

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰی مُحَمَّدٍ وَّآلِ مُحَمَّدٍ وَّعَجِّلْ فَرَجَهُمْ



# عرضه تخصصی قطعات الکتریکی و الکترونیکی

رشته الکترونیک

گروه برق و رایانه

شاخه فنی و حرفه ای

پایه دهم دوره دوم متوسطه



وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



نام کتاب: عرضه تخصصی قطعات الکتریکی و الکترونیکی - ۲۱۰۲۷۶

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: سید محمود صموتی، رسول ملک‌محمد، شهرام نصیری سوادکوهی، مهین ظریفیان جولایی، محمود شبانی، زهرا زینالی، سهیلا ذوالفقاری، فرشته داودی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)

شهرام نصیری سوادکوهی، مهین ظریفیان جولایی، سید محمود صموتی، سعیده توتونچیان (اعضای گروه تألیف) - رسول ملک محمد (ویراستار فنی) - محمّد محمودی (ویراستار ادبی)

استان‌های آذربایجان غربی، اصفهان، تهران، فارس، گیلان، لرستان (اعتبار سنجی)

مدیریت آماده‌سازی هنری:

اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

شناسه افزوده آماده‌سازی: مجید ذاکری یونسی (مدیر هنری) - صبا کاظمی (طراح جلد) - مجتبی احمدی

(صفحه‌آرایی) - گروه تألیف (رسام)

نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)

تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب‌گاه: [www.irtextbook.ir](http://www.irtextbook.ir) و [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir)

ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران-کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج-خیابان ۶۱

(داروپخش) 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 پنجم ۱۳۹۹

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.



اگر یک ملتی نخواهد آسیب ببیند باید این ملت اولاً با هم متحد باشد، و ثانیاً در هر کاری که اشتغال دارد آن را خوب انجام بدهد. امروز کشور محتاج به کار است. باید کار کنیم تا خودکفا باشیم. بلکه ان شاء الله صادرات هم داشته باشیم. شما برادرها الآن عبادت تان این است که کار بکنید. این عبادت است.  
امام خمینی (قَدَسَ سِرُّهُ)



### پودمان اول: قطعه‌شناسی

#### واحد یادگیری ۱: شناسایی آزمایش قطعات الکتریکی و الکترونیکی

۱-۱ مواد، تجهیزات و ابزار مورد نیاز، ۱-۲ فضای آموزشی و تجهیزات مربوط به آن، ۱-۳ ماهیت الکتریسیته، ۱-۴ ساختمان ماده، ۱-۵ یون‌های مثبت و منفی، ۱-۶ میدان الکتریکی، ۱-۷ اختلاف پتانسیل الکتریکی (ولتاژ)، ۱-۸ خطرات الکتریسیته ساکن و چگونگی خنثی کردن آن، ۱-۹ طبقه‌بندی مواد از نظر هدایت الکتریکی، ۱-۱۰ شدت جریان الکتریکی، ۱-۱۱ روش‌های تولید و مصرف الکتریسیته، ۱-۱۲ هدایت و مقاومت الکتریکی، ۱-۱۳ کار عملی (۱)، ۱-۱۴ مدار الکتریکی و قانون اهم، ۱-۱۵ کار عملی (۲)، ۱-۱۶ سری و موازی کردن مقاومت‌ها، ۱-۱۷ کار عملی (۳)، ۱-۱۸ کار عملی (۴)، ۱-۱۹ روش‌های خواندن مقاومت، ۱-۲۰ کار عملی (۵)، ۱-۲۱ کار عملی (۶)، ۱-۲۲ مولتی‌متر، ۱-۲۳ کار عملی (۷)، ۱-۲۴ کار عملی (۸)، ۱-۲۵ منبع تغذیه، ۱-۲۶ برد بُرد، ۱-۲۷ کار عملی (۹)، ۱-۲۸ کار عملی (۱۰)، ۱-۲۹ کار عملی (۱۱)، ۱-۳۰ مقاومت‌های متغیر، ۱-۳۱ خازن، ۱-۳۲ کار عملی (۱۲)، ۱-۳۳ سیم‌پیچ، ۱-۳۴ کار عملی (۱۳)، ۱-۳۵ الگوی آزمون نظری پایان واحد کار.

#### واحد یادگیری ۲: شایستگی پیچیدن سیم‌پیچ یا بوبین

۲-۱ مواد، تجهیزات و ابزار مورد نیاز، ۲-۲ ساختمان بوبین، ۲-۳ چگونگی پیچیدن بوبین، ۲-۴ عوامل مؤثر بر ضریب خودالقایی بوبین با هسته هوا، ۲-۵ رابطه محاسبه ضریب خودالقایی بوبین، ۲-۶ سیم‌ها و کابل‌ها، ۲-۷ طبقه‌بندی سیم‌ها با توجه به قطر و سطح مقطع، ۲-۸ محاسبه شدت جریان عبوری از سیم‌پیچ، ۲-۹ اندازه‌گیری قطر سیم‌پیچ با میکرومتر، ۲-۱۰ کار عملی (۱)، ۲-۱۱ محاسبه عملی سیم‌پیچ (بوبین) با هسته هوا، ۲-۱۲ برای محاسبه یک بوبین کاربردی باید مراحل زیر را اجرا کنید، ۲-۱۳ محاسبه بوبین‌های یک لایه با استفاده از نرم‌افزار، ۲-۱۴ دستگاه بوبین‌پیچ، ۲-۱۵ انتخاب ابزار، ملزومات و تجهیزات، ۲-۱۶ کار عملی (۲)، ۲-۱۷ کار عملی (۳)، ۲-۱۸ کار عملی (۴)، ۲-۱۹ تأثیر هسته هوا بر ضریب خودالقایی بوبین، ۲-۲۰ کار عملی (۵)، ۲-۲۱ الگوی آزمون پایانی عملی.

### پودمان دوم: کمیت‌های پایه الکتریکی

#### واحد یادگیری ۳: شایستگی اندازه‌گیری کمیت‌های موج

۳-۱- مواد، ابزار و تجهیزات موردنیاز برای واحد یادگیری، ۳-۲- انواع جریان، ۳-۳- ویژگی‌های موج سینوسی، ۳-۴- اختلاف فاز بین دو موج سینوسی، ۳-۵- منابع تولید الکتریسیته، ۳-۶- ترانسفورماتور، ۳-۷- تولید ولتاژ DC توسط برق شهر، ۳-۸- سیگنال ژنراتور AC، ۳-۹- کار عملی (۱)، ۳-۱۰- کار عملی (۲)، ۳-۱۱- کار عملی (۳)، ۳-۱۲- کار عملی (۴)، ۳-۱۳- کار عملی (۵)، ۳-۱۴- کار عملی (۶)، ۳-۱۵- الگوی آزمون نظری پایانی.

### پودمان سوم: موج و کمیت‌های آن

#### واحد یادگیری ۴: شایستگی کار با دستگاه‌های اندازه‌گیری برای تعیین کمیت‌های موج

۴-۱- مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز برای واحد یادگیری، ۴-۲- انواع شکل موج‌ها و مقایسه آن‌ها، ۴-۳- ساختار موج‌ها، ۴-۴- تبدیل شکل موج‌ها به یکدیگر، ۴-۵- کار عملی (۱)، ۴-۶- سیگنال ژنراتور صوتی، ۴-۷- انواع سیگنال ژنراتور صوتی (AF)، ۴-۸- عملکرد دگمه‌ها و سلکتورهای یک نمونه سیگنال ژنراتور، ۴-۹- کار عملی (۲)، ۴-۱۰- کار عملی (۳)، ۴-۱۱- فرکانس متر دیجیتالی، ۴-۱۲- کار عملی (۴)، ۴-۱۳- کار عملی (۵)، ۴-۱۴- الگوی آزمون نظری، ۴-۱۵- الگوی آزمون عملی نرم‌افزاری، ۴-۱۶- الگوی آزمون عملی با دستگاه آزمایش، ۴-۱۷- اسیلوسکوپ، ۴-۱۸- ساختمان داخلی اسیلوسکوپ، ۴-۱۹- صفحه نمایش، ۴-۲۰- چگونگی تشکیل تصویر، ۴-۲۱- حرکت اشعه در جهت افقی و عمودی در لامپ CRT، ۴-۲۲- کار عملی (۶)، ۴-۲۳- کار عملی (۷)، ۴-۲۴- کار عملی (۸)، ۴-۲۵- کار عملی (۹)، ۴-۲۶- کار عملی (۱۰)، ۴-۲۷- الگوی آزمون نظری پایانی واحد یادگیری، ۴-۲۸- الگوی آزمون عملی نرم‌افزاری پایانی واحد یادگیری.

### پودمان چهارم: توان و ضریب توان

#### واحد یادگیری ۵: شایستگی کار با دستگاه‌های اندازه‌گیری برای تعیین توان و ضریب توان

۵-۱- مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز برای واحد یادگیری، ۵-۲- انرژی الکتریکی مصرفی در یک مقاومت، ۵-۳- توان الکتریکی در جریان DC ۵-۴- رابطه‌های توان، ۵-۵- کار عملی (۱)، ۵-۶- کار عملی (۲)، ۵-۷- مدارهای جریان متناوب، ۵-۸- توان راکتیو (غیر مؤثر- دواته)، ۵-۹- توان ظاهری، ۵-۱۰- ضریب توان، ۵-۱۱- کار عملی (۳)، ۵-۱۲- کار عملی (۴)، ۵-۱۳- کار عملی (۵)، ۵-۱۴- الگوی آزمون نظری پایان واحد کار.

### پودمان پنجم: معرفی قطعات و نقشه خوانی با نرم‌افزار

#### واحد یادگیری ۶: شایستگی خواندن نقشه‌های الکترونیکی ساده

۶-۱- مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز برای واحد یادگیری، ۶-۲- کلید (سوئیچ)، ۶-۳- کار عملی (۱)، ۶-۴- کار عملی (۲)، ۶-۵- فیوز، ۶-۶- کار عملی (۳)، ۶-۷- سیم‌ها و کابل‌ها، ۶-۸- کار عملی (۴)، ۶-۹- کانکتورها، ۶-۱۰- کار عملی (۵)، ۶-۱۱- بلندگو، ۶-۱۲- میکروفون، ۶-۱۳- کار عملی (۶)، ۶-۱۴- موتور الکتریکی، ۶-۱۵- رله، ۶-۱۶- کریستال، ۶-۱۷- سنسور (حسگر)، ۶-۱۸- لامپ سیگنال، ۶-۱۹- مدار مجتمع یا آی‌سی‌ها، ۶-۲۰- رگولاتورها (ثبیت‌کننده‌ها)، ۶-۲۱- تایمر (نگهدارنده زمان - زمان‌گیر)، ۶-۲۲- اپتوکوپلر، ۶-۲۳- گیت‌های منطقی (دروازه‌های منطقی)، ۶-۲۴- کار عملی (۷)، ۶-۲۵- کار عملی (۸)، ۶-۲۶- کار عملی (۹)، ۶-۲۷- استاندارد، ۶-۲۸- نقشه الکتریکی، ۶-۲۹- آزمون نظری پایانی واحد یادگیری، ۶-۳۰- الگوی آزمون عملی نرم‌افزاری پایانی واحد یادگیری.

#### واحد یادگیری ۷: شایستگی نصب نرم‌افزارهای الکترونیکی

۷-۱- مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز واحد یادگیری، ۷-۲- نرم‌افزار الکترونیکی، ۷-۳- طبقه‌بندی نرم‌افزارها، ۷-۴- نرم‌افزارهای الکترونیکی، ۷-۵- نرم‌افزارهای قابل استفاده توسط تلفن‌های همراه، ۷-۶- اصطلاحات و علائم در نرم‌افزار مولتی سیم، ۷-۷- یک نمونه مدار در نرم‌افزار مولتی سیم، ۷-۸- آزمون نظری پایانی واحد یادگیری، ۷-۹- آزمون عملی پایانی واحد یادگیری.

شرایط قابل تغییر دنیای کار در مشاغل گوناگون، توسعه فناوری‌ها و تحقق توسعه پایدار، ما را بر آن داشت تا برنامه‌های درسی و محتوای کتاب‌های درسی را در ادامه تغییرات پایه‌های قبلی براساس نیاز کشور و مطابق با رویکرد سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی بازطراحی و تألیف کنیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌ها، آموزش و ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار واقعی به‌طور استاندارد و درست تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشته تحصیلی - حرفه‌ای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته شده است:

- ۱- شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند خرید و فروش قطعات الکتریکی و الکترونیکی
  - ۲- شایستگی‌های غیرفنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند نوآوری و مصرف بهینه
  - ۳- شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم‌افزار
  - ۴- شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر
- بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی فنی و حرفه‌ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است.

این کتاب نخستین کتاب کارگاهی است که ویژه رشته الکترونیک تألیف شده است و شما در طول سه سال تحصیلی پیش‌رو شش کتاب کارگاهی و با شایستگی‌های متفاوت را آموزش خواهید دید. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت در شغل و حرفه برای آینده ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید؛ تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در این کتاب را کسب و در فرایند ارزشیابی به اثبات رسانید.

کتاب درسی عرضه تخصصی قطعات الکتریکی و الکترونیکی شامل پنج پودمان است و هر پودمان دارای یک یا چند واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله کاری تشکیل شده است.



شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر پودمان می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن را کسب نمایید. هنرآموز محترم شما برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می‌نماید و نمره قبولی شایستگی در هر پودمان حداقل ۲ از ۳ می‌باشد.

همچنین علاوه بر کتاب درسی شما امکان استفاده از سایر اجزای بسته آموزشی که برای شما طراحی و تألیف شده است، وجود دارد. یکی از این اجزای بسته آموزشی کتاب همراه هنرجو می‌باشد که برای انجام فعالیت‌های موجود در کتاب درسی باید استفاده نمایید. کتاب همراه خود را می‌توانید هنگام آزمون و فرایند ارزشیابی نیز همراه داشته باشید. سایر اجزای بسته آموزشی دیگری نیز برای شما در نظر گرفته شده است که با مراجعه به وبگاه رشته خود به نشانی [www.tvoccd.medu.ir](http://www.tvoccd.medu.ir) می‌توانید از عناوین آن مطلع شوید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط‌زیست و شایستگی‌های یادگیری مادام‌العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی‌های فنی طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت‌های یادگیری به کار گیرید.

رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است لذا توصیه‌های هنرآموز محترمتان در خصوص رعایت مواردی که در کتاب آمده است، در انجام کارها جدی بگیرید. امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور، پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت مؤثر و شایسته جوانان میهن اسلامی برداشته است.

**دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش**

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و نیازهای متغیر دنیای کار و مشاغل، برنامه درسی رشته الکترونیک طراحی و براساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف گردید. کتاب حاضر از مجموعه کتاب‌های کارگاهی می‌باشد که برای سال دهم تدوین و تألیف گردیده است این کتاب دارای ۵ پودمان است که هر پودمان از یک یا چند واحد یادگیری تشکیل شده است. همچنین ارزشیابی مبتنی بر شایستگی از ویژگی‌های این کتاب می‌باشد که در پایان هر پودمان شیوه ارزشیابی آورده شده است. هنرآموزان گرامی می‌بایست برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات برای هر هنرجو ثبت کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد و نمره هر پودمان از دو بخش تشکیل می‌گردد که شامل ارزشیابی پایانی در هر پودمان و ارزشیابی مستمر برای هر یک از پودمان‌ها است. از ویژگی‌های دیگر این کتاب طراحی فعالیت‌های یادگیری ساختار یافته در ارتباط با شایستگی‌های فنی و غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای و بحث‌های زیست‌محیطی است. این کتاب جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است که لازم است از سایر اجزای بسته آموزشی مانند کتاب همراه هنرجو و نرم‌افزار و فیلم آموزشی در فرایند یادگیری استفاده شود. شما می‌توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته یادگیری، روش‌های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه‌بندی زمانی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیرفنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنما و پاسخ فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها به کتاب

راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید.

کتاب شامل پودمان‌های ذیل است:

پودمان اول: با عنوان قطعه‌شناسی است که در آن به شایستگی‌های مربوط به شناسایی و آزمایش قطعات و استانداردهای مرتبط به آنها می‌پردازد. همچنین در این پودمان یک قطعه الکترونیکی مانند بوبین ساخته می‌شود.

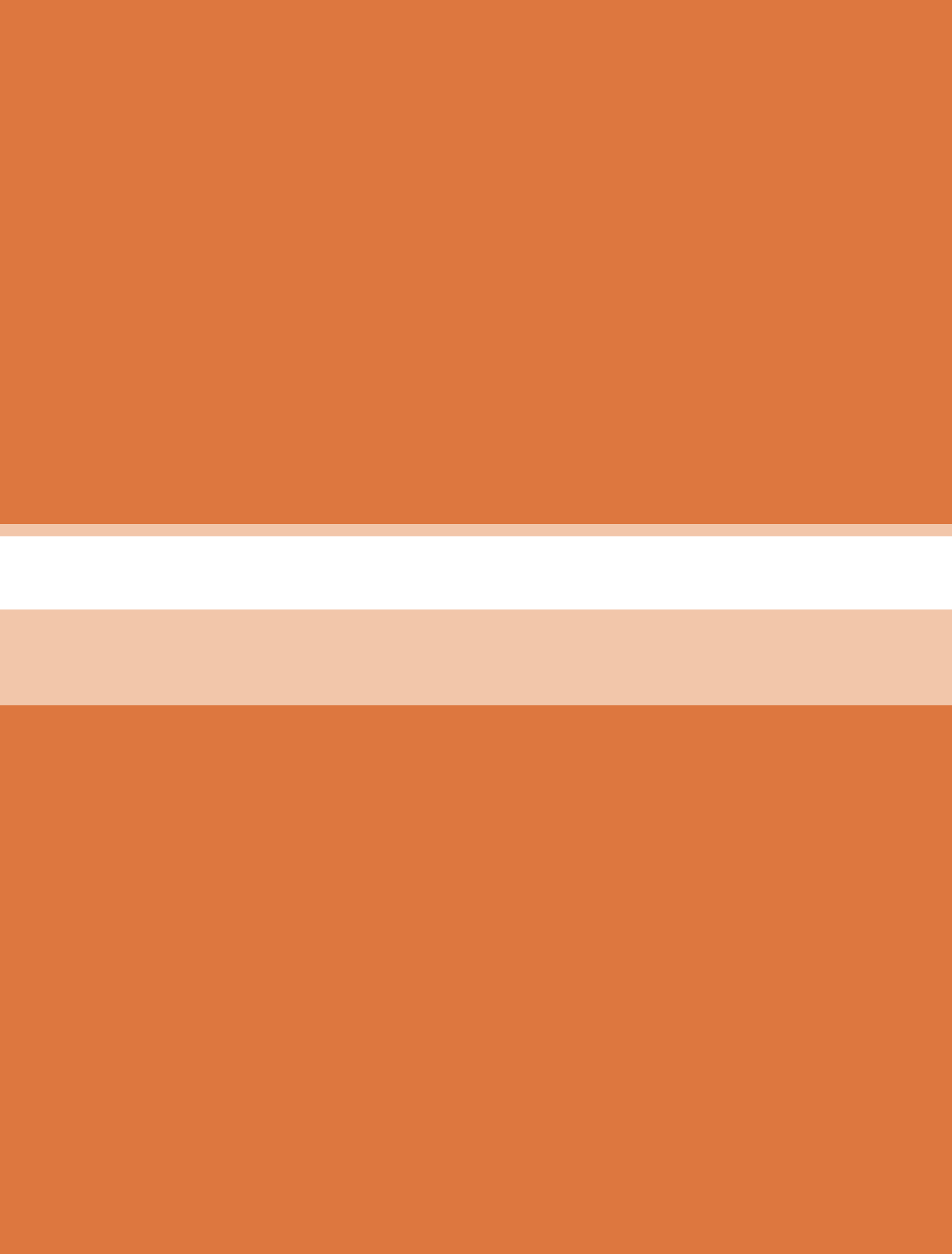
پودمان دوم: کمیت‌های پایه الکتریکی است که در آن شایستگی شناسایی انواع شکل موج‌ها و چگونگی اندازه‌گیری کمیت‌های آن را فرا می‌گیرند.

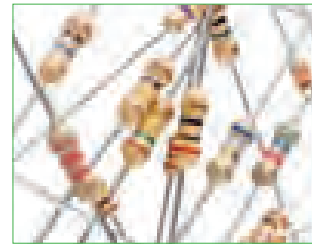
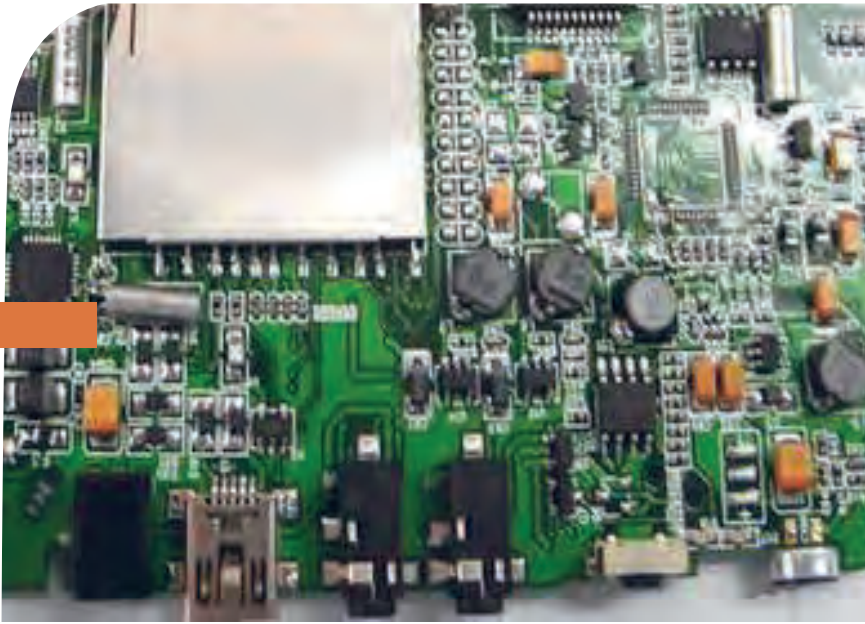
پودمان سوم: با عنوان موج و کمیت‌های آن آمده است که در آن شایستگی کار با دستگاه‌های اندازه‌گیری برای تعیین کمیت‌های موج پرداخته می‌شود.

پودمان چهارم: توان و ضریب توان است که شایستگی کار با دستگاه‌های اندازه‌گیری برای تعیین توان و ضریب توان به صورت نرم‌افزاری و سخت‌افزاری کسب می‌شود.

پودمان پنجم: دارای عنوان معرفی قطعات و نقشه‌خوانی با نرم‌افزار است که در آن شایستگی خواندن نقشه‌های الکترونیکی و الکتریکی و فرایند نصب و راه‌اندازی نرم‌افزارهای خاص کسب می‌شود.

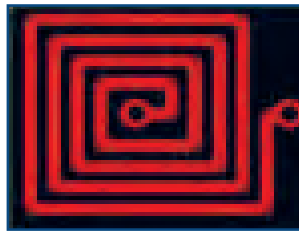
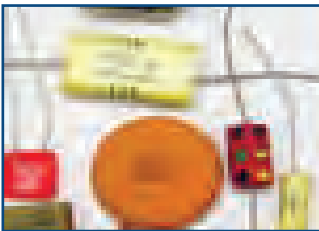
**دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانی**





## پودمان اول

## قطعه شناسی



فناوری‌های قرن بیست و یکم نتیجه تلاش گسترده بشر طی قرن‌های متوالی بوده است. چرا دنیای امروز را دنیای الکترونیک می‌نامند؟ زیرا به هر دستگاهی که نگاه می‌کنید، رد پای الکترونیک را در آن می‌بینید. در دستگاه‌هایی مانند لوازم خانگی، لوازم پزشکی، فرستنده‌ها، گیرنده‌های دیجیتال ماهواره‌ای، رایانه، پرینتر، اسکنر، آسانسور، دستگاه‌های صنعتی و تلفن همراه چندین مدار الکترونیکی وجود دارد. هر مدار الکترونیکی از تعدادی قطعه الکترونیکی ساخته شده است، به عبارت دیگر، قطعات الکتریکی و الکترونیکی اجزای اصلی مدار را تشکیل می‌دهند. مدارها نیز به نوبه خود اجزای اصلی یک سیستم الکترونیکی را به وجود می‌آورند. بنابراین، شناخت، کاربرد و چگونگی آزمایش قطعات الکترونیکی برای کسانی که می‌خواهند در این زمینه فعالیت کنند، امری ضروری و اجتناب ناپذیر است.

## واحد یادگیری ۱

### شایستگی آزمایش قطعات الکتریکی و الکترونیکی

(مقاومت، سلف و خازن)

آیا تا به حال پی برده‌اید :

- در مدارهای الکتریکی و الکترونیکی از چه قطعاتی استفاده می‌شود؟
- قطعات الکتریکی و الکترونیکی چه نقشی در مدارها دارند؟
- قطعات الکتریکی و الکترونیکی را چگونه آزمایش می‌کنند؟
- قطعاتی مانند مقاومت، سلف و خازن به چه شکل هستند؟
- چه نرم افزارهای رایانه‌ای و اندرویدی برای قطعات الکتریکی و الکترونیکی وجود دارد؟
- برگه اطلاعات (datasheet) قطعات و راهنمای کاربرد دستگاه‌ها چه کاربردی دارد؟

در صنعت الکترونیک قطعات متعددی هستند که با توجه به ویژگی‌هایی که دارند در مدارهای مختلف استفاده می‌شوند. قطعاتی مانند مقاومت، سلف و خازن که تقریباً در تمام مدارهای الکتریکی و الکترونیکی مانند تلفن همراه، تبلت، شارژر، تلویزیون، پخش صوت تلفن و دستگاه‌های مهندسی پزشکی به کار می‌روند را قطعات پایه در الکتریسیته و الکترونیک می‌نامند. در این واحد یادگیری، به شرح عملکرد و کاربرد تعدادی از این نوع قطعات در مدارهای الکتریکی می‌پردازیم. از آنجا که برای درک چگونگی عملکرد هر قطعه در مدار نیاز به دانش و مهارت کافی و عمیق در به کارگیری علم الکتریسیته، آگاهی از کاربردها و شبیه‌سازی قطعه توسط نرم افزار داریم، این موضوع را در فرایند تألیف نیز رعایت کرده‌ایم. محتوای آموزشی شامل مباحث نظری، محاسبه‌ای، عملی آزمایشگاهی و کار با نرم افزار است. پس از آموزش از فرا گیرنده انتظار می‌رود که بتواند مقاومت، سلف و خازن را از یکدیگر تمیز دهد و کاربرد آنها را بیان کند و با استفاده از دستگاه‌های اندازه‌گیری آنها را اندازه بگیرد. همچنین قطعات را به صورت سری و موازی ببندد و کمیت‌های مرتبط با آنها را محاسبه کند و به کمک سخت افزار و نرم افزار آنها را اندازه‌گیری نماید. رعایت نکات ایمنی و بهداشتی و توجه به مهارت‌های غیر فنی مانند کار گروهی، مسئولیت‌پذیری، رعایت نظم و ترتیب، توجه به محیط زیست و اخلاق حرفه‌ای نیز از مواردی است که از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و در تمام مراحل باید رعایت شود.

## استاندارد عملکرد :

محاسبه و اتصال عملی مدارهای ساده الکتریکی و الکترونیکی و اندازه‌گیری مقادیر کمیت‌ها و قطعات مرتبط با آن بر اساس استاندارد و با دقت تعریف شده.

۱-۲- فضای آموزش و تجهیزات مربوط به آن سیستم تهویه - ویدئو پروژکتور - رایانه - ماشین حساب - پرده نمایش - وایت برد - برد هوشمند (اسمارت برد به جای ویدئو پروژکتور و پرده نمایش). مشخصات فنی تجهیزات و فضا و تعداد آن در سند برنامه درسی آمده است.

### ۱-۳- ماهیت الکتریسیته

باتوجه به آموخته‌های خود در دروس علوم و کار و فناوری سال‌های گذشته و شکل‌های ۱-۱ و ۱-۲ پیش‌آزمون زیر رادر خارج از ساعات درسی اجرا کنید و به خود امتیاز دهید. در دادن امتیاز صادق باشید، زیرا دانسته‌های خود را ارزیابی می‌کنید. این آزمون در کلاس درس به وسیله معلم نیز مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

### ۱-۱- مواد، تجهیزات و ابزار مورد نیاز

ابزار عمومی برق یا الکترونیک - لوازم التحریر - میز کار با برق - چسب کاغذی - LCR متر دیجیتالی - میکرومتر یا کولیس - کاتر - بوبین پیچ - جداول استاندارد مرتبط - ابزار عمومی لحیم‌کاری - وارنیش - سیم‌افشان - لباس کار - رایانه - انواع سیم لاکه - هسته فریت و آهن - قرقره در ابعاد مختلف متناسب با برنامه آموزشی.



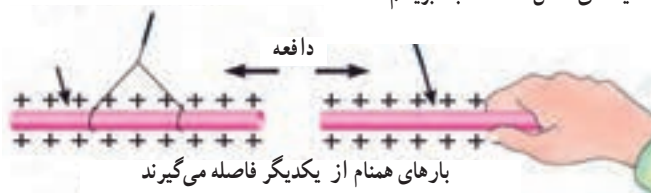
شکل ۱-۱- کهربا

ابونیت مالش داده شده به ابریشم - میله شیشه‌ای مالش داده شده به ابریشم



میله شیشه‌ای مالش داده شده به ابریشم

میله شیشه‌ای مالش داده شده به ابریشم



شکل ۱-۲- اثر بارهای استاتیکی بر یکدیگر

- ۱ آیا پدیده برق در زمان رعد و برق در آسمان نوعی تولید الکتریسیته است؟
- الف) خیر  
ب) بلی
- ۲ چرا پس از تماس شانه با مو، تکه‌های کاغذ جذب شانه می‌شوند؟ شرح دهید.
- ۳ مفهوم بار الکتریکی کدام است؟
- ۱ مقدار الکتریسیته موجود در یک جسم  
۲ مقدار جریانی که باید انتقال یابد  
۳ انرژی که یک لامپ را روشن می‌کند  
۴ انرژی که یک مولد را می‌چرخاند
- ۴ نام دیگر الکتریسیته مالشی چیست؟
- ۱ الکتریسیته جاری  
۲ الکترومغناطیس  
۳ الکتریسیته ساکن  
۴ میدان مغناطیسی
- ۵ انرژی الکتریکی مورد نیاز برای روشنایی منازل با چه روش‌هایی قابل تأمین است، نام ببرید؟
- ۶ علت به وجود آمدن جرقه بین دست و دستگیره در اتاق پس از راه رفتن روی موکت یا فرش را شرح دهید؟
- ۷ چرا در پشت ماشین‌های نفت کش بزرگ از یک زنجیر که با زمین در ارتباط است، استفاده می‌شود؟
- ۱ برای ایجاد صدا و مشخص کردن نوع ماشین  
۲ علامت دادن به اتومبیل‌های پشت  
۳ حذف جرقه ناشی از تولید الکتریسیته ساکن  
۴ انتقال گرمای ایجاد شده در اثر سایش لاستیک‌ها با زمین
- ۸ کدام یک از موارد زیر درباره الکتریسیته صحیح نیست؟
- ۱ برای تولید انرژی مکانیکی استفاده می‌شود.  
۲ در اثر اصطکاک بین یک میله پلاستیکی و پارچه پشمی به وجود می‌آید.  
۳ جریان از حرکت بارهای الکتریکی به وجود می‌آید.  
۴ الکتریسیته جاری اصولاً در صنعت، کاربردی ندارد.

فیلم مبانی الکتریسیته قسمت ساختمان اتم و بارهای الکتریکی را ببینید و درباره آن بحث کنید.

فیلم ۱



#### ۴-۱-۱ ساختمان ماده

با توجه به شکل‌های ۳-۱، ۴-۱، ۵-۱، ۶-۱، ۷-۱ و پیش‌آموخته‌های خود در سال‌های گذشته، در یک بحث گروهی به سؤالات زیر پاسخ دهید. در صورت نیاز از کتاب‌های مرجع ذکر شده در انتهای کتاب استفاده کنید.

بحث کنید



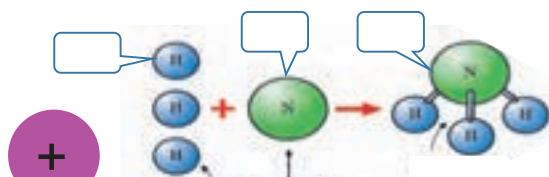
- ۱ دو نمونه ماده ساده و دو نمونه ماده مرکب را نام ببرید.
- ۲ به کوچک‌ترین جزء یک ماده مرکب که هنوز خواص آن ماده را دارد ..... می‌گویند.
- ۳ به کوچک‌ترین جزء یک ماده ساده که هنوز خواص آن ماده را دارد ..... می‌گویند.
- ۴ اتم هر عنصر از دو قسمت ..... و مدارهای ..... تشکیل شده است.
- ۵ هر اتم از دو ذره کوچک به نام‌های پروتون (Proton) و نوترون (Neutron) شکل می‌گیرد.
- ص  غ .



۶ بر روی مدارهای الکترونی، ذراتی به نام الکترون با بار ..... قرار دارند.

۷ از نظر بار الکتریکی پروتون دارای بار ..... و نوترون ..... است.

۸ جاهای خالی را با عبارات و اصطلاحات مناسب و صحیح پر کنید. (مواد ساده، مرکب، عنصر، اتم، الکترون، پروتون و نوترون)



۱ مولکول آمونیاک ۱ اتم نیتروژن ۳ اتم هیدروژن  
شکل ۴-۱ ترکیب عناصر

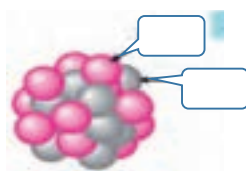


شکل ۳-۱ حالات مختلف ماده

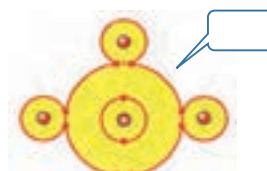


ترکیب عناصر

شکل ۷-۱ یک اتم با ذرات و مدارها



شکل ۶-۱ پروتون و نوترون در هسته



شکل ۵-۱ اتم ها در کنار یکدیگر

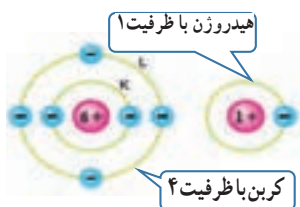
در خارج از ساعات درسی و با نظارت اولیای خود، با مراجعه به سایت دانشنامه رشد وزارت آموزش و پرورش <http://www.medu.roshd.ir> و فضای مجازی اندرویدی و جست و جوی کلمات :

valance electron + film و free electron + film و phet فیلم‌هایی را بارگیری کنید و پس از مشاهده، آنها را به کلاس و معلم خود ارائه دهید. همچنین می‌توانید کتاب‌های سال گذشته را از طریق سایت‌های مختلف مانند سایت <http://www.chap.sch.ir> بارگیری (download) کنید. قبل از کار با رایانه با دوستان خود درباره نکات بهداشتی، ایمنی و ارگونومی که قبلاً آموخته‌اید بحث کنید و هنگام کار عملاً آنها را رعایت کنید.

جست و جو کنید



**الکترون‌های و الانس یا ظرفیت :** با توجه به آموخته‌های خود در درس علوم و کار و فناوری پایه‌های هفتم تا نهم، استفاده از بارش فکری، الکترون و الانس یا ظرفیت (تعداد الکترون‌های مدار آخر) و نقش آن را بیابید.



شکل ۱۰-۱ تعداد الکترون‌های ظرفیت در هیدروژن و کربن



شکل ۹-۱ لایه‌ها و الکترون و الانس



شکل ۸-۱ مدارهای اتم

## الکترون‌های آزاد

برای تولید جریان الکتریکی لازم است که الکترون‌های والانس از اتم جدا و آزاد شوند. چون الکترون‌های مدار آخر نسبت به هسته اتم دورتر هستند، لذا نیروی جاذبه کمتری از طرف هسته روی آنها اثر می‌کند، بنابراین با وارد کردن مقدار کمی انرژی می‌توانند از مدار خود جدا شوند و به محل دیگری انتقال یابند. شکل ۱-۱۱ نحوه وارد شدن انرژی به الکترون‌های والانس و جداسدن آنها از مدار خود را نشان می‌دهد. این الکترون‌ها را الکترون‌های آزاد می‌گویند. به عبارت دیگر اگر الکترونی از اتم جدا شود و به هیچ اتمی وابسته نباشد، آن الکترون را الکترون آزاد می‌نامند. الکترون‌های آزاد سبب تولید جریان الکتریکی می‌شوند.

## ۱-۵- یون‌های مثبت و منفی

در شرایط عادی در هر اتم تعداد الکترون‌ها و پروتون‌ها مساوی است و اتم از نظر بار الکتریکی خنثی است. تعداد پروتون‌های داخل هسته یک اتم تغییر نمی‌کند. در واقع خصوصیات اتم، وابسته به تعداد پروتون‌ها است اما تعداد الکترون‌ها ممکن است تغییر کند.

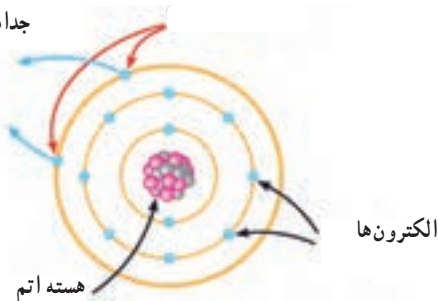


پژوهش

با توجه به آموخته‌های خود در پایه هشتم و شکل ۱-۱۲ و ۱-۱۱ با مراجعه به منابع مختلف بررسی کنید که چرا یون‌های مثبت و منفی به وجود می‌آیند؟ نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

الکترون‌ها از مدار خود جدا می‌شوند

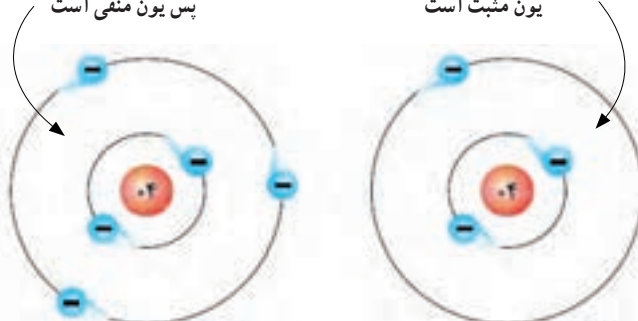
انرژی خارجی وارد شده به الکترون‌ها



شکل ۱-۱۱- الکترون‌های آزاد

یک الکترون زیاد دارد  
پس یون منفی است

یک الکترون کم دارد پس  
یون مثبت است



شکل ۱-۱۲- یون منفی و یون مثبت

## جذب و دفع اجسام باردار

از آنجایی که بررسی تعداد الکترون‌های دریافتی یا از دست داده شده در اتم‌ها در الکتروسیسته کاربرد دارد دانشمندان مختلفی به بررسی اثرات ذرات باردار بر هم پرداخته‌اند که از جمله آنها می‌توان به «کولن» اشاره کرد. وی تحقیقات زیادی پیرامون بارهای الکتریکی (q) داشته است.

به همین خاطر به احترام وی واحد بار الکتریکی بر حسب کولن یا کولومب (coulomb) نام‌گذاری شده و نماد آن (c) است. مقدار بار الکتریکی موجود در یک جسم تعیین کننده میزان الکتروسیسته در جسم است. این نوع بار دار شدن اجسام را الکتروسیسته ساکن می‌نامند. همان طور که در علوم پایه هشتم آموختید، باردار شدن اجسام از طریق اصطکاک، تماس و القا امکان پذیر است. براساس قانون کولن دو جسم یا دو ذره باردار با بارهای همنام یکدیگر را دفع و دو جسم یا دو ذره باردار با بارهای غیرهمنام یکدیگر را جذب می‌کنند. کولن بر پایه انجام آزمایش‌های زیاد با اجسام باردار نتیجه گرفت که نیروهای جاذبه و دافعه میان بارها از قانون خاصی پیروی می‌کنند. امروزه این قانون را به نام «قانون کولن» می‌شناسیم. برای اطلاع بیشتر از قانون کولن و روابط آن می‌توانید به منابع ذکر شده در انتهای کتاب مراجعه کنید.

فیلم ۳

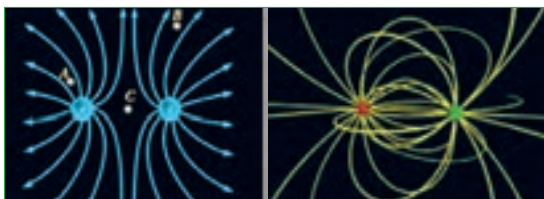
فیلم تعاملی مبانی الکتروسیسته، خطوط میدان بارهای الکتریکی و بار دار شدن اجسام را ببینید.

### ۶-۱- میدان الکتریکی

اگر دو صفحه باردار را به یکدیگر نزدیک کنیم، بین دو صفحه خطوط نیرویی به وجود می‌آید که آن را میدان الکتریکی می‌گویند. میدان الکتریکی مشابه میدان مغناطیسی است. میدان‌های الکتریکی را با خطوط نیرو نشان می‌دهند. همان طور که می‌دانیم پروتون بار الکتریکی مثبت دارد و بنا به قرار داد، خطوط نیروی این بار به صورت شعاعی و به طور مستقیم در تمام جهات از پروتون خارج می‌شود. الکترون بار الکتریکی منفی دارد و خطوط نیروی وارد شده به هسته به صورت شعاعی و در تمام جهات به الکترون وارد می‌شود، شکل الف ۱۳-۱. خطوط نیروی مربوط به هر یک از این بارها را مشاهده کنید. به تصاویر داده شده در شکل الف ۱۳-۱ و ب ۱۳-۱ توجه و برداشت خود را بیان کنید.



الف - جهت میدان الکتریکی در ذره باردار



ب - میدان الکتریکی بین دو ذره باردار در کنار هم

شکل ۱۳-۱- میدان الکتریکی در ذرات باردار

فیلم ۲

فیلم مبانی الکتروسیسته قسمت باردار شدن اجسام، جذب و دفع بارهای الکتریکی و میدان‌های الکتریکی را برای چندین بار در خارج از ساعات درسی ببینید و درباره آن در کلاس درس بحث کنید.

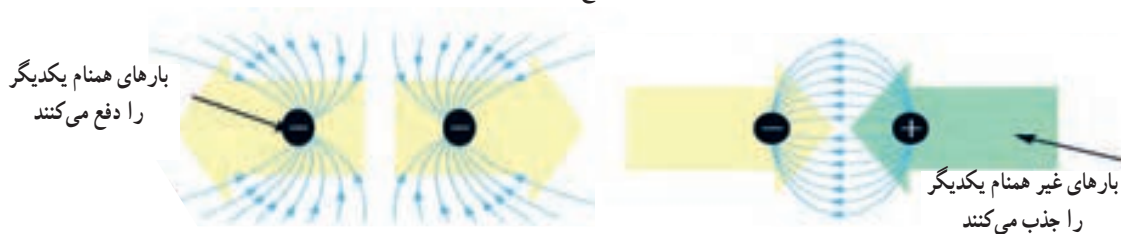


تحقیق کنید

با همکاری دوستان خود درباره مفید یا مضر بودن بارهای الکتریکی ساکن (الکتروسیسته ساکن) بحث کنید و نتایج را به کلاس ارائه دهید.



با کمی دقت در می‌یابید که به علت اثر متقابل میدان‌های ناشی از ذرات باردار، ذرات باردار یکدیگر را جذب یا دفع می‌کنند، شکل ۱۴-۱. به جهت خطوط میدان توجه کنید.



شکل ۱۴-۱- میدان‌های الکتریکی در حالت جذب و دفع بارهای الکتریکی

#### بحث کنید

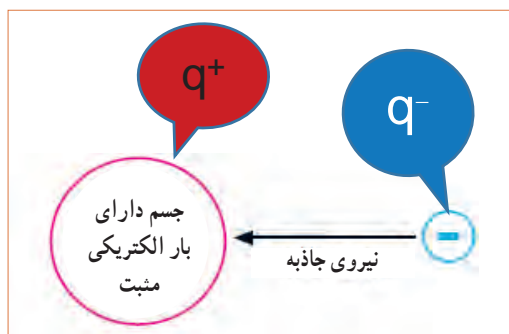
تحت چه شرایطی انرژی پتانسیل ذخیره شده در یک ذره با بار منفی به ذره دیگری که دارای بار الکتریکی مثبت است انتقال می‌یابد. موضوع را به بحث بگذارید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید. از شکل الف- ۱۶- ۱ کمک بگیرید.

#### فکر کنید

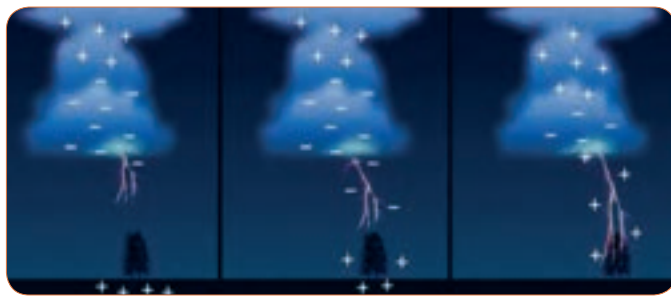
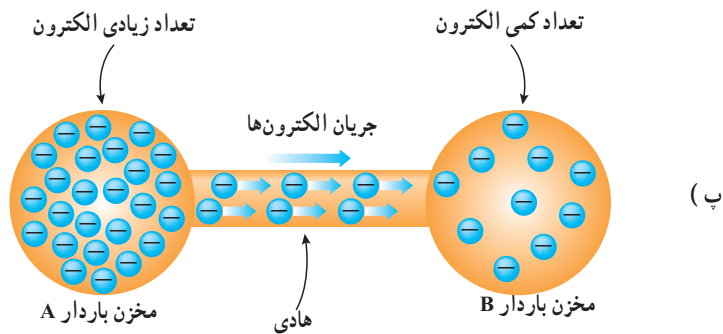
وقتی روی موکت راه می‌روید، بدن شما دارای بار الکتریکی می‌شود. حال اگر با دست خود دستگیره درب اتاق را لمس کنید، احساس برق گرفتگی در شما به وجود می‌آید. چرا؟

### ۷-۱- اختلاف پتانسیل الکتریکی (ولتاژ)

جسمی را که دارای بار الکتریکی مثبت است در نظر بگیرید. این جسم کمبود الکترون دارد، لذا می‌خواهد از هر طریقی که مقدور باشد الکترون‌هایی را به سمت خود جذب کند، پس دارای نیروی جاذبه است. می‌توان گفت دلیل وجود نیروی جاذبه، ذخیره شدن انرژی در جسم است. به این انرژی نهفته ذخیره شده در جسم باردار، انرژی «پتانسیل» می‌گویند. هنگامی که جسم دارای کمبود الکترون است، می‌گوییم دارای پتانسیل مثبت است و آن را با علامت «+» یا « $q^+$ » نشان می‌دهیم، شکل ۱۵- ۱. چنانچه جسم دارای بار الکتریکی منفی باشد جسم دارای انرژی پتانسیل منفی است که آن را با علامت «-» یا « $q^-$ » نشان می‌دهیم. چنانچه دو جسم با بار الکتریکی نامساوی در کنار هم قرار گیرند با هم اختلاف پتانسیل الکتریکی دارند.



شکل ۱۵-۱- انرژی پتانسیل ذخیره شده در جسم باردار



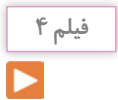
(ب)



(الف)

شکل ۱۶-۱- تخلیه انرژی پتانسیل ذخیره شده در جسم باردار

فیلم چگونگی تولید الکتریسیته ساکن، روش‌های مقابله با آن، پدیده رعد و برق، پتانسیل صفر زمین و اختلاف پتانسیل را ببینید و در مورد آن بحث و گفت و گو کنید.



دلیل این برق گرفتگی وجود اختلاف پتانسیل بین بدن شما و دستگیره درب به طرف زمین حرکت می‌کنند. به این حرکت زمین است که در اثر تماس، بارهای الکتریکی از طریق بدن شما بارها، جریان الکتریکی می‌گویند، شکل ب-۱۶-۱.

بار الکتریکی زمین چقدر است؟ به چه دلیل اگر بدن ما دارای بار الکتریکی مثبت یا منفی شود به سمت زمین تخلیه می‌شود؟ برای انجام این پژوهش ابتدا از شکل پ-۱۶-۱ و در صورت نیاز از معلم خود کمک بگیرید.



### فعالیت

بر اساس تعریف «هرگاه کار برحسب ژول و مقدار بار الکتریکی برحسب کولن باشد پتانسیل الکتریکی برحسب ولت به دست می‌آید» تعریف واحد اختلاف پتانسیل را بنویسید و به کلاس ارائه دهید.

### ۸-۱- خطرات الکتریسیته ساکن و چگونگی خنثی کردن آن

برقی را که بین دو توده ابر و زمین در زمان رعد و برق رخ می‌دهد، در اصطلاح علمی تخلیه الکتریکی یا صاعقه می‌گویند. این تخلیه الکتریکی به دام‌ها، انسان‌ها، درخت‌ها و ساختمان‌ها آسیب می‌رساند. برای جلوگیری از آسیب، روی ساختمان‌های بلند و برج‌ها برق گیر نصب می‌کنند.

### فیلم ۵

فیلم مبانی الکتریسیته قسمت ولتاژ و جریان الکتریکی و ایمنی در الکتریسیته ساکن، بارهای الکتریکی را ببینید و درباره آن بحث کنید.

### الگوی پرسش

۱ کدام یک از ذرات اتم به ترتیب از راست به چپ دارای بار منفی و مثبت هستند؟

۱) پروتون، الکترون (۲) نوترون، الکترون

۳) نوترون، پروتون (۴) الکترون، پروتون

۲ کدام عبارت درباره جمله «اتم‌ها در طبیعت خنثی هستند» صدق می‌کند؟

۱) الکترون‌ها و پروتون‌ها بدون بار هستند.

۲) الکترون‌ها و نوترون‌ها بار خود را از دست داده‌اند.

۳) بارهای پروتون و الکترون یکدیگر را خنثی می‌کنند.

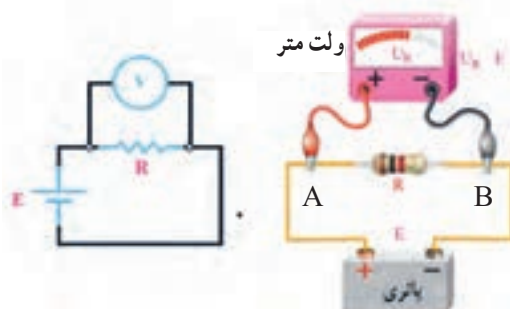
۴) در شرایط عادی تعداد الکترون‌ها بیشتر از تعداد پروتون‌ها است.

### اختلاف سطح بین دو نقطه نسبی است: به شکل الف - ۱۷-۱

توجه کنید. تاج سد بالاتر از سطح آب قرار دارد، لذا می‌گوییم، اختلاف سطح تاج سد نسبت به سطح آب +۵ متر است به همین ترتیب اختلاف سطح آب نسبت به تاج سد -۵ متر است، زیرا سطح آب پایین‌تر از تاج سد قرار دارد.



الف - اختلاف سطح آب نسبت به تاج سد نسبی است.



ب - اختلاف پتانسیل بین دو قطب باتری نسبی است

شکل ۱۷-۱ - اختلاف سطح آب نسبت به تاج سد

### اختلاف پتانسیل بین دو نقطه نسبی است:

در شکل ب - ۱۷-۱ قطب مثبت باتری را A و قطب منفی باتری را B نام گذاری کنید. سپس از طریق بحث و گفت‌وگو اثبات کنید که اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B نسبی است. درباره اختلاف پتانسیل، رابطه  $V_{AB} = V_A - V_B$  و  $V_{AB} = -V_{BA}$  و درباره انرژی الکتریکی نیز رابطه  $W_{AB} = W_A - W_B$  صدق می‌کند.

### بارش فکری

آزاد زیادی دارند به راحتی جریان الکتریسیته را از خود عبور می‌دهند. فلزات یک تاسه ظرفیتی که الکترون آزاد زیادی دارند، هادی‌های بسیار خوبی به شمار می‌آیند. از هادی‌های خوب می‌توان نقره، مس، طلا و آلومینیوم را نام برد. در صنعت برق از سیم‌های مسی و آلومینیومی استفاده می‌شود زیرا این عناصر رسانایی خوبی دارند و فراوان و مقرون به صرفه هستند، شکل ۱۸-۱.



شکل ۱۸-۱- مقایسه الکترون‌های آزاد در هادی‌های خوب

جست و جو

علاوه بر رساناهای ذکر شده در بالا حداقل سه ماده رسانای دیگر را بیابید.

کار عملی در خارج از کلاس

در شکل ۱۹-۱ بر اثر انتقال الکترون‌ها از سیم مسی و میخ آهنی، لامپ روشن شده است. این کار عملی را در خارج از کلاس اجرا کنید. توجه داشته باشید که ولتاژ باتری باید با ولتاژ کار لامپ برابر باشد.



شکل ۱۹-۱- برقراری جریان الکتریکی در هادی

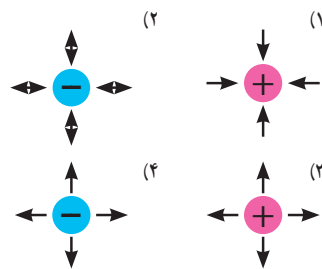
۳ هسته هر اتم از دو ذره کوچک به نام‌های پروتون و الکترون تشکیل شده است.  غلط  صحیح

۴ الکترون‌های موجود در هسته هر اتم را الکترون‌های والانس یا ظرفیت گویند.  غلط  صحیح

۵ چگونگی تولید جریان الکتریکی توسط الکترون‌های آزاد را در دو سطر شرح دهید.

۶ آیا پدیده رعد و برق آسمان نوعی تولید الکتریسیته است؟ شرح دهید.

۷ کدام یک از تصاویر زیر صحیح است؟



۸ دو ذره با بار مثبت یکدیگر را ..... و دو ذره با بار منفی یکدیگر را ..... می‌کنند.

در گروه‌های دو نفره، هر گروه دو سؤال طراحی کند و با پاسخ نامه به کلاس ارائه دهد.

کار گروهی

فیلم مبانی الکتریسیته قسمت طبقه‌بندی اجسام از نظر هدایت الکتریکی را ببینید و درباره آن بحث کنید.

فیلم ۶

۹-۱ طبقه‌بندی مواد از نظر هدایت الکتریکی **رساناها (هادی‌ها — conductor)**: برخی از مواد مانند مس، آلومینیوم و فلزات دیگر به راحتی جریان الکتریسیته را از خود عبور می‌دهند. این نوع اجسام را رسانا یا هادی می‌گویند. در یک هادی، الکترون‌ها به راحتی از یک اتم به اتم دیگر منتقل می‌شوند. به طور کلی اجسامی که الکترون

**نارساناها، عایق‌ها (dielectric):** در مقابل هادی‌ها اجسامی وجود دارند که جریان برق را به راحتی از خود عبور نمی‌دهند، به این‌گونه اجسام عایق یا دی‌الکتریک می‌گویند. شیشه، هوا، کائوچو و بعضی از انواع پلاستیک‌ها عایق هستند. در حقیقت تمامی اجسامی که الکترون آزاد بسیار کمی دارند عایق محسوب می‌شوند. عایق‌ها در آخرین مدار خود بیشتر از ۴ الکترون دارند. از عایق‌های خوب می‌توان شیشه، کاغذ، پلاستیک، هوا و میکا را نام برد.

کار عملی در خارج از کلاس



شکل ۲۰ - ۱ تصویری را نشان می‌دهد که در آن لامپ روشن نمی‌شود. این کار عملی را در خارج از کلاس اجرا کنید. علت روشن نشدن لامپ را بیابید.



شکل ۲۰ - ۱ برقرار نشدن جریان الکتریکی در عایق

علاوه بر مواد نارسانای ذکر شده در بالا حداقل سه ماده نارسانای دیگر بیابید.

جستجو کنید



### نیمه رساناها (نیمه هادی‌ها — semiconductor):

موادی مانند ژرمانیوم و سیلیسیوم وجود دارند که هادی یا عایق خوبی نیستند. این مواد ۴ ظرفیتی هستند (۴ الکترون والانس) و نیمه‌هادی نام دارند. در شرایط عادی، نیمه‌هادی‌ها تمایلی به دریافت کردن و یا از دست دادن الکترون ندارند، اما در صورتی که به آنها انرژی داده شود، می‌توانند الکترون آزاد کنند. سیلیسیوم (Si) و ژرمانیوم (Ge) از جمله موادی هستند که در صنعت الکترونیک کاربرد گسترده‌ای دارند. از نیمه‌هادی‌ها در ساخت قطعات الکترونیکی مانند دیود (diode) و ترانزیستور (transistor) استفاده می‌شود.

### ابرساناها (فوق‌هادی‌ها — superconductor):

برخی از مواد در دماهای بسیار کم رفتار ویژه‌ای از خود نشان می‌دهند به گونه‌ای که رسانایی آنها بی‌نهایت (مقاومت صفر) می‌شود. این اجسام را فوق‌هادی یا «ابر رسانا» می‌نامند. در صورتی که در دمای معمولی خاصیت ابر رسانایی برای جسمی رخ دهد، تلفات انرژی الکتریکی به صفر می‌رسد، به این ترتیب یکی از آرزوهای بشر در علم الکتریسیته تحقق خواهد یافت.

پژوهش



در صورتی که در مدار شکل ۱۹ - ۱ به جای میله آهنی، یک میله نیمه‌هادی قرار دهیم چه اتفاقی می‌افتد؟ وضعیت نور لامپ چه تغییری می‌کند؟ نتیجه پژوهش را به کلاس ارائه کنید.

### ۱-۱ - شدت جریان الکتریکی

#### (Electric Current Intensity)

به طور کلی الکتریسیته بر دو نوع ساکن و جاری تقسیم می‌شود. همان‌طور که قبلاً توضیح داده شد، اگر بارهای الکتریکی (الکترون‌ها) در طول یک‌هادی جابه‌جا شوند، می‌گوییم در طول هادی جریان الکتریکی برقرار است. همچنین اگر در یک‌هادی جریانی برقرار شود حتماً در آن هادی، کار انجام خواهد شد. بنابراین جابه‌جایی بارهای الکتریکی در واحد زمان را جریان الکتریکی می‌نامند و آن را با حرف I نشان می‌دهند. برای برقراری جریان در مدار باید مسیر برقراری جریان الکتریکی بسته شود، شکل ۲۱ - ۱.

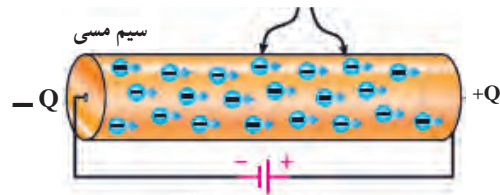
بنابراین تعریف مقدار بار الکتریکی (الکترون‌های آزاد) که از یک نقطه سیم در طی مدت زمانی معین عبور می‌کند، را شدت جریان الکتریکی می‌نامند. اگر بار الکتریکی را با q (بر حسب کولن C)، زمان را با t (بر حسب ثانیه S) نشان



دهیم شدت جریان I (ثابت و بر حسب آمپر -A) از رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$I = \frac{q}{t} \rightarrow \text{آمپر (A)} = \frac{\text{کولن (c)}}{\text{ثانیه (t)}}$$

الکترون‌های آزاد



انرژی داده شده به مدار

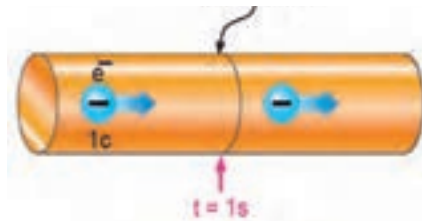
شکل ۲۱-۱- مسیر بسته برای برقراری جریان الکتریکی

**مثال:** در صورتی که یک کولن الکتریسیته در مدت یک ثانیه از مدار عبور کند شدت جریان عبوری چند آمپر است؟

$$I = \frac{q}{t} = \frac{1 \text{ کولن}}{1 \text{ ثانیه}} = 1 \text{ A}$$

با توجه به مثال بالا هرگاه بار الکتریکی معادل یک کولن در مدت زمان یک ثانیه از یک نقطه معین مانند شکل ۲۲-۱ عبور کند، شدت جریانی برابر یک آمپر در سیم جاری شده است.

سطح مورد نظر



شکل ۲۲-۱- تعریف واحد آمپر

واحد شدت جریان الکتریکی آمپر است که با حرف A نشان داده می‌شود. بنا به تعریف، اگر در یک هادی تعداد:

$$6.28 \times 10^{18} = 6,280,000,000,000,000,000$$

ثانیه عبور کند (یک کولن بار)، جریان یک آمپر است. واحدهای کوچک‌تر از آمپر، میلی‌آمپر (mA=milliampere) یا

یک هزارم آمپر و میکروآمپر ( $\mu\text{A}=\text{microampere}$ )، یک میلیونیم آمپر و نانو آمپر  $10^{-9}$  آمپر است. واحد بزرگ‌تر از آمپر را کیلو آمپر (kA=kiloampere) یا  $1000$  آمپر می‌نامند. در مدارهای الکتریکی برای اندازه‌گیری جریان از دستگاهی به نام آمپر متر استفاده می‌شود.

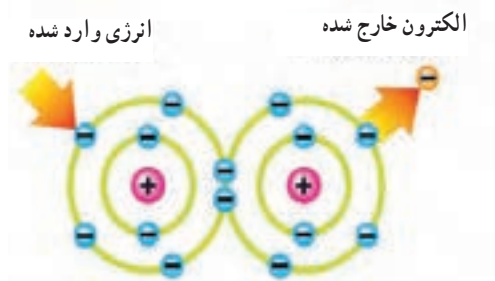
### جهت جریان الکتریکی

چون عامل به وجود آمدن جریان الکتریکی، حرکت الکترون‌هاست و این ذرات دارای بار منفی هستند، لذا جهت حرکت واقعی الکترون‌ها از قطب منفی به سمت قطب مثبت است. ولی براساس قرارداد، جهت جریان الکتریکی را در مدارها از قطب مثبت به سمت قطب منفی در نظر می‌گیرند. در نیمه هادی‌ها، جهت قراردادی جریان از حرکت فرضی حفره‌ها (بار مثبت معادل بار منفی الکترون) شکل می‌گیرد.

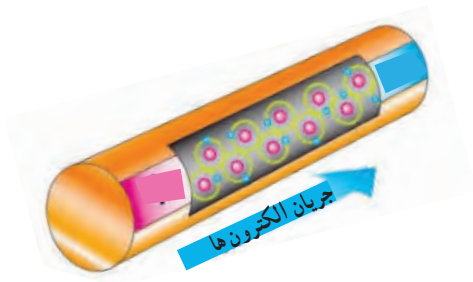
پژوهش

با توجه به شکل‌های ۲۳-۱ و ۲۴-۱ و ۲۵-۱ (اینفوگرافی<sup>۱</sup>) و مراجعه به منابع مختلف، چگونگی حرکت الکترون‌های آزاد و سرعت آن برای برقراری جریان الکتریکی را بررسی کنید و نتایج را به کلاس ارائه دهید.

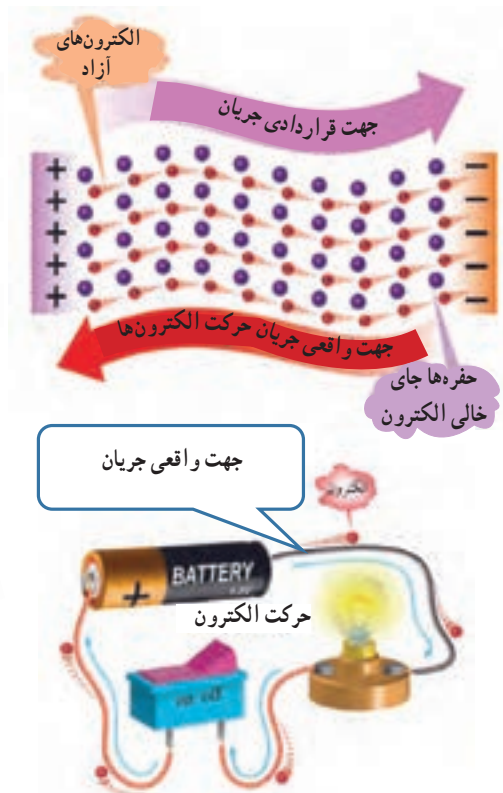
۱- نمایش نموداری، بلوکی یا تصویری از یک فرایند کار را به صورت بی در بی و منظم اینفوگرافی می‌نامند. (اینفوگرافی به معنی نمایش اطلاعات به صورت مصور است.)



شکل ۲۴-۱- جابه‌جایی الکترون در اثر انرژی



شکل ۲۵-۱- جابه‌جایی الکترون با ضربه



شکل ۲۳-۱- جهت جریان الکتریکی

کرد.

۱۱-۱- روش‌های تولید و مصرف الکتریسیته

**تولید الکتریسیته:** به شکل ۱-۲۶ توجه کنید و در مورد هر یک از روش‌ها توضیح دهید و برای هر یک مثال بزنید. انرژی مصرفی دستگاه‌های موجود در اطراف شما با کدام روش تأمین می‌شود؟ با ذکر مثال شرح دهید.

**مصرف الکتریسیته:** به شکل ۱-۲۷ توجه کنید و در مورد هر یک از روش‌ها توضیح دهید و برای هر یک مثال بزنید. انرژی دستگاه‌های موجود در اطراف شما با کدام روش مصرف می‌شود؟ با ذکر مثال شرح دهید.

**انواع جریان الکتریکی:** با توجه به نیاز و کاربرد، جریان

الکتریکی در سه نوع:

جریان مستقیم (Direct Current - DC)،

جریان متغیر (Variable Current) و

جریان متناوب (Alternative Current - AC) تقسیم

می‌شود. پیل و باتری مولد جریان مستقیم یا DC و نیروگاه

تولید برق شهر مولد جریان متناوب یا AC و سیگنال خروجی

میکروفون یک سیگنال متغیر DC است. در این واحد

یادگیری جریان مورد بحث جریان مستقیم یا DC است که

مقدار و جهت آن با گذر زمان ثابت می‌ماند. در واحدهای

یادگیری بعدی در مورد انواع جریان‌ها بیشتر بحث خواهیم



شکل ۲۷ - ۱- روش‌های مصرف الکتریسیته



شکل ۲۶ - ۱- روش‌های تولید الکتریسیته

فیلم ۸

فیلم مبانی الکتریسیته قسمت مقاومت مخصوص، هدایت مخصوص و مقاومت الکتریکی را ببینید و درباره آن بحث کنید.

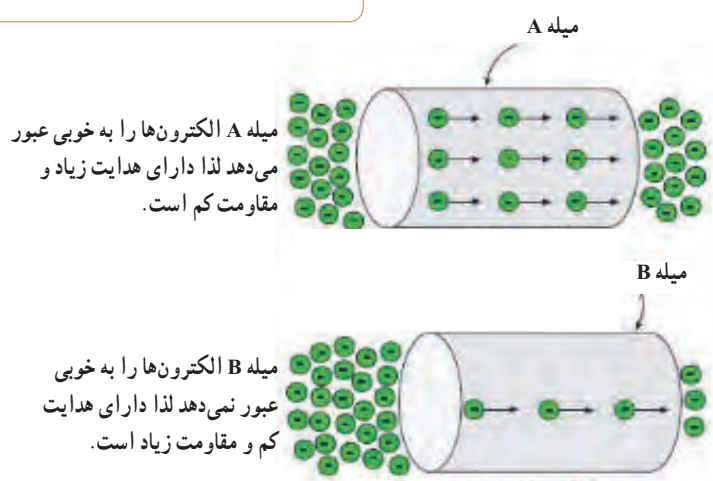
فیلم ۷

فیلم روش‌های مختلف تولید الکتریسیته را ببینید.

پژوهش

درباره روش‌های تولید و مصرف انرژی الکتریکی پژوهش کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

۱۲-۱- هدایت و مقاومت الکتریکی همان طور که قبلاً نیز ذکر شد اجسامی که در طبیعت وجود دارند نمی‌توانند جریان الکتریکی را به یک اندازه از خود عبور دهند، چون تعداد الکترون‌های لایه آخر مواد مختلف کمی با هم متفاوت است لذا هدایت و مقاومت الکتریکی آنها نیز باهم متفاوت خواهد بود، شکل ۲۸-۱.



شکل ۲۸-۱- مقاومت و هدایت در دو جسم مختلف

## هدایت و مقاومت مخصوص الکتریکی (Conductivity – Resistivity):

میزان هدایت اجسام را با ضریبی با عنوان «ضریب هدایت مخصوص» بیان می‌کنند. این ضریب نشان می‌دهد که جسم تا چه اندازه جریان الکتریکی را از خود عبور می‌دهد. ضریب هدایت را با حرف یونانی  $\kappa$  (کاپا) نشان می‌دهند. ضریب دیگری که در اجسام مطرح می‌شود ضریب «مقاومت مخصوص» نام دارد. این ضریب میزان مخالفت جسم را نسبت به عبور جریان الکتریکی بیان می‌کند. ضریب مقاومت مخصوص را با حرف یونانی  $\rho$  (رو) نشان می‌دهند. در واقع هر جسمی که هدایت مخصوص آن زیاد است مقاومت الکتریکی آن کم و هر جسمی که مقاومت مخصوص آن زیاد باشد دارای هدایت الکتریکی کم است.

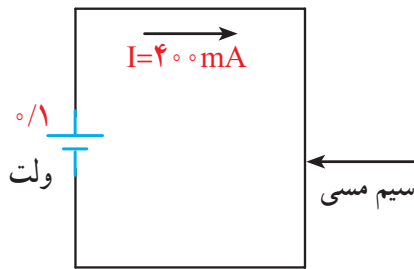
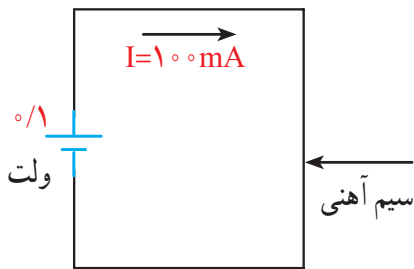
روابط  $\kappa = \frac{1}{\rho}$  و  $\rho = \frac{1}{\kappa}$  را مورد بررسی قرار دهید و در مورد آن بحث کنید.

بارش فکری

## مقاومت الکتریکی

هر گاه اختلاف پتانسیل ثابتی را ابتدا به دو سر یک سیم مسی و سپس به دو سر یک سیم آهنی اعمال کنیم، شدت جریانی که از هر یک از دو سیم عبور می‌کند با دیگری اختلاف دارد. به زبان دیگر سیم آهنی در مقابل عبور جریان یا در مقابل حرکت الکترون‌ها ایستادگی بیشتری نشان می‌دهد در حالی که سیم مسی در مقابل عبور جریان ایستادگی کمتری می‌کند. خاصیت ایستادگی جسم در مقابل حرکت الکترون‌ها (جریان الکتریکی) را مقاومت الکتریکی می‌نامند. به عبارت دیگر اثر مقاومت الکتریکی یا رزیستانس (Resistance) خاصیتی از ماده است که با عبور جریان الکتریکی مخالفت می‌کند، شکل الف-۲۹-۱. این مخالفت گاهی مانند مقاومت الکتریکی سیم‌های رابط، به صورت ناخواسته و مزاحم

(مضر) در مدارهای الکتریکی وجود دارد و گاهی به عنوان عاملی از پیش تعیین شده به صورت یک مصرف کننده (مفید) در مدارهای الکتریکی قرار می‌گیرد. در این حالت جسم، ماده یا قطعه‌ای که در برابر عبور جریان الکتریکی ایستادگی می‌کند را مقاومت الکتریکی می‌نامند و آن را با حرف R که حرف اول Resistor است نشان می‌دهند. نماد مقاومت در استاندارد IEC به صورت شکل ب-۲۹-۱ است.



الف - مثال‌هایی از خاصیت مقاومت الکتریکی



ب - نماد مقاومت الکتریکی در استاندارد IEC  
شکل ۲۹-۱

مقاومت سیم با طول آن رابطه مستقیم و با سطح مقطع آن نسبت معکوس دارد. مقدار مقاومت سیم را می‌توان از روابط روبه‌رو به دست آورد:

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad \text{یا} \quad R = \frac{l}{\kappa A}$$

در این رابطه  $R$  مقاومت سیم بر حسب اهم ( $\Omega$ )،  $l$  طول سیم بر حسب متر ( $m$ )،  $A$  سطح مقطع سیم بر حسب میلی‌متر مربع ( $mm^2$ )،  $\rho$  مقاومت مخصوص سیم بر حسب اهم میلی‌متر مربع بر متر  $\frac{\Omega mm^2}{m}$  و  $\kappa$  هدایت مخصوص سیم بر حسب متر بر اهم میلی‌متر مربع  $\frac{m}{\Omega mm^2}$  است.  $\frac{m}{\Omega mm^2}$  واحد مقاومت مخصوص سیم است که بیانگر مقاومت سیمی به طول یک متر و سطح مقطع یک میلی‌متر مربع است. بنابراین تعریف، شکل الف - ۳۰ - ۱ قطعه سیمی را نشان می‌دهد که مقاومت مخصوص آن برابر با یک اهم است. مثلاً اگر یک قطعه سیم مسی به طول یک متر و سطح مقطع یک میلی‌متر مربع را انتخاب کنیم، مقاومت مخصوص آن برابر با  $\frac{1}{56}$  یا  $0.0178$  اهم میلی‌متر مربع بر متر است. عکس مقاومت الکتریکی را هدایت الکتریکی می‌نامند و آن را با حرف ( $G$ ) نمایش می‌دهند. واحد هدایت الکتریکی را بر حسب «موهو» ( $mho$ ) یا زیمنس ( $simens$ ) بیان می‌کنند.

**مثال:** مقاومت سیم مسی با مشخصات داده شده در شکل ب - ۳۰ - ۱ را به دست آورید، ( $\kappa = 56 \frac{m}{\Omega mm^2}$ ). مقدار

هدایت الکتریکی سیم چند «موهو» ( $mho$ ) است؟

$$R = \rho \frac{l}{A} = \frac{l}{\kappa \cdot A} = \frac{50}{56 \times 20} = 0.044$$

$$G = \frac{1}{R} = \frac{1}{0.044} = 22.7 \text{ mho}$$

### الگوی برشش

۱ با توجه به روابط بالا، مقدار  $\rho$  بر حسب  $\Omega cm$  عبارت است از مقاومت سیمی به طول ..... سانتی‌متر و سطح مقطع ..... سانتی‌متر مربع، که آن را مقاومت مخصوص می‌نامند.

۲ با توجه به روابط بالا، مقدار  $\rho$  بر حسب  $\frac{\Omega mm^2}{m}$  برابر است با .....

۳ با توجه به اینکه هدایت الکتریکی عکس مقاومت الکتریکی است، رابطه واحدها و تعاریف را برای هدایت مخصوص الکتریکی بنویسید.

### یادآوری

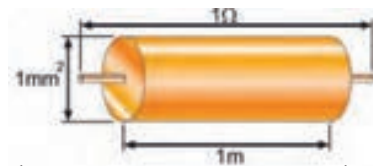
در پایه هشتم با واحد مقاومت و قانون اهم آشنا شده‌اید، در صورت نیاز و یادآوری محتوا، به کتاب علوم پایه هشتم مبحث الکتریسیته مراجعه کنید.

۱۳-۱- کار عملی (۱): استفاده از نرم افزار محاسبه گر مقاومت

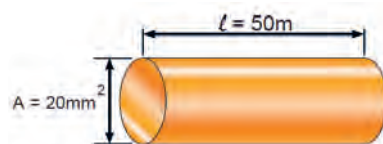
هدف: مهارت در جست و جو و استفاده از نرم افزار مرتبط مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه، اینترنت و نرم افزار مناسب

### مراحل اجرای کار

۱ یکی از تجهیزات مورد استفاده در آزمایشگاه‌های اندازه‌گیری و الکترونیک میز آزمایشگاهی است. تجهیزات



الف - مشخصات سیمی با مقاومت مخصوص یک اهم



ب - مشخصات سیم مسی

شکل ۳۰ - ۱

و دستگاه‌های مورد نیاز ممکن است روی میز نصب شده باشد یا به صورت قابل حمل روی آن قرار گیرد. آشنایی و نحوه استفاده از میزکار و تجهیزات آن از مواردی است که فراگیرنده در هر سطحی که باشد باید به خوبی آن را بیاموزد. در شکل الف-۳۱-۱ نمونه‌ای از میزکار



الف - میز کار آزمایشگاه



ب - پوشیدن لباس کار و رعایت نظم و ترتیب  
شکل ۳۱-۱

#### نکته ایمنی

۲ در هنگام کار با رایانه، برای جلوگیری از آسیب رسیدن به اعضای بدن از صندلی استاندارد استفاده کنید. صندلی باید با ساختار بدن شما سازگار باشد. (ارگونومیک Ergonomic) ارتفاع میز و صندلی به گونه‌ای باشد که بالای نمایشگر تقریباً در راستای چشمان شما قرار گیرد. همواره نمایشگر و صفحه کلید کاملاً روبه‌روی شما باشد. به ازای هر ۴۵ دقیقه کار با رایانه، بدن شما نیاز به ۵ دقیقه نرمش‌های خاص دارد. شکل ۳۲-۱ حالت صحیح نشستن در مقابل رایانه را نشان می‌دهد. در صورتی که برای مدت طولانی از رایانه استفاده می‌کنید، از زیر پای‌های استاندارد استفاده کنید و هر ده دقیقه یک بار وضعیت پاها را تغییر دهید.

به سایت رشد مراجعه کنید و مفهوم ارگونومی را بیابید نکات ارگونومی مرتبط، هنگام کار با رایانه را پیدا کنید و نتایج را به کلاس ارائه دهید.

فیلم نکات ایمنی، بهداشتی و ارگونومی در رابطه با کار با رایانه را ببینید.

قبل از ورود به کارگاه یا آزمایشگاه برگه مربوط به آیین‌نامه‌ها و مقررات کارگاه را مطالعه کنید، لباس کار بپوشید و به طور منظم وارد آزمایشگاه یا کارگاه شوید، شکل ب-۳۱-۱.

پژوهش



فیلم ۹



نکته



## The correct computer posture

## حالت صحیح نشستن در مقابل رایانه



شکل ۳۲-۱- حالت صحیح نشستن در مقابل رایانه

۴ بر اساس یک برنامه منظم برای هر هفته یک گروه به عنوان ارشد کلاس و گروه دیگر به عنوان مأمورین نظافت انتخاب می‌شوند. وظایف ارشد و مأموران نظافت در کتاب همراه آمده است.

۲ با راهنمایی معلم خود، برای اجرای کار تیمی به گروه‌های دو نفره تقسیم‌بندی شوید، شکل ۳۳-۱، تشکیل گروه‌های کاری باعث ایجاد و مهارت در کار جمعی، برنامه‌ریزی صحیح و ارتباط مؤثر با دیگران می‌شود.

کار با  
نرم‌افزار

۵ با مراجعه به سایت‌های مختلف مانند سایت رشد یا calculator.org یا سایت‌های مرتبط از طریق جست‌وجوی کلمات resistivity calculator مقادیر مقاومت، مقاومت مخصوص، هدایت مخصوص را محاسبه کنید. برخی از این اطلاعات در کتاب همراه هنرجو آمده است.



شکل ۳۳-۱- تشکیل گروه دو نفره برای انجام کار تیمی



الف - مقاومت‌های ثابت



ب - مقاومت‌های متغیر

شکل ۱-۳۵ - چند نمونه مقاومت ثابت و متغیر

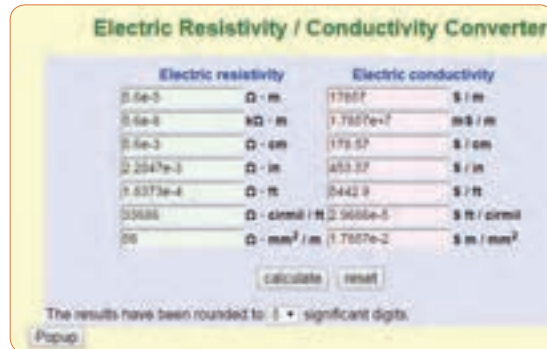


درباره ساختمان و چگونگی خواندن مقادیر انواع مقاومت‌های ثابت پژوهش کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

**ساختار مقاومت‌ها از نظر چگونگی نصب روی برد مدار چاپی :**  
در دستگاه‌های الکترونیکی معمولاً قطعات را روی صفحات مخصوص به نام صفحات مدار چاپی :  
(PCB=printed circuit board) یا برد هزار سوراخ (vero board) نصب می‌کنند. مدار چاپی صفحه‌ای است که روی آن یک لایه نازک از مس پوشانده شده است. صفحه مدار چاپی ممکن است با توجه به نوع قطعه، طراحی و نیاز دارای سوراخ یا بدون سوراخ یا ترکیبی از این دو باشد. برای اجرای کارهای آزمایشگاهی از برد (bread board) استفاده می‌کنند. در آینده درباره مدار چاپی بیشتر خواهیم آموخت. مقاومت‌ها از دیدگاه نصب (installation) و بسته‌بندی (package) به دو دسته زیر تقسیم می‌شوند :

**الف) مقاومت‌های پایه‌دار و با قابلیت «نصب در داخل حفره» (TH – through hole) :** این مقاومت‌ها دارای پایه هستند. هنگام نصب این نوع مقاومت‌ها، پایه‌های مقاومت را از داخل سوراخ‌های فیبر مدار چاپی عبور می‌دهند و لحیم می‌کنند، در شکل ب - ۱-۳۵ انواع مقاومت‌های پایه‌دار را شناسایی کنید. در شکل ۱-۳۶ نیز نمونه‌های دیگری از قطعات پایه‌دار را ملاحظه می‌کنید.

۶ واحدهای دیگری نیز برای مقاومت مخصوص و هدایت مخصوص وجود دارد. نمونه‌هایی از این واحدها را در شکل ۱-۳۴ ملاحظه می‌کنید. این اطلاعات از محاسبه‌گرهای موجود در فضای مجازی استخراج شده است. با مراجعه به آدرس‌های مرتبط محاسبه‌گرها را بیابید و با آنها کار کنید.



شکل ۱-۳۴ - مشخصات سیم مسی

فیلم مبانی الکترونیته قسمت ساختار، کاربرد و چگونگی نصب انواع مقاومت‌های الکتریکی را ببینید و درباره آن بحث کنید.

فیلم ۱۰



**انواع مقاومت‌ها :** به طور کلی مقاومت‌ها را می‌توان از نظر مقدار اهمی به دو دسته ثابت و متغیر تقسیم بندی کرد. منظور از مقاومت ثابت، مقاومتی است که مقدار آن در اثر حرارت، نور، میدان‌های مغناطیسی یا سایر عوامل فیزیکی تغییر نمی‌کند. مقاومت متغیر مقاومتی است که می‌توان مقدار آن را با عواملی مانند تغییر مکان یک اهرم با دست، نور، حرارت و ولتاژ تغییر داد. جنس مقاومت‌ها معمولاً از فلز یا ترکیبی از ماده هادی (مانند کربن) یا عایق (مانند خاک رس یا خاک چینی) است.

در شکل الف - ۱-۳۵ چند نمونه مقاومت ثابت و در شکل ب - ۱-۳۵ چند نمونه مقاومت متغیر نشان داده شده است.



● با مراجعه به شکل ۱-۳۶، و ۱-۳۷ اینترنت انواع قطعات SMD، پایه دار، بدون پایه «آرایه چندتایی» (array) و بدون استفاده از لحیم کاری مستقیم (solder less) را شناسایی و آرشویی از تصاویر آنها به صورت فایل الکترونیکی تهیه کنید.

● برای مقاومت‌های الکتریکی برگه‌های اطلاعات (Datasheet) وجود دارد.

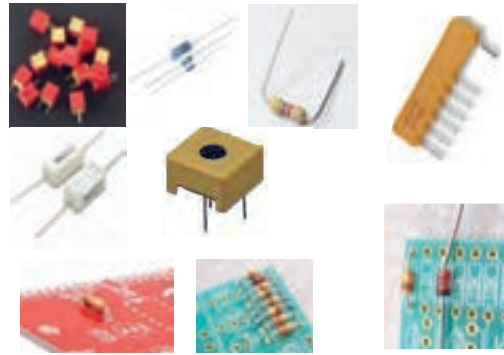
پژوهش کنید چه اطلاعاتی در این برگه‌ها داده می‌شود؟ نتیجه پژوهش را به کلاس ارائه دهید.

### الگوی پرسش

- 1 Electric current Intensity را تعریف کنید و علامت اختصاری (نماد) آن را بنویسید؟
- 2 چند کولن بار می‌تواند در مدت ۴۲ میلی ثانیه جریانی برابر با ۱۲ آمپر را به وجود آورد؟
- 3 کدام گزینه صحیح است؟ شرح دهید.
  - 1) جهت قراردادی جریان الکتریکی در خارج از مدار از قطب مثبت به طرف قطب منفی است.
  - 2) براساس قرارداد جهت جریان الکتریکی در خارج از مدار از قطب منفی به طرف قطب مثبت است.
  - 3) در شرایط عادی بارهای الکتریکی پروتون و الکترون یکدیگر را خنثی نمی‌کنند.
  - 4) در شرایط عادی لازم است تعداد الکترون‌ها بیشتر از تعداد پروتون‌ها باشد.
- 4 حدود سرعت سیر جریان الکتریکی برابر با سرعت کیلومتر ..... و حدود ..... بر ثانیه است.

5 روابط  $x = \frac{1}{K}$  و  $\rho = \frac{1}{K}$  را تعریف کنید، واحد و کاربرد آن را بنویسید.

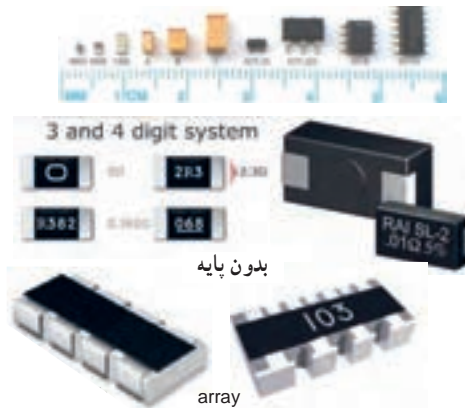
6 در صورتی که سطح مقطع یک قطعه سیم مسی به طول



شکل ۱-۳۶- مشخصات چند نمونه دیگر قطعات TH و چگونگی نصب آن

### ب) مقاومت‌های نصب سطحی

(SMD surface mount device): این مقاومت‌ها در ابعاد بسیار کوچک و در انواع «دارای پایه» و «بدون پایه» (leadless) هستند. هنگام نصب، مقاومت روی فیبر مدار چاپی قرار می‌گیرد و لحیم می‌شود، در شکل ۱-۳۷ نمونه‌هایی از قطعات نصب سطحی را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۱-۳۷- مشخصات چند نمونه مقاومت SMD پایه دار و بدون پایه و چگونگی نصب آن

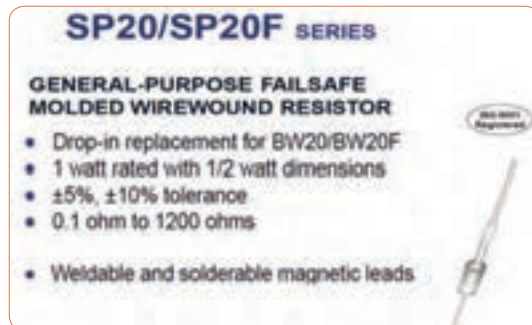


نکته

در مدارهای الکتریکی علاوه بر موارد فوق باید از اجزای دیگری نیز استفاده شود از جمله این اجزا می توان فیوز و وسایل اندازه گیری را نام برد.

۲۲۵ متر برابر با ۱۵ میلی متر مربع باشد، با استفاده از رابطه  $R = \rho \frac{l}{A}$  مقدار مقاومت را محاسبه کنید. مقدار  $\rho$  را با مراجعه به جدول مربوطه که در کتاب همراه هنرجو آمده است، به دست آورید.  
متن شکل ۳۸-۱ را ترجمه کنید.

اگر اجزای فوق در مدار الکتریکی وجود نداشته باشند، در کار مدار اشکالی پیش نمی آید، ولی اصولاً مدار فاقد کنترل و حفاظت خواهد بود. اما نبود یکی از اجزای اصلی، کار طبیعی مدار را دچار مشکل می کند. به همین دلیل در برخی از کتابها به سایر اجزای مدار «اجزای فرعی» نیز می گویند.



شکل ۳۸-۱- برگه اطلاعات مقاومت



ایمنی

فیوز وسیله ای است که مدارهای الکتریکی و الکترونیکی را در مقابل اتصال کوتاه (short circuit) و اضافه جریان حفاظت می کند. در شکل ۴۰-۱ چند نمونه فیوز و نماد آن را ملاحظه می کنید.

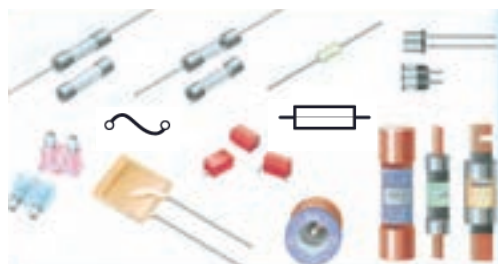
## ۱-۱۴- مدار الکتریکی و قانون اهم

### الف- مدار الکتریکی

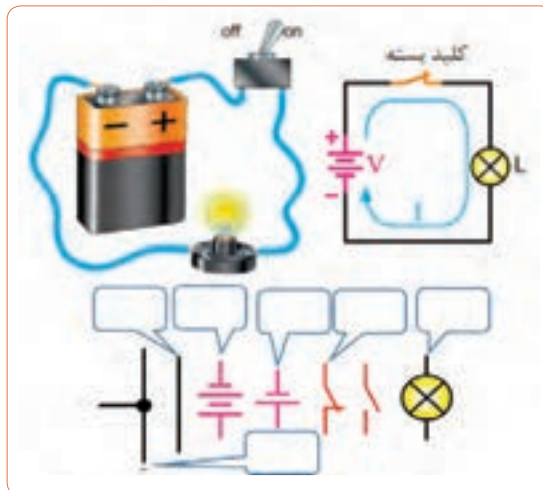
فعالیت



با توجه به آموخته های خود درباره (مولد) منبع، بار (مصرف کننده)، کلید و فیوز، عناصر را روی مدار شکل ۳۹-۱ مشخص کنید. چرا در این مدار فیوز وجود ندارد؟ ضرورت وجود فیوز را به بحث بگذارید. نمادها را نام ببرید و کاربردهای آن را در شکل بنویسید.



شکل ۴۰-۱- چند نمونه فیوز و نماد آن

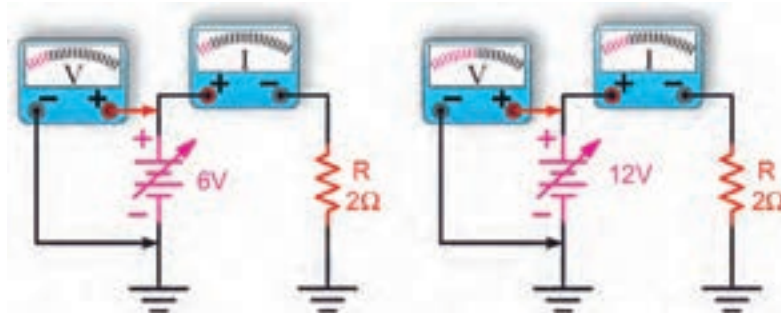


شکل ۳۹-۱- اجزای مدار

## ب- قانون اهم

منبع تغذیه را افزایش دهیم شدت جریان افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر رابطه  $V = IR$  مشابه تابع خطی  $y = ax$  است، چرا؟ شکل ۱-۴۱.

جرج سیمون اهم در سال ۱۸۲۸ براساس تجربیات و آزمایش‌های فراوان توانست ارتباط بین ولتاژ ( $v$ ) جریان ( $I$ ) و مقاومت ( $R$ ) را در یک مدار به دست آورد. اهم به این نتیجه رسید که اگر مقاومت مدار را ثابت نگه داریم و ولتاژ



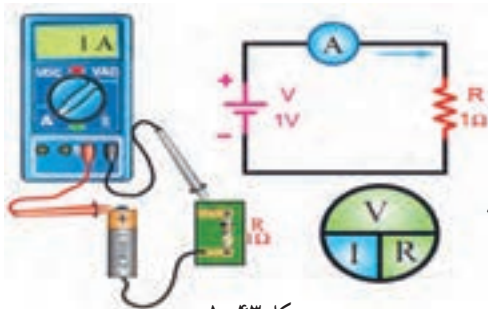
شکل ۱-۴۱- تغییرات ولتاژ و جریان برای یک مقاومت ثابت در شرایط DC

**مثال:** جریان عبوری از مقاومت مدار شکل ۱-۴۳ چند میلی آمپر است؟ نماد آمپر متر در مدار به صورت  $\text{A}$  است.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{1V}{1\Omega} = 1A$$

حل:

$$I = 1 \times 10^3 = 1000 \text{ mA}$$



شکل ۱-۴۳

### نکته مهم:

یکی از حالات خطرناکی که ممکن است در مدار الکتریکی به وجود آید حالت «اتصال کوتاه» است. حالت «اتصال کوتاه» در مدار به شرایطی گفته می‌شود که مقدار مقاومت مصرف کننده یا بار به صفر برسد. در صورت وقوع چنین حالتی جریان بسیار زیادی از مدار عبور می‌کند، در شکل ب- ۱-۴۴ چه اتفاقی برای مدار می‌افتد و چه خطری دارد؟

برای کسب اطلاعات بیشتر به کتاب‌های مبانی برق، مبانی الکتریسته و الکترونیک پایه مراجعه کنید. این کتاب‌ها را می‌توانید از سایت [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir) بارگیری کنید.

نکته



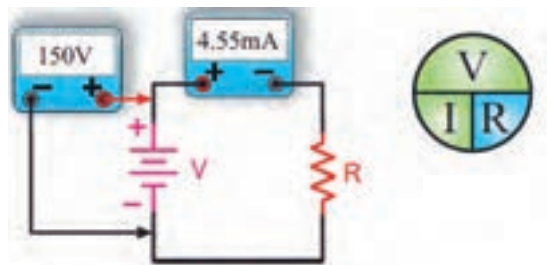
**مثال:** در مدار شکل ۱-۴۲ مقدار مقاومت  $R$  چند اهم

است؟

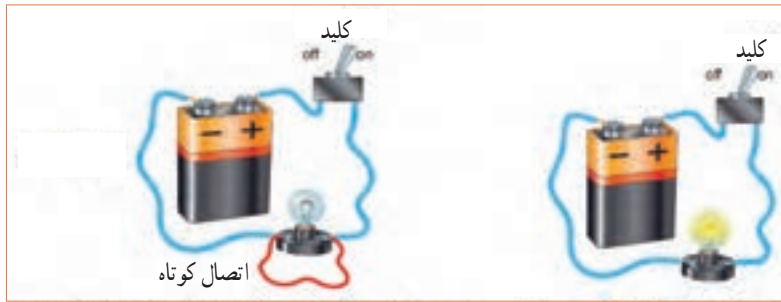
$$R = \frac{V}{I} = \frac{150V}{4/55 \text{ mA}} \text{ (قانون اهم)}$$

حل:

$$R = \frac{150V}{4/55 \times 10^{-3} A} = 33 \times 10^3 \Omega = 33 \text{ k}\Omega$$



شکل ۱-۴۲



الف - مدار در حالت عادی (لامپ روشن) ب - مدار در حالت اتصال کوتاه (لامپ خاموش) عبور جریان بسیار زیاد است.

شکل ۱-۴۴

درباره اتصال مشترک زمین در مدارهای الکترونیکی پژوهش کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

پژوهش



### ۱-۱۵ - کار عملی (۲):

استفاده از نرم افزار محاسبه گر قانون اهم

هدف: مهارت در جست و جو و استفاده از نرم افزار مرتبط مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه، اینترنت و نرم افزار مناسب

مراحل اجرای کار

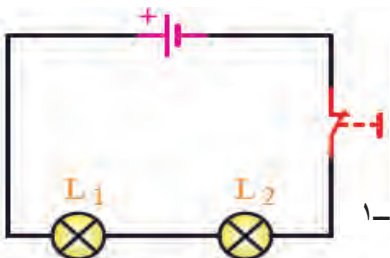
### ۱-۱۶ - سری و موازی کردن مقاومت ها

فیلم ۱۱

فیلم مدارهای سری و موازی را ببینید، سپس درباره موارد زیر بحث کنید.

فکر کنید

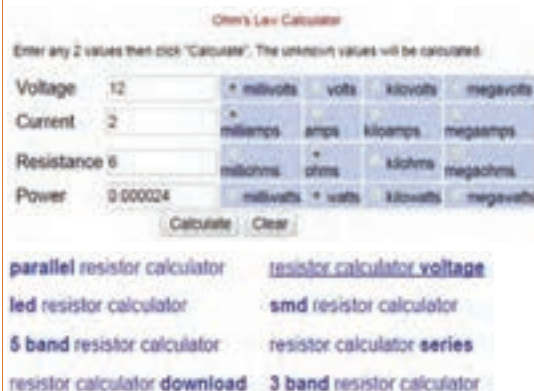
در مدار شکل ۱-۴۶ دو عدد لامپ  $L_1$  و  $L_2$  به صورت سری (دنبال هم - پشت سر هم) وصل شده اند. در این مدار یک باتری و یک کلید بسته نیز وجود دارد، اگر لامپ  $L_1$  بسوزد چه اثری روی لامپ  $L_2$  می گذارد؟



شکل ۱-۴۶

۱ با استفاده از عبارت Ohm's law calculator موتوری

را بیابید و محاسبات قانون اهم را با آن تمرین کنید. نمونه هایی از این نوع محاسبه گرهارا در شکل ۱-۴۵ ملاحظه می کنید.

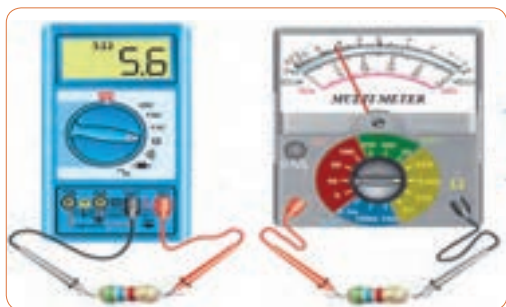


شکل ۱-۴۵

پژوهش



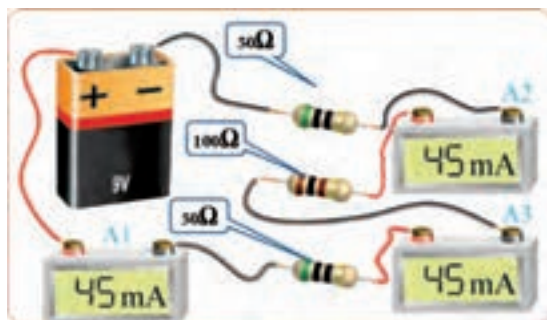
● امروزه برای اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی مختلف مانند ولتاژ، جریان و مقاومت، دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی را چند منظوره می‌سازند و آن را مولتی‌متر (Multimeter) می‌نامند. مولتی‌متر در دو نوع آنالوگ (عقربه‌ای) و دیجیتال وجود دارد، شکل ۵-۱.



شکل ۵-۱- مولتی‌متر آنالوگ و دیجیتال

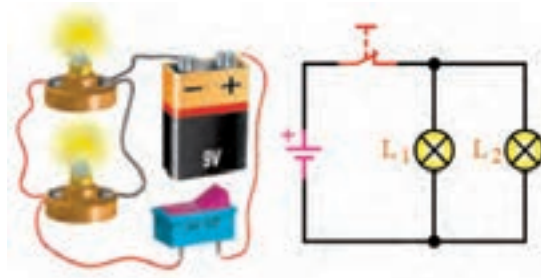
● مقدار شدت جریان الکتریکی را با آمپر متر اندازه‌گیری می‌کنند. برای قرار دادن آمپر متر در مدار باید ابتدا قسمتی از مدار را قطع کنیم، سپس آمپر متر را در حد فاصل بریدگی ایجاد شده قرار دهیم. این‌گونه اتصال را اتصال سری می‌نامند. توجه داشته باشید که نصب آمپر متر در مدار با این روش، درست مانند قرار دادن یک کلید به صورت سری در مدار است.

**مدار سری:** در مدار شکل ۵۱-۱ سه مقاومت و سه آمپر متر باهم به صورت سری بسته شده‌اند و منبع تغذیه جریانی برابر با ۴۵ میلی آمپر را در مدار برقرار می‌کند. همان‌طور که می‌بینید هر آمپر متر جریان ۴۵ میلی آمپر را نشان می‌دهد.



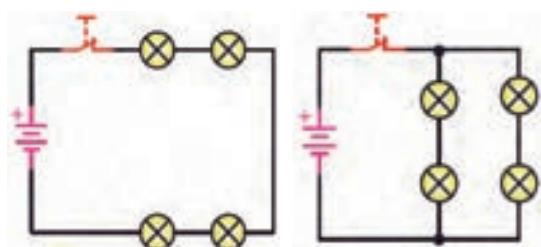
شکل ۵۱-۱- آمپر متر در مدار سری

● در شکل ۴۷-۱، لامپ‌های  $L_1$  و  $L_2$  به صورت موازی بسته شده‌اند (لامپ‌ها در کنار هم) و هر دو لامپ توسط یک کلید خاموش یا روشن می‌شود. در صورتی که لامپ  $L_2$  بسوزد چه اثری روی لامپ  $L_1$  می‌گذارد؟ یک بار دیگر مدار را طوری رسم کنید که هر لامپ دارای کلید جداگانه‌ای باشد.



شکل ۴۷-۱

● در هر یک از مدارهای شکل ۴۸-۱ و شکل ۴۹-۱ اگر یک لامپ بسوزد، چه اتفاقی برای سایر لامپ‌ها می‌افتد؟ چرا؟



شکل ۴۹-۱

شکل ۴۸-۱

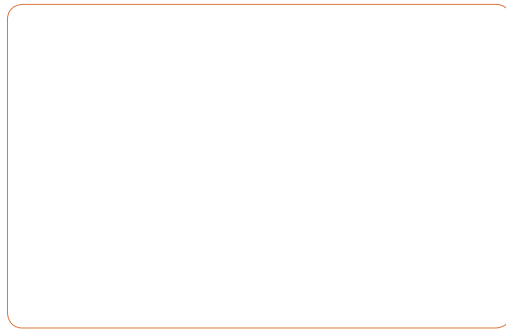
با مراجعه به سایت‌های اینترنتی بررسی کنید و ببینید مصرف‌کننده‌ها مانند یخچال، اتوی برقی، لامپ‌های لوستر و جارو برقی هنگام اتصال به پریز برق چگونه در مدار «سری» یا «موازی» قرار می‌گیرند؟ کلیدهای «خاموش - روشن» لامپ‌ها و دستگاه‌ها به چه صورت در مدار قرار دارند؟ دلیل آن را بیابید و به کلاس ارائه دهید.

پژوهش





از مدار شکل ۱-۵۱ چه نتیجه‌ای را برای مدارهای سری می‌گیریم؟ با استفاده از قانون اهم، مقدار مقاومت معادل (مقاومت جایگزین به جای تمام مقاومت‌های مدار) مدار چند اهم است؟ چرا مقدار مقاومت معادل بیشتر از صد اهم است؟ نقشه فنی مدار را در محل مشخص شده در شکل ۱-۵۲ رسم کنید.

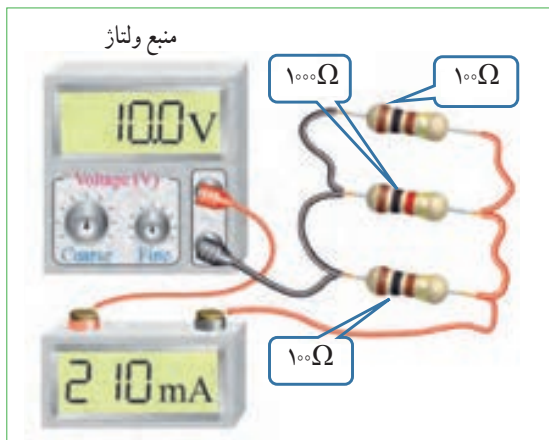


شکل ۱-۵۲

**مثال:** در شکل ۱-۵۳ در صورتی که:

$I_1 = 0/1 \text{ A}$  و  $I_2 = 0/3 \text{ A}$  باشد مقدار  $I$  چند آمپر است؟

$$I = I_1 + I_2 = 0/1 + 0/3 = 0/4 \text{ A}$$



شکل ۱-۵۴- آمپر متر در مدار



بحث کنید

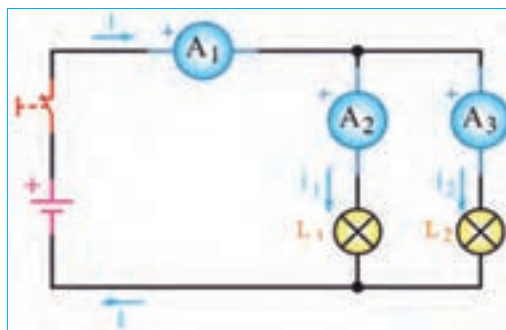
شکل ۱-۵۴ اتصال آمپر متر در یک مدار با سه مقاومت موازی را نشان می‌دهد. مقدار مقاومت معادل مدار چند اهم است؟ تغذیه این مدار از چه طریق تأمین می‌شود؟ چرا مقدار مقاومت معادل کمتر از ۵ اهم است؟

**ولت متر:** در شکل الف-۱-۵۵ سه نمونه مولتی متر که به صورت ولت متر هم به کار می‌رود نشان داده شده است. در این شکل‌ها علامت اختصاری (فنی) ولت متر و نحوه اتصال آن به مدار را نیز می‌بینید. هنگام اتصال ولت متر به مدار باید پایانه‌های آن با قطب‌های باتری هم‌سان باشد، زیرا در ولت مترهای عقربه‌ای ولت متر صدمه خواهد دید.

همچنین همواره باید توجه داشته باشیم که ولت متر به صورت موازی در دو سر هر قطعه یا منبع تغذیه قرار می‌گیرد.

**مدار موازی:** در شکل ۱-۵۳ لامپ‌های  $L_1$  و  $L_2$  به

صورت موازی قرار گرفته‌اند و در هر شاخه یک آمپر متر قرار دارد. در مدار موازی برای هر لامپ مسیر جریان جداگانه‌ای وجود دارد. اگر شدت جریان کل مدار برابر با  $I$  باشد این جریان بین دو لامپ تقسیم می‌شود و جریان‌های  $I_1$  و  $I_2$  را تشکیل می‌دهد. به عبارت دیگر، جریانی که آمپر متر  $A_1$  نشان می‌دهد برابر با مجموع جریان‌هایی است که آمپر مترهای  $A_2$  و  $A_3$  نشان می‌دهند. پس می‌توان گفت همواره رابطه  $I = I_1 + I_2$  برقرار است.



شکل ۱-۵۳- نقشه مدار دو لامپ به صورت موازی

بررسی کنید

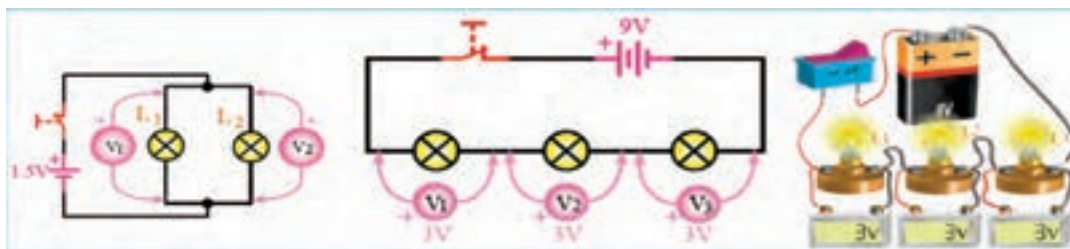
با مراجعه به راهنمای کاربرد یک نمونه دستگاه مولتی متر دیجیتالی بررسی کنید در صورتی که قطب‌های مولتی متر برعکس به مدار وصل شود چه اشکالی به وجود می‌آید؟ شرح دهید.

### تقسیم ولتاژ در مدارهای سری و موازی :

به شکل ۱-۵۶ توجه کنید، با توجه به مقادیر داده شده، در مدار سری چه اتفاقی برای ولتاژ افتاده است؟ شرح دهید. آیا می‌توانیم نتیجه بگیریم که در مدار سری ولتاژ تغذیه بین مصرف کننده‌ها تقسیم می‌شود؟



شکل ۱-۵۵- ولت متر و نماد آن

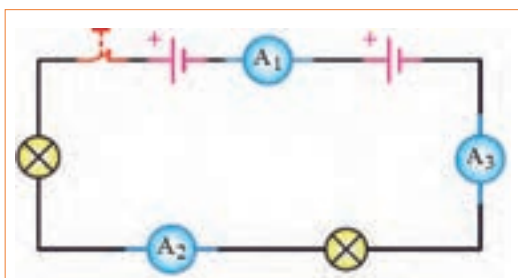


شکل ۱-۵۷- ولتاژها در مدار موازی

شکل ۱-۵۶- ولتاژها در مدار سری

با توجه به شکل ۱-۵۷ وضعیت ولتاژها در مدار موازی چگونه است؟ در این مدار هر یک از ولت مترها چه مقداری را نشان می‌دهد؟ وضعیت ولتاژها را در مدار سری شکل ۱-۵۶ بررسی کنید و آن را با مدار موازی مقایسه نمایید.

بحث کنید



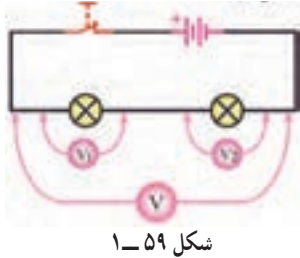
شکل ۱-۵۸

### الگوی پرسش

۱ اگر آمپر متر  $A_1$  در شکل ۱-۵۸ مقداری برابر  $2/3$  آمپر را نشان دهد آمپرترهای  $A_2$  و  $A_3$  چه مقادیری را نشان می‌دهند؟

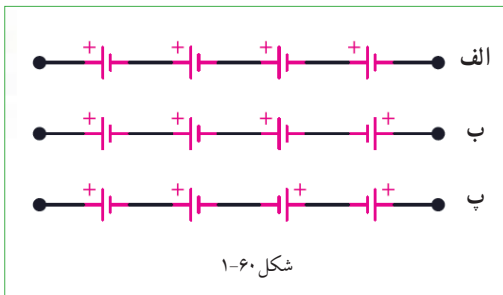
جدول ۱-۱

V	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>
x	12	6
6	4	y
12	z	4



شکل ۵۹-۱

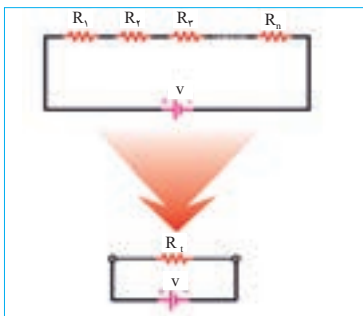
۱۱ در شکل ۱-۶۰ اگر ولتاژ هر پیل برابر با  $1/5$  ولت باشد مقدار ولتاژ کل را در مدارهای شکل الف - ب - پ - ۱-۶۰ به دست آورید.



شکل ۶۰-۱

**محاسبه مقاومت معادل در مدار سری:** مقاومت کل یا «مقاومت معادل» به مقاومتی گفته می‌شود که بتواند به تنهایی اثر همه مقاومت‌های موجود مدار را داشته باشد و جایگزین آنها شود. در شکل ۱-۶۱ مقاومت  $R_T$  (total) می‌تواند معادل تمام مقاومت‌های موجود در مدار باشد و جایگزین آنها شود. با توجه به ویژگی‌های مطرح شده در مورد مدارهای سری، مقاومت معادل  $R_T$  از رابطه زیر قابل محاسبه است. برای کسب اطلاعات بیشتر به کتاب همراه هنرجو مراجعه کنید.

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$



شکل ۶۱-۱ در مدار سری

۲ در شکل ۱-۵۳ اگر آمپر متر  $A_2$  مقداری برابر  $3/4$  آمپر و آمپر متر  $A_3$  مقداری برابر  $2/4$  آمپر را نشان دهد آمپر متر  $A_1$  چه مقداری را نشان می‌دهد؟

۳ در شکل ۱-۵۳ اگر لامپ‌های  $L_1$  و  $L_2$  دقیقاً مشابه باشند و آمپر متر  $A_1$  مقداری برابر  $4/4$  آمپر را نشان دهد، آمپر مترهای  $A_2$  و  $A_3$  چه مقادیری را نشان خواهند داد؟

۴ در شکل ۱-۵۸ قطب‌های صحیح پایانه‌های آمپر مترهای  $A_1$ ،  $A_2$  و  $A_3$  را مشخص کنید.

۵ جریان‌های الکتریکی  $1/2 A$ ،  $5/4 A$  و  $4/4 A$  را به میلی آمپر و  $120 mA$ ،  $2400 mA$  و  $8 mA$  را به آمپر تبدیل کنید. از نماد علمی نیز می‌توانید استفاده کنید. جدول تبدیل واحدها در کتاب همراه هنرجو آمده است.

۶ با توجه به اینکه ولتاژ کار برخی از لامپ‌های موجود در ریسه‌های تزئینی حدود  $12$  ولت است (کمتر از  $22$  ولت برق شهر) در یک ریسه  $220$  ولتی، چگونه آن را به هم می‌بندند تا قابل اتصال به برق شهر باشد؟ مزایا و معایب این گونه اتصال را بنویسید.

۷ وجه تشابه عملکرد باز و بسته کردن شیر آب را با کلید قطع و وصل لامپ‌های روشنایی بیابید و درباره آن در سه سطر توضیح دهید.

۸ با توجه به اینکه مقاومت داخلی آمپر متر ایده‌آل، حدود صفر اهم است در صورتی که آمپر متر به صورت موازی در مدار بسته شود چه خطراتی دارد و چه اشکالی به وجود می‌آید؟

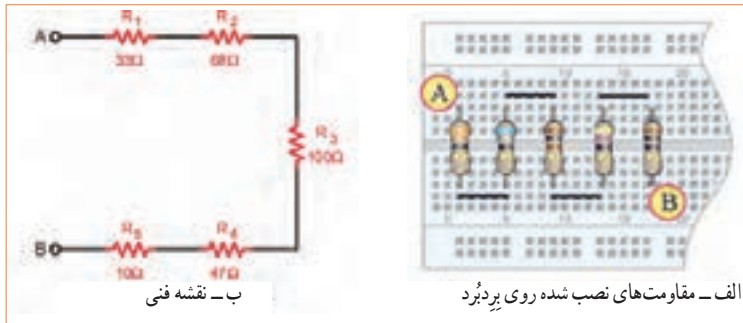
۹ در شکل ۱-۵۹ اگر ولت مترهای  $V=25V$  و  $V_1=12V$  را نشان دهد ولت متر  $V_2$  چه مقداری را نشان می‌دهد؟

۱۰ اگر در شکل ۱-۵۹ ولتاژهای خوانده شده به وسیله ولت مترها طبق جدول ۱-۱ باشد مقادیر  $x$ ،  $y$  و  $z$  را به دست آورید.



**مثال:** مقاومت معادل در شکل ۶۲-۱ چند اهم است؟

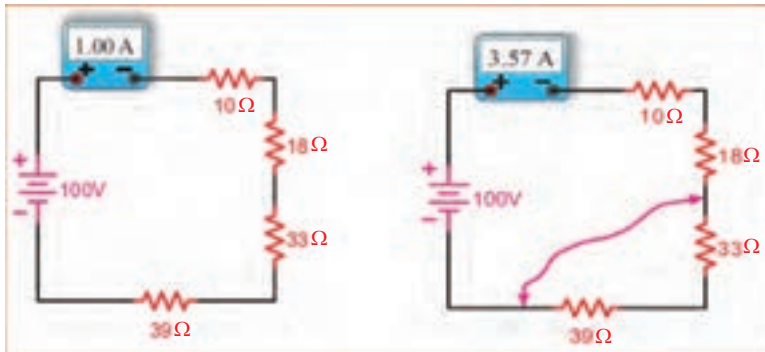
حل:  $R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5$        $R_T = 33 + 68 + 100 + 47 + 10 = 258 \Omega$



شکل ۶۲-۱- پنج مقاومت در مدار سری

**اثر اتصال کوتاه در مدار:** شکل ۶۳-۱- را بررسی کنید و اثر وجود اتصال کوتاه در مدار و خطرات آن را بیابید.

بحث گروهی



شکل ۶۳-۱- اثر اتصال کوتاه در مدار سری

**مثال:** دو مقاومت  $R_1 = 520 \Omega$  و  $R_2 = 480 \Omega$  با هم به صورت سری به منبع تغذیه  $10V$  وصل شده اند. تعیین کنید:

- ۱- ترسیم نقشه فنی مدار با کلید و فیوز ولت متر و آمپر متر.
  - ۲- محاسبه مقادیر  $R_T$  (بر حسب اهم و کیلو اهم)،  $I_T$  (بر حسب آمپر و میلی آمپر) و مقادیر  $V_1$  و  $V_2$ .
  - ۳- بررسی کنید آیا رابطه  $V_T = V_1 + V_2$  برقرار است؟
- حل: نقشه فنی مدار با کلید و فیوز ولت متر و آمپر متر در شکل ۶۴-۱ ترسیم شده است.

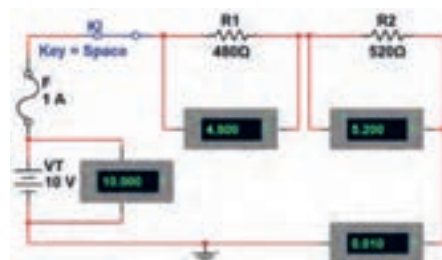
$$R_T = R_1 + R_2 \Rightarrow R_T = 480 \Omega + 520 \Omega = 1000 \Omega = 1K \Omega \Rightarrow R_T = 1000 \Omega$$

$$I_T = \frac{V_T}{R_T} = \frac{10V}{1000 \Omega} = 0.01A = 10mA \Rightarrow I_T = 10mA$$

$$V_1 = I_T \times R_1 = 0.01A \times 480 \Omega = 4.8V \Rightarrow V_1 = 4.8V$$

$$V_2 = I_T \times R_2 = 0.01A \times 520 \Omega = 5.2V \Rightarrow V_2 = 5.2V$$

$$V_T = V_1 + V_2 = 4.8V + 5.2V = 10V \Rightarrow V_T = 10V$$



شکل ۶۴-۱- ترسیم مدار



**تمرین:** در شکل ۶۶-۱ و ۶۷-۱ رابطه محاسبه مقاومت معادل در هر یک از مدارهای داده شده را با درج اعداد یا به صورت پارامتری بنویسید.

با توجه به مثال صفحه قبل، تعداد ۵ تمرین طراحی و حل کنید.

**محاسبه مقاومت معادل در مدار موازی:**

همان طور که قبلاً گفتیم اگر در یک مدار الکتریکی، دو یا چند مصرف کننده طوری به هم متصل شوند که ولتاژ دو سر آنها با هم برابر باشد، می‌گوییم مصرف کننده‌ها با هم به صورت موازی بسته شده‌اند. برای محاسبه مقاومت معادل در مدار موازی نشان داده شده در شکل ۶۵-۱ از رابطه:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

استفاده می‌کنیم. همان طور که ملاحظه می‌شود، عکس مقاومت کل برابر با مجموع عکس هر یک از مقاومت‌ها است.



شکل ۶۶-۱ - سه مقاومت به صورت موازی



شکل ۶۷-۱ - مقاومت‌ها به صورت موازی



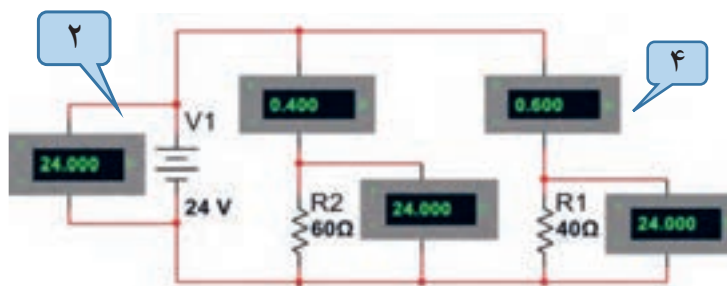
**تمرین:** مشخص کنید کدام یک از مدارهای شکل ۶۸-۱ به صورت سری یا موازی بسته شده است.

شکل ۶۸-۱ - شناسایی مدارهای سری و موازی

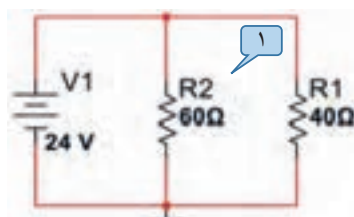
**مثال:** دو مقاومت  $R_1 = 40 \Omega$  و  $R_2 = 60 \Omega$  با هم به صورت موازی به منبع تغذیه ۲۴ ولت وصل شده‌اند. تعیین کنید:

- ۱- ترسیم نقشه فنی ساده مدار
- ۲- ترسیم نقشه فنی با ولت متر و آمپر متر
- ۳- محاسبه مقادیر  $R_T$  (بر حسب اهم و کیلو اهم)،  $I_T$  (بر حسب آمپر و میلی آمپر) و مقادیر  $V_1$  و  $V_2$
- ۴- بررسی کنید آیا رابطه  $I_T = I_1 + I_2$  برقرار است؟

حل: نقشه فنی ساده مدار در شکل ۷۰-۱ و مدار با کلید و فیوز، ولت متر و آمپر متر در شکل ۶۹-۱ ترسیم شده است.



شکل ۶۹-۱- ترسیم مدار با ولت متر و آمپر متر



شکل ۷۰-۱- ترسیم نقشه فنی ساده مدار

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \rightarrow \frac{1}{R_T} = \frac{1}{40 \Omega} + \frac{1}{60 \Omega} = \frac{60 \Omega + 40 \Omega}{2400 \Omega} = \frac{100}{2400} = \frac{1}{24} \rightarrow \frac{1}{R_T} = \frac{1}{24} \rightarrow$$

$$R_T = 24 \Omega \Rightarrow R_T = 0.024 \text{ k}\Omega$$

$$I_T = \frac{V_T}{R_T} = \frac{24 \text{ V}}{24 \Omega} = 1 \text{ A} \rightarrow I_T = 1000 \text{ mA} \rightarrow I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{24 \text{ V}}{40 \Omega} = 0.6 \text{ A} \Rightarrow I_1 = 0.6 \text{ A} \Rightarrow I_1 = 600 \text{ mA}$$

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{24 \text{ V}}{60 \Omega} = 0.4 \text{ A} \Rightarrow I_2 = 0.4 \text{ A} \Rightarrow I_2 = 400 \text{ mA}$$

$$V_1 = I_1 \times R_1 = 0.6 \text{ A} \times 40 \Omega = 24 \text{ V} \rightarrow V_1 = 24 \text{ V}$$

$$V_2 = I_2 \times R_2 = 0.4 \text{ A} \times 60 \Omega = 24 \text{ V} \rightarrow V_2 = 24 \text{ V} \quad V_T = V_1 = V_2 = 24 \text{ V} \quad V_T = 24 \text{ V}$$

با توجه به مثال بالا، تعداد ۵ تمرین طراحی و حل کنید.

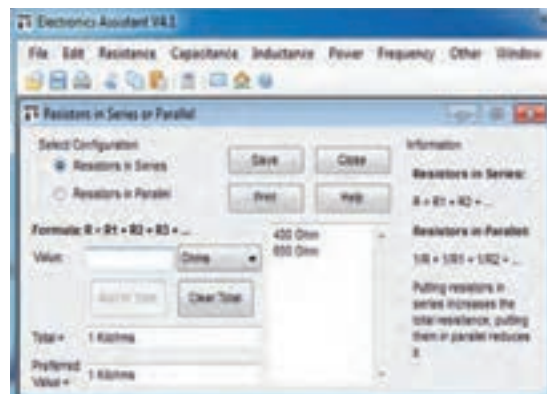
طراحی  
سؤال برای  
تمرین

## ۱۷- ۱- کار عملی ۳: کار با نرم افزار

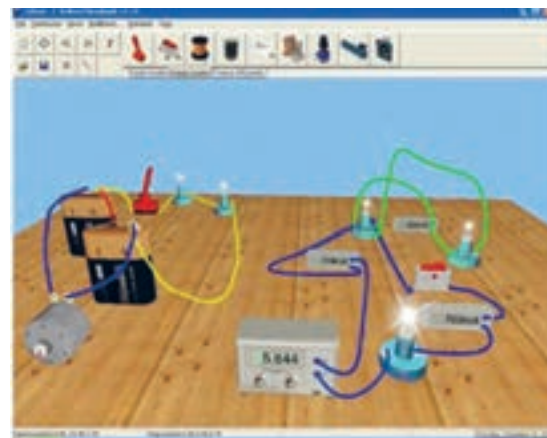
### Edison و electronics assistance

هدف: مهارت خواندن قطعات و بستن مدار در نرم افزار مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه، اینترنت و نرم افزار مناسب مراحل اجرای کار

۱ با استفاده از نرم افزار electronics assistance یا نرم افزارهای مشابه مثالها و تمرینهای حل شده را راستی آزمایی کنید. این نرم افزار رایگان و قابل بارگیری از اینترنت است. نسخه‌ای از این نرم افزار در لوح فشرده ضمیمه کتاب وجود دارد. در شکل ۷۱- ۱ یک نمونه مثال حل شده برای مدار سری را ملاحظه می کنید.



شکل ۷۱- ۱- یک نمونه مثال حل شده در نرم افزار



شکل ۷۲- ۱- چند نمونه مدار در نرم افزار ادیسون

## ۲ آماده سازی نرم افزار ادیسون (Edison)

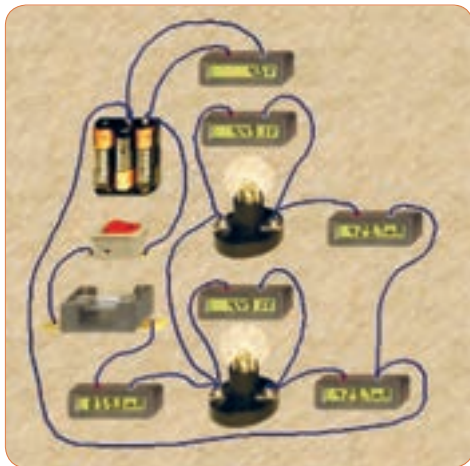
نرم افزار ادیسون یک برنامه شبیه سازی مدارهای الکترونیکی به صورت واقعی و سه بعدی است. همان طور که در شکل ۷۲- ۱ مشاهده می کنید، در این نرم افزار می توانیم قطعات الکترونیکی مانند باتری، سیم، لامپ، کلید، موتور، منبع تغذیه، مولتی متر، آمپر متر را در محیط واقعی و به صورت سه بعدی در مدار قرار دهیم و نتیجه را نیز به صورت سه بعدی مشاهده کنیم. همچنین مقدار کمیت های الکتریکی مانند جریان و ولتاژ را روی صفحه نمایش دستگاه های اندازه گیری ببینیم. دو نسخه از این نوع نرم افزار وجود دارد. نسخه اول آن رایگان و به صورت Demo و قابل بارگیری از اینترنت است. در این نسخه آزمایش های ساده اولیه با قطعات و دستگاه های محدودی قابل اجرا است. همچنین، در این نسخه نمی توانید فایل را ذخیره کنید. نسخه اصلی این نرم افزار با پرداخت هزینه به شرکت تولید کننده تهیه می شود. این نرم افزار و مراحل نصب، راه اندازی و کار با آن در کتاب آزمایشگاه مجازی (۱) کد ۳۵۸/۳ چاپ سال ۱۳۹۴ آمده است. برای آشنایی بیشتر فراگیری مراحل نصب به این منبع مراجعه کنید.

### فیلم ۱۲

۳ در صورت نیاز فیلم نرم افزار ادیسون را ببینید و چگونگی کار با نرم افزار را یاد بگیرید.

### پژوهش

۴ با جست و جو در اینترنت، نرم افزار ادیسون را بارگیری کنید و مثال های آماده و مدارهای بسته شده در نرم افزار را در رابطه با قانون اهم، مدارهای سری و موازی و دیگر مباحثی که آموزش دیده اید، مشاهده نمایید و گزارشی از آن را تهیه و به کلاس درس ارائه کنید.



شکل ۷۴-۱- مدار موازی دو لامپ در نرم افزار ادیسون

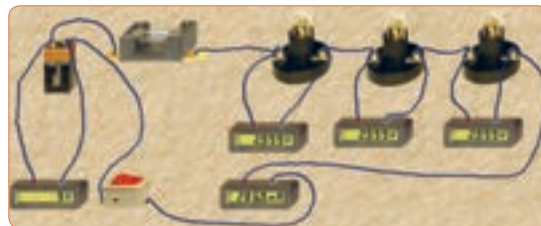
۱۲ با توجه به مقادیر آیا رابطه  $I_T = I_1 + I_2$  صدق می کند؟ چرا؟

۱۳ با توجه به مقادیر  $I_T$  و  $V_T$  مقدار مقاومت کل و مقاومت هر لامپ را محاسبه کنید؟

$$R_T = \dots \Omega \rightarrow R_1 = \dots \Omega \rightarrow R_2 = \dots \Omega$$

۱۴ آیا ولتاژ در دو سر هر لامپ و منبع با هم برابر است؟ چرا؟

- ۵ نرم افزار ادیسون را نصب کنید.
- ۶ مدار سری سه لامپ را با استفاده از ولت متر، آمپر متر، کلید و فیوز طبق شکل ۷۳-۱ روی میز کار نرم افزار ببندید.
- ۷ با توجه به مقادیری که ولت مترها نشان می دهد رابطه  $V_T = V_1 + V_2 + V_3$  را اثبات کنید.



شکل ۷۳-۱- مدار سری سه لامپ در نرم افزار ادیسون

مقدار مقاومت کل و مقدار مقاومت هر لامپ را به دست آورید.

$$R_T = \dots \Omega \rightarrow R_1 = \dots \Omega \rightarrow R_2 = \dots \Omega \rightarrow R_3 = \dots \Omega$$

۸ با استفاده از ابزارهای موجود در نرم افزار، مشخصات لامپ و منبع را تغییر دهید و آزمایش را تکرار کنید تا کاملاً مسلط شوید.

۹ یکی از لامپها را اتصال کوتاه کنید و اثر آن را در مدار بررسی کنید و نتیجه را به بحث بگذارید و گزارش دهید.

۱۰ چنانچه دو لامپ را اتصال کوتاه کنید چه اتفاقی رخ می دهد؟ این موضوع را تجربه کنید و نتایج آن را یادداشت نمایید.

۱۱ مدار موازی دو لامپ را با استفاده از ولت متر، آمپر متر، کلید و فیوز طبق شکل ۷۴-۱ روی میز کار نرم افزار ببندید.

## ۱۸ - ۱ - کار عملی ۴ :

کار با نرم افزار مولتی سیم (Multisim)

هدف : شبیه سازی با استفاده از نرم افزار مولتی سیم رایانه - نرم افزار مولتی سیم - شبکه اینترنت.

### مراحل اجرای کار

۱ ویژگی های نرم افزار مولتی سیم (Multisim) : مولتی سیم یک نرم افزار جالب و قدرتمند آزمایشگاه مجازی برای طراحی و تحلیل مدارهای الکترونیک آنالوگ و دیجیتال است. این نرم افزار، شبیه ساز اغلب آزمایش های مربوط به رشته الکترونیک است که در آن قطعات و دستگاه ها به صورت مجازی وجود دارد. لذا به راحتی می توان به وسیله قطعات و ابزار مجازی موجود، مدارهای مختلف را طراحی و با اتصال دستگاه های اندازه گیری به تحلیل آنها پرداخت. شبیه سازی و امکان استفاده از دستگاه های اندازه گیری مانند مولتی متر، وات متر، فرکانس متر، فانکشن ژنراتور، اسیلوسکوپ و تحلیل گر دیجیتالی از ویژگی های مهم این نرم افزار است. نرم افزار مولتی سیم در بازار موجود بوده و به راحتی قابل دسترسی است. فرایند نصب نسخه ۹ این نرم افزار در کتاب آزمایشگاه مجازی (۱) کد ۳۵۸/۳ چاپ سال ۱۳۹۴ آمده است و تا نسخه ۱۶ این نرم افزار در بازار موجود است. با توجه به امکانات رایانه ای موجود، این نرم افزار یا نرم افزار مشابه دیگر را تهیه و آن را نصب کنید.

۲ مدار شکل ۶۴ - ۱ را در فضای نرم افزاری ببینید و نتایج به دست آمده را با مقادیر نشان داده شده روی شکل مقایسه و جمع بندی کنید.

۳ مدار شکل ۶۹ - ۱ را در فضای نرم افزاری ببینید و نتایج به دست آمده را با مقادیر نشان داده شده روی شکل مقایسه و جمع بندی کنید.

## ۱۹ - ۱ - روش های خواندن مقاومت

مقدار مقاومت ها را روی مقاومت با دو روش به شرح زیر مشخص می کنند :

الف) مقدار مقاومت ها را روی بدنه آنها می نویسند، (مانند مقاومت های سیمی). این روش را خواندن مقاومت ها به طور مستقیم می نامند.

ب) مقدار مقاومت ها را به کمک نوارهای رنگی (کد رنگی) یا رمز عددی مشخص می کنند، (مانند مقاومت های کربنی، لایه ای، نصب سطحی). این روش را خواندن مقاومت ها به طور غیر مستقیم می نامند.

**خواندن مقاومت ها با روش مستقیم :** در این روش مقدار مقاومت همراه با میزان تolerance و توان مجاز آن روی بدنه آن نوشته می شود. شکل الف - ۷۵ - ۱.

### الف - خواندن مقاومت ها با رمز (عدد - حرف) :

در این روش برای مشخص کردن کمیت های مربوط به مقاومت، ترکیب عدد و حرف به کار می رود. در این شرایط اگر مقدار مقاومت عدد صحیح باشد مقدار آن عدد عیناً نوشته می شود و در این حالت واحد مقاومت را با حروف R برای اهم، K برای کیلو اهم و M برای مگا اهم مشخص می کنند. در صورتی که مقدار مقاومت عدد اعشاری باشد حرف مربوط به واحدها به عنوان ممیز (اعشار) در محل مربوط به ممیز قرار می گیرد. برای مشخص کردن مقدار تolerance مقاومت از حروف اختصاری استفاده می کنند. در این روش تolerance بر اساس جدول ۱-۲ نوشته می شود.

جدول ۱-۲ - تolerance مقاومت ها

حروف اختصاری	J	K	M
مقدار تolerance	(±۵٪)	(±۱۰٪)	(±۲۰٪)



با مراجعه به رسانه های مختلف، جدول کامل تری برای تolerance این نوع مقاومت ها بیابید و به کارگاه ارائه کنید.

را تعیین می‌کند. حرف نوشته شده روی مقاومت، تولرانس مقاومت را بیان می‌کند. برای مثال مقاومت‌های نشان داده شده در شکل پ – ۱۷۵ به ترتیب ۱۷۶° کیلو اهم و ۳۰۰ اهم است. در این روش، بر اساس جدول ۱-۲ مقدار تولرانس را با حرف مشخص می‌کنند، یا در برگه اطلاعات مقاومت می‌نویسند. این روش کد گذاری برای مقاومت‌های SMD یا چندتایی (Multiple Array Network) به کار می‌رود. سومین روش خواندن مقاومت‌ها استفاده از کد رنگی است که در ادامه به آن خواهیم پرداخت.

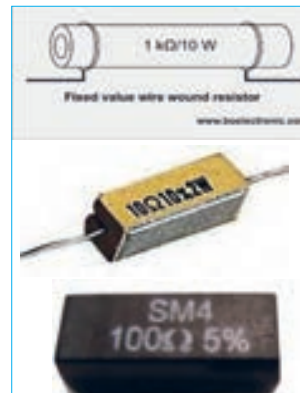
در شکل ب – ۱-۷۵ به ترتیب مقدار مقاومت‌ها ۳۳ کیلو اهم با تولرانس ده در صد و ده اهم با تولرانس پنج در صد و ۱۵/۱۰ اهم با تولرانس ده در صد و توان ۵ وات است. روش غیر مستقیم دیگر استفاده از ترکیب کد (رمز عددی) و حرف است که بیشتر برای قطعات با ابعاد کوچک مانند مقاومت‌های SMD به کار می‌رود. در این روش مقدار مقاومت را با سه یا چهار رقم و یک حرف مشخص می‌کنند. در کد سه رقمی، رقم اول و دوم رقم‌های اصلی مقاومت است و رقم سوم ضریب ده را نشان می‌دهد. در کد چهار رقمی، رقم اول، دوم و سوم رقم‌های اصلی مقاومت است و رقم چهارم ضریب ده



پ – روش غیر مستقیم کد عددی و حرف



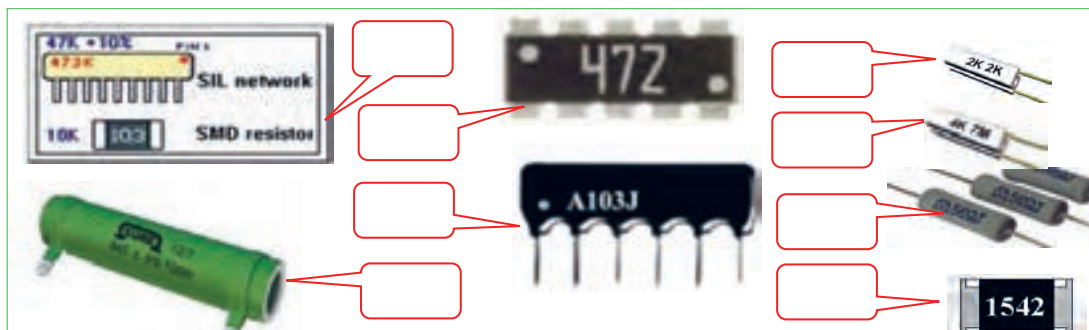
ب – روش غیر مستقیم ترکیب عدد و حرف



الف – روش مستقیم

شکل ۱-۷۵ – خواندن مقادیر مقاومت با روش مستقیم و غیر مستقیم

در شکل ۱-۷۶ با توجه به مقادیر درج شده روی مقاومت‌ها، پس از بحث و گفت و گو، کمیت‌های داده شده را مشخص کنید. برای کسب اطلاعات بیشتر به کتاب همراه هنر جو مراجعه کنید.



شکل ۱-۷۶ – خواندن مقادیر مقاومت با روش مستقیم و غیر مستقیم

بحث کنید



۲۰-۱- کار عملی ۵: خواندن مقاومت‌ها با رمز

«عددحرف» با نرم افزار Resistor Color Coder v ۲/۱

هدف: استفاده از نرم افزار برای خواندن مقاومت‌ها

مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز:

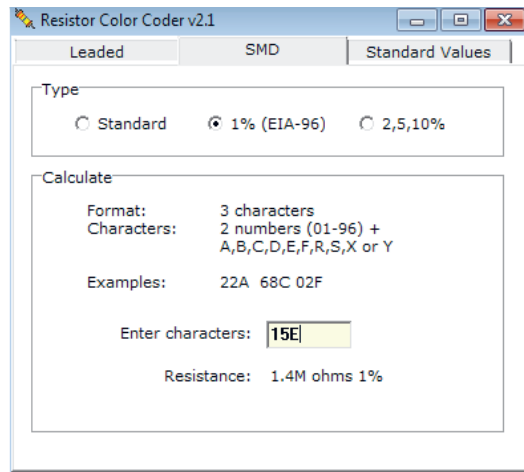
رایانه - نرم افزار Resistor Color Coder V ۲/۱ یا مشابه آن - شبکه اینترنت.

### مراحل اجرای کار

۱ با توجه به آموخته‌های خود با مراجعه به رسانه‌های مختلف از جمله فضای مجازی روش‌های دیگر کدگذاری مقاومت‌ها را بیابید و به کلاس ارائه دهید.

۲ با استفاده از نرم افزار Resistor Color Coder V ۲/۱

(یا نرم افزارهای مشابه) می‌توانید مقدار انواع مقاومت‌های SMD را بخوانید. این نرم افزار را می‌توانید از اینترنت بارگیری کنید. یک نسخه از این نرم افزار نیز در لوح فشرده وجود دارد. در شکل ۷۷ - ۱ صفحه این نرم افزار را مشاهده می‌کنید.



شکل ۷۷-۱- خواندن مقادیر مقاومت با نرم افزار

۳ نرم افزار مناسب را بارگیری و نصب کنید.

۴ حداقل تعداد ۵ مقاومت را با استفاده از نرم افزار بخوانید. آن قدر تمرین کنید که بتوانید به آسانی با نرم افزار کار کنید.

### کار گروهی

ممکن است روش رمزگذاری این مقاومت‌ها با روش‌های بیان شده متفاوت باشد و از استاندارد خاصی تبعیت کند. با استفاده از این نرم افزار نتایج به دست آمده در شکل ۷۶ - ۱ و مقاومت‌های داده شده در کتاب همراه هنرجو را راستی آزمایی کنید و نتیجه را به صورت یک گزارش ارائه دهید.

### کار گروهی

در گروه کاری خود توانایی‌ها و نقاط ضعف نرم افزار را بررسی کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

### ب- خواندن مقاومت‌ها با استفاده از کد رنگی:

یکی دیگر از روش‌های خواندن مقاومت استفاده از کد رنگی است. این روش برای مقاومت‌هایی به کار می‌رود که ابعاد آن کوچک است. در این روش تعداد ۵،۴ یا ۶ نوار رنگی روی مقاومت ترسیم می‌کنند و به هر نوار عددی را اختصاص می‌دهند. در شکل ۷۸ - ۱ دو نمونه مقاومت با ۴ و ۵ نوار رنگی را مشاهده می‌کنید. در مقاومت‌هایی که ۴ نوار دارند، نوار اول نماینده رقم اول، نوار دوم نماینده رقم دوم و نوار سوم ضریب ده یا تعداد صفرهایی است که در جلوی عدد قرار می‌گیرد. نوار چهارم میزان تolerance یا خطای مقاومت را نشان می‌دهد. جدول مربوط به کدهای رنگی در کتاب همراه هنرجو آمده است. برای فراگیری رنگ‌ها به مرجع ذکر شده مراجعه کنید. در شکل ۷۹ - ۱ جدول کد رنگی مقاومت‌های ۴ نواره را ملاحظه می‌کنید.

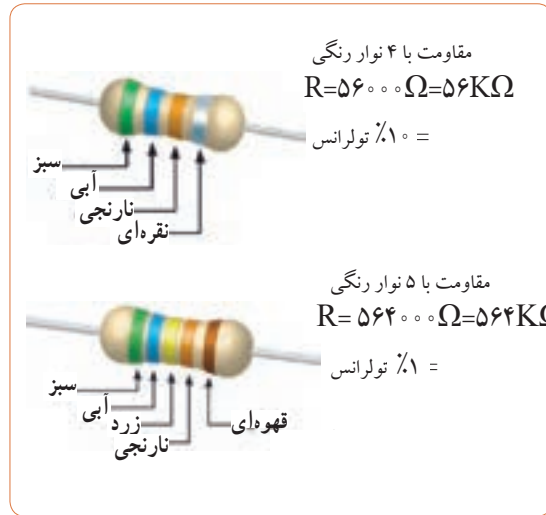
نرم افزار





حلقه چهارم	حلقه سوم	حلقه دوم	حلقه اول	سید
0	0	0	0	قهوه‌ای
1	1	0	1	قهوه‌ای
2	2	00	2	قرمز
3	3	000	3	نارنجی
4	4	0000	4	زرد
5	5	00000	5	سبز
6	6	000000	6	آبی
7	7		7	بنفش
8	8	± 10	8	خاکستری
9	9	± 100	9	سفید

شکل ۷۹-۱- کد رنگی مقاومت‌ها



شکل ۷۸-۱

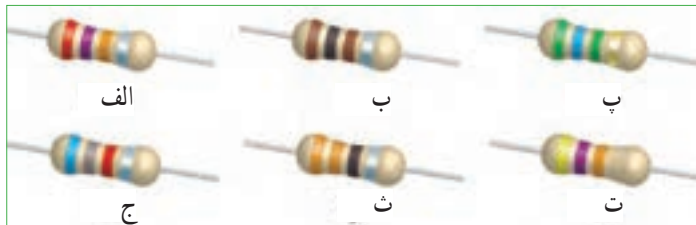
در صورتی که نوار سوم رنگ طلایی باشد ضریب مقاومت ۱/۱۰ و در صورتی که نوار سوم رنگ نقره‌ای باشد ضریب مقاومت ۱/۱۰۰ است. مثلاً مقاومتی با نوارهای قرمز، قرمز، نقره‌ای و طلایی برابر با ۲۲/۱۰ اهم و تولرانس آن ۵ درصد است.

درباره مقاومت با ۵ نوار رنگی و ضریب حرارتی مقاومت پژوهش کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

نکته



پژوهش



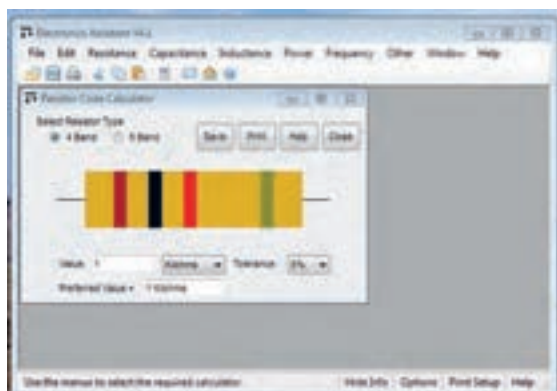
شکل ۸۰-۱- خواندن کد رنگی مقاومت‌ها

**تمرین:** با توجه به شکل‌های ۷۸-۱ و ۷۹-۱ مقادیر و تولرانس مقاومت‌های شکل ۸۰-۱ را تعیین کنید.

### مراحل اجرای کار

- با توجه به آموخته‌های خود با مراجعه به رسانه‌های مختلف از جمله فضای مجازی انواع نرم افزارهای مربوط به خواندن کد رنگی مقاومت‌ها مانند electronic assistant (یا نرم افزارهای مشابه) را شناسایی و بهترین نرم افزار را انتخاب و بارگیری کنید.
- با استفاده از نرم افزار electronic assistant (یا نرم افزارهای مشابه) می‌توانید مقدار انواع مقاومت‌های با کد رنگی را بخوانید. این نرم افزار در لوح فشرده وجود دارد.

۲۱-۱ کار عملی ۶: خواندن مقاومت‌ها با رمز کد رنگی با نرم افزار electronic assistant (یا نرم افزار مشابه دیگر)  
 هدف: استفاده از یک نمونه نرم افزار دیگر برای خواندن مقاومت‌ها  
 مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز: رایانه - نرم افزار electronic assistant یا مشابه آن - شبکه اینترنت.



شکل ۸۱ - ۱ - کد رنگی مقاومت‌ها

- ۳ نرم افزار مناسب را بارگیری و نصب کنید.
- ۴ حداقل تعداد ۵ مقاومت را با استفاده از نرم افزار بخوانید. آن قدر تمرین کنید که بتوانید به آسانی با نرم افزار کار کنید. شکل ۸۱-۱.
- ۵ نرم افزار ElectroDroid را روی تلفن همراه خود نصب کنید و مرحله ۴ را اجرا کنید. این نرم افزار و نرم افزارهای مشابه آن رایگان و به آسانی قابل بارگیری است.

**تمرین:** از بین مقاومت های نشان داده شده در شکل ۸۲-۱ مقاومت های  $330 \Omega$ ،  $2/2 \text{ k}\Omega$ ،  $56 \text{ k}\Omega$ ،  $100 \text{ k}\Omega$  و  $39 \text{ k}\Omega$  را مشخص کنید.



شکل ۸۲-۱ - کد رنگی مقاومت‌ها

**استاندارد مقاومت‌ها:** از آنجایی که مقاومت‌های الکتریکی دارای مقداری ثابت و درصد معینی تولرانس است، بنابراین هر مقاومت اهمی محدوده مشخصی را می‌پوشاند. مثلاً مقاومت شکل ۸۳-۱ که مقدار استاندارد آن برابر با  $100 \Omega$  اهم است بین دو مقدار  $90 \Omega$  و  $110 \Omega$  قرار دارد. یعنی از  $90 \Omega$  بزرگ‌تر و از  $110 \Omega$  کوچک‌تر است؛ چرا؟ محاسبه کنید.

در مورد کد رنگی مقاومت‌های شش نواره بحث کنید و با استفاده از منابع مختلف جدول آن را بیابید و روش خواندن آنها را تمرین کنید.

درباره جدول ۳-۱ و نرم افزارهایی که مربوط به استاندارد مقاومت‌ها است تحقیق کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.



شکل ۸۳-۱ - کد رنگی مقاومت‌ها

استاندارد IEC

جدول ۳-۱ استاندارد مقاومت‌ها

عدد پایه در سری‌های مختلف مقاومت

IEC-Series	E6	$\sqrt{10}$	1.0	1.5	2.2	3.3	4.7	6.8																	
	E12	$\sqrt{10}$	1.0	1.2	1.5	1.8	2.2	2.7	3.3	3.9	4.7	5.6	6.8	8.2											
	E24	$\sqrt{10}$	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.3	4.7	5.1	5.6	6.2	6.8	7.5	8.2

سری مقاومت

ضریب تعیین کننده فاصله بین دو مقاومت در یک سری

## ۱-۲۲- مولتی متر (multimeter)

مانند مولتی متر، اسیلوسکوپ، فانکشن ژنراتور و منبع تغذیه را داشته باشد و دستگاه‌های پرکاربرد دیگر را بیاموزد. 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. در ادامه به توضیح چگونگی فراگیری دفترچه راهنمای کاربرد یک نمونه مولتی مترهای دیجیتال موجود در بازار می‌پردازیم.

### دفترچه راهنمای کاربرد مولتی متر دیجیتالی به زبان انگلیسی

در شکل ۱-۸۴ نمونه دیگری از مولتی متر دیجیتالی و صفحه اول دفترچه راهنمای کاربرد مولتی متر مدل XXXX را ملاحظه می‌کنید. در این راهنما، نام دستگاه، شماره سریال و استانداردهای حاکم بر دستگاه درج می‌شود. در صفحه دوم معمولاً نکات ایمنی و اخطارها نوشته می‌شود. این نکات درباره تمام دستگاه‌های اندازه‌گیری صدق می‌کند. در شکل ۱-۸۵ متن اصلی و ترجمه مربوط به این نکات را ملاحظه می‌کنید. در صورتی که برای یک بار این اصطلاحات را فرا بگیرید، می‌توانید آنها را برای انواع مولتی مترها به کار ببرید. مشخصات فنی و سایر ویژگی‌های مربوط به یک نمونه دفترچه راهنمای مولتی متر در کتاب همراه هنرجو آمده است.

فیلم ۱۳

فیلم مربوط به کاربرد مولتی متر دیجیتالی را در ساعات غیر درسی مشاهده کنید و نکات آن را به خاطر بسپارید و چگونگی کاربرد آن را یاد بگیرید.

همان‌طور که قبلاً اشاره شد مولتی متر وسیله‌ای است که توسط آن می‌توان چندین کمیت الکتریکی را اندازه‌گیری کرد. کلمه multi به معنی چند و meter به معنی اندازه‌گیر است. در مباحث قبل با چگونگی اتصال مولتی متر به صورت ولت‌متر و آمپر متر مدار آشنا شدید. در این قسمت می‌خواهیم از مولتی متر به عنوان اهم متر، ولت متر و آمپر متر استفاده کنیم. مولتی مترها در دو نوع عقربه‌ای و دیجیتالی ساخته می‌شوند. به دلیل کاربرد گسترده و ارزانی قیمت مولتی متر دیجیتالی، در این قسمت به مولتی متر دیجیتالی می‌پردازیم.

### مولتی متر دیجیتالی

مولتی متر دیجیتالی دستگاهی است که کمیت‌های مورد نظر را به صورت عدد و رقم نشان می‌دهد. مولتی متر دیجیتالی در انواع بسیار متنوعی ساخته می‌شود، شکل ۱-۸۴ همان‌طور که قبلاً اشاره شد، یکی از روش‌های کسب توانایی در کاربرد دستگاه‌های الکترونیکی مطالعه دفترچه راهنمای آن است.



شکل ۱-۸۴- نمونه دیگری از مولتی متر دیجیتالی و صفحه اول دفترچه راهنما

دفترچه راهنما معمولاً همراه با دستگاه در اختیار کاربران قرار می‌گیرد. این دفترچه معمولاً به زبان انگلیسی یا سایر زبان‌ها است. یک تکنسین الکترونیک باید توانایی خواندن دفترچه راهنمای دستگاه‌های اندازه‌گیری در الکترونیک

# ⚠ warning

## احتیاط

- To avoid damages to the instrument, do not exceed the maximum limits of the input values shown in the technical specification table.
- 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 inn 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 30Vdc 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 ratin fuses.

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

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.

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

هنگام کار با ولتاژهای بیش 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

 سیم زمین

 Duble insulation

عایق دوبل

 Dangerous voltages

ولتاژ خطرناک

به دفترچه کاربرد مراجعه کنید.

جریان مستقیم  
دی‌سی (DC)

جریان متناوب  
اِسی (AC)

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

شکل ۸۵-۱- نکات و نمونه‌های ایمنی برای دستگاه اندازه‌گیری دیجیتال

## آموزش ترجمه متن

دستگاه - نرم‌افزار resistor calculator - راهنمای کاربرد دستگاه مولتی متر دیجیتالی یک جلد

لغات و متن شکل ۸۵-۱ و ترجمه آن را یاد بگیرید و در فرایند استفاده از دستگاه‌ها به کار ببرید.

## الگوی پرسش:

نکات ایمنی

### مراحل اجرای کار

- ۱ • از ضربه زدن به مولتی متر خودداری کنید.
- به حوزه کار ولتاژ یا جریان قابل اندازه‌گیری توجه کنید.
- این نکات برای همه مولتی‌مترها صادق است و باید رعایت شود.

بر اساس آنچه که تاکنون آموخته‌اید، بر مبنای تقسیم‌بندی‌هایی که توسط مربی صورت می‌گیرد، هر یک از گروه‌ها، تعداد ۳ تا ۴ سؤال نظری و عملی همراه با پاسخ آن طراحی کنند. مجموعه سؤال‌ها به صورت یک آزمون در کلاس به اجرا در می‌آید.

طراحی سؤال



۲۳-۱- کار عملی ۷:

اندازه‌گیری مقاومت با کد «عدد - حرف»

هدف: کار عملی با مولتی متر واقعی (۱)

مواد، ابزار و تجهیزات: مقاومت با کد «عدد - حرف» در اندازه‌های مختلف ۳ عدد - مولتی متر دیجیتالی یک

۲ مقاومت‌ها با کد «عدد - حرف» را به ترتیب  $R_1$ ،  $R_2$  و  $R_3$  نام‌گذاری کنید.

۳ رمز «عدد - حرف»، مقدار و تولرانس مقاومت‌ها را از روی مقاومت بخوانید و مقادیر را در جدول ۴-۱ بنویسید.



در صورت نیاز فیلم مربوط به کاربرد مولتی متر دیجیتالی را در ساعات غیر درسی دوباره مشاهده کنید و نکات آن را به خاطر بسپارید.

جدول ۴-۱

شماره مقاومت	کد «عدد حرف» روی مقاومت	مقدار مقاومت «کد عدد و حرف»	مقدار تolerانس مقاومت از کد «عدد و حرف»	مقدار مقاومت اندازه گیری شده	مقدار مقاومت خوانده شده با نرم افزار	آیا مقادیر تطبیق می کند؟
R <sub>۱</sub>						بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/>
R <sub>۲</sub>						بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/>
R <sub>۳</sub>						بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/>

- ۴ راهنمای کاربرد مولتی متر را مطالعه کنید و آن را برای اندازه گیری مقاومت آماده کنید.
- ۵ مناسب ترین حوزه کار مولتی متر را انتخاب کنید و مقاومت ها را با آن اندازه بگیرید و مقادیر را در جدول ۴-۱ بنویسید.
- ۶ مقادیر مقاومت های خوانده شده از روی مقاومت و مقادیر اندازه گیری شده را با هم مقایسه کنید و در ستون مربوطه در جدول ۴-۱ بنویسید.
- ۷ در صورتی که تفاوتی وجود دارد علت تفاوت مقاومت ها را توضیح دهید.
- ۹ با استفاده از نرم افزار resistor calculator (یا نرم افزار مشابه دیگر) مقدار مقاومت ها را بخوانید و در جدول ۴-۱ بنویسید.
- ۱۰ مقادیر مقاومت های خوانده شده از روی مقاومت و مقادیر خوانده شده با نرم افزار را با هم مقایسه کنید و در ستون مربوطه در جدول ۴-۱ بنویسید.
- ۱۱ آیا مقادیر به دست آمده در مراحل ۶ و ۱۰ با هم انطباق دارد؟ توضیح دهید.

- ۸ آیا مقادیر اندازه گیری شده در محدوده تolerانس مقاومت قرار دارد؟ توضیح دهید.

۲۴-۱- کار عملی ۸: اندازه گیری مقاومت با کد

رنگی

هدف: کار عملی با مولتی متر واقعی (۲)

- ۱ مواد، ابزار و تجهیزات: مقاومت یک چهارم یا یک دوم وات با کد رنگی در اندازه های مختلف ۳ عدد-مولتی متر دیجیتالی یک دستگاه- نرم افزار electronic assistant (یا نرم افزار مشابه دیگر)- راهنمای کاربرد یک جلد- نرم افزار ادیسون

## مراحل اجرای کار

۲ با استفاده از رمز «رنگی»، مقدار و تولرانس مقاومت‌ها

۲ مقاومت‌ها با کد «رنگی» را به ترتیب  $R_1$ ،  $R_2$  و  $R_3$  را از روی مقاومت بخوانید و مقادیر را در جدول ۵-۱ نام‌گذاری کنید.

جدول ۵-۱

شماره مقاومت	کد رنگی موجود روی مقاومت	مقدار مقاومت «کد رنگی»	مقدار تولرانس مقاومت از کد «رنگی»	مقدار مقاومت اندازه‌گیری شده	مقدار مقاومت خوانده شده با نرم افزار	آیا مقادیر تطبیق می‌کند؟
$R_1$						<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
$R_2$						<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
$R_3$						<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر

۹ با استفاده از نرم افزار electronic assistant (یا نرم افزار مشابه دیگر) مقدار مقاومت‌ها را بخوانید و در جدول ۵-۱ بنویسید.

۱۰ مقادیر مقاومت‌های خوانده شده از روی مقاومت و مقادیر خوانده شده با نرم افزار را با هم مقایسه کنید و در ستون مربوطه در جدول ۵-۱ بنویسید.

۱۱ آیا مقادیر به دست آمده در مراحل ۶ و ۱۰ با هم انطباق دارد؟ توضیح دهید.

۴ راهنمای کاربرد مولتی متر را مطالعه کنید و آن را برای اندازه‌گیری مقاومت آماده کنید.

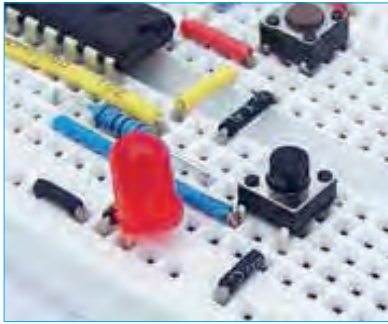
۵ مناسب‌ترین حوزه کار مولتی متر را انتخاب کنید و مقاومت‌ها را با آن اندازه بگیرید و مقادیر را در جدول ۵-۱ بنویسید.

۶ مقادیر مقاومت‌های خوانده شده از روی مقاومت و مقادیر اندازه‌گیری شده را با هم مقایسه کنید و در ستون مربوطه در جدول ۵-۱ بنویسید.

۷ در صورتی که تفاوتی وجود دارد، علت تفاوت مقاومت‌ها را توضیح دهید.

۱۲ عیوبی که در مقاومت‌ها ایجاد می‌شود شامل قطع شدن مقاومت و افزایش مقدار آن است. دو نمونه مقاومت معیوب (قطع شده و افزایش یافته) را در اختیار بگیرید و آن را به وسیله مولتی متر مورد آزمایش قرار دهید.

۸ آیا مقادیر اندازه‌گیری شده در محدوده تولرانس مقاومت قرار دارد؟ توضیح دهید.



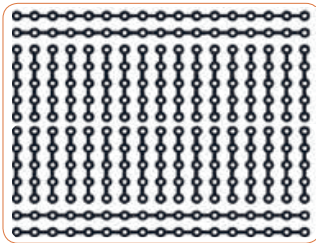
شکل ۸۷-۱- اتصال قطعات روی بردبرد



درباره انواع «برد بُرد»، «ورو بُرد» و چگونگی عددگذاری و حروف روی برد بُرد جست و جو کنید و تصاویری از آنها بیابید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

### اتصال‌های داخلی برد بُرد

در شکل ۸۸-۱ اتصالات داخلی سوراخ‌های برد بُرد را ملاحظه می‌کنید. همان‌طور که مشاهده می‌شود سوراخ‌های حروف گذاری شده در جهت عمودی با هم ارتباط دارند و در جهت افقی بین آنها هیچ گونه ارتباطی وجود ندارد. سوراخ‌های ردیف‌های بالا و پایین در جهت افقی به هم مربوط هستند. در شکل ۸۹-۱ اتصال‌های فلزی داخلی برد بُرد را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۸۸-۱ چگونگی اتصال پایه‌های برد بُرد به یکدیگر



شکل ۸۹-۱- اتصالات داخلی برد بُرد

### ۲۵- ۱- منبع تغذیه (Power Supply)

روی میز آزمایشگاه دستگاهی به نام منبع تغذیه DC وجود دارد. توسط این دستگاه می‌توانید ولتاژهای مختلف تولید نمایید. از آنجا که تنوع دستگاه‌های منبع تغذیه بسیار زیاد است و هر آزمایشگاهی منبع تغذیه خاص مربوط به خود را دارد، از تشریح آن خودداری می‌کنیم. برای فراگیری نحوه استفاده از منبع تغذیه به دفترچه راهنمای آن مراجعه کنید. شکل ۸۶-۱ یک نمونه دستگاه منبع تغذیه را نشان می‌دهد.



شکل ۸۶-۱- یک نمونه دستگاه منبع تغذیه

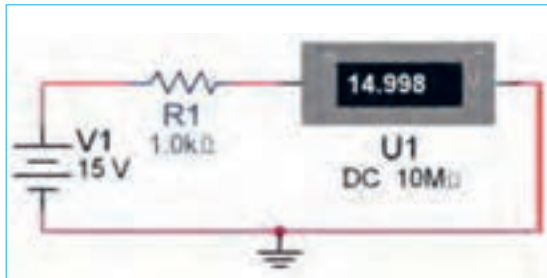
### ۲۶- ۱- برد بُرد (bread board)

برد بُرد یا بُرد آزمایشگاهی کوچک وسیله‌ای است که توسط آن به آسانی می‌توانید آزمایش‌های الکترونیک را بدون نیاز به لحیم‌کاری با سیم‌های رابط جداگانه اجرا کنید. چون این بُرد (صفحه تخته) به صورت یک صفحه ساده ساخته شده است و مشابه یک تکه نان به نظر می‌آید، نام Bread board یا تخته آزمایشگاهی شبیه قطعه نان به آن داده شده است. در شکل ۸۷-۱ قسمتی از برد بُرد که تعدادی قطعه روی آن نصب شده است را مشاهده می‌کنید.



در برخی از برد بردها ردیف‌های بالا و پایین در قسمت وسط برد برد با هم ارتباط ندارند و در صورت نیاز باید با یک سیم آنها را به هم متصل کنید. برای کسب اطلاعات بیشتر می‌توانید به کتاب آزمایشگاه اندازه‌گیری کد ۳۵۹/۹۴ مراجعه کنید.

۲ مدار شکل ۹۰ - ۱ را در نرم افزار مولتی سیم ببندید و جریان عبوری از مقاومت را اندازه بگیرید و مقادیر را در جدول ۶ - ۱ یادداشت کنید.



شکل ۹۰ - ۱ بررسی قانون اهم

۳ با استفاده از قانون اهم مقدار جریان مدار را محاسبه کنید و مقادیر را در جدول ۶ - ۱ یادداشت کنید.

۲۷ - ۱ - کار عملی ۹: اجرای عملی قانون اهم  
هدف: بررسی عملی قانون اهم با استفاده از نرم افزار و سخت افزار  
مواد، ابزار و تجهیزات لازم: مقاومت  $1\text{ k}\Omega$  یک چهارم یا یک دوم وات یک عدد - مولتی متر دیجیتالی یک دستگاه - رایانه مجهز به اینترنت - منبع تغذیه یک دستگاه - نرم افزار مولتی سیم (یا نرم افزار مشابه دیگر) - راهنمای کاربرد دستگاه‌ها - سیم رابط - برد برد  
مراحل اجرای کار

۱ دفترچه راهنمای مولتی متر را مطالعه کنید و با رعایت نکات ایمنی و انتخاب حوزه کار مناسب آن را برای اندازه‌گیری جریان تنظیم کنید. هنگام اندازه‌گیری جریان، حوزه کار انتخاب شده باید حتماً بالاتر از مقدار جریان مورد اندازه‌گیری باشد.



جدول ۶ - ۱

کمیت	اندازه‌گیری با نرم افزار	محاسبه با قانون اهم	اندازه‌گیری با مولتی متر	آیا مقادیر تطبیق می‌کند؟
I				<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر

۸ در صورتی که تفاوتی وجود دارد علت تفاوت را توضیح دهید.

۴ دفترچه راهنمای منبع تغذیه DC را مطالعه کنید و با رعایت نکات ایمنی آن را روی ۱۵ ولت تنظیم کنید.

۵ مدار شکل ۹۰ - ۱ را با استفاده از منبع تغذیه روی برد برد ببندید.

۶ با استفاده از مولتی متر جریان عبوری از مقاومت را اندازه بگیرید و مقادیر را در جدول ۶ - ۱ یادداشت کنید.

۷ مقادیر درج شده در جدول را با هم مقایسه کنید و نتایج را در ستون مربوطه در جدول ۶ - ۱ درج کنید.



## ۲۸ - ۱- کار عملی ۱۰: مدارهای سری

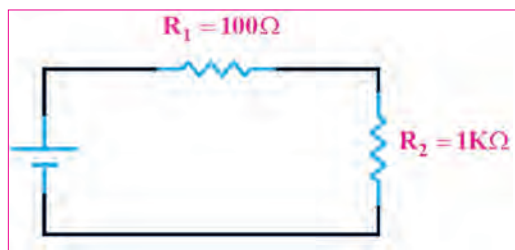
هدف: بررسی عملی مدارهای سری با استفاده از نرم افزار و سخت افزار

مواد، ابزار و تجهیزات لازم: مقاومت یک چهارم یا یک دوم وات سه عدد (انتخاب مقاومت‌ها با توجه به امکانات اختیاری است) - مولتی متر دیجیتالی یک دستگاه - رایانه مجهز به اینترنت - منبع تغذیه DC یک دستگاه - نرم افزار مولتی سیم (یا نرم افزار مشابه دیگر) - راهنمای کاربرد دستگاه‌ها - سیم رابط - برد برد

### مراحل اجرای کار

۱- مدار شکل ۹۱ - ۱ را در نرم مولتی سیم ببینید. ولتاژ تغذیه را روی ۱۲ ولت بگذارید (انتخاب تغذیه مدار

می تواند با توجه به شرایط مدار تغییر کند).



شکل ۹۱-۱- بررسی قانون اهم

- ۲- مقدار ولتاژ دو سر هر یک از مقاومت‌ها را در نرم افزار اندازه بگیرید و مقادیر را در جدول ۷ - ۱ یادداشت کنید.
- ۳- مقدار جریان‌ها را در نرم افزار اندازه بگیرید و مقادیر را در جدول ۷ - ۱ یادداشت کنید.

جدول ۷-۱

شماره مقاومت	اندازه‌گیری ولتاژها با نرم افزار	اندازه‌گیری جریان‌ها با نرم افزار	اندازه‌گیری ولتاژها با مولتی متر	اندازه‌گیری جریان‌ها با مولتی متر	محاسبه مقدار مقاومت‌ها با استفاده از ولتاژ و جریان	آیا مقادیر تطبیق می‌کند؟
R <sub>۱</sub>						<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
R <sub>۲</sub>						<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
R <sub>T</sub>						<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر

۴- بررسی کنید آیا در نرم افزار، فرایند عیب‌گذاری روی مقاومت‌ها وجود دارد، در صورتی که پاسخ مثبت است، آن را تجربه کنید.

۵- دفترچه راهنمای منبع تغذیه DC را مطالعه کنید و با رعایت نکات ایمنی آن را روی ۱۲ ولت تنظیم کنید.

۹- با استفاده از مولتی متر جریان‌های عبوری از هر یک از مقاومت‌ها و جریان کل را اندازه بگیرید و مقادیر را در جدول ۷ - ۱ یادداشت کنید.

۶- دفترچه راهنمای مولتی متر را مطالعه کنید و با رعایت نکات ایمنی و انتخاب حوزه کار مناسب آن را برای اندازه‌گیری ولتاژ تنظیم کنید.

۱۰- مقدار هر یک از مقاومت‌ها را با استفاده از مقادیر جریان و ولتاژ اندازه‌گیری شده با مولتی متر، محاسبه کنید.

۷- مدار شکل ۹۱ - ۱ را با استفاده از منبع تغذیه روی برد برد ببینید.

۱۱- مقادیر درج شده در جدول را با هم مقایسه کنید و نتایج را در ستون مربوطه، در جدول ۷ - ۱ درج کنید.

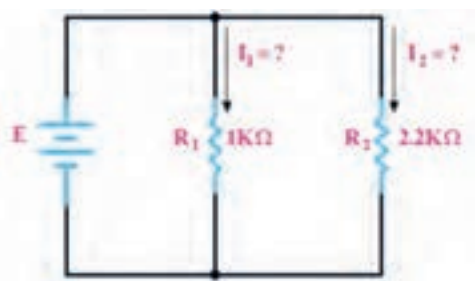
۸- با استفاده از مولتی متر ولتاژ دوسر هر یک از مقاومت

۱۲- در صورتی که تفاوتی وجود دارد علت تفاوت مقاومت‌ها را توضیح دهید.

- ۱۲ با استفاده از قانون اهم و مدارهای سری، مقدار جریان مدار را محاسبه کنید و مقادیر را در جدول ۱-۸ یادداشت کنید.
- ۱۳ مقادیر جریان‌ها در جدول ۸-۱ را با هم مقایسه کنید و نتایج را در ستون مربوطه درج کنید.
- ۱۴ مقادیر جریان‌های اندازه‌گیری شده در نرم افزار را با استفاده از مولتی متر از جدول ۷-۱ استخراج و در جدول جدول ۸-۱

کمیت	$I_{R1}$	$I_{R2}$	$I_T$	آیا مقادیر تطبیق می‌کند؟
I (محاسبه)				<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
I (نرم افزار)				<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
I (مولتی متر)				<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
آیا مقادیر تطبیق می‌کند؟	<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر	

- ۱۶ در صورتی که تفاوتی بین جریان‌ها وجود دارد علت تفاوت را توضیح دهید.
- تغذیه را روی ۱۲ ولت بگذارید. (انتخاب تغذیه مدار می‌تواند با توجه به شرایط مدار تغییر کند).



شکل ۱۶-۱- بررسی مدارهای موازی

- ۲۹-۱- کار عملی ۱۱: مدارهای موازی
- هدف: بررسی عملی مدارهای موازی با استفاده از نرم افزار و سخت افزار
- ۱ مواد ابزار و تجهیزات لازم: مقاومت یک چهارم یا یک دوم وات دو عدد (انتخاب مقاومت‌ها با توجه به امکانات اختیاری است) - مولتی متر دیجیتالی یک دستگاه - رایانه مجهز به اینترنت - منبع تغذیه DC یک دستگاه - نرم افزار مولتی سیم (یا نرم افزار مشابه دیگر) - راهنمای کاربرد دستگاه‌ها - سیم رابط - برد برد
- مراحل اجرای کار
- ۲ مدار شکل ۱۶-۱ را در نرم افزار مولتی سیم ببینید و نتایج

جدول ۹-۱

شماره مقاومت	اندازه‌گیری ولتاژها با نرم افزار	اندازه‌گیری جریان‌ها با نرم افزار	اندازه‌گیری ولتاژها با مولتی متر	اندازه‌گیری جریان‌ها با مولتی متر	محاسبه مقدار مقاومت‌ها با استفاده از ولتاژ و جریان	آیا مقادیر تطبیق می‌کند؟
$R_1$						<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
$R_2$						<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
$R_T$						<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر

۵ در صورت نیاز دفترچه راهنمای منبع تغذیه DC و دفترچه راهنمای مولتی متر را مطالعه کنید.

۶ بارعایت نکات ایمنی و انتخاب حوزه کار مناسب مولتی متر را برای اندازه گیری ولتاژ تنظیم کنید.

۷ مدار شکل ۹۲-۱ را با استفاده از منبع تغذیه روی برد بُرد ببینید.

۸ با استفاده از مولتی متر ولتاژ دوسر هر یک از مقاومت را اندازه بگیرید و مقادیر را در جدول ۹-۱ یادداشت کنید.

۹ با استفاده از مولتی متر جریان های عبوری از هر یک از مقاومت ها و جریان کل را اندازه بگیرید و مقادیر را در جدول ۹-۱ یادداشت کنید.

۱۰ مقادیر درج شده در جدول را با هم مقایسه کنید و نتایج را در ستون مربوطه در جدول ۹-۱ درج کنید.

۱۱ در صورتی که تفاوتی وجود دارد علت را توضیح دهید.

۱۲ با استفاده از قانون اهم و مدارهای موازی، مقدار جریان مدار را محاسبه کنید و مقادیر را در جدول ۱۰-۱ یادداشت کنید.

۱۳ مقادیر جریان های اندازه گیری شده در نرم افزار و با استفاده از مولتی متر را از جدول ۹-۱ استخراج و در جدول ۱۰-۱ درج کنید.

جدول ۱۰-۱

کمیّت	$I_{R1}$	$I_{R2}$	$I_T$	آیا مقادیر تطبیق می کند؟
I (محاسبه)				<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
I (نرم افزار)				<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
I (مولتی متر)				<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
آیا مقادیر تطبیق می کند؟	<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر	<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر	

را می توان توسط عوامل مختلف مانند تغییر مکان مکانیکی (متغیر معمولی)، نور (تابع نور) و حرارت تغییر داد.



فیلم مقاومت های متغیر را ببینید و با اصول کار آنها آشنا شوید.

**مقاومت متغیر معمولی:** مقاومت های متغیر معمولی مقاومت هایی هستند که مقدار مقاومت آنها را می توان با تغییر مکان یا تغییر زاویه محور متحرکی که دارند تنظیم کرد. در شکل ۹۳-۱ چند نمونه مقاومت متغیر معمولی با محور دوار و کشویی را ملاحظه می کنید. مقدار این مقاومت ها را معمولاً روی آن می نویسند. اطلاعات مربوط به این مقاومت ها در برگه اطلاعات آن داده می شود.

۱۴ مقادیر جریان ها در جدول ۱۰-۱ را با هم مقایسه کنید و نتایج را در ردیف مربوطه درج کنید.

۱۵ در صورتی که تفاوتی بین جریان ها وجود دارد، علت را توضیح دهید.

۳۰-۱ مقاومت های متغیر (Variable resistors):  
مقاومت های متغیر مقاومت هایی هستند که مقدار مقاومت آنها



بحث کنید

حروف اختصاری PTC و NTC مخفف چه کلماتی است؟ چه مفهومی دارد؟  
مقاومت‌های تابع حرارت چه کاربردی دارد؟

### مقاومت وابسته به نور (فتورزیستور — LDR) :

مقدار مقاومت تابع نور (LDR) وابسته به شدت نور تابیده شده به آن است. هر قدر شدت نور بیشتر شود مقدار مقاومت فتورزیستور کاهش می‌یابد. در شکل ۹۵ — ۱ یک نمونه مقاومت تابع نور و نماد آن را مشاهده می‌کنید. مقدار این مقاومت‌ها را روی آن می‌نویسند یا با کد «عدد-حرف» یا «کد رنگی» مشخص می‌کنند.



شکل ۹۵ — ۱ مقاومت تابع نور و نماد آن

### مقاومت وابسته به ولتاژ (واریزتور — varistor) :

مقاومت‌های متغیری هستند که مقدار مقاومت آنها به ازای ولتاژهای مختلف ثابت نیست و تغییر می‌کند. در این نوع مقاومت‌ها که به VDR معروف هستند، هر قدر ولتاژ داده شده بیشتر شود، مقدار مقاومت کاهش می‌یابد. شکل ۹۶ — ۱ چند نمونه مقاومت تابع ولتاژ و نماد آن را مشاهده می‌کنید. مقدار این مقاومت‌ها را روی آن می‌نویسند یا با کد «عدد-حرف» یا «کد رنگی» مشخص می‌کنند.



شکل ۹۶ — ۱ چند نمونه مقاومت‌های تابع ولتاژ و نماد آن



شکل ۹۳ — ۱ چند نمونه مقاومت‌های متغیر معمولی با محور دوار و کشویی

درباره datasheet مقاومت‌های متغیر معمولی پژوهش کنید و نمونه‌ای از آن را از رسانه‌های مجازی بارگیری کنید و پس از ترجمه آن را به کلاس ارائه دهید.

پژوهش



درباره موارد کاربرد مقاومت‌ها گفت و گو کنید و چند مورد کاربرد عملی آنها را در زندگی روزمره بیابید.

بحث کنید



### مقاومت وابسته به حرارت (thermistors) :

این مقاومت‌ها تابع حرارت هستند و تغییرات دما روی مقدار مقاومت آنها اثر می‌گذارد. این نوع مقاومت‌ها در دو نوع PTC و NTC وجود دارند. مقاومت‌های PTC در اثر افزایش حرارت مقدارشان زیاد می‌شود. مقاومت‌های NTC در اثر زیاد شدن حرارت مقدارشان کاهش می‌یابد. در شکل ۹۴ — ۱ چند نمونه مقاومت تابع حرارت را مشاهده می‌کنید. مقدار این مقاومت‌ها را روی آن می‌نویسند یا با کد «عدد-حرف» یا «کد رنگی» مشخص می‌کنند. این مقاومت‌ها نیز دارای datasheet هستند.



شکل ۹۴ — ۱ چند نمونه مقاومت‌های تابع حرارت و نماد آن

## فعالیت در ساعات غیر درسی

- نام مدارهای شکل ۹۷-۱ چیست؟ و چه کاربردی دارد؟
- در نرم افزارهای مختلف جست و جو کنید و انواع مقاومت های متغیر را بیابید و مشخصات آنها را استخراج کنید. این کتاب آمده است مراجعه کنید.

فیلم عملکرد مقاومت متغیر را در مدار ببینید.

چند نمونه مقاومت متغیر را در اختیار بگیرید و از روی نوشته های آن مشخصات مقاومت ها را به دست آورید.

مدار شکل ۹۷-۱ را روی برد برد ببندید و عملکرد آن را تجربه کنید.



فیلم شارژ و دشارژ خازن را ببینید و نتایج را با آنچه که تا کنون یاد گرفته اید تطبیق دهید.

## خازن (Capacitor)

چون فاراد ظرفیت بزرگی است از واحدهای کوچکتر شامل میلی فاراد (mF)، میکروفاراد ( $\mu F$ )، نانوفاراد، (nF) و پیکوفاراد (pF) استفاده می کنند و مقدار آن را با روش های مختلف روی بدنه خازن می نویسند.

**ولتاژ کار (Working voltage wv):** ماکزیمم ولتاژی را که به دو سر خازن اعمال می شود تا مولکول های عایق درون خازن شکسته نشوند، ولتاژ کار می نامند. معمولاً ولتاژ کار خازن همراه با ظرفیت آن روی بدنه نوشته می شود. خازن ها در انواع الکترولیتی، کاغذی، سرامیکی، پلی استر و تانتالیوم ساخته می شوند.

خازن های الکترولیتی اکثراً دارای قطب مثبت و منفی هستند؛ بنابراین باید توجه داشت که در حین کار، دو قطب آنها جابه جا نصب نشود. در صورت اشتباه متصل کردن دو قطب خازن الکترولیتی، واکنش های الکتروشیمیایی درون خازن روی می دهد و خازن معیوب می شود. در شکل ۹۸-۱ چند نمونه خازن را مشاهده می کنید.

خازن، قطعه ای (المانی) است که انرژی الکتریکی را در خود ذخیره می کند. ساختمان خازن از سه قسمت تشکیل شده است:

الف) صفحات هادی که به آنها جوشن نیز گفته می شود. این صفحات معمولاً ورقه هایی نازک از جنس آلومینیوم، روی یا نقره هستند.

ب) عایق بین صفحات هادی که به آن دی الکتریک نیز گفته می شود. معمولاً خازن ها از نظر دی الکتریک به کار رفته در ساختمان آنها تقسیم بندی می شوند.

پ) پایه های اتصال خازن پایه هایی هستند که به جوشن ها اتصال دارند.

**ظرفیت خازن:** توانایی ذخیره بار الکتریکی در خازن را ظرفیت خازن می نامند و آن را با حرف C نمایش می دهند. مقدار ظرفیت خازن را برحسب فاراد (Farad) می سنجند.

فیلم ۱۶



الگوی پرسش



تمرین عملی



فیلم ۱۷





شکل ۹۸-۱ انواع خازن‌ها

پژوهش



با مراجعه به فضای مجازی و بارگیری انواع dataset های خازن‌ها، نوع خازن‌های شکل ۹۸-۱ را مشخص کنید. می‌توانید از منابع ذکر شده در مباحث قبل نیز استفاده کنید.

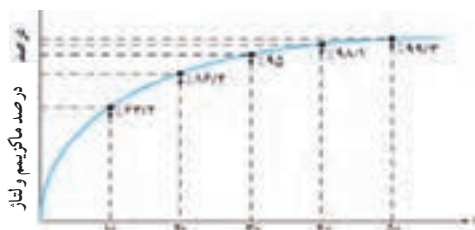
شکل الف - ۹۹-۱ سری شود با توجه به مقدار ظرفیت خازن و مقدار اهمی مقاومت، پس از اتصال تغذیه، مدت زمانی طول می‌کشد تا ولتاژ دو سر خازن به اندازه ولتاژ تغذیه شود و جریان مدار به صفر برسد. در این حالت می‌گویند خازن بعد از ۵ ثابت زمانی (RC) شارژ شده است. هر ثابت زمانی عبارت از مدت زمانی است که خازن به اندازه ۶۳/۲۵ درصد ولتاژ منبع یا ولتاژ باقی مانده شارژ می‌شود. شارژ شدن خازن از تابع نمایی شکل ب- ۹۹-۱ تبعیت می‌کند.

ظرفیت خازن را با دستگاهی به نام LCR متر اندازه می‌گیرند. در واحد یادگیری ۲ از این دستگاه استفاده خواهیم کرد. **عملکرد خازن در جریان الکتریکی DC:** با اتصال ولتاژ DC به خازن، در لحظه اتصال، خازن به صورت اتصال کوتاه عمل می‌کند و بیشترین جریان از مدار می‌گذرد. پس از مدت زمان کوتاهی ولتاژ دو سر خازن به اندازه ولتاژ تغذیه می‌شود و جریان مدار به صفر می‌رسد. این حالت را حالت گذرا یا transient می‌نامند. در صورتی که مقاومتی با مدار طبق

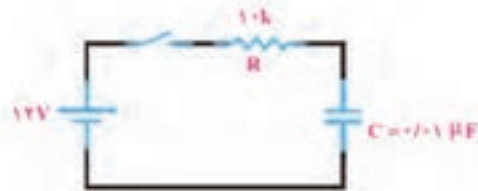
پژوهش



درباره کاربرد خازن پژوهش کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.



ب - منحنی شارژ خازن در DC



الف - مدار RC سری در جریان مستقیم

شکل ۹۹-۱-۱ شارژ خازن در جریان مستقیم

یاد آور می‌شود که اگر روی خازنی عدد کوچک‌تر از یک (مثلاً ۰.۱٪) بدون ذکر واحد نوشته شده باشد مقدار ظرفیت برحسب میکرو فاراد است. همچنین اگر عدد ظرفیت عددی دورقمی (مثلاً ۴۷) یا رمز عددی (مثلاً ۱۰۳) باشد مقدار ظرفیت برحسب پیکوفاراد است.

خواندن خازن‌ها: خواندن مقادیر خازن‌ها تا حدود زیادی مشابه مقاومت‌ها است و با سه روش، نوشتن مقدار روی خازن، کد «عدد - حرف» و کد رنگی مشخص می‌شود. برای فراگیری چگونگی خواندن خازن‌ها به مبحث مقاومت‌ها مراجعه کنید.



برای ولتاژ کار این نوع خازن‌ها ممکن است حروفی بعد از کد ظرفیت نیز نوشته شود، در هر صورت باید برای تعیین ولتاژ کار به برگه اطلاعات خازن مراجعه کنید.

### ۳۲-۱- کار عملی ۱۲: خواندن مقادیر خازن و مقاومت متغیر

**هدف:** خواندن خازن و مقاومت‌های متغیر با استفاده از نرم افزار و قطعات واقعی

**مواد ابزار و تجهیزات لازم:** انواع خازن‌ها و مقاومت‌های متغیر، از هر نمونه دو عدد - نرم افزار electronic assistant (یا نرم افزار مشابه دیگر) - نرم افزار ادیسون.

**۱** مقاومت‌های متغیر و خازن‌ها را در اختیار بگیرید و مقادیر یادداشت کنید.

**۲** با استفاده از نرم افزارهای ادیسون و electronic assistant یا هر نرم افزار دیگر دو نمونه خازن و دو نمونه مقاومت متغیر را پیدا کنید و مقادیر را در جدول ۱۱-۱ یادداشت کنید.

جدول ۱۱-۱

قطعه	مقادیر از روی قطعه واقعی	مقادیر در نرم افزار	آیا مقادیر تطبیق می‌کند؟
C <sub>۱</sub>			<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
C <sub>۲</sub>			<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
P <sub>۱</sub>			<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
P <sub>۲</sub>			<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر

**۲** مقادیر را باهم مقایسه کنید و نتیجه را بنویسید.

**۴** خازن‌ها ممکن است اتصال کوتاه، قطع یا نشستی شوند. با استفاده از مولتی متر می‌توانید فقط اتصال کوتاه شدن خازن را تشخیص دهید. یک عدد خازن اتصال کوتاه شده را با مولتی متر آزمایش کنید. قطع شدن یا نشستی شدن خازن فقط با دستگاه LCR متر قابل تشخیص است.

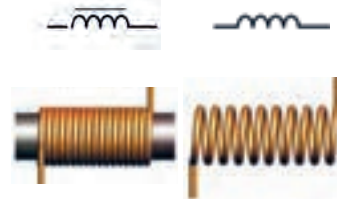
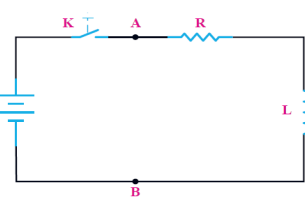
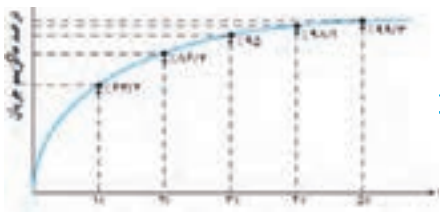
در مورد خازن‌ها به صورت سری و موازی پژوهش کنید و نتایج را به کلاس ارائه دهید.

فیلم شارژ و دشارژ سیم پیچ را ببینید و نتایج را با آنچه که تا کنون یاد گرفته‌اید تطبیق دهید.



### ۳۳-۱- سیم پیچ (سلف - inductor)

از پیچیدن چند دور سیم در کنار هم، یا روی هم، سیم پیچ یا سلف ساخته می‌شود. یک سلف را با اسامی دیگر، مانند بوبین، پیچه، خود القا و چوک (سولونوئید) نیز نام گذاری می‌کنند. یک سلف ممکن است دارای هسته یا بدون هسته باشد، شکل ب و الف - ۱۰-۱. سیم پیچ دارای خاصیت القایی است که آن را با ضریب خود القایی L نشان می‌دهند. واحد ضریب خود القایی هانری (H) و اجزای آن میلی هانری و میکروهانری است. ضریب خود القایی را با دستگاهی به نام LCR متر اندازه می‌گیرند. در واحد یادگیری ۲ از این دستگاه استفاده خواهیم کرد.



ت - منحنی شارژ سیم پیچ در DC

ب - مدار RL سری در جریان

الف - سیم پیچ بدون هسته و نماد آن  
ب - سیم پیچ با هسته و نماد آن

شکل ۱۰۰-۱- ساختمان سیم پیچ و رفتار آن در جریان مستقیم (DC)

مقاومتی با مدار طبق شکل پ-۱۰۰-۱ سری شود مدت زمانی طول می‌کشد تا جریان به مقدار بیشینه برسد. در این حالت می‌گویند سلف بعد از ۵ ثابت زمانی  $(\frac{5L}{R})$  شارژ می‌شود. شارژ شدن سیم پیچ از تابع نمایی شکل ت - ۱۰۰-۱ تبعیت می‌کند.

**عملکرد سلف در جریان الکتریکی DC:** چون مقاومت سیم پیچ بسیار کم است، با اتصال ولتاژ DC به آن به صورت اتصال کوتاه عمل می‌کند ولی مدت زمان کوتاهی طول می‌کشد تا جریان مدار به بیشترین حد خود برسد. این حالت را حالت گذرا یا transient می‌نامند. در صورتی که

درباره کاربرد ضریب خود القایی پژوهش کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

پژوهش



مواد، ابزار و تجهیزات لازم

انواع سیم پیچ‌ها از هر نمونه دو عدد - نرم افزار electronic assistant، (یا نرم افزار مشابه دیگر) - نرم افزار ادیسون.

مراحل اجرای کار

۱ چهار عدد سیم پیچ را در اختیار بگیرید و مقادیر آنها را با توجه به کد رنگی مقاومت‌ها بخوانید و مقادیر را در جدول ۱-۱۲ یادداشت کنید.

**خواندن سیم پیچ‌ها:** خواندن سلف تا حدود زیادی مشابه مقاومت‌ها است و با سه روش مقدار روی سیم پیچ، کد «عدد - حرف» و کد رنگی مشخص می‌کنند. برای فراگیری کد رنگی سیم پیچ‌ها به مبحث مقاومت‌ها مراجعه کنید.

۳۴-۱- کار عملی ۱۳: سیم پیچ

هدف: خواندن مقادیر سیم پیچ

جدول ۱-۱۲

شماره سیم پیچ	مقادیر از روی قطعه واقعی	مقادیر در نرم افزار	آیا مقادیر تطبیق می‌کند؟
L <sub>۱</sub>			<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
L <sub>۲</sub>			<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
L <sub>۳</sub>			<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر
L <sub>۴</sub>			<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر

پژوهش

در مورد سیم پیچ‌ها به صورت سری و موازی پژوهش کنید و نتایج را به کلاس ارائه دهید.

۲ با استفاده از نرم افزار electronic assistant یا هر نرم افزار دیگر چند نمونه سیم پیچ را بخوانید و مقادیر را یادداشت کنید.

۳ مقادیر را باهم مقایسه کنید و نتیجه را بنویسید.



۱-۳۵ الگوی آزمون نظری پایان واحد کار

- ۱ بارهای همانم یکدیگر را ..... و بارهای غیر همانم یکدیگر را ..... می کنند.
- ۲ اجسام از طریق ..... و ..... باردار می شوند.
- ۳ EMF مخفف کلمات انگلیسی ..... است.
- ۴ خاصیت ابرسانایی دردمای ..... در اجسام رخ می دهد و در این حالت مقاومت جسم ..... می شود.

۵ در مقطع سیمی بار الکتریکی  $5 \times 10^{-6}$  کولن در مدت  $10^{-3}$  ثانیه جا به جا می شود. جریان عبوری را محاسبه کنید؟

۶  $47 \times 10^{-6}$  میلی آمپر چند میکرو آمپر است؟

(۱)  $47 \times 10^{-6}$       (۲)  $47 \times 10^{-3}$

(۳)  $47 \times 10^1$       (۴)  $47 \times 10^3$

۷ با توجه به رابطه  $R = \frac{\rho l}{A}$  واحد مقاومت مخصوص کدام گزینه است؟

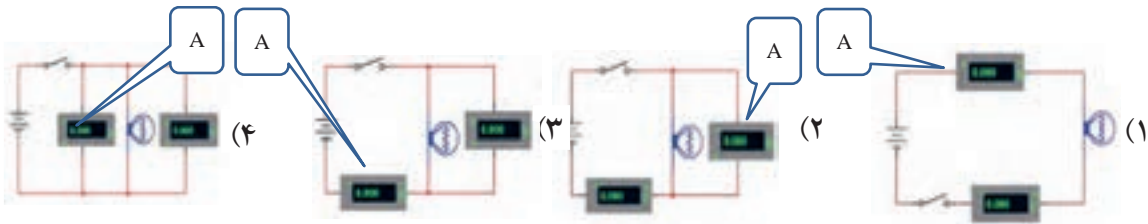
(۱)  $\frac{m}{\Omega mm}$

(۲)  $\frac{m}{\Omega mm^2}$

(۳)  $\frac{\Omega mm}{m}$

(۴)  $\frac{\Omega mm}{m}$

۸ در کدام مدار شکل های ۱-۱-۱ و ۱-۱-۲ ولت متر و آمپر متر درست بسته شده است؟

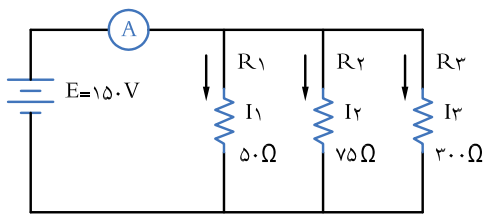


شکل های ۱-۱-۱

۹ در مدار شکل ۱-۱-۳ :

الف) جریان های  $I_1$  و  $I_2$  و  $I_3$  را محاسبه کنید.

ب) آمپر متر چه جریانی را نشان می دهد؟



شکل ۱-۱-۳

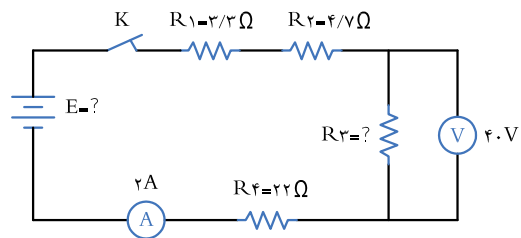
۱۰ اگر مقطع سیمی  $10^{-6}$  میلی متر مربع و طول آن  $1120$  متر باشد، مقاومت سیم را محاسبه کنید.  $\kappa_{Cu} = 56 \frac{m}{\Omega mm^2}$

اگر در شکل ۱-۱-۲ ولت متر  $40$  ولت را نشان دهد :

الف) مقدار  $R_3$  چند اهم است؟

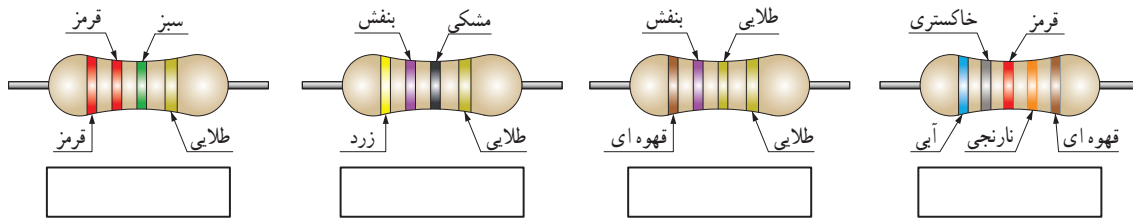
ب) مقاومت کل مدار چند اهم است؟

پ) مقدار  $E$  چند ولت است؟



شکل ۱-۱-۲

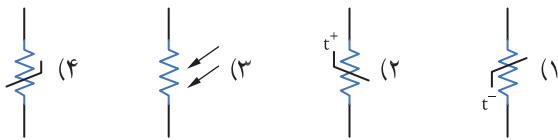
۱۲ در شکل‌های ۱۰۴-۱ مقدار و درصد تolerانس هر مقاومت را بنویسید.



شکل‌های ۱۰۴-۱

۱۵ در شکل‌های ۱۰۷-۱ نماد فنی مقاومت تابع ولتاژ کدام

است؟



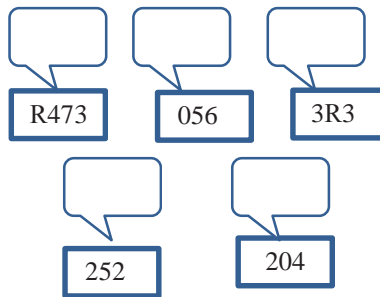
شکل ۱۰۷-۱

۱۶ ظرفیت خازن با کد ۱۰۴ کدام گزینه است؟

- (۱) ۱۰۴ PF  
 (۲) ۱۰۰۰۰ μF  
 (۳) ۱۰ nF  
 (۴) ۱۰۰ nF

۱۳ در شکل‌های ۱۰۵-۱ روی هر مقاومت SMD کدهای

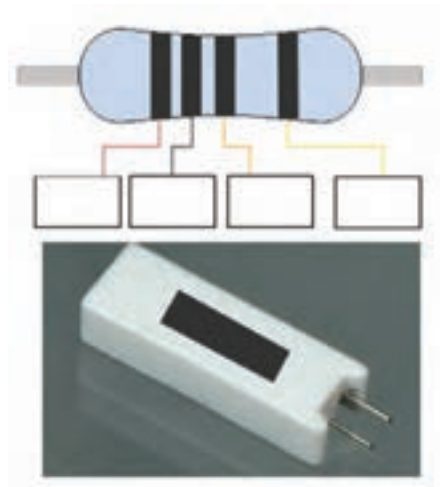
زیر نوشته شده است، مقدار هر مقاومت چند اهم است؟



شکل‌های ۱۰۵-۱

۱۴ در شکل ۱۰۶-۱ کد رنگی و کد عدد حرف را برای

مقاومت با مقدار ۳/۹ کیلو اهم و تolerانس ۵ درصد مشخص کنید.



شکل ۱۰۶-۱

۳۶-۱ الگوی آزمون نرم افزاری و عملی پایان

واحد کار:

الگوی آزمون عملی نرم افزاری پایان واحد کار، مشابه

کارهای عملی ارائه شده در طول تدریس است.

در ادامه ارزشیابی شایستگی بر اساس استاندارد عملکرد

آمده است.

در این ارزشیابی نمره ۳ معادل ۲۰-۱۷، نمره ۲ معادل

۱۷-۱۲ و نمره زیر ۲ مردود است.

## ارزشیابی شایستگی آزمایش قطعات الکترونیکی (مقاومت، خازن و سلف)

### شرح کار:

- ۱- نصب مقاومت‌ها روی بردبرد، تنظیم مولتی متر عقربه‌ای یا دیجیتالی و اندازه‌گیری دقیق مقدار مقاومت
- ۲- نصب خازن‌ها روی بردبرد، تنظیم پل LCR متر و اندازه‌گیری دقیق مقدار خازن
- ۳- نصب سلف‌ها روی بردبرد، تنظیم پل LCR متر و اندازه‌گیری دقیق مقدار سلف
- ۴- نصب برنامه Electronic Assistant یا مشابه آن روی رایانه و راه‌اندازی نرم‌افزار
- ۵- خواندن مقادیر مقاومت، سلف و خازن با استفاده از نرم‌افزار

### استاندارد عملکرد:

اندازه‌گیری مقادیر مقاومت، خازن و سلف با دقت براساس استانداردهای تعریف شده و خواندن برگه اطلاعاتی

### شاخص‌ها:

- ۱- خواندن صحیح مقدار دو نمونه از هر یک از قطعات مقاومت، خازن و سلف با استفاده از علائم ظاهری و تولرانس ۵٪ (۱۰ دقیقه)
- ۲- اندازه‌گیری صحیح مقدار دو نمونه از هر یک از قطعات مقاومت، خازن و سلف با استفاده از مولتی متر و پل LCR متر (۱۰ دقیقه)
- ۳- اندازه‌گیری کمیت‌ها در مدارهای سری و موازی شامل دو مقاومت با استفاده از مولتی متر (۱۰ دقیقه)
- ۴- انطباق اطلاعات مقاومت، سلف و خازن با برگه اطلاعات (DataSheet) یا انتخاب یک قطعه با استفاده از برگه اطلاعات (DataSheet) (۱۰ دقیقه)
- ۵- اندازه‌گیری مقدار ظرفیت معادل دو خازن به صورت سری و موازی و ضریب خودالقایی دو سلف به صورت سری و موازی توسط LCR متر (۱۰ دقیقه)
- ۶- تشخیص سه قطعه معیوب مقاومت، خازن و سلف از بین ۹ قطعه سالم و معیوب (۲۰ دقیقه)
- ۷- آزمایش و اندازه‌گیری مقاومت متغیر با مولتی متر (دو نمونه) (۱۰ دقیقه)
- ۸- نصب و راه‌اندازی و استفاده از نرم‌افزار (۲۰ دقیقه)

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

**شرایط:** مکان انجام کار با کف عایق یا آنتی استاتیک - نور مناسب برای کارهای ظریف (مونتازکاری) - ابعاد حداقل ۶ مترمربع - دارای تهویه یا پنجره - دمای طبیعی (۲۷°C - ۱۸°C) و مجهز به وسایل اطفای حریق - میزکار استاندارد با ابعاد ۸۵x۱۸۰x۱۸۰W مجهز به فیوز حفاظت جان - رایانه متصل به شبکه اینترنت - فرد با لباس کار - انجام کار در حال نشسته - نرم‌افزار خاص - ذره‌بین با بزرگ‌نمایی ۱۰

**ابزار و تجهیزات:** مقاومت‌های ساده (TH و SMD) - مقاومت‌های متغیر - انواع خازن - انواع سلف - ابزار عمومی برق یا الکترونیک - جداول استاندارد - LCR متر - لوازم التحریر - سیم‌های رابط - فرهنگ لغات (انگلیسی به فارسی) - پردبرد - رایانه

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره دریافتی	نمره هنرجو
۱	نصب و راه‌اندازی انواع نرم‌افزار شبیه ساز و کار با آن	۱	
۲	اندازه‌گیری مقاومت‌های ثابت و متغیر با نرم‌افزار	۲	
۳	اندازه‌گیری ظرفیت خازن و ضریب خودالقایی سلف با نرم‌افزار و سخت افزار	۱	
۴	اندازه‌گیری کمیت های مختلف مدارهای الکتریکی با نرم‌افزار و سخت افزار	۲	
۵	نصب و راه‌اندازی مدارهای مختلف مرتبط با نرم‌افزار و سخت افزار	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:		
		۲	
	۱- رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها ۲- دقت و تمرکز در اجرای کار ۳- شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر ۴- اخلاق حرفه‌ای		
	میانگین نمرات		*

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

رشته: الکترونیک درس: عرضه تخصصی قطعات الکتریکی و الکترونیکی واحد یادگیری: ۱



## واحد یادگیری ۲

### شایستگی پیچیدن سیم پیچ یا بوبین

آیا تا به حال پی برده اید :

- یکی از قطعات پر کاربرد در صنایع برق و الکترونیک بوبین یا سیم پیچ است؟
- سیم پیچ جریان DC را از خود عبور می دهد و مانع عبور جریان AC می شود؟
- در ترانسفورمورها، موتورها، رله ها، کنتاکتورها و شارژرها، از سیم پیچ استفاده می شود؟
- در کلیه مدارهای مخابراتی حتماً باید از سیم پیچ استفاده شود؟
- اگر سیم پیچ نباشد نمی توانیم هیچ موجی را از آنتن تلفن همراه پخش و دریافت کنیم؟
- در مدار لامپ های کم مصرف کوچک (CFL= compact flourcent lamp) سیم پیچ نقش اساسی دارد؟

استاندارد عملکرد :

محاسبه و پیچیدن دو نمونه بوبین به صورت دستی و با بوبین پیچ با دقت تolerانس حداکثر ۱۰ درصد.

یکی از قطعات پر کاربرد در صنایع برق و الکترونیک بوبین یا سیم پیچ است. از پیچیدن سیم هادی روپوش دار روی یک استوانه، یک سیم پیچ الکتریکی، بوبین یا سلف شکل می گیرد. سیم پیچ ها دارای ابعاد و اشکال مختلفی هستند و به دو دسته، سیم پیچ بدون هسته (با هسته هوا) و سیم پیچ با هسته فلزی یا فریت طبقه بندی می شوند. در این واحد یادگیری به شرح اجزای بوبین، عوامل مؤثر در ضریب خود القا، انواع سیم های لاکه و چگونگی پیچیدن می پردازیم. در مرحله بعد بوبین را با استفاده از روابط کاربردی محاسبه می کنیم و یک نمونه بوبین یک لایه و چند لایه را با رعایت نکات ایمنی و بهداشتی می سازیم. در نهایت بوبین های ساخته شده را آزمایش و اصلاح می کنیم. توجه به مهارت های غیر فنی مانند کار گروهی، مسئولیت پذیری، رعایت نظم و ترتیب، توجه به محیط زیست و اخلاق حرفه ای از اهمیت ویژه ای برخوردار است و در تمام مراحل باید رعایت شود.

مشخصات فضای آموزشی و تجهیزات مربوط به آن و مشخصات فنی تجهیزات کارگاهی و تعداد آن در سند تجهیزات و فضای کارگاهی آمده است.

## ۱-۲- مواد، تجهیزات و ابزار مورد نیاز

ابزار عمومی برق یا الکترونیک - لوازم التحریر - میز کار با برق - چسب کاغذی - LCR متر دیجیتالی - میکرومتر یا کولیس - کاتر - بوبین پیچ - جداول استاندارد مرتبط - ابزار عمومی لحیم کاری - وارنیش - سیم افشان - لباس کار - رایانه - انواع سیم لاکه - هسته فریت و آهن - قرقره در ابعاد مختلف متناسب با برنامه آموزشی.

## ۲-۲- ساختمان بوبین

از پیچیدن سیم‌های روپوش‌دار روی یک استوانه، یک سیم پیچ الکتریکی، بوبین یا سلف ساخته می‌شود. از بوبین برای ایجاد خودالقایی در مدارها استفاده می‌کنند. سیم پیچ‌ها دارای ابعاد و اشکال مختلفی هستند، ولی می‌توان آنها را به دو دسته کلی طبقه‌بندی کرد؛

الف) سیم پیچ بدون هسته (با هسته هوا)

ب) سیم پیچ با هسته فلزی یا فریت

در سیم پیچ بدون هسته، سیم را روی لوله‌های عایق، مانند مقوا یا پلاستیک، می‌پیچند. این لوله‌ها که قرقره نام دارند فقط برای حفظ و نگهداری سیم پیچ مورد استفاده قرار می‌گیرند. سلف‌ها با خودالقایی زیاد، اگر بدون هسته (با هسته هوا) ساخته شوند ابعاد آنها بزرگ می‌شود، بنابراین بهتر است آنها را با هسته فلزی بسازند، در این مورد هسته مناسب، به خصوص در صنعت الکترونیک فریت‌ها هستند. در شکل ۱-۲ تعدادی از سلف‌ها و ترانسفورماتورها، نشان داده شده‌اند.



شکل ۱-۲- نمونه‌هایی از سلف‌ها، ترانسفورماتورهای کوچک با هسته فریت و شیر برقی

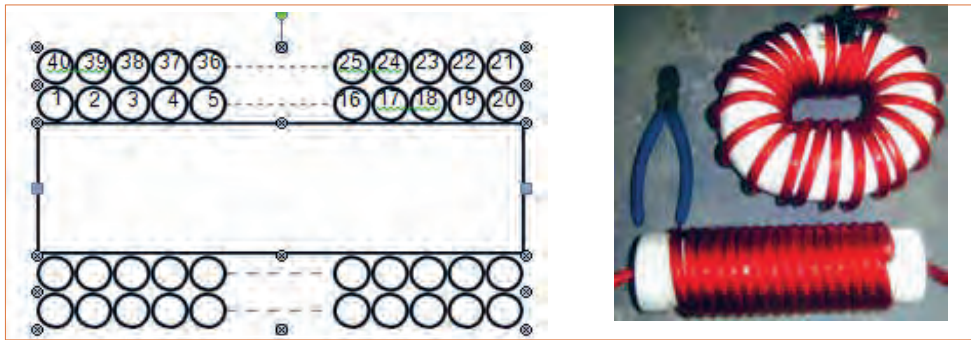
## ۳-۲- چگونگی پیچیدن بوبین

پیچیدن سیم روی هسته معمولاً به دو صورت یک لایه و چند لایه انجام می‌شود.

**الف) سیم پیچ یک لایه:** در این نوع سیم پیچ بر روی یک قرقره یا بر روی هسته استوانه‌ای شکل سیم را به طور منظم می‌پیچند. شکل ۲-۲ دو بوبین یک لایه را نشان می‌دهد.

**ب) سیم پیچ چند لایه:** اگر بوبین با خودالقایی زیاد احتیاج باشد، از سیم پیچ چند لایه استفاده می‌کنیم. پیچیدن سیم پیچ چند لایه روش‌های مختلفی دارد. شکل ۳-۲ یک سیم پیچ

دو لایه را که به صورت معمولی پیچیده شده است، نشان می‌دهد. می‌دانیم وجود دوهادی و یک عایق بین آنها یک خازن را شکل می‌دهد. چنانچه دو سیم عایق‌دار در کنار هم قرار گیرند نیز تشکیل یک خازن می‌دهند. این ظرفیت‌های خازنی را خازن‌های پراکنده می‌گویند. در سیم پیچ‌ها به دلیل قرار گرفتن سیم‌ها در کنار یا روی یکدیگر خازن‌های پراکنده شکل می‌گیرد. برای کاهش ظرفیت خازن‌های پراکنده در سیم پیچ، می‌توان از روش پیچیدن مستقیم بر روی هم





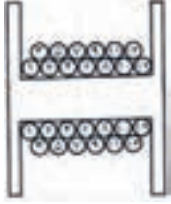
شکل ۳-۲- بوبین چندلایه

شکل ۲-۲- بوبین یک لایه


روش رایج برای کاهش ظرفیت خازن‌های پراکنده، پیچیدن سیم پیچ چند لایه به روش یونیورسال یا لانه زنبوری است، شکل ۶-۲ نمونه‌ای از سیم پیچ ساخته شده با این روش را نشان می‌دهد.

مطابق شکل ۴-۲ استفاده کرد. برای کاهش بیشتر ظرفیت خازن‌های پراکنده از روشی مطابق شکل ۵-۲ استفاده می‌کنند. البته پیچیدن سیم پیچ با این روش بسیار مشکل است.



شکل ۵-۲- نوع دیگری از بوبین چندلایه



شکل ۴-۲- پیچیدن سیم‌ها روی هم

به نحوه پیچیدن سیم‌ها روی قرقره توجه کنید. با این روش ظرفیت خازن‌های پراکنده کاهش می‌یابد.

شکل ۶-۲- سیم پیچ چندلایه با روش لانه زنبوری

پژوهش

با مراجعه به منابع مختلف و سایت‌های رایانه‌ای، پژوهشی در زمینه چگونگی پیچیدن بوبین چندلایه با روش لانه زنبوری تهیه کنید و آن را به کلاس ارائه دهید.

فیلم انواع بوبین‌ها را مشاهده کنید.

فیلم ۱



سیم پیچ چندلایه با روش لانه زنبوری را چگونه می‌پیچند؟

فکر کنید



فیلم خازن‌های پراکنده را مشاهده کنید.

فیلم ۲



۴ - ۲ عوامل مؤثر بر ضریب خودالقایی بوبین با هسته هوا :

اندوکتانس یا ضریب خودالقایی بوبین به عوامل زیر بستگی دارد :

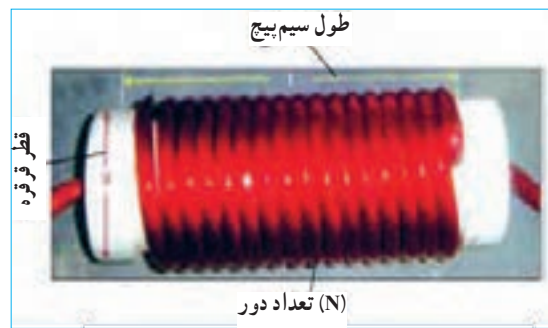
(الف) قطر قرقره (D)

(ب) طول مفید سیم پیچ (l)

(پ) تعداد دور سیم پیچ (N)

(ت) قطر سیم مورد استفاده (d)

شکل ۷-۲ یک بوبین یک لایه را با عوامل مؤثر بر ضریب خودالقایی بوبین نشان می‌دهد. علاوه بر عوامل ذکر شده جنس هسته نیز به طور مؤثری روی ضریب خودالقایی بوبین اثر می‌گذارد که در ادامه درباره آن بحث خواهیم کرد.



شکل ۷-۲ عوامل مؤثر بر ضریب خودالقایی بوبین

به منابع معتبر مراجعه کنید و در مورد پویانمایی تعاملی که عوامل مؤثر بر ضریب خودالقایی بوبین یک لایه را نشان می‌دهد پژوهش کنید و در صورت موجود بودن، آن را بارگیری کنید و با تغییر هر عامل اثر آن را روی ضریب خودالقایی (L) مشاهده کنید.

پژوهش



۵ - ۲ رابطه محاسبه ضریب خودالقایی بوبین با در دست داشتن عوامل مؤثر بر ضریب خودالقایی بوبین می‌توانیم ضریب خودالقایی بوبین را محاسبه کنیم. برای محاسبه یک بوبین یک لایه منظم با هسته هوا، از این رابطه استفاده می‌شود. در این رابطه L ضریب خودالقایی بوبین

برحسب میکروهناری، D قطر قرقره برحسب سانتی‌متر، l طول سیم پیچ برحسب سانتی‌متر و N تعداد دور سیم پیچ است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود ضریب خودالقایی نسبت مستقیم با قطر قرقره و تعداد دور سیم پیچ و نسبت معکوس با طول مفید سیم پیچ دارد.

$$L = \frac{0.8 D^2 N^2}{3D + 9l} \quad (\text{ضریب خود القایی})$$

بارش فکری

توسعه پایدار را شرح دهید، چگونه می‌توان توسعه پایدار را عملاً به اجرا در آورد؟

الگوی پرسش

اگر تعداد دور بوبین دو برابر، قطر آن نصف و طول آن چهار برابر شود ضریب خودالقایی آن چند برابر می‌شود؟

نکته

توجه داشته باشید که برای محاسبه بوبین از نرم‌افزار خاص مرتبط استفاده می‌شود که در قسمت‌های بعدی درباره آن صحبت خواهیم کرد.

فعالیت

یک عدد بوبین با هسته هوا مستعمل و از رده خارج شده را در اختیار بگیرید و با ابزارهای مناسب مانند سیم‌چین، انبردست، اره آهن‌پر و پیچ‌گوشتی آن را برش دهید و نتایج یافته‌های خود را با آموخته‌های خود مقایسه کنید. این فعالیت را با بوبین با هسته فلزی تکرار کنید. در مورد این فعالیت به طور خلاصه به کلاس گزارش دهید.



## ۶-۲- سیم‌ها و کابل‌ها

سیم‌ها و یا هادی‌های مورد استفاده در سیم‌کشی ساختمان برای انتقال جریان الکتریکی به مصرف‌کننده‌ها و محل‌های مختلف و همچنین ارتباط بین دستگاه‌های الکتریکی می‌باشند. در ساختمان آنها از یک‌هادی خوب که معمولاً مس و یا آلومینیوم است، استفاده می‌شود. نمونه‌هایی از سیم‌ها را در شکل ۸-۲ مشاهده می‌کنید.



شکل ۸-۲- نمونه‌هایی از سیم‌های الکتریکی

**ساختمان سیم‌ها:** سیم‌ها از دو قسمت هادی و عایق تشکیل شده‌اند. جنس هادی سیم‌ها معمولاً از مس یا آلومینیوم است. ولی از مس به خاطر حجم کم و هدایت بهتر بیشتر استفاده می‌شود. عایق سیم، از یک ماده پلاستیکی یا لاستیکی است که به صورت لایه‌ای روی هادی سیم را می‌پوشاند.

چرا سیم‌ها دارای عایق هستند؟ چند عایق را که می‌شناسید نام ببرید. عایق سیم‌ها چه تفاوتی با هم دارند؟

الگوی پرسش

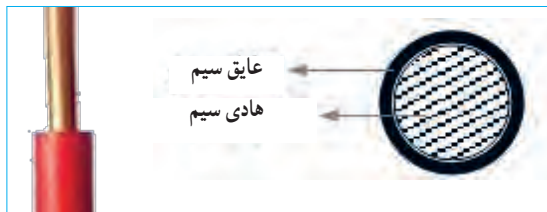


**ابعاد فیزیکی سیم‌ها:** برای مقایسه ابعاد فیزیکی سیم‌ها از واحدهای استاندارد استفاده می‌شود. اندازه فیزیکی سیم‌های مورد استفاده در سیم‌کشی ساختمان که سیم‌های روکش‌دار از جنس پلاستیک می‌باشند، برحسب  $\text{mm}^2$  بیان می‌شود. مثلاً منظور از سیم ۱/۵ یعنی سیمی که سطح مقطع آن  $1/5 \text{mm}^2$  است، شکل ۹-۲ سطح مقطع سیم را نشان می‌دهد.



شکل ۹-۲- سطح مقطع سیم

**سیم‌های مورد استفاده در سیم‌کشی ساختمان:** در سیم‌کشی ساختمان سه نوع سیم به شرح زیر استفاده می‌شود:  
**سیم‌های مفتولی یا استخوانی یا سیم‌های خشک:** انعطاف‌پذیری این سیم نسبت به دو سیم دیگر (نیمه‌افشان و افشان) کمتر است. موارد کاربرد سیم‌های مفتولی برای مصرف در تابلوهای برق و تأسیساتی که به طور ثابت نصب می‌شوند و در نقاط خشک در داخل لوله، روی دیوار، داخل دیوار و خارج از آن با استفاده از مقره می‌باشد. سیم‌های مفتولی در حلقه‌های  $100^\circ$  متری با عایق به رنگ‌های مختلف در بازار به مصرف‌کننده‌ها عرضه می‌شود. در شکل ۱۰-۲ تصویر ظاهری سطح مقطع سیم مفتولی را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۰-۲- تصویر سطح مقطع سیم مفتولی

**سیم‌های نیمه‌افشان:** ساختمان این سیم شبیه سیم مفتولی است یعنی از تعداد محدودی رشته سیم با پوششی از PVC به عنوان عایق تشکیل شده است. ولتاژ نامی این سیم  $50^\circ/45^\circ$  ولت است. زمینه کاربرد این سیم شبیه سیم مفتولی بوده و در مواردی که به انعطاف بیشتری نسبت به سیم مفتولی نیاز است، از سیم نیمه‌افشان استفاده می‌شود. در شکل ۱۱-۲ تصویر ظاهری سطح مقطع سیم نیمه‌افشان آمده است. سیم‌های نیمه‌افشان از تعدادی سیم مفتولی با مقطع کوچک‌تر شکل می‌گیرند.



شکل ۱۱-۲- سطح مقطع سیم نیمه افشان

سیم‌های روشنایی را نشان می‌دهد. این سیم‌ها براساس سطح مقطع طبقه‌بندی می‌شوند.

برای مدارهای الکتریکی سیم‌ها براساس مقدار جریانی که می‌توانند تحمل کنند، انتخاب می‌شوند. در انتخاب سیم‌ها معمولاً دو محدودیت وجود دارد. اولین محدودیت، محدودیت مکانی است که به طریقی به محدودیت اقتصادی نیز مربوط می‌شود، به عبارت دیگر سیم مصرفی باید حداقل فضا را اشغال کند و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد. دومین محدودیت آن تحمل جریان الکتریکی است. بدیهی است که اگر به خاطر مسائل اقتصادی، سیم با مقطع کمتری انتخاب شود، جریان مدار را تحمل نمی‌کند و می‌سوزد. بنابراین لازم است مقطع انتخاب شده، از نظر اقتصادی و تحمل جریان بهینه باشد. برای این منظور جداول

**سیم‌های افشان یا رشته‌ای:** ساختمان این سیم نیز شبیه سیم‌های مفتولی و نیمه افشان از دو قسمت هادی و عایقی از جنس PVC تشکیل شده است با این تفاوت که هادی در این نوع سیم‌ها از رشته‌های نازکی از جنس مس می‌باشد. انعطاف‌پذیری این سیم از سیم مفتولی و سیم نیمه افشان بیشتر است. ولتاژ نامی این سیم ۳۰۰/۵۰۰ ولت است. سیم‌های افشان نیز در حلقه‌های ۱۰۰ متری با عایق به رنگ‌های مختلف و با سطح مقطع‌های مختلف در بازار به مصرف‌کننده‌ها عرضه می‌شود. سطح مقطع ظاهری سیم افشان به صورت شکل ۱۲-۲ است.



شکل ۱۲-۲- سطح مقطع سیم افشان

با مراجعه به آیین‌نامه مقررات ملی ساختمان، موارد و کاربرد سیم‌های مفتولی، افشان و نیمه افشان را بیابید و نتایج را به کلاس عرضه کنید.

پژوهش



ب- سایر سیم‌های روکش‌دار

شکل ۱۳-۲- انواع سیم‌ها

**۲-۷- طبقه‌بندی سیم‌ها با توجه به قطر و سطح مقطع**  
سیم‌های مورد استفاده در صنایع الکتریکی معمولاً از جنس مس یا آلومینیوم ساخته می‌شوند. سیم‌های لاک‌ی که داخل دستگاه‌های الکتریکی به منظور سیم‌پیچ (الفاگر) به کار می‌روند، با قطر سیم شناسایی می‌شوند. شکل‌های ب و الف - ۱۳-۲، سایر سیم‌های ارتباطی از قبیل کابل‌ها و

استانداردی را برای مقطع و مقدار جریانی که سیم‌ها در حالت کار طبیعی می‌توانند تحمل کنند تهیه و در اختیار مصرف‌کنندگان قرار می‌دهند. جدول ۱-۲ نمونه‌ای از این جداول استاندارد را نشان می‌دهد.

جدول ۱-۲ - نمونه‌ای از جداول استاندارد

تعداد دور در هر $cm^2$	مقاومت سیم $\Omega/m$	وزن سیم $gr/m$	سطح مقطع سیم $mm^2$	قطر سیم با لاک $mm$	قطر سیم $mm$
۲۰۰۰	۸/۹۴	۰/۱۹	۰/۰۲	۰/۰۶۲	۰/۰۵
۱۵۰۰۰	۶/۲۱	۰/۲۷	۰/۰۲۸	۰/۰۷۵	۰/۰۶
۱۱۰۰۰	۴/۵۶	۰/۳۷	۰/۰۳۹	۰/۰۸۵	۰/۰۷

### پویانمایی

پویانمایی قطر سیم با لاک و بدون لاک و چگونگی قرار گرفتن تعداد مقطع حلقه‌های سیم در یک سانتی متر مربع را مشاهده کنید.

با مراجعه به منابع مختلف از جمله سایت‌های اینترنتی جدول کامل سیم‌های لاک‌ی را که در جدول ۱-۲ آمده است بیابید و چگونگی کاربرد آن را به بحث بگذارید و گزارشی به کلاس ارائه دهید.

پژوهش



فکر کنید



- به چه دلیل جریان برق موجب آتش‌سوزی در یک فروشگاه یا منزل مسکونی می‌شود؟
- چرا برق‌کاران ساختمان از سیم‌ها با ضخامت و رنگ‌های متفاوت استفاده می‌کنند؟
- آیا برای اتصال سیم‌ها استاندارد وجود دارد؟ در صورت کوتاه بودن سیم آیا امکان اتصال سیم به قطعه دیگری از سیم وجود دارد؟

نکته



هنگام محاسبه جریان سیم برای سیم‌پیچی بوبین باید قطر سیم بدون روکش را در نظر بگیرید، در صورتی که برای محاسبه فضای مورد نیاز باید قطر سیم با روکش در نظر گرفته شود.

الگوی پرسش



در فضای یک سانتی متر مربع حدوداً چند رشته سیم لاک‌ی با قطر  $0.5mm$  میلی‌متر جای می‌گیرد؟ محاسبه کنید.

۸-۲ - محاسبه شدت جریان عبوری از سیم‌پیچ یکی از مراحل مهم در طراحی و ساخت بوبین محاسبه جریان مجاز عبوری از سیم‌پیچ و تعیین قطر سیم است. برای تعیین قطر سیم باید چگالی جریان مجاز عبوری از سیم را داشته باشیم. **چگالی جریان:** شدت جریانی که یک میلی‌متر مربع سطح مقطع هر سیم در کار طبیعی تحمل می‌کند را چگالی جریان می‌گویند. چگالی جریان را با  $J$  نشان می‌دهند. واحد چگالی جریان آمپر بر میلی‌متر مربع  $(\frac{A}{mm^2})$  است و از رابطه  $J = \frac{I}{A}$  محاسبه می‌شود. در این رابطه  $I$  شدت جریان عبوری از سیم بر حسب آمپر و  $A$  سطح مقطع سیم مورد نیاز بر حسب میلی‌متر مربع است. چگالی جریان بر حسب آمپر بر میلی‌متر مربع در نظر گرفته می‌شود. در تعیین قطر و سطح مقطع سیم‌ها، داشتن جداول یا منحنی‌هایی که چگالی جریان را نشان بدهند ضروری است. مقدار  $J$  متناسب با توان مورد نیاز برای بوبین تعیین می‌شود. جدول ۲-۲ مقادیر مختلف  $J$  را با توجه به جریان عبوری از سیم‌پیچ به ما می‌دهد. از آنجا که بوبین‌های مورد نظر ما معمولاً جریان کمی نیاز دارند،

### پویانمایی

پویانمایی در مورد انتخاب قطر سیم مناسب و نامناسب (کمتر یا بیشتر) و اثر آن در کاربرد سیم بیج را ببینید.

### بارش فکری

با کمک اعضای گروه خود مثال‌های دیگری را طراحی کنید و از بین مثال‌های طراحی شده یک نمونه را انتخاب و به کلاس ارائه دهید.

### نرم افزار

با مراجعه به اینترنت ابزار محاسبه‌ای را پیدا کنید که با استفاده از آن بتوانید با دادن مقادیر A و J قطر سیم مورد نیاز برای پیچیدن بوبین را بیابید.

### نکته

برای محاسبه فضای مورد نیاز باید قطر سیم با روکش در نظر گرفته شود.

### خلاقیت

رابطه‌ای به دست آورید که بدون محاسبه سطح مقطع، قطر سیم به دست آید.

### فیلم ۳

فیلم کاربرد میکرومتر را ملاحظه کنید و کاربرد آن را به طور کامل بیاموزید.

### الگوی پرسش

در صورتی که چگالی جریان ۴ آمپر و قطر سیم ۱ میلی‌متر باشد، جریان مجاز عبوری از سیم چند میلی‌آمپر است؟

انتخاب سیم بیج با توان تا ۵۰ وات و با چگالی جریان ۴ آمپر بر میلی‌متر مربع کفایت می‌کند.

جدول ۲-۲ رابطه چگالی جریان و توان برای سیم‌های لاکه

P (V . A)	J ( $\frac{\text{آمپر}}{\text{میلی‌متر مربع}}$ )
۰ - ۵۰	۴
۵۰ - ۱۰۰	۳/۵
۱۰۰ - ۲۰۰	۳
۲۰۰ - ۵۰۰	۲/۵

باید همواره توجه داشته باشیم که جریان نامی یا جریان مجاز سیم، عبارت از جریانی است که در شرایط کار طبیعی از سیم عبور می‌کند بدون اینکه آسیبی به آن وارد شود. علاوه بر جریان مجاز، جریان دیگری به نام جریان ذوب سیم یا جریان فیوژی سیم وجود دارد که موجب ذوب شدن سیم و آتش‌سوزی می‌شود. از این خاصیت برای طراحی فیوزها استفاده می‌کنند.

**مثال:** چگالی جریان برای یک سیم ۴ آمپر بر میلی‌متر مربع است در صورتی که جریان عبوری از سیم ۲/۵ آمپر باشد، قطر سیم را محاسبه کنید.

**حل:** با استفاده از رابطه چگالی جریان و سطح مقطع، قطر سیم را محاسبه می‌کنیم.

$$A = \frac{I}{J} = \frac{2/5A}{4A/mm^2} = 0/625mm^2, A = \pi r^2 = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0/625}{\pi}} = \sqrt{0/796} = 0/89mm$$

با مراجعه به جدول سیم‌ها، مشاهده می‌شود که سیم شماره ۸/۹ وجود ندارد. در این حالت باید سیمی با شماره بالاتر را انتخاب کنیم. نزدیک‌ترین و مناسب‌ترین سیم در جدول سیم شماره ۹/۰ است که آن را انتخاب می‌کنیم.

۹-۲- اندازه‌گیری قطر سیم با میکرومتر (ریزسنج)  
ریزسنج یا میکرومتر دستگاهی است که می‌توان با آن قطر سیم‌های نازک و ضخامت ورق‌ها را تا دقت یک صدم میلی‌متر، اندازه‌گیری کرد. میکرومتر اساساً از یک میله و یک پیچ درست شده است. در این وسیله، میله استوانه‌ای تو خالی است که سطح خارجی آن بر حسب میلی‌متر مدرج شده است. روی پیچ کلاهکی قرار دارد که می‌تواند در امتداد غلاف جابه‌جا شود. کلاهک پیچ روی سطح خارجی میله حرکت می‌کند. با پیچاندن جغجغه هرزگرد، کلاهک بر روی میله جابه‌جا می‌شود. در شکل ۱۴-۲ میکرومتر مکانیکی و دیجیتالی و قسمت‌های مختلف آن معرفی شده است.

اگر کلاهک یک دور بچرخد زبانه متحرک نیم میلی‌متر جابه‌جا می‌شود (گام پیچ نیم میلی‌متر است). لبه کلاهک به  $50^\circ$  قسمت تقسیم شده است، بنابراین هر درجه موجود بر روی کلاهک یک صدم میلی‌متر را نشان می‌دهد. برای اندازه‌گیری قطر سیم، سیم را بین دو فک میکرومتر قرار می‌دهیم و جغجغه هرزگرد را آنقدر می‌چرخانیم تا دو فک، سیم را در میان بگیرند. در این حالت جغجغه هرزگرد با چرخش خود صدایی تولید می‌کند و فک‌ها دیگر پیش نمی‌روند. از خط‌کش موجود در مهره غلاف میکرومتر، مقدار میلی‌متر و از لبه کلاهک صدم میلی‌متر را می‌خوانیم.



شکل ۱۴-۲- دو نمونه میکرومتر

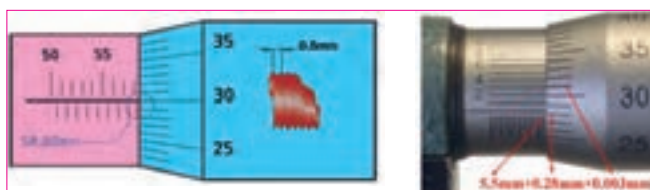
با استفاده از منابع مختلف از جمله اینترنت، درباره میکرومتر دیجیتالی پژوهش کنید و یک گزارش کامل تنظیم کنید و به کلاس ارائه دهید.

پژوهش



چگونگی خواندن مقادیر را در شکل ۱۵-۲ تشریح کنید.

فعالیت



شکل ۱۵-۲- اندازه‌گیری با میکرومتر

۶ مقادیر اندازه‌گیری شده را با شماره سیم‌های موجود در جدول انطباق دهید.

جدول ۳-۲ اندازه‌گیری قطر سیم بامیکرومتر

شماره	d قطر (mm)	$A = \frac{\pi d^2}{4}$ سطح مقطع (mm <sup>2</sup> )
۱		
۲		
۳		
۴		

۷ گزارش کاملی از انجام این کار در حداکثر یک صفحه در دفتر یا کتاب گزارش کار بنویسید.

تمرین

با استفاده از میکرومتر ضخامت کاغذ، قطر میله خودکار، قطر سیم‌های مختلف یا موارد مشابه دیگر را اندازه بگیرید تا شایستگی و مهارت لازم را در کاربرد میکرومتر کسب کنید.

ارزشیابی

به شاخص‌ها و معیارهای ارزشیابی و امتیازدهی که در کتاب همراه آمده است توجه کنید. این معیارها تعیین‌کننده میزان شایستگی شما در انجام کار است.

**آشنایی با صنایع مس ایران:** یکی از تولیدات اصلی و ارزشمند در ایران مس و فراورده‌های آن است. کارخانه‌های مس سرچشمه (شکل ۱۷-۲) و مس شهید باهنر از جمله کارخانه‌هایی هستند که با استفاده از مواد خام، شمش و ورق، مس تولید می‌کنند.



شکل ۱۷-۲ کارخانه مس سرچشمه

۱۰-۲- کار عملی ۱: کار با میکرومتر

هدف: کسب مهارت لازم در اندازه‌گیری ضخامت و قطر سیم و سایل لازم: میکرومتر - چهار قطعه سیم لاکی در قطرهای متفاوت - برجسب نکات ایمنی: میکرومتر دستگاهی بسیار حساس و دقیق است، مطابق شکل ۱۶-۲ آن را طوری در دست بگیرید که هرگز بر روی زمین سقوط نکند.



شکل ۱۶-۲ چگونگی در دست گرفتن میکرومتر

- از ضربه زدن به کلیه اجزاء میکرومتر و بازی کردن با آن جداً خودداری کنید.  
- چنانچه از میکرومتر مکانیکی استفاده می‌کنید، هنگام اندازه‌گیری وقتی صدای جفجغه شنیده شد، فوراً چرخاندن قسمت‌های متحرک دستگاه را متوقف کنید.  
- از وارد کردن فشار در جهات مختلف به اهرم‌ها و سایر اجزاء میکرومتر پرهیز کنید.

### مراحل انجام کار

- ۱ یک میکرومتر در اختیار بگیرید و عملکرد آن را به طور کامل شرح دهید.
- ۲ چهار نمونه سیم لاکی را که در اختیار دارید با برجسب شماره‌گذاری کنید.
- ۳ با استفاده از سمباده نرم قسمت پوشش لاکی سیم را بردارید.
- ۴ قطر سیم لاکی را که در اختیار دارید (بدون روکش) اندازه بگیرید.
- ۵ مقادیر خوانده شده را به ترتیب شماره در جدول ۳-۲ وارد کنید.



با استفاده از منابع مختلف تعداد کارخانه‌هایی که شمش مس را تبدیل به سیم مسی روکش دار (لاکی) می‌کنند، شناسایی و کاربرد محصولات آنها را تشریح نمایید و نتایج را به کلاس ارائه دهید.

۲) موضوع را با مشتری مطرح کند سپس اقدام به تعمیر سیم پیچی نماید.

۳) سیم پیچی نکند.

موضوع را در کلاس مطرح و بحث کنید و نتایج به دست آمده را به صورت یک گزارش کار ارائه دهید.

## الگوی پرسش

۱ سیم‌های لاکی بر اساس ..... و سیم‌های روشنایی بر اساس ..... طبقه‌بندی می‌شوند.

۱) قطر - قطر (۲) سطح مقطع - سطح مقطع  
 ۳) سطح مقطع - قطر (۴) قطر - سطح مقطع  
 ۲) چگالی جریان یک سیم  $4 \text{ A/mm}^2$  است. قطر سیم مورد نیاز را برای عبور جریان ۱ آمپر محاسبه کنید.

۱)  $0.28$  (۲)  $0.56$

۳)  $1/13$  (۴)  $2/26$

۲) کدام یک از اندازه‌گیری‌های داده شده دقیق‌تر است؟

۱)  $12/2$  (۲)  $12/200$

۳)  $12/20$  (۴) دقت همه یکسان است

۴) دقت اندازه‌گیری ریزسنج (میکرومتر) که با آن کار کردید کدام است؟

۱) پنج صدم میلی‌متر (۲) یک دهم میلی‌متر

۳) دو صدم میلی‌متر (۴) یک صدم میلی‌متر

۵) شخصی پنکه‌ای را جهت تعمیر به تعمیرگاه می‌برد.

مشخص می‌شود که سیم پیچ آن سوخته است. تعمیرکار قطر سیم را با میکرومتر اندازه می‌گیرد. در تعمیرگاه سیم با قطر مورد نظر وجود ندارد ولی قطر نزدیک به آن موجود است.

مشتری اصرار دارد کارش سریع‌تر انجام گیرد. به نظر شما تعمیرکار کدام یک از کارهای زیر را باید انجام دهد؟

۱) بدون آنکه موضوع را با مشتری مطرح کند، سیم موجود را برای سیم پیچی استفاده کند تا مشتری دچار تردید نشود.

۱-۱-۲ - محاسبه عملی سیم پیچ (بوبین) با هسته هوا

برای پیچیدن بوبین باید اطلاعات زیر را داشته باشیم:

◀ جریان عبوری از بوبین (I بر حسب آمپر یا میلی‌آمپر)

◀ ضریب خودالقایی بوبین (L بر حسب میکروهنری)

◀ حجم فضایی که بوبین اشغال می‌کند (سانتی متر مکعب که بستگی به طول و قطر بوبین دارد)

◀ قطر قرقره (D بر حسب سانتی‌متر)

◀ طول مفید سیم پیچ (l بر حسب سانتی‌متر)

◀ تعداد دور سیم پیچ (N بر حسب تعداد دور)

◀ قطر سیم مورد استفاده (d بر حسب سانتی‌متر)

با در دست داشتن اطلاعات کافی می‌توانیم مقدار مجهول را با استفاده از رابطه‌های مرتبط تعیین کنیم.

می‌دانیم مقدار ضریب خودالقایی بوبین را می‌توانیم از رابطه

$L = \frac{0.08 D^2 N^2}{3D + 9l}$  محاسبه کنیم. از طرفی هدف ما پیچیدن

یک سیم پیچ با ضریب خودالقائه مشخص است، لذا این رابطه نمی‌تواند قابل استفاده باشد. ما نیاز به رابطه‌ای داریم

که بتوانیم تعداد دور (N) را برای بوبینی با ابعاد معین و محدودیت‌های تعیین شده به شرح زیر محاسبه کنیم:

● چون سیم‌ها روی قرقره پیچیده می‌شود طبق رابطه زیر، طول بوبین تابعی از قطر سیم و تعداد دور آن است که با افزایش تعداد دور، طول بوبین افزایش و ضریب خودالقایی آن کاهش می‌یابد:

$$I = Nd \rightarrow \text{قطر سیم} \times \text{تعداد دور} = \text{طول بوبین}$$



بنابراین باید به گونه‌ای عمل کنیم که این محدودیت را پوشش دهیم.

• معمولاً محدودیت فضا برای نصب بوبین وجود دارد که باید در نظر گرفته شود. برای به دست آوردن یک رابطه قابل قبول و مطلوب، به جای  $l$  در رابطه ضریب خودالقایی

$$L = \frac{0.08 D^2 N^2}{3D + 4Nd}$$

مقدار  $l = Nd$  را می‌گذاریم:

با استفاده از رابطه بالا می‌توانیم مقدار تعداد دور  $N$  را محاسبه کنیم. محاسبه مقدار  $N$  و تعیین طول مناسب در بحث ما نمی‌گنجد. در صورت تمایل به محاسبه می‌توانید به منابع مرتبط مراجعه کنید. در این محاسبات استفاده از نرم افزار مانعی ندارد.

• با مراجعه به منابع مختلف و اینترنت وجود یا نبود روابط دیگر برای محاسبه بوبین با هسته هوا را بررسی کنید و نتایج را به کلاس ارائه دهید.

• بهترین روش برای انتخاب طول بوبین و قطر سیم با توجه به فضای محدودی که در اختیار داریم را بیابید و در کلاس به بحث بگذارید.

حل:

• **محاسبه قطر سیم:** ابتدا با استفاده از چگالی جریان و جریان عبوری از بوبین قطر سیم را محاسبه می‌کنیم.

$$d = \frac{1}{13} \sqrt{\frac{I}{J}} = \frac{1}{13} \sqrt{\frac{0.2}{4}} = \frac{1}{13} \sqrt{\frac{2}{40}}$$

$$d = \frac{1}{13} \sqrt{0.05} = 0.252 \text{ mm}$$

• **انتخاب سیم استاندارد:** با مراجعه به جدول قطر سیم مناسب (بدون لاک) را انتخاب می‌کنیم. در جدول سیم‌های استاندارد، سیم با قطر  $0.252$  وجود ندارد، اما سیم با قطر  $0.25$  و  $0.26$  وجود دارد. در این شرایط باید قطر بزرگتر یعنی  $0.26 \text{ mm}$  را انتخاب کنیم.

قطر سیم استاندارد بدون لاک  $d = 0.26 \text{ mm} = 0.26 \text{ cm}$  برای محاسبه تعداد دور بوبین از قطر سیم بدون لاک و برای محاسبه فضای مورد نیاز از قطر سیم با لاک استفاده می‌کنیم. برای اجرای این محاسبات می‌توانید از نرم افزار استفاده کنید. برای ساخت بوبین در این کار عملی محاسبات را از قبل انجام داده ایم.

باتوجه به محاسبات انجام شده، قرقره‌ای با طول  $1/6$  سانتیمتر نیاز ما را برطرف می‌کند.



پژوهش

بررسی کنید، در صورتی که طول بوبین بزرگ‌تر از فضای پیش‌بینی شده باشد، برای کاهش طول چه باید کرد؟ نتیجه پژوهش خود را به کلاس ارائه دهید.

۱۳-۲ محاسبه بوبین‌های یک لایه با استفاده از نرم‌افزار

◀ نرم‌افزار محاسبه بوبین یک لایه را نصب کنید.

◀ با استفاده از امکانات نرم‌افزار مشخصات بوبین  $10 \mu\text{H}$  میکروهنری داده شده در مثال را محاسبه کنید.

◀ مقادیر به دست آمده به وسیله نرم‌افزار را با مقادیر محاسبه شده با استفاده از رابطه مقایسه کنید.

۱۲-۲ برای محاسبه یک بوبین کاربردی باید مراحل زیر را اجرا کنید

الف) متناسب با فضای موجود، ابعاد قرقره را انتخاب کنید.  
ب) قطر سیم را مطابق با جریان عبوری مورد نیاز محاسبه کنید. چون سیم لاکی با سطح مقطع دایره‌ای برای پیچیدن بوبین به کار می‌رود، باید برای محاسبه قطر سیم از چگالی جریان و جریان عبوری از سیم پیچ استفاده کنید.

**مثال:** بوبینی طراحی کنید که ضریب خودالقایی آن  $10 \mu\text{H}$  و جریان عبوری از آن  $20 \text{ mA}$ ،  $D = 1 \text{ cm}$  و  $z = 4 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2}$  باشد. طول بوبین در این شرایط چقدر می‌شود؟