه ی عملکرد یک سو ساز تمام موج نوع پل تشریح کنید.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

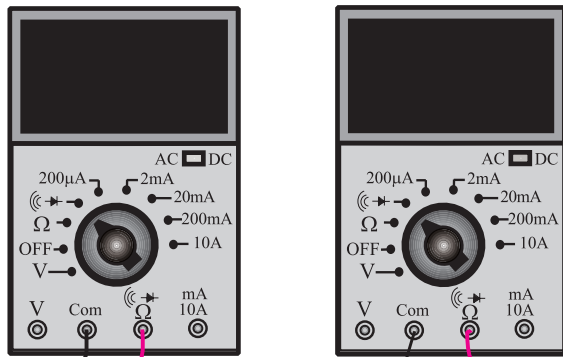
ویژه دانش آموزان علاقه مند

برای صاف کردن ولتاژ یک سو شده از خازن استفاده می کنیم. در شکل ۱۵۹-۲ مدار یک سو ساز تمام موج نوع پل را با خازن صافی و شکل موج خروجی مشاهده می کنید. در این یک سو ساز از ۴ دیود استفاده شده است. از یک سو سازها برای یک سو سازی جریان تولید شده توسط آلترناتور خودرو به منظور شارژ باتری استفاده می کنند. یادآور می شود که آلترناتورهای استفاده شده در خودرو به صورت سه فاز است و یک سو سازی آن نیز به صورت سه فاز صورت می گیرد.

در شکل ۱۶۰-۲ الف یک نمونه مدار یک سو ساز سه فاز را مشاهده می کنید. برای یک سو سازی سه فاز از یک مجموعه ی دیود که در آن ۳ یا ۶ دیود قرار دارد استفاده می کنند. در شکل ۱۶۰-۲ ب یک نمونه دیود یک سو ساز سه فاز را، که در اتومبیل های قدیمی به کار می رود، آورده ایم. در شکل ۱۶۰-۲ ج یک نمونه مدار کامل یک سو ساز سه فاز را با رگولاتور و اجزاء جانبی آن ملاحظه می کنید.

۷-۸-۲- کار عملی : آزمایش دیود

● اطلاعات اولیه : با استفاده از مولتی متر دیجیتالی، می توانید دیود را آزمایش کنید. روی هر مولتی متر دیجیتالی قسمتی برای آزمایش دیود وجود دارد که با علامت  $\rightarrow$  «مشخص شده است». در صورتی که مولتی متر روی علامت  $\rightarrow$  «قرار گیرد». بین ترمینال های Com و ترمینال مربوط به  $\rightarrow$  «، بسته به نوع مولتی متر، ولتاژی برابر با  $1/5$  تا سه ولت قرار می گیرد. در صورتی که این دو ترمینال باز باشند ولتاژ دو سر ترمینال ها را نشان می دهد. اگر دو سر ترمینال را به هم اتصال کوتاه کنیم، مولتی متر صفر ( $0$ ) را نشان می دهد (شکل ۱۶۲-۲).



خروجی ترمینال اتصال باز

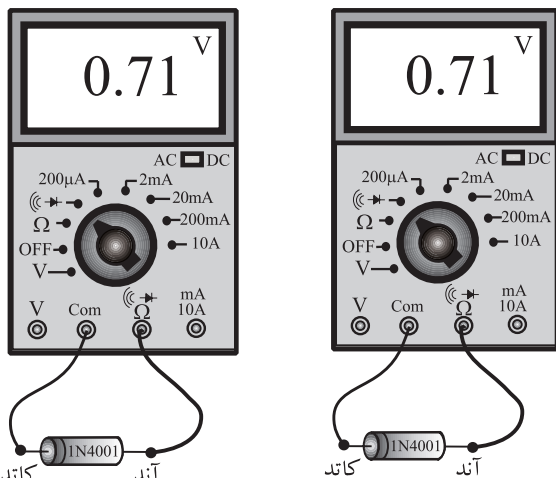
خروجی ترمینال اتصال کوتاه

شکل ۱۶۱-۲- خروجی ترمینال های تست دیود

در صورتی که دیود را طبق شکل ۱۶۲-۲ به مدار وصل کنیم، چنان چه دیود سالم باشد عددی در حدود  $0.7$  و در صورتی که اتصال کوتاه باشد عدد صفر را نشان می دهد.

هنگام آزمایش دیود به قطب های آن توجه کنید.

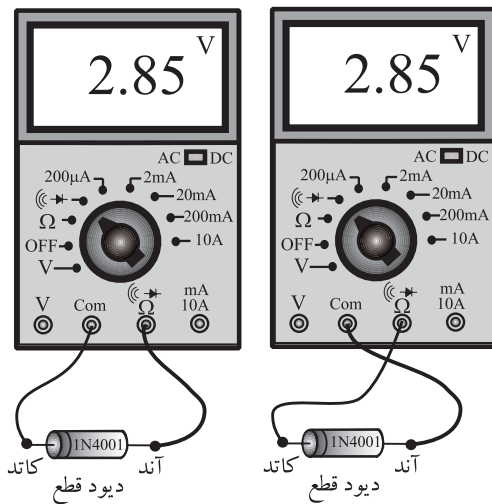
تحقیق کنید : آیا روش های دیگری نیز برای آزمایش دیود وجود دارد؟ شرح دهید.



دیود اتصال کوتاه

شکل ۱۶۲-۲- آزمایش دیود توسط مولتی متر دیجیتالی.

ویژه دانش آموزان علاقه مند



شکل ۲-۱۶۳- دیود سوخته است (قطع است).

در صورتی که به هر دلیلی دیود قطع باشد، مولتی متر عدد خروجی ترمینال‌ها را نشان می‌دهد (شکل ۲-۱۶۳).

● تجهیزات و مواد مورد نیاز: مولتی متر دیجیتالی،

چند نمونه دیود

● مراحل اجرای آزمایش

– چند نمونه دیود سالم را در اختیار بگیرید و براساس

شکل‌های شماره ۲-۱۶۲ تا ۲-۱۶۳ آن‌ها را آزمایش کنید.

– چند نمونه دیود معیوب را که قطع یا دارای اتصال

کوتاه‌اند، در اختیار بگیرید و آن‌ها را آزمایش کنید.

– چند نمونه دیود نورانی LED در اختیار بگیرید و آن‌ها

را آزمایش کنید.

نتایج حاصل از آزمایش دیود را شرح دهید.

.....

.....

.....

.....

.....

نکته‌ی مهم: در صورتی که دیود مورد

آزمایش از نوع سیلیسیوم باشد مقدار ولتاژ هدایت

آن بیش‌تر از ۰/۶ و اگر از نوع ژرمانیوم باشد ولتاژ

آن کم‌تر از ۰/۴ است.

– چند نمونه دیود یک‌سو ساز خودروهای قدیمی را در

صورتی که موجود است در اختیار بگیرید و آن‌ها را آزمایش کنید.

– میز کار خود را مرتب کنید و وسایل آزمایشگاهی را

تحويل دهید.

۸-۲- کار عملی: یک سوسازی

مدار یک‌سو ساز نیم موج، تمام موج، پل و صافی

● تجهیزات و مواد مورد نیاز: ترانسفورماتور ۲۲۰

ولت به ۶ ولت، اسیلوسکوپ، بُرد آزمایشگاهی، دیود ۱N۴۰۰۱،

چهار عدد، مقاومت ۱۰ کیلو اهم یک عدد، خازن ۴۷۰ μf با ولتاژ

کار ۲۵ ولت یک عدد، سیم رابط به مقدار کافی.

● مراحل اجرای آزمایش:

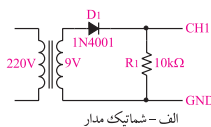
– مدار شکل ۲-۱۶۴ را روی بُرد آزمایشگاهی ببندید.

نکته‌ی مهم: در صورت کم بود زمان

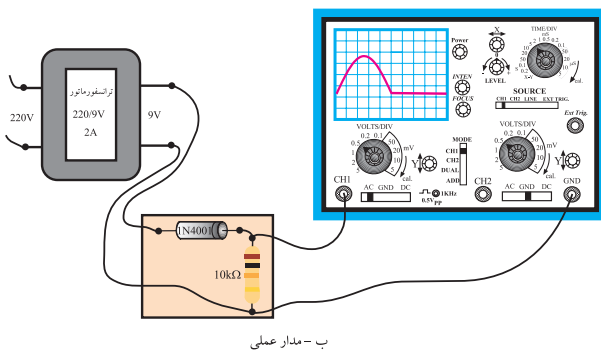
می‌توانید مدار را از قبل روی بُرد مدار چاپی آماده

کنید و در اختیار فراگیران قرار دهید.

زمان ۴ ساعت



الف - شماتیک مدار



ب - مدار عملی

شکل ۲-۱۶۴- مدار یک‌سوساز نیم موج

– اسیلوسکوپ را روشن کنید و تنظیم‌های زیر را روی آن انجام دهید.

● با ولوم‌های INTEN و FOCUS اشعه را با نور کافی و متمرکز تنظیم کنید.

● کلید سلکتور Mode را در حالت CH<sub>1</sub> بگذارید.

● کلید سلکتور source را در حالت LINE قرار دهید.

● کلید سلکتور volt/oiv کانال CH<sub>1</sub> را روی ۵ ولت بگذارید.

● کلید سلکتور Time/Div را روی ۲ms قرار دهید.

● به کمک V/position خط اشعه را در وسط صفحه تنظیم کنید.

● کلید AC-GND-DC اسیلوسکوپ را در حالت DC بگذارید.

– ورودی ترانسفورماتور را با احتیاط کامل به برق ۲۲۰ ولت وصل کنید.

– شکل موج مشاهده شده روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ را روی نمودار شکل ۲-۱۶۵ رسم کنید.

– دامنه‌ی ولتاژ ماکزیم نشان داده شده روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ را اندازه بگیرید.

$$\text{دامنه‌ی ماکزیم} = \dots \text{volt}$$

– مقدار زمان تناوب موج نشان داده شده روی شکل ۲-۱۶۵ را اندازه بگیرید.

$$T = \dots \text{ms}$$

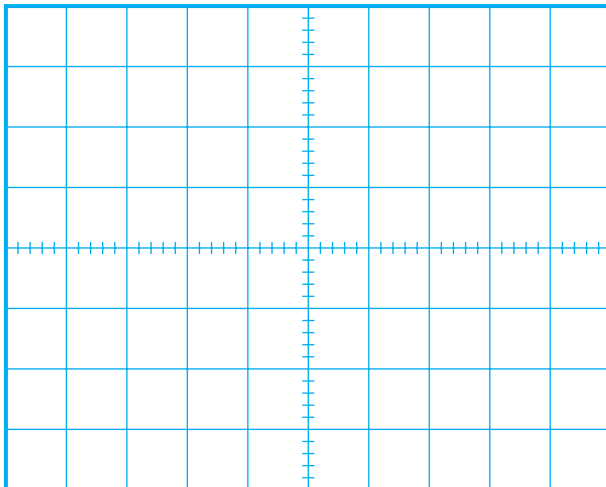
– مقدار فرکانس موج نشان داده شده روی شکل ۲-۱۶۵ را محاسبه کنید.

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1}{\dots} = \text{Hz} \quad \text{هرتز}$$

– دستگاه را از برق بکشید و میز آزمایشگاهی را مرتب کنید و وسایل را تحویل دهید.

### نکته‌ی ایمنی:

قابل توجه‌ی مربی محترم کارگاه از آن‌جا که کار با برق ۲۲۰ ولت بسیار خطرناک و مرگ‌آور است، توصیه می‌کنیم، ترانسفورماتور مورد آزمایش را در داخل یک جعبه نصب کنید و ورودی، ۲۲۰ ولت آن را کاملاً ایزوله کنید. هم‌چنین در هنگام کار نکات ایمنی را برای دانش‌آموزان به طور دقیق توضیح دهید.



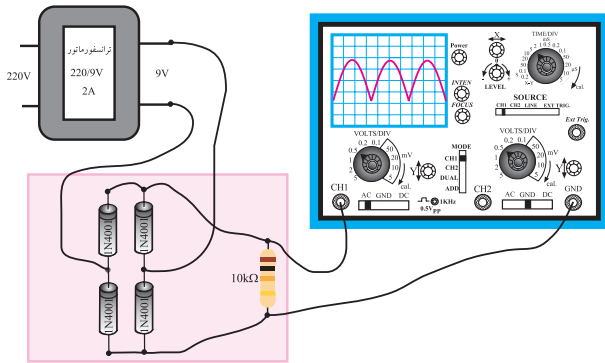
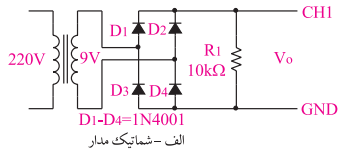
شکل ۲-۱۶۵- شکل موج خروجی مدار یک سو ساز نیم موج

## مدار یک سو ساز پل

– مدار یک سو ساز پل (شکل ۱۶۶-۲) را روی برد آزمایشگاهی ببندید.

– اسیلوسکوپ را روشن کنید و آن را مشابه آزمایش قبل تنظیم کنید.

– ورودی را با احتیاط کامل به برق بزنید.



ب - مدار عملی

شکل ۱۶۶-۲ - مدار یک سو ساز پل

نکته‌ی ایمنی: هنگام اتصال دیودها به مدار، به قطب‌های دیود کاملاً توجه کنید. در صورتی که قطب‌های دیود را اشتباه اتصال دهید، دیود می‌سوزد و ممکن است به ترانس نیز آسیب برسد.

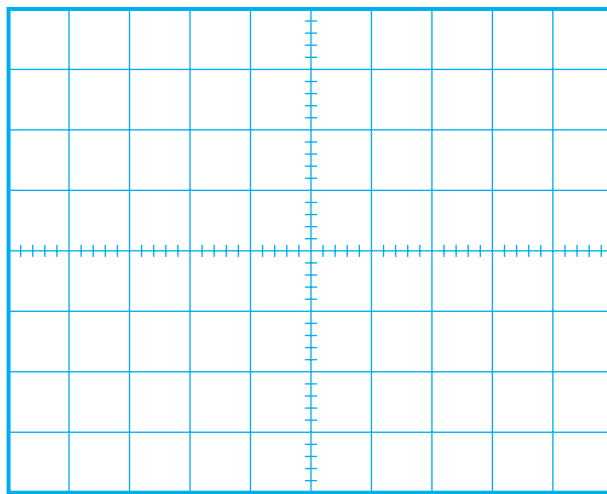
– شکل موج نشان داده شده روی صفحه‌ی حساس را روی شکل ۱۶۷-۲ با مقیاس مناسب ترسیم کنید.

– دامنه‌ی ماکزیم سیگنال نشان داده شده روی صفحه‌ی حساس را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

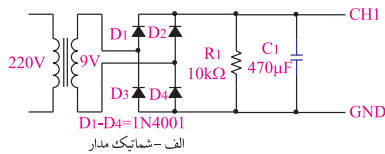
ولت = ..... = دامنه‌ی ماکزیم

– دستگاه را از برق بکشید و میز آزمایشگاهی را مرتب کنید.

کنید.



شکل ۱۶۷-۲ - شکل موج خروجی مدار یک سو ساز پل

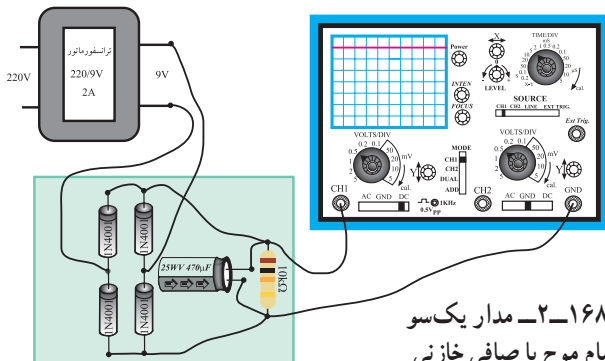


در صورتی که مدار آماده و مونتاژ شده در اختیار دارید، از آن استفاده کنید.

## مدار یک سو ساز پل با صافی خازنی

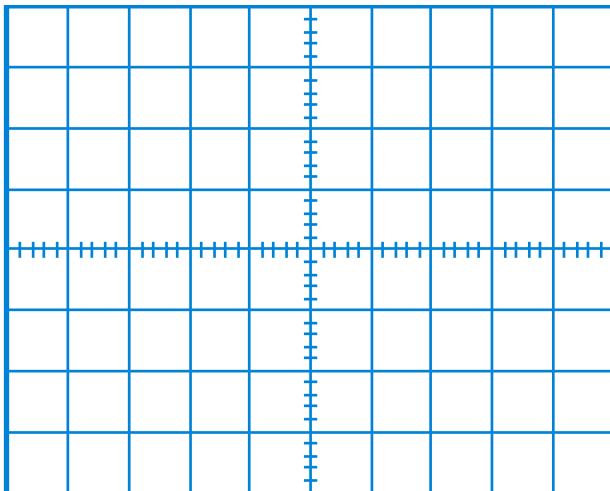
– مدار شکل ۱۶۶-۲ را از برق بکشید و طبق شکل

۱۶۸-۲ یک عدد خازن صافی به آن اضافه کنید.



ب - مدار عملی

شکل ۱۶۸-۲ - مدار یک سو ساز تمام موج با صافی خازنی



شکل ۱۶۹-۲- شکل موج خروجی مدار یک سو ساز تمام موج با صافی خازنی

- مدار را مجدداً به برق بزنید.
- شکل موج نشان داده شده روی صفحه حساس شکل ۱۶۹-۲ را رسم کنید.
- دامنه‌ی ولتاژ DC خروجی را اندازه بگیرید.
- دامنه‌ی  $V_{DC} = \dots\dots$  ماکزیم ولتاژ
- دستگاه را از برق بکشید و میز آزمایشگاهی را مرتب کنید و وسایل را تحویل دهید.

توجه: در صورتی که شکل موج از صفحه‌ی اسیلوسکوپ خارج نشد، سلکتور  $V/DIV$  را تغییر دهید تا شکل موج روی صفحه بیاید.

۲ ساعت

زمان

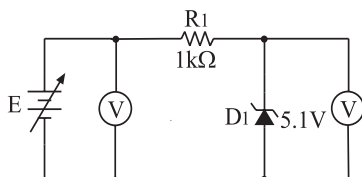
### ۹-۸-۲- کار عملی آزمایش دیود زنر

- مواد و تجهیزات لازم: منبع تغذیه صفر تا ۱۲ ولت
- دیود زنر ۵/۱ ولت - مقاومت  $1K\Omega$  سیم رابط - مولتی متر دیجیتالی

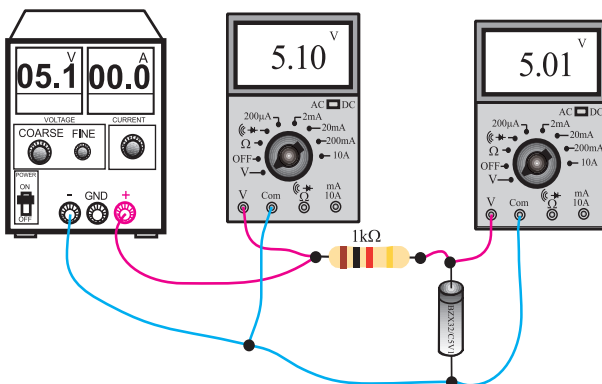
#### • مراحل اجرای آزمایش

- مدار شکل ۱۷۰-۲ را روی بُرد آزمایشگاهی ببندید.

در صورتی که بُرد آزمایشگاهی آماده در اختیار دارید. از آن استفاده نمایید.



الف - شماتیک مدار



ب - مدار عملی

شکل ۱۷۰-۲- مدار دیود زنر

- ولتاژ ورودی را به تدریج افزایش دهید و به ولتاژ خروجی توجه کنید. باید ولتاژ خروجی به تدریج افزایش یابد.
- در صورتی که ولتاژ به بیش از ۵/۱ ولت برسد، باید ولتاژ خروجی ثابت بماند.
- منبع تغذیه را روی ۱۲ ولت قرار دهید و ولتاژ خروجی را یادداشت کنید.

$$V_o = \dots\dots \text{volt}$$

- آیا دیود، به عنوان رگولاتور ولتاژ، قابل استفاده است؟

شرح دهید.

- یک دیود زنر ۱۲/۶ ولت در اختیار بگیرید و مراحل



اجرای آزمایش را تکرار کنید.

– میز آزمایشگاهی را مرتب کنید و وسایل خود را تحویل

دهید.

۱۰-۸-۲- نمونه‌هایی از مدارهای ترانزیستوری

طراحی مدارهای ترانزیستوری: برای طراحی مدارهای

ترانزیستوری، به اطلاعات جامعی از ترانزیستور و قطعات جانبی آن نیاز داریم. برای ترانزیستور، از نظر طراحی دو بُعد کاملاً متفاوت وجود دارد.

– طراحی دی سی (DC)

– طراحی ا سی (AC)

در طراحی دی سی (DC) ترانزیستور از نظر DC را

بایاس می‌شود. به عبارت دیگر شرایط DC برای آن مشخص می‌گردد. در طراحی ا سی (AC) شرایط کار ترانزیستور برای ولتاژ AC مورد بررسی قرار می‌گیرد.

امروزه مجموعه‌ی مدارهای ترانزیستوری در یک آی سی

(IC) قرار دارد و طراحی آن توسط تیم طراحی انجام می‌شود، مبنای طراحی ترانزیستور، جریان و ولتاژ پایه‌های ترانزیستور است.

در شکل ۱۷۱-۲ ولتاژها و جریان‌های ترانزیستور را ملاحظه می‌کنید. در کلیه‌ی شرایط باید رابطه‌ی

$$I_E = I_C + I_B$$

صدق کند.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، ولتاژ بین پایه‌های

ترانزیستور را با حرف V مشخص می‌کنند و به دنبال آن نام پایه‌ها را می‌نویسند. مثلاً ولتاژ بین پایه‌های بیس – امیتر را با  $V_{BE}$  مشخص می‌نمایند.

ترانزیستور می‌تواند در نقش کلید الکترونیکی، مدار تقویت

کننده و ... به کار رود. زیرا تغییرات جریان بیس که مقدار آن بسیار کم است موجب تغییرات بسیار زیاد جریان کلکتور و امیتر می‌شود. یعنی اگر جریان بیس ۱mA تغییر کند. جریان کلکتور با توجه به نوع ترانزیستور می‌تواند تغییراتی برابر با ۱۰۰MA داشته باشد.

### توضیح دهید

اصول کار و ساختمان ترانزیستور را به‌طور

خلاصه تشریح کنید.

.....

.....

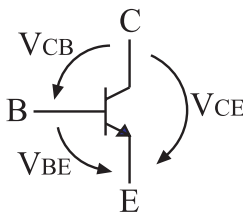
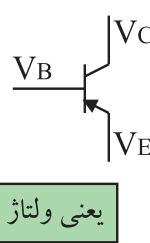
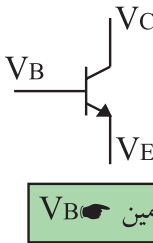
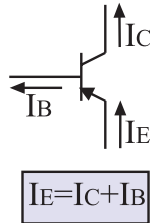
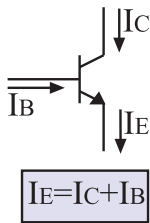
.....

.....

.....

.....

.....



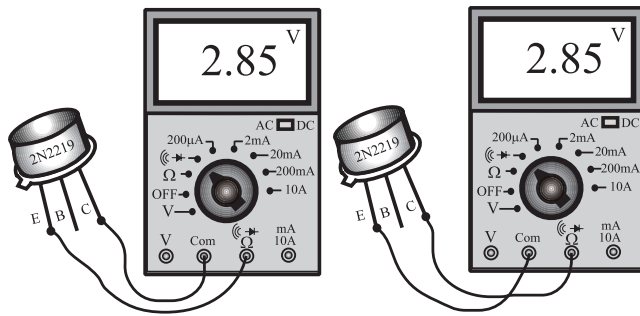
یعنی ولتاژ بیس نسبت به امیتر  $V_{BE}$

شکل ۱۷۱-۲- جریان و ولتاژ پایه‌های ترانزیستور



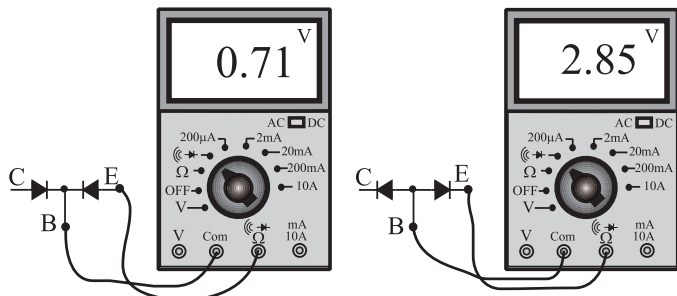
– برای تشخیص نوع ترانزیستور (NPN یا PNP) و نوع پایه‌های آن، می‌توانیم از مولتی‌متر دیجیتالی به صورت زیر استفاده کنیم.

پایه‌های کلکتور و امیتر در هیچ جهتی از خود جریان عبور نمی‌دهند، بنابراین در یک ترانزیستور، ابتدا دو پایه‌ای را که در هیچ جهتی از خود جریان عبور نمی‌دهند تشخیص می‌دهیم. شکل ۱۷۴-۲ این دو پایه یکی کلکتور دیگری امیتر است و پایه‌ی سوم نیز با فرض سالم بودن ترانزیستور قطعاً بیس است.



شکل ۱۷۴-۲- پیدا کردن دو پایه‌ای که با هم ارتباط ندارند.

در مرحله‌ی بعد پایه‌ی بیس را به ترمینال خروجی com و یکی از پایه‌های دیگر را به ترمینال خروجی  $\Delta$  وصل می‌کنیم. اگر بر روی صفحه‌ی نمایش عددی بین  $0.5^\circ$  تا  $0.7^\circ$  نمایان شد ترانزیستور از نوع PNP است و اگر مولتی‌متر ولتاژ مدار باز را نشان داد ( $1/5$  تا سه ولت – بستگی به نوع آوومتر) ترانزیستور از نوع NPN است (شکل ۱۷۵-۲).

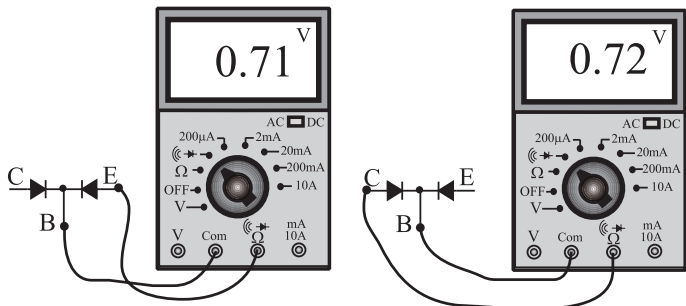


شکل ۱۷۵-۲- نحوه‌ی تشخیص ترانزیستور PNP و NPN از یکدیگر

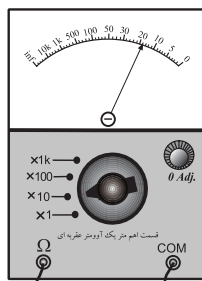
– برای تشخیص پایه‌های کلکتور و امیتر، سعی می‌کنیم پایه «بیس و امیتر» یا «بیس و کلکتور» را به کمک ولتاژ خروجی دو سر مولتی‌متر، در بایاس مستقیم قرار دهیم. چون مقاومت اهمی بین بیس و کلکتور از مقاومت اهمی بین بیس و امیتر کم تر است. لذا بین بیس و پایه‌ی دیگری که ولتاژ کم‌تری در آن افت می‌کند آن پایه کلکتور است. تفاوت ولتاژ بسیار کم و در حدود چند صد هزارم ولت است.

– به کمک اهم متر عقربه‌ای نیز می‌توان پایه‌های ترانزیستور را تشخیص داد. برای این کار از مقاومت اهمی بین پایه‌ها استفاده می‌کنیم. اگر دیود سوخته باشد مقاومت اهمی دو سر آن در هر دو جهت صفر یا بی نهایت است و اگر دیود سالم باشد مقاومت اهمی آن در بایاس مخالف خیلی زیاد ولی در بایاس موافق تقریباً محدود است. در بیش تر مولتی‌مترهای عقربه‌ای ساده (غیر الکترونیکی) ترمینال (-) قطب مثبت ولتاژ خروجی مولتی‌متر است و ترمینال (+) قطب منفی آن را تشکیل می‌دهد (شکل ۱۷۶-۲).

– تعدادی ترانزیستور در اختیار بگیرید و بر اساس شکل‌های ۱۷۵-۲ و ۱۷۶-۲ آن‌ها را آزمایش کنید.



الف – آوومتر دیجیتالی



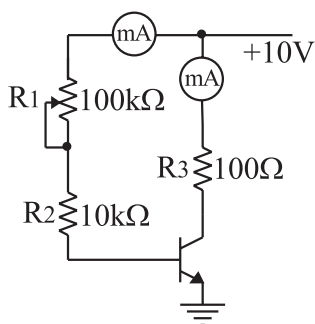
خروجی مثبت خروجی منفی  
ب – آوومتر عقربه‌ای

شکل ۱۷۶-۲- تعیین نوع ترانزیستور (NPN یا PNP)

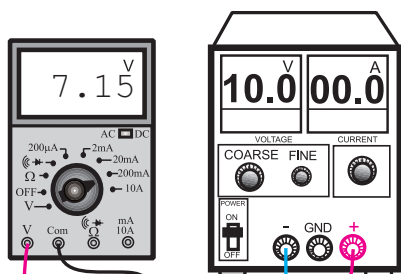
## ۱۲-۸-۲- کار عملی: مدارهای ساده‌ی ترانزیستوری

### ترانزیستور به عنوان کلید الکترونیکی

- مواد و تجهیزات لازم: منبع تغذیه‌ی صفر تا ۳۰ ولت، مولتی متر دیجیتالی، بُرد آزمایشگاهی آماده، سیم رابط، سیگنال ژنراتور و اسیلوسکوپ
- مراحل اجرای آزمایش



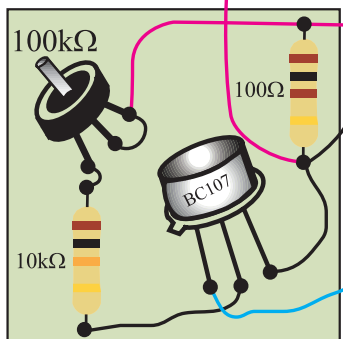
نکته‌ی مهم: برای اجرای این آزمایش بُرد آماده‌ی آزمایشگاهی مورد نیاز است.



– مدار شکل ۲-۱۷۷ را ببندید.

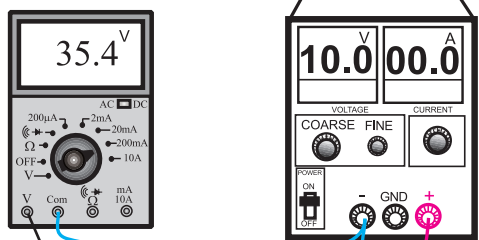
– ولوم روی بُرد آزمایشگاهی را تغییر دهید.

- با تغییر ولوم باید ولتاژ دو سر مقاومت  $100\ \Omega$  تغییر کند. در این حالت از ترانزیستور در نقش یک کلید الکترونیکی قابل تنظیم استفاده شده است. شما می‌توانید با تغییرات جریان کم روی بیس، جریان کلکتور و در نهایت ولتاژ دو سر مقاومت  $100\ \Omega$  اهمی را کنترل کنید.



شکل ۲-۱۷۷- ترانزیستور به عنوان کلید قابل تنظیم الکترونیکی

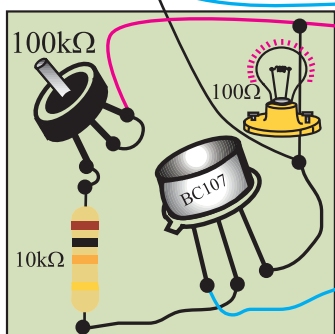
پاسخ دهید: در صورتی که به جای مقاومت  $100\ \Omega$  یک لامپ قرارگیرد چه اتفاقی می‌افتد؟ شرح دهید.



– مدار شکل ۲-۱۷۸ را ببندید.

– ولوم را تغییر دهید. باید نور لامپ کم و زیاد شود.

- هنگامی که ولوم را روی حداکثر می‌گذارید، نور لامپ حداقل می‌شود.
- هنگامی که ولوم را روی حداقل می‌گذارید نور لامپ حداکثر می‌شود.



شکل ۲-۱۷۸- تنظیم نور لامپ با ترانزیستور

## ترانزیستور در نقش تقویت کننده

### ● مراحل اجرای آزمایش

۱- مدار شکل ۱۷۹-۲ را با استفاده از بُرد آماده‌ی تقویت

کننده ببندید.

۲- اسیلوسکوپ را روشن کنید و تنظیم‌های زیر را روی

آن انجام دهید.

● ولوم و inten و Focus را برای داشتن اشعه‌ی مناسب

تنظیم کنید.

● کلید سلکتور Time/DiV را روی ۲ms/° بگذارید.

● ولوم Level را روی صفر قرار دهید.

● ولوم Time/variable را روی Cal بگذارید.

● ولوم Volt/variable هر دو کانال را روی Cal قرار

دهید.

● کلید AC-GND-DC هر دو کانال را روی AC

بگذارید.

● کانال یک را روی ۱V/DiV و کانال ۲ را روی

۱۷V/Div بگذارید.

۳- سیگنال ژنراتور را روشن کنید و شکل موج خروجی

را در حالت سینوسی و فرکانس ۱KHZ، قرار دهید.

۴- منبع تغذیه و سیگنال ژنراتور را روشن کنید.

۵- کلید Mode اسیلوسکوپ را در حالت Alt قرار دهید.

۶- دامنه‌ی خروجی سیگنال ژنراتور را طوری تنظیم کنید

که روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ ۲/° ولت پیک تا پیک ظاهر

شود.

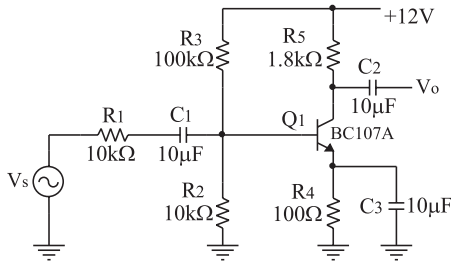
۷- شکل موج مشاهده شده روی صفحه‌ی حساس را روی

شکل ۱۸۰-۲ با مقیاس مناسب رسم کنید.

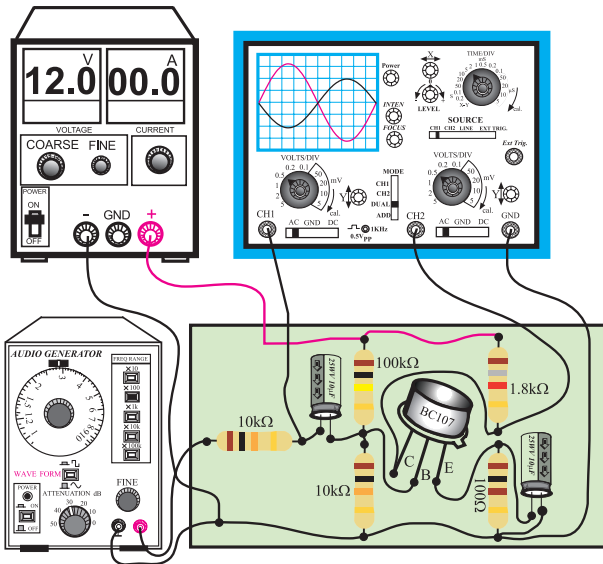
۸- آیا ولتاژ ۲ کانال تقویت شده است؟ شرح دهید.

۹- میز کار خود را مرتب کنید و لوازم آزمایشگاهی را

تحویل دهید.

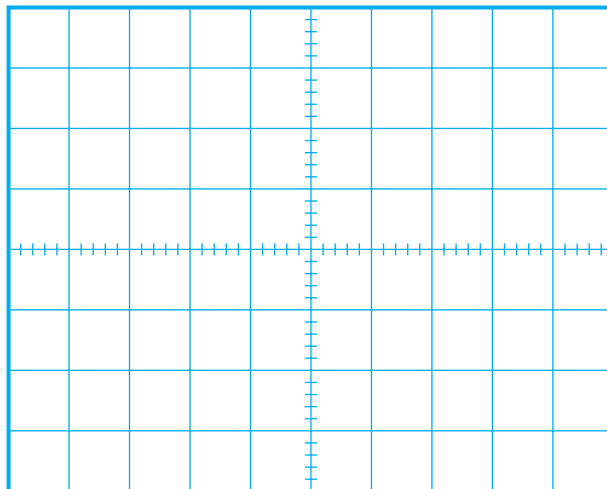


شماتیک مدار



مدار عملی

شکل ۱۷۹-۲- مدار تقویت کننده‌ی ترانزیستوری



$$\text{CH}_1 \left\{ \begin{array}{l} \text{Volt / Div} = \dots \text{V} \\ \text{Volt / Variable} = \text{cal.} \end{array} \right. \quad \text{CH}_2 \left\{ \begin{array}{l} \text{Volt / Div} = \dots \text{V} \\ \text{Volt / Variable} = \text{cal.} \end{array} \right.$$

$$\boxed{V_{m\text{CH}_1} = V \quad V_{m\text{CH}_2} = \dots \text{V}}$$

شکل ۱۸۰-۲- شکل موج خروجی کانال‌های یک و ۲ اسیلوسکوپ

## ۹-۲- حسگرها و عملگرها (محرک‌ها)

### ۱-۹-۲- حسگرها و عملگرها در خودرو: همان‌طور

که در بخش‌های قبلی مطرح شد، حسگرها در خودرو بسیار گسترده و متنوع‌اند.

**تعریف حسگر:** حسگر یا سنسور وسیله‌ای است که می‌تواند با توجه به ساختاری که دارد عوامل مختلفی از قبیل میزان نور، میزان دما، میزان فشار، میزان جریان سوخت و ... را تشخیص دهد. به عبارت دیگر حسگرها وسیله‌ای هستند که یک نوع انرژی را به انرژی دیگر تبدیل می‌کنند. از جمله، برای تشخیص دما از ترموکوپل استفاده می‌شود. ترموکوپل وسیله‌ای است که دمای الکتریکی را تبدیل به یک ولتاژ الکتریکی می‌کند. در شکل ۱۸۱-۲ چند نمونه حسگر حرارتی را ملاحظه می‌کنید.

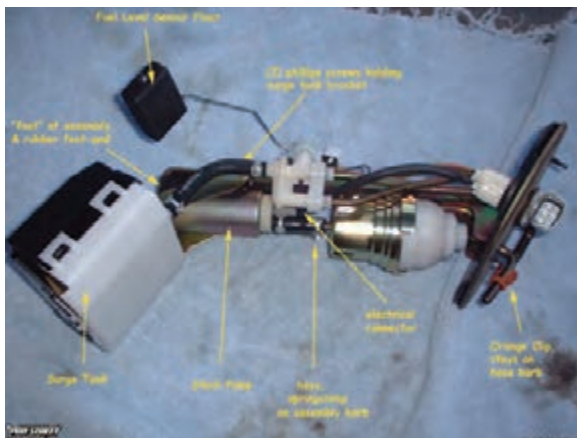


شکل ۱۸۱-۲- چند نمونه ترموکوپل که در خودرو به کار می‌رود.

### ۲-۹-۲- انواع حسگرهای مورد استفاده در خودرو:

#### - حسگر سطح سوخت: این حسگر میزان سطح سوخت

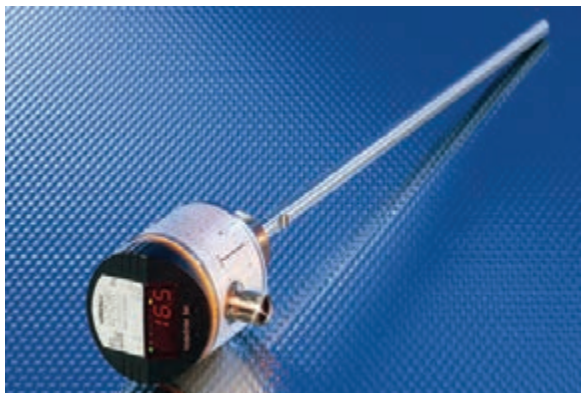
را تشخیص می‌دهد. حسگر سوخت در مخزن سوخت خودرو انواع متعددی دارد. ساده‌ترین آن‌ها حسگر مقاومتی است که در اتومبیل‌های قدیمی مورد استفاده قرار می‌گرفت در این حسگر با حرکت یک شناور یک بازو جابه‌جا می‌شود و مقدار مقاومت تغییر می‌کند. با تغییر مقاومت میزان جریان عبوری از یک میلی‌آمپر متر تغییر می‌کند و سطح سوخت را نشان می‌دهد. در شکل ۱۸۲-۲ یک نمونه از این حسگر را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۸۲-۲- یک نمونه حسگر سطح سوخت قدیمی

در اتومبیل‌های مدرن برای سنجیدن سطح مخزن سوخت

از حسگرهای ویژه استفاده می‌کنند. در شکل ۱۸۳-۲ یک نمونه از این حسگرها را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۸۳-۲- یک نمونه حسگر سطح سوخت جدید

#### تحقیق کنید

با مراجعه به سایت‌های اینترنتی یا سایر منابع دیگر، اصول کار این نوع حسگر را بیابید و درباره‌ی آن توضیح دهید.



شکل ۱۸۴-۲- چند نمونه حسگر مجاورتی



شکل ۱۸۵-۲- دو نمونه حسگر فشار



شکل ۱۸۶-۲- چند نمونه عملگر



شکل ۱۸۷-۲- چند نمونه عملگر پر کاربرد در خودرو

**حسگرهای مجاورتی:** این حسگرها هنگامی که در مجاورت فلز قرار می‌گیرند فعال می‌شوند. امروزه کاربرد این گونه حسگرها در صنایع بسیار گسترده شده است. این حسگرها را اصطلاحاً حسگرهای مغناطیسی نیز می‌گویند. در شکل ۱۸۴-۲ چند نمونه از این نوع حسگرها را می‌بینید. حسگرهای مجاورتی برای تشخیص وضعیت میل‌لنگ، سیستم تعلیق و ... به کار می‌رود.

**حسگر فشار:** در بسیاری از قسمت‌های مختلف خودرو نیاز به سنجش فشار است. برای مثال، میزان فشار روغن، میزان فشار سوخت برای ورود به انژکتور، میزان فشار باد لاستیک، میزان فشار گازهای متصاعد شده از مخزن سوخت، میزان فشار در داخل سیلندر در زمان‌های مختلف، میزان فشار دود و گاز خروجی و ... از مواردی است که نیاز به سنجش دارد. در شکل ۱۸۵-۲ دو نمونه حسگر فشار را مشاهده می‌کنید.

**۳-۹-۲- عملگرها (actuators):** عملگرها قطعاتی هستند که اطلاعات به دست آمده از حسگرها را دریافت می‌کنند و آن‌ها را مورد استفاده قرار می‌دهند برای مثال هنگامی که موتور خودرو بیش از اندازه گرم می‌شود، ابتدا حسگر گرما را حس می‌کند، سپس فرمان لازم را به رله می‌دهد، رله عمل می‌کند و موتور دور تند خنک‌کننده را به کار می‌اندازد. رله را عملگر می‌نامند. شیر برقی، شیر انژکتور پمپ، در بازکن خودرو و ... همه عملگر هستند. در شکل ۱۸۶-۲ چند نمونه عملگر پمپ درب خودرو و قطعات جانبی آن را مشاهده می‌کنید. در شکل ۱۸۷-۲ چند نمونه عملگر دیگر به نام‌های رله‌ی استارت، رله‌ی برق، رله‌ی سیستم روشنایی، رله‌ی بخاری و ... ملاحظه می‌شود.

### فکر کنید

تفاوت حسگر و عملگر را در سه سطر توضیح دهید.

.....  
 .....



شکل ۱۸۸-۲- چند نمونه حسگر و عملگر پر کاربرد در خودرو

در شکل ۱۸۸-۲ تعدادی عملگر و حسگر را که در قسمت‌های مختلف خودرو استفاده می‌شود، ملاحظه می‌نمایید. هر یک از این عملگرها و حسگرها کار ویژه‌ای را انجام می‌دهند. برخی از حسگرها مغناطیسی و برخی دیگر حرارتی هستند. برای به دست آوردن مشخصات فنی عملگرها و حسگرها باید به کاتالوگ کارخانه‌ی سازنده مراجعه کنید. معمولاً هر یک از این قطعات دارای یک شماره‌ی فنی هستند. از طریق شماره‌ی فنی می‌توانید اطلاعات مورد نیاز خود را از دفترچه راهنمای کاربرد استخراج نمایید. آزمایش تعدادی حسگرها و عملگرها با مولتی‌متر امکان‌پذیر است. نحوه‌ی آزمایش این قطعات را معمولاً در کاتالوگ آن می‌نویسند.

۲ ساعت

زمان

#### ۴-۹-۲- کار عملی: شناسایی حسگرها و عملگرها

- تجهیزات و مواد لازم: چند نمونه عملگر و حسگر استفاده شده در خودرو - دستور کار و راهنمای نصب حسگرها
- مراحل اجرای آزمایش
- با مراجعه به کاتالوگ و راهنمای کاربرد حسگرها، مشخصات و موارد کاربرد آن‌ها را شناسایی و در جدول ۲-۷ ثبت کنید.
- در صورت امکان محل کاربرد این حسگرها را در داخل اتومبیل شناسایی نمایید.

جدول ۲-۷- دسته‌بندی حسگرها و عملگرها

| ردیف | شماره‌ی فنی | نوع حسگر | موارد کاربرد |
|------|-------------|----------|--------------|
| ۱    |             |          |              |
| ۲    |             |          |              |
| ۳    |             |          |              |
| ۴    |             |          |              |
| ۵    |             |          |              |
| ۶    |             |          |              |
| ۷    |             |          |              |

#### تحقیق کنید

با مراجعه به منابع مختلف و سایت‌های اینترنتی، تعداد دیگر از انواع حسگر و عملگر را بیابید که در خودروهای معدن به کار می‌رود. نام‌ها را فهرست کنید.

ویژه دانش‌آموزان علاقه‌مند

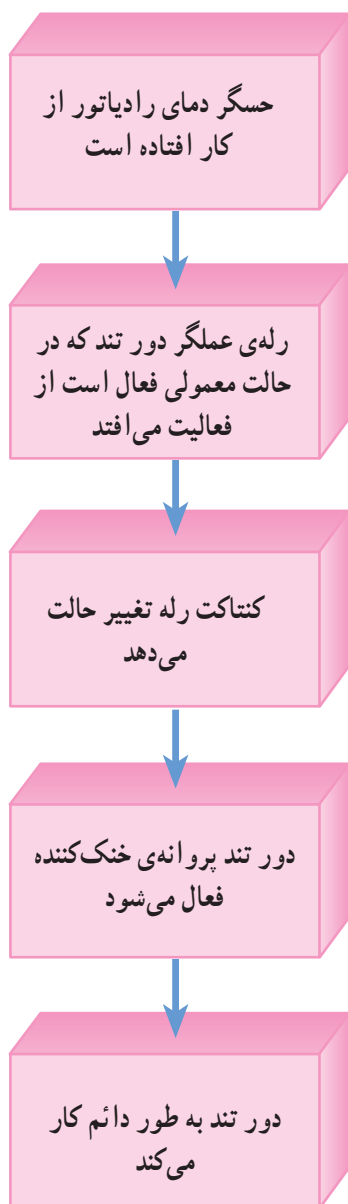


## ۱۰-۲- عیب‌یابی و رفع عیب انواع حسگرها و عملگرها

۱-۱۰-۲- اصول عیب‌یابی: همان‌طور که قبلاً اشاره شد، در هر خودرو تعداد بسیار زیادی حسگر و عملگر به کار می‌رود. برای این که بتوانید عیب برقی و الکترونیکی یک خودرو را تشخیص دهید، باید با اصول کار مدارهای الکتریکی و الکترونیکی خودرو کاملاً آشنا باشید. یکی از ابزارهایی که می‌تواند به شما کمک کند نقشه‌ی الکتریکی و الکترونیکی خودرو است. علاوه بر داشتن تسلط بر استفاده از نقشه‌ی الکترونیکی و الکتریکی خودرو، ضرورت دارد که با عملکرد قسمت‌های مکانیکی خودرو و عیوب آن نیز کاملاً آشنایی داشته باشید. به عبارت دیگر باید بدانید که اگر یک حسگر عمل نکند، کدام عملگر کار نمی‌کند و کدام قسمت موتور از کار می‌افتد یا فعال می‌شود.

برای مثال، اگر حسگر مربوط به دور تند پروانه‌ی خنک‌کننده خراب شود چه اتفاقی می‌افتد؟

این حسگر در حالت معمولی، بویین یک رله یا عملگر را به صورت فعال در می‌آورد و کنتاکت‌های رله تغییر حالت می‌دهند. در صورت خراب شدن، فرمان از روی رله حذف می‌شود و کنتاکت رله تغییر وضعیت می‌دهد. در نتیجه دور تند پروانه فعال می‌شود و پروانه به طور دائم کار می‌کند. در شکل ۱۸۹-۲، این فرآیند را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۸۹-۲- فرآیند بروز عیب در خودرو

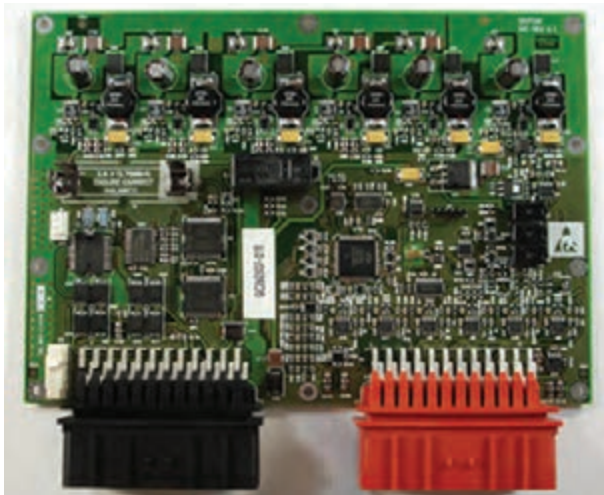
## ۲-۱۰-۲- نقش بُرد کامپیوتری در خودرو: برد

کامپیوتری در خودرو در نقش یک سامانه‌ی هوشمند عمل می‌کند. این بُرد اطلاعات لازم را از حسگرها به صورت پالس‌های معین (سیگنال یا موج) دریافت می‌کند و پس از پردازش به عملگرها می‌دهد. برای هر قسمت خودرو ممکن است یک بُرد کامپیوتری ویژه وجود داشته باشد که تعدادی از آن‌ها به شرح زیرند:

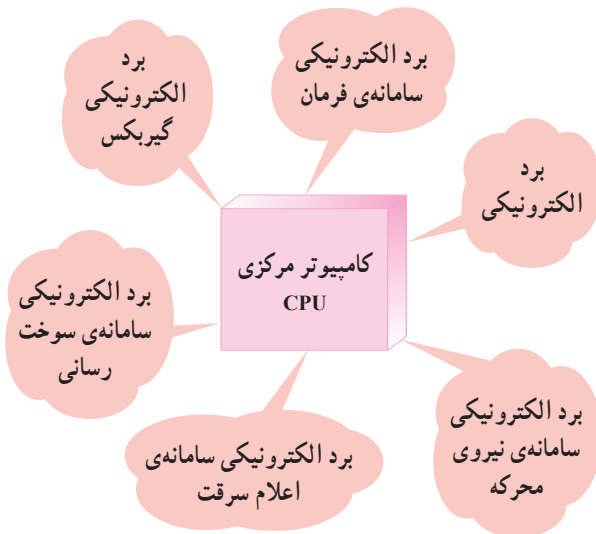
- سامانه‌ی ترمز
- سامانه‌ی فرمان و تعلیق
- سامانه‌ی سوخت‌رسانی

### توجه کنید

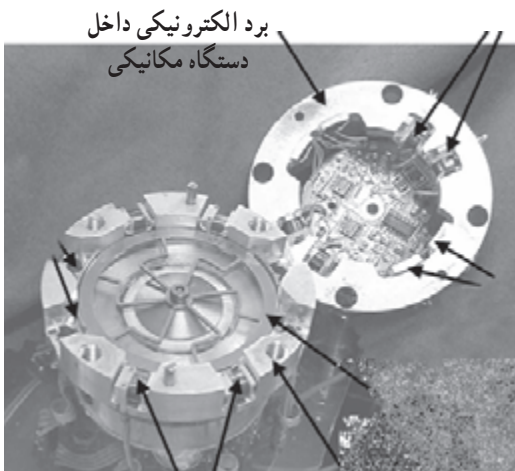
با توجه به پروتوکل‌های تعریف شده برای سامانه‌های الکترونیکی خودرو، مسئله ایمنی برای از کار افتادن حسگر دمای رادیاتور نیز رعایت شده است. به طوری که با از کار افتادن حسگر، سامانه‌ی خنک‌کننده‌ی موتور از کار نمی‌افتد، بلکه با دور تند عمل خنک‌کردن را ادامه می‌دهد.



یک نمونه برد کامپیوتری



شکل ۱۹۰-۲- ارتباط قسمت‌های مختلف خودرو از نظر الکترونیکی با یکدیگر



شکل ۱۹۱-۲- یک نمونه برد الکترونیکی که در داخل قسمت‌های مکانیکی نصب شده است

- سامانه‌ی اعلام سرقت
- سامانه‌ی ایمنی مانند کیسه‌ی هوا و ...
- سامانه‌ی نیروی محرکه
- سامانه‌ی تهویه
- سامانه‌ی .....

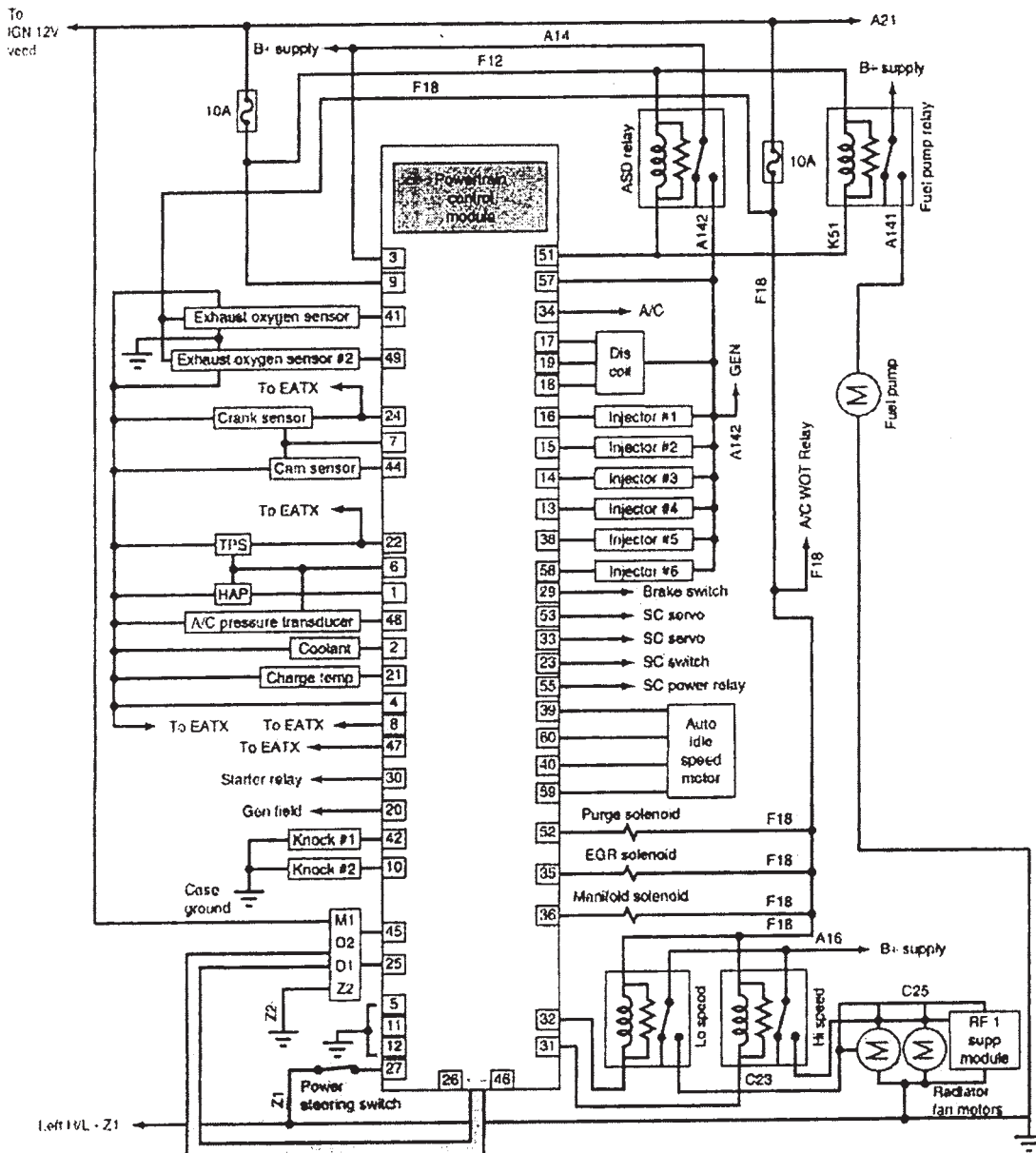
در خودروهای بسیار مدرن، هر یک از بردهای الکترونیکی این سیستم‌ها به یک کامپیوتر مرکزی متصل می‌شود و کامپیوتر مرکزی پردازش اطلاعات را به عهده می‌گیرد و هشدارها و علائم مورد نیاز را به صورت صوتی، تصویری یا نوشتاری روی نمایشگر ظاهر می‌کند. در شکل ۱۹۰-۲ یک نمونه بُرد کامپیوتری و ارتباط قسمت‌های الکترونیکی خودرو را با هم ملاحظه می‌کنید.

تحقیق کنید

ویژه دانش‌آموزان علاقه‌مند

با مراجعه به نقشه الکترونیکی یکی از خودروهای ملی، بلوک دیاگرام بردهای الکترونیکی و کامپیوتر مرکزی آن را رسم کنید و در مورد نحوه‌ی ارتباط بلوک‌ها با هم توضیح دهید.

در شکل ۱۹۱-۲ یک نمونه بُرد الکترونیکی را که در داخل یکی از قسمت‌های مکانیکی خودرو قرار دارد، ملاحظه می‌کنید. در شکل ۱۹۲-۲ نقشه بُرد الکترونیکی کنترل موتور خودرو را مشاهده می‌کنید. کلیه‌ی اصطلاحات روی این نقشه به زبان اصلی است. تنها در صورتی شما می‌توانید به تعمیراتی خودرو بپردازید که بتوانید نقشه‌ی الکترونیکی آن را به زبان اصلی بخوانید و قطعات را تشخیص دهید.



| Cavity | Circuit    | Function                                 | Cavity | Circuit    | Function                                      |
|--------|------------|--|--------|------------|---|
| 1      | K1 DG/RD   | Map sensor signal                        | 30     | T21 BK/LG  | Park/ neutral switch sense                    |
| 2      | K2 TN/BK   | Engine coolant temperature sensor signal | 31     | C27 DB/PK  | High rad fan control                          |
| 3      | A14 RD/WT  | Battery positive voltage                 | 32     | C24 WT     | Low rad fan control                           |
| 4      | K4 BK/LB   | Sensor ground                            | 33     | V36 TN/RD  | Vehicle speed control vacuum solenoid control |
| 5      | Z11 BK/WT  | Signal ground                            | 34     | C28 DB/OR  | A/C compressor clutch relay control           |
| 6      | K8 VT/WT   | 5-volt supply                            | 35     | K35 GY/YL  | EGR solenoid control                          |
| 7      | K7 OR      | 8-volt supply                            | 36     | K36 VT/WT  | Manifold solenoid driver                      |
| 8      | T10 YL/DG  | Torque management request sense          | 38     | K38 GY     | Injector #5 driver                            |
| 9      | F12 DB/WT  | Ignition 12-volt feed                    | 39     | K39 GY/RD  | Idle air control motor #1 driver              |
| 10     | K142 GY/BK | Knock sensor signal                      | 40     | K40 BR/WT  | Idle air control motor #3 driver              |
| 11     | Z12 BK/TN  | Power ground                             | 41     | K41 BK/DG  | Left oxygen sensor signal                     |
| 12     | Z12 BK/TN  | Power ground                             | 42     | K42 BK/LG  | Left knock sensor signal                      |
| 13     | K14 LB/BR  | Injector #4 driver                       | 44     | K44 TN/YL  | Camshaft position sensor signal               |
| 14     | K13 YL/WT  | Injector #3 driver                       | 45     | D20 LG     | SCI receive                                   |
| 15     | K12 TN     | Injector #2 driver                       | 46     | D2 WT/BK   | Chrysler collision detection bus(+)           |
| 16     | K11 WT/DB  | Injector #1 driver                       | 47     | G7 WT/OR   | Speed in                                      |
| 17     | K17 DB/YL  | Ignition coil #2 driver                  | 48     | C18 DB     | A/C pressure sense                            |
| 18     | K18 RD/YL  | Ignition coil #3 driver                  | 49     | K141 TN/WT | Right oxygen sensor signal                    |
| 19     | K19 GY     | Ignition coil #1 driver                  | 51     | K51 DB/YL  | Auto shutdown relay control                   |
| 20     | K20 DG     | Generator field driver                   | 52     | K52 PK/BK  | Evaporative emission solenoid control         |
| 21     | K21 BK/RD  | Intake air temperature signal            | 53     | V35 LG/RD  | Vehicle speed control vent solenoid control   |
| 22     | K22 OR/DB  | Throttle position sensor signal          | 55     | V38 TN/RD  | Vehicle speed control relay control           |
| 23     | V37 RD/LG  | Cruise                                   | 57     | A142 DG/OR | Auto shutdown relay sense                     |
| 24     | K24 GY/BK  | Crank position sensor signal             | 58     | K58 BR/BK  | Injector #6 driver                            |
| 25     | D21 PK     | SCI transmit                             | 59     | K59 VT/BK  | Idle air control motor #4 driver              |
| 26     | D1 VT/BR   | Chrysler collision detection Bus (-)     | 60     | K60 YL/BK  | Idle air control motor #2 driver              |
| 27     | 928 YL/BK  | Power steering pressure sense            |        |            |   |
| 29     | K29 WT/PK  | Brake switch sense                       |        |            |   |



### ۳-۱۰-۲- کامپیوتر در نقش دستگاه عیب‌یاب:

توجه داشته باشید برای عیب‌یابی نیازی نیست که شما جزئیات مدارهای الکترونیکی خودرو را فرا بگیرید. کافی است با ارتباط قسمت‌های مختلف و نقشه‌ی آن آشنایی داشته باشید. از آن‌جا که کامپیوتر یک سامانه‌ی هوشمند است، با استفاده از دستگاه‌های کامپیوتری جانبی که آن را اسکنر موتور می‌نامند می‌توانید عیوب موتور را پیدا نمایید. در شکل ۲-۱۹۳ دو نمونه دستگاه اسکنر خودرو را ملاحظه می‌کنید. معمولاً روی بُرد الکترونیکی خودرو سوکت مخصوصی وجود دارد که توسط آن می‌توانید دستگاه اسکنر را به آن وصل کنید و عیوب خودرو را بیابید.



شکل ۲-۱۹۳- دو نمونه دستگاه عیب‌یاب و اسکنر خودرو

#### عمل کنید

با مراجعه به یک مرکز تنظیم موتورهای خودروهای مدرن، کتاب راهنمای دستگاه عیب‌یاب و اسکنر را مورد مطالعه قرار دهید و در مورد نحوه‌ی عملکرد آن به‌طور خلاصه توضیح دهید. می‌توانید از مسئولان مربوطه بخواهید که در صورت نیاز برای شما نحوه‌ی عملکرد دستگاه را شرح دهند.



شکل ۲-۱۹۴- یک نمونه دستگاه اسکنر کوچک دستی

### در شکل ۲-۱۹۴ دستگاه اسکنر موتور خودرو را ملاحظه

می‌کنید. دستگاه عیب‌یاب یا اسکنر دستگاهی است که پس از اتصال به کامپیوتر مرکزی خودرو، کلیه‌ی عملیات خودرو را مورد پردازش قرار می‌دهد و با ارائه‌ی یک گزارش از حسگرها و عملگرها، عیوب خودرو را روی صفحه‌ی نمایش ظاهر می‌سازد. برخی از اسکنرها و عیب‌یاب‌ها خیلی کوچک و به اندازه‌ی مولتی‌متر هستند.

### در شکل ۲-۱۹۴ یک نمونه از این دستگاه‌ها را، که در

حال آزمایش روی اتومبیل است، مشاهده می‌کنید.



در برخی از خودروها یک صفحه‌ی نمایش نسبتاً بزرگ نصب می‌شود که از این صفحه نمایش برای مشاهده‌ی عیوب موتور نیز می‌توان استفاده کرد. روی همین صفحه‌ی نمایش است که به راننده هشدارهای مربوط به بروز عیب داده می‌شود. در شکل ۱۹۵-۲ یک نمونه از این صفحه‌ی نمایش‌ها را مشاهده می‌کنید.

شکل ۱۹۵-۲- دستگاه مانیتور نصب شده روی خودرو که می‌تواند در نقش عیب‌یاب نیز عمل کند.

### تمرین کنید:

سعی کنید به چند مرکز تعمیر و عیب‌یابی خودروهای مدرن مراجعه کنید و مشاهدات خود را در طی یک هفته در ارتباط، نحوه‌ی عیب‌یابی و رفع عیب بنویسید.

.....

.....

.....

.....

.....

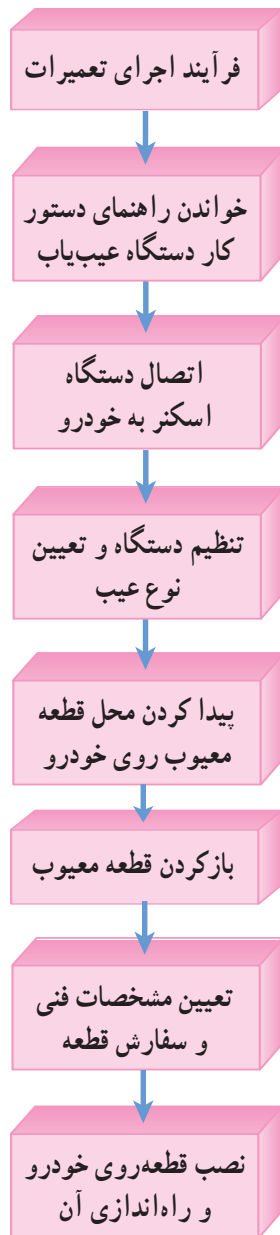
.....

.....

.....

.....

.....



شکل ۱۹۶-۲- فرآیند اجرای تعمیرات در خودرو

برای این که بتوانید عیب مدارهای الکترونیکی خودرو را پیدا کنید باید توانایی استفاده از دستگاه‌های عیب‌یاب و اسکنر را داشته باشید. برای رسیدن به این توانایی، خواندن راهنمای دستور کار دستگاه و نحوه‌ی استفاده از آن، که به زبان اصلی بیان می‌شود، ضرورت دارد. پس از این مرحله باید با ساختار خودرو آشنا باشید و بتوانید محل قطعات معیوب را تشخیص دهید و آن‌ها را از محل خود خارج سازید. پس از این مرحله باید بتوانید مشخصات فنی قطعه را شناسایی کنید و سفارش دهید. در نهایت قطعه را جای‌گزین کنید و دستگاه را راه‌اندازی نمایید. در شکل ۱۹۶-۲ فرآیند اجرای تعمیرات را ملاحظه می‌کنید.

**نکته‌ی مهم:** در فرآیند اجرای تعمیرات لازم است کلیه‌ی نکات ایمنی را رعایت کنید.

با توجه به این که خودروهای جدید به صورت هوشمند عمل می‌کنند و متناسب با شرایط، فرمان‌های لازم را به خودرو می‌دهند. برای تنظیم این دستگاه‌ها از دستگاه‌های مخصوص استفاده می‌کنند. معمولاً دستگاه‌های اسکنر و عیب‌یاب برای تنظیم خودرو نیز به کار می‌روند.

۴ ساعت

زمان

#### نکته ایمنی

در صورتی که با اصول کار دستگاه اسکنر آشنا نیستید، حتی در یک دوره کارآموزی در محل شرکت تولید کننده، نحوه‌ی استفاده از آن را فرا بگیرید سپس اقدام به تعمیر کنید.

۴-۱۰-۲- کار عملی: استفاده از اسکنر

- تجهیزات و مواد مورد نیاز: دستگاه اسکنر راهنمای دستور کار، ابزار اولیه متناسب با نیاز، موتور خودرو
- مراحل انجام کار
  - راهنمای دستور کار دستگاه اسکنر را مطالعه کنید.
  - دستگاه اسکنر را به خودرو وصل کنید.

- خودرو را مورد پردازش قرار دهید.
- عیوب خودرو را روی صفحه‌ی نمایش دستگاه مشخص کنید.
- قطعه‌ی معیوب را شناسایی و رفع عیب کنید.



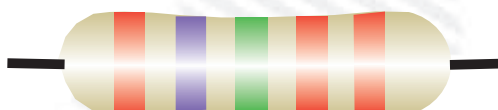
شکل ۱۹۷-۲

## آزمون پایانی (۲)



۱- سیگنال‌های آنالوگ و دیجیتال را توضیح داده و شکل موج آن‌ها را رسم کنید.

۲- مقدار مقاومت شکل مقابل برابر است با :



الف -  $527K\Omega$  -۷      ب -  $275K\Omega$  -۵

ج -  $275K\Omega$  -۲      د -  $275K\Omega$  -۲

۳- روی خازنی عدد  $10^4$  نوشته شده است مقدار ظرفیت خازن چقدر است؟

.....  
 .....

۴- در کدام یک از وسایل زیر سیم پیچ مورد استفاده قرار نمی‌گیرد؟

الف - کوئل خودروهای قدیمی      ب - کوئل خودروهای جدید

ج - رله‌های استارتر      د - ترموکوئل

۵- LED (دیود نورانی) را توضیح دهید و موارد کاربرد آن را بنویسید.

.....  
 .....

۶- برای تخلیه بار الکترواستاتیک بدن انسان از چه وسیله‌ای استفاده می‌شود؟ توضیح دهید.

.....  
 .....

۷- کدام یک از موارد زیر در مولتی متر دیجیتال وجود ندارد؟

الف - LCD      ب -  $V/\Omega$  terminal

ج - Time/DIV      د - Function key

۸- نحوه‌ی آزمایش سالم بودن فیوز تیغه‌ای را با استفاده از مولتی متر دیجیتالی توضیح دهید.

.....  
 .....

۹- موارد کاربرد پروب  $\times 1$  و  $\times 10$  در اسیلوسکوپ را توضیح دهید.

.....  
 .....



۱۰- برای تنظیم صفر اشعه در روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ از کدام یک استفاده می‌شود؟

الف - AC-GND-DC

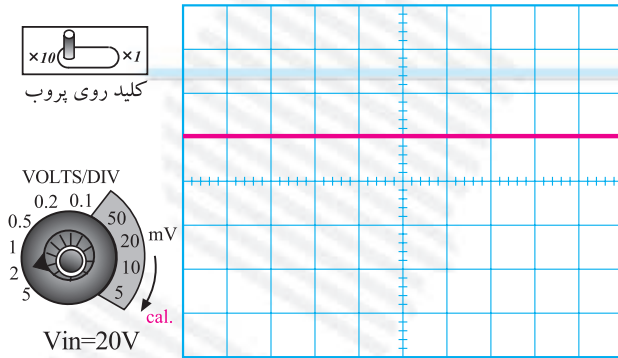
ب - y Position

ج - H Position

د - V/DIV

۱۱- در شکل مقابل مقدار ولتاژ DC چقدر

است؟ توضیح دهید.



.....  
 .....  
 .....

۱۲- نحوه‌ی تنظیم اسیلوسکوپ برای اندازه‌گیری ولتاژ، زمان تناوب و فرکانس را به طور خلاصه توضیح دهید.

.....  
 .....  
 .....  
 .....

۱۳- تفاوت سیستم جرقه‌زنی مکانیکی را نسبت به الکترونیکی توضیح دهید.

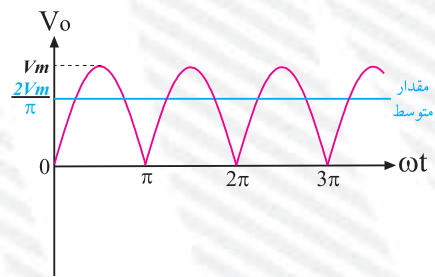
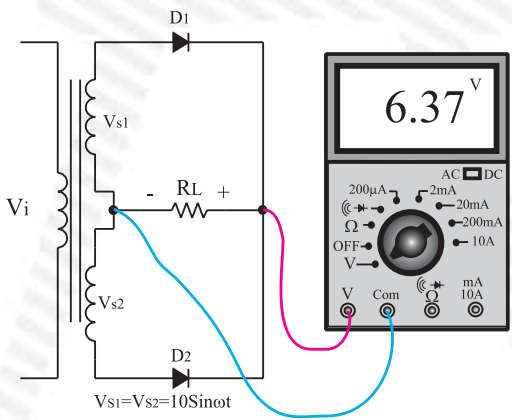
.....  
 .....

۱۴- عملکرد سه نمونه حسگر موجود در بدن انسان را با حسگرهای استفاده شده در خودرو مقایسه کنید.

.....  
 .....

۱۵- آزمایش شکل مقابل را توضیح دهید.

.....  
 .....



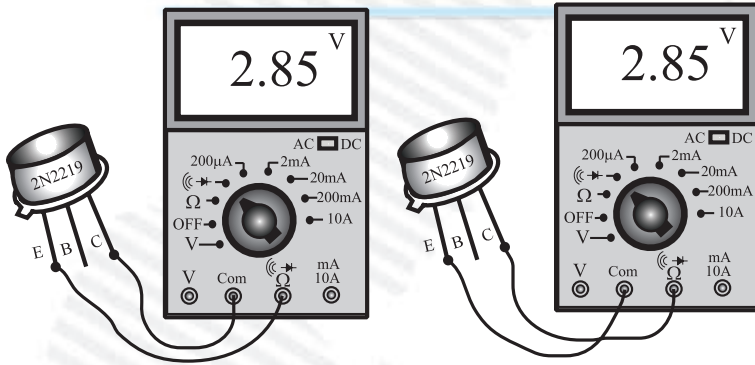
۱۶- نحوه‌ی آزمایش دیود را توضیح دهید.

.....

.....

.....

۱۷- نحوه‌ی آزمایش ترانزیستور را توضیح دهید.



.....

.....

.....

.....

۱۸- عملکرد حسگر سطح سوخت را توضیح دهید.

.....

.....

.....

۱۹- کدام یک از قطعات زیر حسگر و کدام یک عملگر است؟

- پمپ شیشه بالای، رله‌ی استارتر، تشخیص دهنده‌ی درجه حرارت آب موتور اندازه‌گیر فشار روغن

.....

.....

.....

## منابع و مأخذ

- ۱- Automotive Technology-jak Erjavec 2004 by Delmar learning
- ۲- تجربیات شخصی مؤلفین
- ۳- سایت‌های اینترنتی مرتبط با مدارهای الکترونیکی و الکتریکی خودرو
- ۴- کاتالوگ و نقشه‌های انواع دستگاه‌ها و سیستم‌های الکترونیکی خودرو ساخت داخل و خارج
- ۵- کاتالوگ انواع دستگاه‌های اندازه‌گیری الکترونیکی ساخت داخل و خارج
- ۶- نمونه‌ی Demo نرم افزار ادیسون Edison
- ۷- کتاب‌های ابزار مقدماتی الکترونیک، دیوید ترازیستور کاربرد قطعات در مدارهای الکترونیکی تألیف آقای فتح‌ا... نظریان ناشر شرکت صنایع آموزشی
- ۸- Practical electronic نوشته‌ی شرکت مهندسی Buck

