کتاب طراحی و ساخت مدار چاپی

ایران استخدام

سرویس خصوصی خدمات عام المنفعه اخبار شغل و استخدام

Www.IranEstekhdam.Ir

خواننده گرامی؛ در جهت بهبود کیفیت این فایل؛ لطفاً هرگونه انتقاد و پیشنهاد خود در مورد مطالب آن
و یا گزارش مشکل را به آدرس ایمیل و یا با شماره تلفن زیر مطرح نمایید:

شماره تلفن تماس: ۰۲۱-۹۱۳۰۰۰۱۳ آدرس ایمیل: soal@iranestekhdam.ir

Www.IranEstekhdam.Ir

«لینک‌های مفید و مرتبط»

دانلود منابع آزمون استخدامی هنرآموز الکترونیک

خرید و دانلود

دانلود نمونه سوالات آزمون استخدامی هنرآموز الکترونیک

خرید و دانلود

بسم الله الرحمن الرحیم

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰى مُحَمَّدٍ وَ آلِ مُحَمَّدٍ وَ عَجِّلْ فَرَجَهُمْ

طراحی و ساخت مدارهای چاپی

رشتهٔ الکترونیک

گروه برق و رایانه

شاخهٔ فنی و حرفه‌ای

پایهٔ دهم دورهٔ دوم متوسطه

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب: طراحی و ساخت مدارهای چاپی ـ ۲۱۰۲۷۸
پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای وکاردانش
شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: شهرام نصیری سوادکوهی، شهرام خدادادی، محمود شبانی، احمد توکلی و محسن کیالاشکی (اعضای شورای برنامه ریزی)
شهرام نصیری سوادکوهی، شهرام خدادادی، محمود شبانی و احمد توکلی (اعضای گروه تألیف) محمود شبانی، محسن کیالاشکی (ویراستار فنی و ادبی)
مدیریت آماده‌سازی هنری: ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
شناسه افزوده آماده‌سازی: جواد صفری (مدیر هنری) ـ مریم دهقان‌زاده (صفحه‌آرا) ـ مریم کیوان (طراح جلد)
نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ساختمان شمارهٔ ۴آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
تلفن: ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وب‌گاه: www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir
ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (دارو پخش)
تلفن: ۵ـ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰ صندوق پستی: ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵
چاپخانه: شرکت چاپ ونشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ دوم ۱۴۰۵

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 به‌صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، 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.

شابک ۳-۳۷۴۷ـ ۰۵ ـ ۹۶۴ ـ ۹۷۸ **ISBN 978 - 964 - 05 - 3747 - 3**



ملت شریف ما اگر در این انقلاب بخواهد پیروز شود باید دست از آستین برآرد و به کار بپردازد. از متن دانشگاه‌ها تا بازارها و کارخانه‌ها و مزارع و باغستان‌ها تا آنجا که خودکفا شود و روی پای خود بایستد.

امام خمینی (قُدِّسَ سِرُّهُ)

فهرست

پودمان اول جداسازی و نصب قطعات الکترونیکی گسسته ۱
واحد یادگیری ۱: شایستگی مونتاژ قطعات مجزا (Discrete) ۲
واحد یادگیری ۲: شایستگی مونتاژ قطعات گسسته TH ۴۵

پودمان دوم سیم کشی ساختمان ۷۱
واحد یادگیری ۱: شایستگی نصب تجهیزات الکتریکی ۷۲
واحد یادگیری ۲: شایستگی سیم‌کشی مدارهای روشنایی ساختمان ۱۰۱

پودمان سوم طراحی و شبیه‌سازی مدار چاپی ۱۸۱
واحد یادگیری ۱: شایستگی طراحی دستی نقشه مدار چاپی ۱۸۲
واحد یادگیری ۲: شایستگی شبیه‌سازی و ترسیم مدار چاپی با نرم‌افزار ۱۹۹

پودمان چهارم طراحی مدار چاپی با نرم‌افزار تجاری ۲۲۹
واحد یادگیری ۱: شایستگی راه اندازی نرم‌افزار تجاری و اجرای یک نقشه ۲۳۰
واحد یادگیری ۲: شایستگی اجرای دستورهای ویژه در نرم‌افزار تجاری (Altium Designer) ۲۶۳

پودمان پنجم مونتاژ و راه اندازی بردهای الکترونیکی ۲۸۳
واحد یادگیری ۱: شایستگی آماده سازی فیبرمدار چاپی ۲۸۴
واحد یادگیری ۲: شایستگی مونتاژ، بدون خطا و راه‌اندازی بُرد ۳۰۷

منابع ۳۲۵

این کتاب در سال‌های ۱۴۰۲ و ۱۴۰۳ از منظر چهار گروه از دنیای کار (کارفرمایان بزرگ، خبرگان حرفه‌ای، فروشندگان خدمات و کالا و انجمن‌های حرفه‌ای) و چهار گروه از دنیای آموزش (هنرآموزان خبره، مربیان سازمان آموزش فنی‌وحرفه‌ای، هنرجویان پایه دوازدهم و فارغ‌التحصیلان شاغل) مورد ارزشیابی کشوری قرار گرفت و نتایج آن در محتوا اعمال گردید.

سخنی با هنرجویان عزیز

شرایط در حال 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 توانایی مونتاژ و دمونتاژ قطعات الکترونیکی

۲ شایستگی‌های غیرفنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند نوآوری و مصرف بهینه

۳ شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم‌افزارها

۴ شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر

بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی فنی‌وحرفه‌ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی‌وحرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است.

این درس، دروس پایه شایستگی‌های فنی و کارگاهی است که ویژه رشته الکترونیک تألیف شده است. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت آینده شغلی و حرفه‌ای شما بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید؛ تمام شایستگی‌های آموزش داده شده دراین کتاب را کسب و در فرایند ارزشیابی به اثبات رسانید.

کتاب درسی طراحی و ساخت مدارهای چاپی شامل پنج پودمان است و هر پودمان دارای دو 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. شرط لازم برای کسب شایستگی در هر پودمان، کسب شایستگی در هر دو واحد یادگیری آن پودمان است. در صورت احراز نشدن شایستگی در هر یک از واحدهای یادگیری پس ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی دوباره تا پایان سال تحصیلی وجود دارد. ارزشیابی هر واحد یادگیری نیز از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی فنی تشکیل شده است و شرط لازم برای محاسبه این دو بخش، کسب شایستگی در بخش شایستگی‌های غیرفنی است.

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 با نشانی www.oerp.ir می‌توانید از عناوین آن مطلع شوید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط زیست 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 و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت مؤثر و شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش

سخنی با هنرآموزان گرامی

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 پنج پودمان است و شرط لازم برای کسب شایستگی در هر پودمان کسب شایستگی در هر دو واحد یادگیری آن پودمان است. در صورت احراز نشدن شایستگی در هریک از واحدهای یادگیری پس ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی دوباره تا پایان سال تحصیلی وجود دارد. ارزشیابی هر واحد یادگیری نیز از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی فنی تشکیل شده است و شرط لازم برای محاسبه این دو بخش، کسب شایستگی در بخش شایستگی‌های غیرفنی است. از ویژگی‌های دیگر این کتاب طراحی فعالیت‌های یادگیری ساخت‌یافته در ارتباط با شایستگی‌های فنی و غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای و مباحث زیست‌محیطی است. این کتاب جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است که لازم است از سایر اجزای بستهٔ آموزشی مانند کتاب همراه هنرجو، نرم‌افزار و فیلم آموزشی در فرایند یادگیری استفاده شود. کتاب همراه هنرجو در هنگام یادگیری، ارزشیابی و انجام کار واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. 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.رعایت ایمنی و بهداشت، شایستگی‌های غیرفنی و مراحل کلیدی براساس استاندارد از ملزومات کسب شایستگی می‌باشند.

کتاب شامل پودمان‌های ذیل است:

پودمان اول: با عنوان جداسازی و نصب قطعات الکترونیکی گسسته نام دارد که در آن به اصول لحیم‌کاری، ساخت سیم‌های رابط و سوکت و مونتاژ و دمونتاژ قطعات از روی بُرد مدار چاپی پرداخته است.

پودمان دوم: سیم‌کشی ساختمان است که در آن به سیم‌بندی، دریل‌کاری و سیم‌کشی مدارهای پرکاربرد مانند کلیدهای تک‌پل، دوبل، دیمر، فتوسل و دربازکن پرداخته است.

پودمان سوم: طراحی و شبیه‌سازی مدار چاپی: در این پودمان ترسیم نقشه‌های فنی مدارهای الکترونیکی و شبیه‌سازی و خروجی (PCB) با نرم‌افزار آموزش داده می شود.

پودمان چهارم: طراحی مدار چاپی با نرم‌افزار تجاری: در این پودمان هنرجو فرایند طراحی نقشه الکترونیکی و PCB به کمک نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر و نیز استفاده از ابزارها و امکانات پیشرفته نرم‌افزار را فرامی‌گیرد.

پودمان پنجم: مونتاژ و راه‌اندازی بردهای الکترونیکی: در این پودمان فرایند مونتاژ فیبر مدار چاپی (PCB) و راه‌اندازی بردهای الکترونیکی به همراه مستندسازی آموزش داده می‌شود.

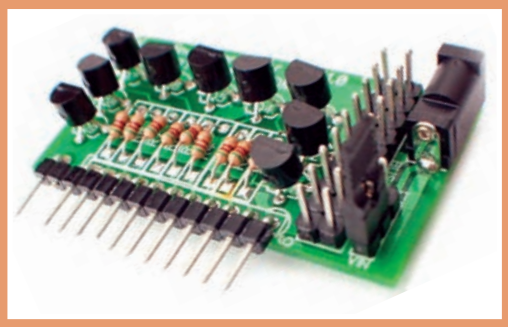
امید است که با تلاش و کوشش شما همکاران گرامی اهداف پیش‌بینی شده برای این درس محقق گردد.

دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

نظرسنجی کتاب درسی

پودمان ۱

جداسازی و نصب قطعات الکترونیکی گسسته









اغلب دستگاه‌های الکترونیکی دارای یک یا چند برد مدار چاپی هستند که قطعات روی آن لحیم شده‌اند. فیبرهاتوسط اتصال‌های دائمی یا جدا شدنی به یکدیگر یا به دستگاه‌ها و وسائل جانبی مانند بلندگو، مونیتور(صفحه نمایشی) و منابع تغذیه ارتباط دارند. لذا لحیم‌کاری صحیح قطعات روی فیبر یا برقراری اتصال با کیفیت بالا بسیار اهمیت دارد. اگر لحیم‌کاری یا اتصال براساس استاندارد و با دقت لازم صورت نگیرد، ممکن است حتی در هنگام حمل ونقل دستگاه به محل مصرف، در اثر تکان و ضربه آسیب ببیند و نیاز به تعمیر پیدا کند. بنابراین لحیم‌کاری و ایجاد انواع اتصال‌های مورد نیاز یکی از اساسی‌ترین مراحل اجرای کار به شمار می‌آید که همواره باید براساس استانداردهای تعریف شده به اجرا درآید.

واحد یادگیری ۱
شایستگی مونتاژ قطعات مجزا (Discrete)

آیا تا به حال فکر کرده‌اید

- برای اتصال یا چسباندن دو قطعه به هم از چه موادی استفاده می‌شود؟
- دو قطعه پس از اتصال یا چسباندن چه ویژگی‌هایی باید داشته باشند؟
- با چه روش‌هایی می‌توانیم دو قطعه را به هم اتصال دهیم یا بچسبانیم؟
- برای اتصال یا چسباندن، از چه ابزارها و تجهیزاتی استفاده می‌شود؟
- اتصال‌های مدارهای الکترونیکی با اتصال‌های معمولی متفاوت است؟
- در الکترونیک چگونه می‌توانیم هویه مناسب را برای لحیم‌کاری انتخاب کنیم؟
- چگونه می‌توانیم قطعات را از روی برد مدار چاپی جدا کنیم؟
- برای دمونتاژ قطعات از روی برد از چه ابزار و تجهیزاتی استفاده می‌شود؟

در الکترونیک برای اتصال قطعات به یکدیگر از فیبر مدار چاپی استفاده می‌کنند. اتصال قطعات روی فیبر مدار چاپی از طریق لحیم‌کاری (soldering) صورت می‌گیرد. از آنجا که یکی از وظایف نصب‌کنندگان و تعمیرکاران، رفع عیب دستگاه‌ها و بردهای الکترونیکی است، غالباً ضرورت ایجاب می‌کند قطعه معیوب را از روی برد جدا کنیم (دمونتاژ demountage یا disassemble پیاده کردن) و آن را با قطعه سالم جایگزین (مونتاژ montage یا assemble سوار کردن) نماییم. برای اجرای این فرایند باید توانایی اجرای صحیح لحیم‌کاری را داشته باشیم. در این واحدیادگیری، بر اساس استاندارد عملکرد، علاوه برآموزش مباحث نظری مرتبط با لحیم‌کاری، ساختمان هویه (iron)، ساختمان قلع‌کش (desoldering tool) ابزارهای مورد نیاز برای لحیم‌کاری، مهارت اجرای لحیم‌کاری، دمونتاژ و اتصال سیم‌ها را فرا می‌گیریم. در فرایند آموزش تعدادی سیم افشان و مفتولی را به هم اتصال می‌دهیم و با روکش حرارتی مخصوص آنها را عایق‌بندی می‌کنیم. پس از اتمام این واحد یادگیری، فراگیرنده باید علاوه برکسب مهارت درانتخاب و به‌کارگیری ابزار، مهارت لازم را در اجرای لحیم‌کاری و دمونتاژ قطعات در حد نیمه‌حرفه‌ای کسب نماید. شایستگی‌های غیرفنی مانند رعایت نکات ایمنی و بهداشتی و توجه به مهارت‌های غیرفنی مانند کار گروهی، مسئولیت‌پذیری، رعایت نظم و ترتیب، توجه به محیط زیست و اخلاق حرفه‌ای نیز از مواردی است که از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند و در تمام مراحل باید رعایت شوند.

استاندارد عملکرد

دمونتاژ قطعات الکترونیکی گسسته (مقاومت، خازن، دیود، ترانزیستور، آی‌سی و...) از روی برد مدار چاپی (PCB) با رعایت اصول ایمنی، استفاده صحیح از ابزارها (هویه، قلع‌کش و...) و بدون آسیب رساندن به قطعات یا برد. سپس بررسی سالم بودن پایه‌ها و برای استفاده مجدد یا تست.

۱ــ اصول لحیم‌کاری

مواد، تجهیزات و ابزار مورد نیاز

سیم مفتولی ـ سیم رشته‌ای ـ خط‌کش ـ ماژیک علامت‌گذاری ـ سیم‌چین ـ سیم لخت‌کن ـ دم‌باریک ـ مواد و ابزار لحیم‌کاری (انواع روغن لحیم ـ انواع لحیم ـ انواع هویه)ـ انواع سیم رشته‌ای ـ مفتولی ـ لوازم‌التحریر ـ هویه قلمی ـ لحیم ۶۰/۴۰ ـ روغن لحیم ـ سنباده ۶۰۰ ـ پایه هویه ـ اسفنج مخصوص پاک کردن نوک هویه ـ سیم بریده شده از قبل ـ سیم افشان۰/۲۵ و ۰/۵ ـ فیش نر و ماده آنتن ـ فیبر اوراقی

فضای آموزش و تجهیزات مربوط به آن

سیستم تهویه ـ ویدئو پروژکتور(یا اسمارت برد به جای ویدئو پروژکتور و پرده نمایش) ـ رایانه ـ ماشین حساب ـ پرده نمایش ـ وایت بردـ مشخصات فنی تجهیزات و فضا و تعداد آن در سند برنامه درسی آمده است.

فیلم

فیلمی از انواع اتصالات را مشاهده کنید.

اتصال دو یا چند قطعه به یکدیگر

در فرایندهای مختلف صنعتی، خانگی و زندگی روزمره موارد فراوانی وجود دارد که باید دو یا چند قطعه را به هم متصل کنیم یا بچسبانیم. برای اجرای این کار از مواد خاص استفاده می‌کنیم، در شکل ۱ چند نمونه مواد مربوط به اتصال و چسباندن را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۱ــ مواد برای اتصال و چسباندن

علاوه بر مواد ذکر شده برای برخی از اتصال‌ها و چسب‌کاری‌ها نیاز به ابزار خاص داریم، مثلاً برای چسباندن شیرازه کتاب با چسب گرم، نیاز به دستگاه چسب گرم و برای اتصال دو فلز برای جوشکاری نیاز به دستگاه جوش و برای لحیم‌کاری نیاز به دستگاه هویه لحیم‌کاری داریم.

کارگروهی

با اعضای گروه خود مشورت کنید و حداقل سه نمونه دستگاه دیگر را برای اتصال و چسباندن نام ببرید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

ویژگی‌های یک اتصال

هدف از اتصال و چسباندن قطعات، ساختن یک وسیله جدید یا برطرف کردن عیب دستگاه معیوب است. با توجه به نوع کاری که در برقراری اتصال صورت می‌گیرد، اتصال ساخته شده می‌تواند یک یا چند ویژگی زیر را داشته باشد:

- استحکام (solidity - rigidity)
- هدایت الکتریکی (Electrical conductivity)
- هدایت حرارتی (thermal conductivity)
- آب بندی (sealing joint)

استحکام (solidity - rigidity): منظور از استحکام، داشتن یک اتصال یا چسبندگی محکم مورد انتظار است، مثلاً هنگامی‌که پایه میز را به میز متصل می‌کنیم، باید استحکام آن در حدی باشد که در جابه‌جایی و فرایند استفاده از آن از میز جدا نشود. یا وقتی دو قطعه مقوا را به هم می‌چسبانیم، پس از خشک شدن از هم گسیخته نشوند.

هدایت الکتریکی (Electrical conductivity): هنگامی‌که دو قطعه سیم را به هم وصل می‌کنیم هدف، برقراری اتصال الکتریکی با هدایت الکتریکی مناسب است.

هدایت حرارتی (thermal conductivity): وقتی پره‌های رادیاتور خودرو یا سامانه گرمایش منازل به هم متصل می‌شوند، باید دارای هدایت حرارتی خوب باشند تا بتوانند گرما را منتقل کنند. این موضوع برای اتصال ترموکوپل‌ها و ترموپیل‌ها هم صدق می‌کند.

آب‌بندی (sealing joint): در بسیاری از موارد لازم است دو قطعه مثلاً دو قطعه لوله آب یا گاز را طوری به هم متصل کنیم که غیرقابل نفوذ باشد. غیرقابل نفوذ بودن را اصطلاحاً آب‌بندی شدن می‌گویند.

کارگروهی

برخی از اتصال‌ها مانند رادیاتور خودرو ممکن است دو یا چند ویژگی را همزمان داشته باشند، مثلاً رادیاتور خودرو ویژگی‌های هدایت حرارتی و آب‌بندی را با هم دارد. به اطراف خود نگاه کنید، مواردی را که از اتصال و چسب استفاده شده است را شناسایی کنید، در مورد دلیل استفاده از اتصال و ویژگی آنها بحث کنید. پس از جمع‌بندی نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

کارگروهی

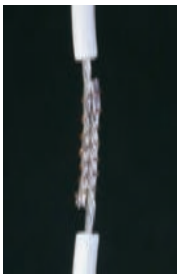
درباره هدف از ایجاد اتصال لحیم‌کاری و ویژگی‌های آن با هم بحث کنید و نتایج را به کلاس ارائه دهید.

اتصال‌ها از نظر کاربرد در دوگروه دائمی و جداشدنی تقسیم می‌شوند.

اتصال‌های دائمی: اتصال‌های دائمی را نمی‌توانیم به آسانی از هم باز کنیم. معمولاً این نوع اتصال‌ها به اندازه عمر مفید خود باقی می‌مانند. تنها در شرایطی آنها را باز می‌کنند که به تعمیر نیاز باشد. ازانواع اتصال‌های دائمی می‌توان اتصال‌های جوشکاری و لحیم‌کاری را نام برد.

اتصال‌های جدا شدنی: این اتصال‌ها قابل باز شدن هستند. در صورت نیاز می‌توانیم این نوع اتصال‌ها را از هم باز کنیم و دوباره ببندیم. اتصال‌های پیچ مهره‌ای و اتصال سیم در ترمینال‌های برق نمونه‌هایی از اتصال‌های جدا شدنی هستند.

اتصال‌های شکل ۲ ازکدام نوع است؟ با علامت × مشخص کنید.

ترمینال اتصال	دو سیم ساده به هم تابیده شده	مقاومت لحیم‌شده روی مدار چاپی	سیم متصل به پریز برق	سیم لحیم‌کاری شده
				
دائمی□ جدا شدنی□	دائمی□ جدا شدنی□	دائمی□ جدا شدنی□	دائمی□ جدا شدنی□	دائمی□ جدا شدنی□

شکل ۲ــ تشخیص انواع اتصال

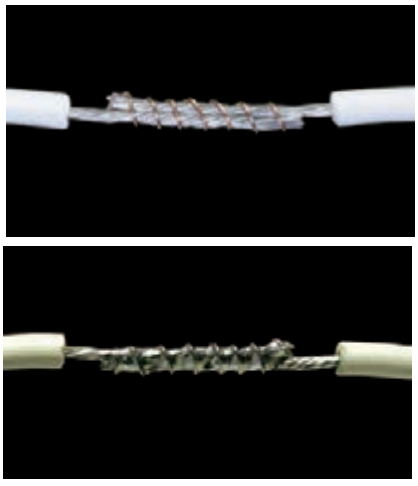
فیلم

فیلمی از انواع لحیم‌کاری را مشاهده کنید.

اتصال‌های لحیم‌کاری

منظور از لحیم‌کاری اتصال دو یا چند قطعه فلز به یکدیگر است. این عمل به وسیله آلیاژی از قلع و سرب، گاهی همراه با سایر فلزات که آنها را لحیم می‌نامند، انجام می‌شود.

برای انجام لحیم‌کاری، ابتدا محل اتصال دو فلز را به وسیله دستگاهی به نام هویه در حدی گرم می‌کنند که دمای آن به نقطه ذوب لحیم برسد و لحیم در محل اتصال ذوب شود. پس از نفوذ مولکول‌های لحیم در فلز و آمیخته شدن با آن، عمل چسبیدن اتفاق می‌افتد و پس از سرد شدن محل اتصال، دو قطعه به هم می‌چسبند و متصل می‌شوند، (شکل ۳).

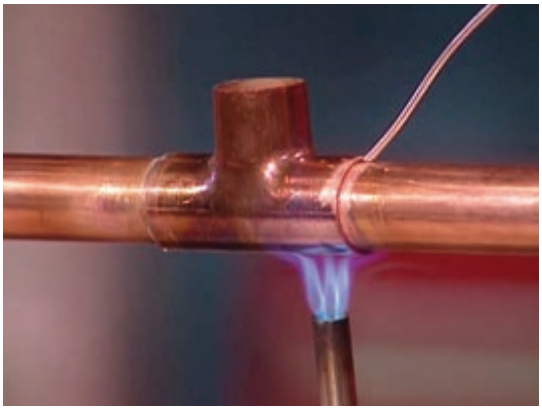


شکل ۳ــ یک نمونه اتصال لحیم‌کاری شده

برای‌ایجاد انواع اتصال‌های لحیمی معمولاً از دو روش لحیم‌کاری سخت یا خشن (hard soldering) و لحیم‌کاری نرم یا سست (soft soldering) استفاده می‌کنند.

لحیم‌کاری سخت یا خشن (hard soldering):

اگر دمای لحیم‌کاری بالاتر از ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد باشد به آن لحیم‌کاری سخت (hard soldering) می‌گویند. به عبارت دیگر در لحیم‌کاری سخت درجه حرارت کار بالاست. در استاندارد AWS لحیم‌کاری سخت را با B که ابتدای کلمه Brazing است، نشان می‌دهند. اسم دیگری در صنعت برای لحیم‌کاری سخت وجود دارد که به آن لحیم‌کاری سخت نقره‌ای می‌گویند. فلزات پرکننده لحیم‌کاری سخت نقره‌ای، لحیم نیستند. توجه داشته باشیدکه استحکام آلیاژ مورد استفاده در لحیم‌کاری سخت، بالاتراز لحیم‌کاری نرم است، لذا در مواردی مانند اتصال پیل‌ها از لحیم‌کاری سخت استفاده می‌کنند، (شکل ۴).



شکل ۴ـ یک نمونه لحیم‌کاری سخت استاندارد

پژوهش

درباره استاندارد AWS و موادی که روی آنها لحیم‌کاری سخت (Brazing) و لحیم‌کاری نرم (soft soldering) صورت می‌گیرد، تحقیق کنید و نتیجه را به کارگاه ارائه دهید.

لحیم‌کاری نرم یا سست (soft soldering):

در لحیم‌کاری نرم (سست) درجه حرارت کار نسبتاً پایین است. اگر درجهٔ حرارت کمتر از ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد باشد لحیم‌کاری را نرم (soft soldering) می‌نامند. درالکترونیک معمولاً از لحیم‌کاری نرم استفاده می‌کنند، (شکل ۵). لحیم‌کاری نرم را با S نشان می‌دهند.



شکل ۵ـ نمونه‌هایی از لحیم‌کاری نرم

فیلم

فیلمی از انواع مواد و ابزار لحیم‌کاری را مشاهده کنید.

روغن لحیم:

تمام فلزاتی که می‌خواهند به یکدیگر متصل شوند ممکن است در اثر عوامل جوی اکسید شده باشند یا سطوح خارجی آنها کثیف و آلوده گردد. برای از بین بردن این عوامل از مواد پاک‌کننده (روغن لحیم ـ flux) استفاده می‌شود. این مواد علاوه بر آنکه آلودگی سطح قطعات را پاک می‌کنند، مانع از اکسید شدن محل اتصال در هنگام لحیم‌کاری نیز می‌شوند. از این رو تمام مواد پاک‌کننده‌ای که قادرند ترکیباتی مانند اکسیدها را در خود حل کنند، در شمار روغن‌های لحیم‌کاری به حساب می‌آیند. این روغن‌های لحیم‌کاری را ماده کروسیو (Corrosive) یا ساینده می‌گویند. اسیدهای معدنی، محلول‌های آمونیاک وکلرید روی از معروف‌ترین روغن‌های ساینده یاکروسیو هستند. شکل ۶ نمونه‌هایی از این نوع مواد را نشان می‌دهد. برای تعیین مشخصات فنی روغن لحیم باید به بروشور یا برگه اطلاعات فنی آن مراجعه کنید.



شکل ۶ـ نمونه‌هایی ازانواع روغن لحیم (flux)

پژوهش

- با مراجعه به سایت‌های اینترنتی، یک نمونه برگهٔ اطلاعات روغن لحیم‌کاری را بیابید و مشخصات فنی آن را استخراج کنید و ارائه دهید.
- حداقل یک نمونه روغن لحیم را بررسی کنید و مشخصات آن را از روی بر چسب آن استخراج کنید و به کلاس ارائه دهید.

ویژگی‌های روغن لحیم:

- نقطه ذوب روغن لحیم باید کمتر و پایین‌تر از نقطه ذوب لحیم باشد تا زودتر ذوب شود و سطح فلز را پاک کند.
- روغن لحیم ذوب شده باید قدرت گسترش و نفوذ در سطح فلز را داشته باشد ولی نباید روی سطح فلز پخش شود.
- روغن لحیم نباید با فلزات به صورت ترکیب درآید.
- روغن لحیم باید اکسیدها را به آسانی در خودحل کند.
- اثر روغن لحیم باید تا پایان عمل لحیم‌کاری باقی بماند تا در هنگام عمل لحیم‌کاری از اکسید شدن سطح اتصال جلوگیری کند.

لحیم (Solder):

لحیم آلیاژی است از سرب و قلع که نقطه ذوب آن پایین است. آلیاژ لحیم را به صورت شمش و مفتول با قطرهای ۰/۵ تا ۴ میلی‌متر می‌سازند. مفتول لحیم را اصطلاحاً سیم لحیم نیز می‌گویند. در مقطع مفتول‌های لحیم که در صنعت الکترونیک به کار می‌رود، سوراخ‌های سرتاسری وجود دارد که روغن لحیم در داخل آن قرار می‌گیرد (سیم لحیم با مغزی روغن)، (شکل ۷).



شکل ۷ــ نمونه‌ای از لحیم و مقطع حاوی flux

نکته

نسبت قلع و سرب در آلیاژ لحیم بین ۴۰ تا ۶۰ درصد تغییر می‌کند. معمولاً درعمل، مفتول‌های لحیم مورد استفاده در صنعت الکترونیک را باآلیاژهای ۶۰/۴۰ می‌سازند که در آن ۶۰ درصد قلع و ۴۰ درصد سرب وجود دارد. در شکل ۸ یک نمونه قرقره سیم لحیم را ملاحظه می‌کنید. با مراجعه به برچسب یا برگه اطلاعات، این قرقره لحیم دارای ۶۳ درصد قلع و ۳۷ درصد سرب است. آلیاژ لحیم در قطرهای ۰/۶ mm، ۰/۸ mm، ۱mm، ۱/۵mm و ۲ mm ساخته می‌شود.

قرقره لحیم موجود در کارگاه را بررسی کنید، سپس قطرسیم لحیم و درصد آلیاژ آن را با استفاده از برچسب آن تعیین نمایید و بنویسید. همچنین با توجه به شکل ۸ اطلاعات مهم قابل استخراج از آن را توضیح دهید.



شکل ۸ــ نمونه‌ای از مفتول لحیم‌کاری

نکته

با توجه به پیشرفت فناوری درصنایع الکترونیک و گستردگی قطعات الکترونیکی، امروزه تنوع روغن لحیم و لحیم نیز بسیار زیاد شده است، برای کسب، اطلاعات بیشتر می‌توانید با استفاده از کلمات Soldering، Soldering paste یا Desoldering Rework از موتورهای جست‌وجو در اینترنت به اطلاعات بیشتری دسترسی پیدا کنید.

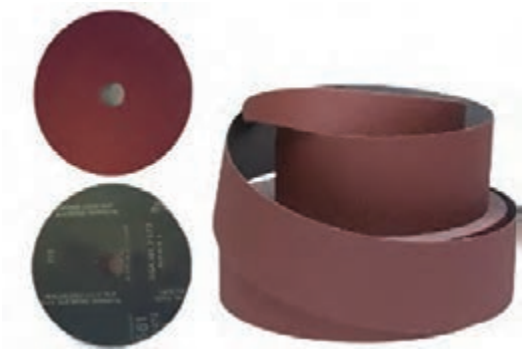
فیلم

فیلمی از انواع سنباده و کاربرد آنها را ببینید.

سنباده:

یکی از مواد مورد استفاده درلحیم‌کاری سنباده است. سنباده از دانه‌های سخت ساینده و خورنده‌ای که با چسب‌های مخصوص مخلوط می‌شود، شکل می‌گیرد. این مخلوط را بر روی صفحه‌های کاغذی یا پارچه‌ای مخصوص می‌چسبانند. از سنباده برای ساییدن و پرداخت در صنعت استفاده می‌شود. سنباده ورقه‌ای از جنس کاغذ، مقوا یا پارچه است که برای ساییدن مواد مختلف مانند فلز، چوب، گچ و گاهی سرامیک استفاده می‌شود.

- سنباده معمولاً برای صاف کردن و آماده کردن سطح ناصاف و خشن به کار می‌رود تا برای رنگ‌کاری آماده شود.
- گاهی سنباده را برای ایجاد شیار و ناصاف کردن سطوح صاف به کار می‌برند تا آنها را برای چسب زدن آماده کنند.
- با توجه به نیاز، سنباده‌ها را در انواع صفحه‌ای یا ورقه‌ای، رولی یا توپی، تسمه‌ای یا نواری، دیسکی یا دایره‌ای و پره‌ای یا ورقه ورقه می‌سازند.



شکل ۹ــ چند نمونه سنباده

در الکترونیک از سنباده نرم برای پاک کردن سطوح مس مدار چاپی و روکش لاکی سیم‌های روکش‌دار استفاده می‌کنند (شکل ۹).

با مراجعه به اینترنت اطلاعات بیشتری درباره سنباده وکاربرد آن بیابید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

استاندارد و درجه‌بندی سنباده: سنباده‌ها را براساس ریزی و درشتی ذرات ساینده و تعداد آنها در واحد سطح (اینچ مربع) یعنی سطحی به ابعاد ۲/۵۴سانتی‌متر در ۲/۵۴ سانتی‌متر، درجه‌بندی و شماره‌گذاری می‌کنند. هر قدر تعداد دانه‌ها در واحد سطح تعریف شده بیشتر شود، اندازه آنها نیز ریزتر و سنباده نرم‌تر می‌شود.

در ایران معمولاً برای شناسایی سنباده و درجه‌بندی آن از استاندارد اروپایی استفاده می‌شود. در جدول ۱ دو نمونه درجه‌بندی استاندارد اروپایی و آمریکایی سنباده‌ها را با قطر ذرات سنباده بر حسب میکرون ملاحظه می‌کنید. در الکترونیک با توجه به نوع کار در استاندارد اروپایی از سنباده‌های ۴۰۰ تا ۸۰۰ استفاده می‌شود.

جدول ۱ــ استاندارد سنباده‌ها

استاندارد اروپایی	استاندارد آمریکایی	قطر ذرات سنباده (میکرون)
P۶۰	۶۰	۲۵۰
P۸۰	۸۰	۱۸۰
P۱۲۰	۱۲۰	۱۰۶
P۱۸۰	۱۸۰	۷۵
P۲۲۰	۲۴۰	۶۳
P۳۶۰	۳۲۰	۴۰/۵
P۸۰۰	۴۰۰	۲۵/۸
P۱۲۰۰	۶۰۰	۱۵/۳
P۲۴۰۰	۸۰۰	۶/۵
P۴۰۰۰	۱۲۰۰	۲/۵

قطعه سنباده‌های چسبانده شده روی تخته را با دست لمس کنید، زبری و نرمی‌آن را با شماره‌های آن انطباق دهید. کدام سنباده‌ها برای کارهای الکترونیکی مناسب است؟ نتیجه را به کارگاه ارائه دهید.

فیلم

فیلمی از انواع سیم‌ها و کاربرد آنها را ببینید.

سیم‌ها

سیم‌ها ارتباط الکتریکی بین قطعات و تجهیزات الکتریکی را برقرار می‌کنند. سیم‌ها را از نظرساختمان قسمت هدایت‌کننده سیم (هادی ـ conductor) به سه گروه، سیم مفتولی (solid wire)، سیم افشان (strand wire) و سیم رشته‌ای مفتولی (solid strand wire) تقسیم می‌کنند، (شکل ۱۰).
سیم‌ها می‌توانند داری روکش و بدون روکش باشند. سیم روکش‌دار در دو گروه با روکش لاکی و با روکش عایق قابل انعطاف تقسیم می‌شوند. سیم‌های نشان داده شده در شکل‌های الف و ب ـ ۱۰ دارای روکش پلاستیکی و شکل پ ـ ۱۰ بدون روکش است.



الف) مفتولی (solid)



ب) افشان (strand)


پ) رشته‌ای (solid/strand wire)

شکل ۱۰ـ انواع سیم‌ها ازنظر ساختار قسمت هدایت‌کننده (هادی)

سیم‌های مفتولی از یک رشته‌هادی از جنس مس با مقاطع ۰/۵، ۰/۷۵، ۱، ۱/۵، ۲/۵، ۴ و ۱۰ میلی‌متر مربع ساخته می‌شوند.
از سیم‌های مفتولی درسیم‌کشی ساختمان استفاده می‌شود. روکش سیم‌های مفتولی تقریباً مانند سیم‌های افشان است.

نکته

در جداول استاندارد، سیم مفتولی، سیم افشان و سیم رشته‌ای را با سطح مقطع و سیم‌های لاکی را با قطر آن مشخص می‌کنند.



شکل ۱۱ـ سیم افشان

- سیم افشان از به هم تابیدن نامنظم چندین تار مسی تولید می‌شود لذا نسبت به سیم مفتولی از انعطاف‌پذیری بیشتری برخوردار است. سطح مقطع هادی و رنگ روکش سیم‌های افشان مشابه سیم مفتولی است (شکل ۱۱).
- سیم‌های رشته‌ای از به هم تابیدن منظم چندین رشته مسی بدون روکش تولید می‌شوند. سیم رشته‌ای از نظر ساختار شبیه سیم افشان است، با این تفاوت که تارهای آن ضخیم‌تراست.

ابزار اتصال

ابزار اتصال با توجه به نوع اتصال بسیارمتنوع و گسترده است. از این رو تشریح و کاربرد این گونه ابزارها را در هر قسمت که نیاز باشد مطرح می‌کنیم. برای ابزارهای عمومی مانند سیم‌چین و انبردست نیز به همین ترتیب عمل خواهیم کرد. از آنجا که انبردست و دم‌باریک کاربرد گسترده‌ای دارند، آنها را معرفی می‌کنیم.

انبردست (pliers): انبردست برای نگهداشتن قطعه کار و قطعه سیم به کار می‌رود. هرانبردست دو فک و دو دسته دارد. هرفک شامل یک لبه تیز و یک لبه پهن آج‌دار است. از لبه‌های تیز برای قطع کردن سیم و از لبه‌های آج‌دار برای نگهداشتن اشیا، بازکردن بست‌های فلزی و صاف کردن سیم استفاده می‌شود (شکل ۱۲). دسته انبردست با روکشی از عایق PVC نرم پوشانده شده است که تحمل ولتاژی حداقل برابر با ۷۵۰ ولت را دارد. از انبردست برای بریدن سیم و نگه داشتن ابزار استفاده می‌شود.



شکل ۱۲ـ انبردست

دم باریک(plier): دم باریک برای نگهداشتن قطعه کاردر مجراهای باریک و بلند و همچنین قطع سیم به کار می‌رود. ویژگی‌های دم باریک مشابه ویژگی‌های انبردست است، (شکل ۱۳).



شکل ۱۳

انبر دست و دم باریک نیز مانند هر وسیلهٔ دیگر دارای برگه مشخصات فنی است که توسط کارخانهٔ سازنده ارائه می‌شود.

خودارزیابی

۱ یک اتصال خوب می‌تواند هر چهار ویژگی:

الف) ..... ب) ..... پ) ..... ت) .....

یا با توجه به نوع اتصال تعدادی از آنها را داشته باشد.

۲ در استاندارد AWS لحیم‌کاری سخت را با (B) و لحیم‌کاری نرم را با (S) نشان می‌دهند.

صحیح ☐ غلط ☐

۳ نوع لحیم‌کاری را در شکل ۱۴ مشخص کنید.



نرم ☐ سخت ☐



نرم ☐ سخت ☐

شکل ۱۴

۴ کدام گزینه در مورد لحیم‌کاری صحیح است؟
۱) نقطه ذوب روغن بیشتر از نقطه ذوب لحیم است.
۲) روغن لحیم ذوب شده باید با لحیم ترکیب شود.
۳) روغن لحیم باید سطح کار را اکسیدکند.
۴) روغن لحیم نباید با فلزات ترکیب شود.

۵ کدام گزینه بهترین نسبت قلع، سرب را در آلیاژ لحیم برای لحیم‌کاری روی بُردهای الکترونیکی نشان می‌دهد؟
۱) ۵۰/۵۰ ۲) ۶۰/۴۰ ۳) ۶۳/۳۷ ۴) ۳۷/۶۳

۶ هر قدر تعداد ذرات ساینده سنباده در واحد سطح بیشتر باشد، سنباده زبرتر و برای کارهای الکترونیکی مناسب‌تر است.
صحیح □ غلط □

۷ ساختار(مفتولی ـ افشان ـ رشته‌ای/ مفتولی) قسمت هدایت‌کننده (هادی) هرسیم را در محل مربوطه در شکل ۱۵ بنویسید.



شکل ۱۵

۸ منظور از لحیم ۴۰/۶۰ کدام گزینه است؟
۱) ۶۰ درصد سرب ـ ۴۰ درصد قلع
۲) ۶۰ درصد قلع ـ ۴۰ درصد مس
۳) ۶۰ درصد قلع ـ ۴۰ درصد سرب
۴) ۶۰ درصدمس ـ ۴۰ درصد قلع

۹ یکی از ویژگی‌های مهم لحیم ۶۳/۳۷ در این است که در درجه حرارت معین حالت خمیری ندارد و بلافاصله ذوب می‌شود.
صحیح □ غلط □

۱۰ در آلیاژ لحیم هر قدر درصد..... بیشتر باشد لحیم در درجه حرارت..... ذوب می‌شود.
۱) سرب ـ کمتر ۲) قلع ـ بیشتر
۳) نقره ـ بیشتر ۴) قلع ـ کمتر

۱۱ در مورد قرقره لحیم شکل ۱۶ به سؤالات زیر پاسخ دهید.
الف) قطر سیم چند میلی‌متر است؟
ب) آیا لحیم دارای سرب است؟
پ) آلیاژهای تشکیل‌دهنده لحیم کدام عناصر است؟



شکل ۱۶ـ قرقره لحیم

۱۲ با توجه به جدول ۲ به سؤالات زیر پاسخ دهید.
الف) لحیمی که به عنوان مرجع سنجش در نظر گرفته شده است، درصد آلیاژ تشکیل‌دهنده و درجه آن را بنویسید.
ب) کمترین نقطه ذوب مربوط به چه آلیاژی است؟
پ) بیشترین نقطه ذوب مربوط به چه آلیاژی است؟

جدول ۲

Lead Free Solder Alloys (% weight)	Melting Range (°C)
Sn63/Pb37 (Tin/Lead solder for reference)	183
Sn96.5/Ag3.5	221
Sn96.5/Ag3.0/Cu0.5(SAC305)	217-220
Sn95.5/Ag4.0/Cu0.5(SAC405)	217-220
Sn99.3Cu0.7/Ni0.06/Ge0.005(SN100C)	227
Sn99.3/Ag0.3/Cu0.7(SAC307)	217-228
SN42/Bi58(low melting lead free solder)	138
SN95/Sb5(high melting lead free solder)	235-240

کار عملی ۱

بریدن و روکش‌برداری سیم

هدف: کسب مهارت در بریدن و روکش‌برداری سیم

مواد، ابزار و تجهیزات: سیم مفتولی، سیم رشته‌ای، خط‌کش، ماژیک علامت‌گذاری، سیم‌چین، سیم لخت‌کن، انبردست و دم‌باریک.

مراحل اجرای کار

۱ از آنجا که شما قبلاً در درس کار و فناوری با ابزاری مانند سیم‌چین و سیم لخت‌کن آشنا شده‌اید، نکات ایمنی مربوط به آن را می‌دانید، لذا توصیه می‌کنیم حتماً نکات ایمنی و بهداشتی را رعایت کنید.

فیلم

فیلمی از کاربرد انبردست، دم‌باریک، سیم‌چین و سیم لخت‌کن و نکات ایمنی مربوط به آنها را ببینید.

۲ سیم‌چین (wire cutter) را برای بریدن و قطع کردن سیم مسی به کار می‌برند. سیم‌چین از دو قسمت فک و دسته تشکیل شده است. فک دو لبه برنده و تیز از جنس فولاد دارد. روکش عایق دسته سیم‌چین از جنس PVC نرم است (شکل ۱۷).



شکل ۱۷ــ سیم‌چین

سیم‌چین نیز مانند هر ابزار دیگری دارای برگه مشخصات فنی است.

۳ با استفاده از خط‌کش سه قطعه سیم مفتولی و سه قطعه سیم افشان نمره ۱، ۱/۵ یا ۲ را در فاصله ۱۵۰ میلی‌متری با ماژیک علامت‌گذاری کنید و آن را با سیم‌چین ببرید.

نکته

به منظور صرفه‌جویی و جلوگیری از هدر رفتن ارز و سرمایه ملی می‌توانید از سیم‌های دورریز استفاده کنید. این سیم‌ها را تا پایان لحیم‌کاری مورد استفاده قرار خواهید داد. پس ازاجرای هر مرحله، سیم‌ها را در جای امن حفظ کنید.

۴ سیم لخت‌کن(wire striper) برای روکش برداری یا لخت‌کردن سیم به‌کار می‌رود. سیم لخت‌کن‌ها در دو مدل دستی و خودکار (اتوماتیک) ساخته می‌شوند. شکل ۱۸ دو نمونه سیم لخت‌کن دستی را نشان می‌دهد.



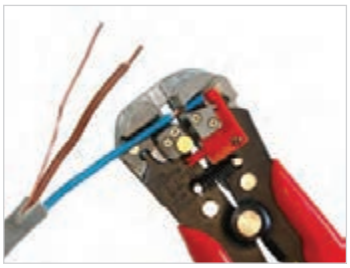


شکل ۱۸ــ سیم لخت کن دستی

طبق شکل، سیم لخت‌کن دستی دارای فک، دسته و پیچ تنظیم است. جنس فک‌های سیم لخت‌کن دستی ازفولاد بوده و دو لبه تیز برای ایجاد برش روی روکش دارد. دسته سیم لخت‌کن مشابه دسته سیم‌چین است.

پژوهش

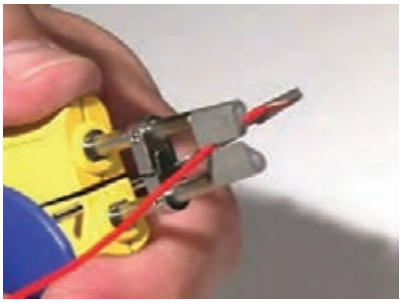
از آنجا که انبردست‌ها، دم‌باریک‌ها، سیم‌چین‌ها و سیم لخت‌کن‌ها بسیار متنوع هستند با مراجعه به رسانه‌های مختلف، چند نمونه دیگر را بیابید و به‌صورت یک گزارش مصور به کارگاه ارائه کنید. در شکل ۱۹ نمونه‌های دیگری از این ابزارها را مشاهده می‌کنید.





شکل ۱۹ــ نمونه‌های دیگری از ابزار

۵ طبق شکل ۲۰ با استفاده از سیم لخت‌کن دستی یک طرف سیم‌های مفتولی و افشان را به اندازه ۱۰mm لخت کنید.



شکل ۲۰ــ روکش برداری باسیم لخت‌کن

در شکل‌های ۲۰ و ۲۱ سیم لخت‌کن خودکار (اتوماتیک) را مشاهده می‌کنید. سیم لخت‌کن‌های خودکار تنوع نسبتاً زیادی دارند.



شکل ۲۱ــ یک نمونه سیم لخت کن خودکار

پژوهش

با مراجعه به سایت‌های مرتبط حداقل دو نمونه دیگر از سیم لخت‌کن‌های خودکار را بیابید، مشخصات و طرز استفاده از آنها را استخراج کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

هرگز از سیم‌چین برای روکش‌برداری سیم استفاده نکنید، زیرا در این حالت هادی سیم آسیب می‌بیند و از نظر الکتریکی و مکانیکی ضعیف می‌شود. همچنین سیم‌چین را به جای انبردست یا دم‌باریک برای نگه‌داشتن و چرخاندن اجسام به‌کار نبرید.

ایمنی

اگر با سیم‌چین مخصوص سیم‌های مسی، مفتول‌های فولادی را قطع کنید، تیغه‌های سیم‌چین آسیب می‌بیند و باعث عملکرد ضعیف آن می‌شود.

۶ طبق شکل ۲۲ با استفاده از سیم لخت‌کن خودکار طرف دیگر سیم‌های مفتولی و افشان را به اندازه ۱۰mm لخت کنید.



شکل ۲۲ــ روکش‌برداری باسیم لخت‌کن خودکار

۷ برخی از ابزارها، چند کاره هستند. در شکل ۲۳ یک نمونه ابزار چند کاره را ملاحظه می‌کنید. این ابزار شامل سیم‌چین، سیم لخت‌کن و پرچ است. درباره پرچ توضیح داده خواهد شد.
در صورتی که ابزار چند کاره در اختیار دارید، عملکرد آن را بررسی کنید و عملاً از آن استفاده نمایید.



شکل ۲۳ــ یک نمونه دستگاه چند کاره

فعالیت

با مراجعه به رسانه‌های مختلف، ابزارهای چند کاره را بیابید و تصاویر، مشخصات و عملکرد آنها را به کارگاه ارائه دهید.

۸ برخی از سیم لخت‌کن‌ها حرارتی و برخی دیگر بسیار ساده هستند، (شکل ۲۴).





شکل ۲۴ــ سیم لخت‌کن ساده و حرارتی

با گرفتن ایده از شکل ۲۴ و راهنمایی مربی کارگاه و همفکری با همکارگروهی خود یک سیم لخت‌کن ساده و یک سیم لخت‌کن حرارتی بسازید.

سیم لخت‌کن انگشتی: از این سیم‌لخت‌کن برای برش دادن و روکش‌برداری کابل‌های کواکسیال و شبکه استفاده می‌کنند. چون دارای دندانه‌های متفاوتی است. کابل، مناسب با قطر دندانه، در دهانه آن قرار می‌گیرد و با چرخاندن ابزار به دور کابل، غلاف کابل شکافته می‌شود. وجود تیغه پانچ در سر این سیم‌لخت‌کن، امکان پانچ سیم را فراهم می‌کند. شکل ۲۵ این سیم‌لخت‌کن را نشان می‌دهد.



شکل ۲۵ـ سیم‌لخت‌کن انگشتی

طبق شکل ۲۶ با استفاده از سیم‌لخت‌کن انگشتی سیم شبکه را به اندازه ۱۰ mm لخت کنید.



شکل ۲۶

کار عملی ۲

انتخاب و آماده‌سازی هویه قلمی و قلع اندود کردن سیم

هدف: کسب مهارت در آماده‌سازی و سرویس هویه قلمی و قلع اندود کردن سیم

مواد، ابزار و تجهیزات: سیم مفتولی، سیم‌چین، سیم لخت‌کن، انبردست، دم‌باریک، پیچ‌گوشتی چهارسو و تخت مناسب، هویه قلمی، لحیم ۶۰/۴۰، روغن لحیم، سنباده ۶۰۰، پایه هویه و اسفنج مخصوص پاک کردن نوک هویه، سیم‌های بریده شده از قبل

مراحل اجرای کار

برای لحیم کاری دو یا چند قطعه فلزی به یکدیگر باید ابتدا نقاط موردنظر را گرم کنیم، سپس عمل لحیم‌کاری را انجام دهیم. وسیله‌ای که حرارت موردنیاز را برای لحیم‌کاری تأمین می‌کند هُویه نام دارد. هویه در دو نوع ساده و برقی ساخته می‌شود. در صنایع برق و الکترونیک از هویه برقی استفاده می‌کنند. هویه برقی در دو نوع قلمی (iron) و هفت تیری وجود دارد، (شکل ۲۷).



هویه هفت تیری (تفنگی)



هویه قلمی

شکل ۲۷ـ انواع هویه

فعالیت

یک نمونه هویه قلمی‌و هویه هفت تیری را در اختیاربگیرید و مشخصات فنی شامل توان، ابعاد نوک و ابعاد هویه را بنویسید.

الف) .....

ب) .....

پ) .....

ت) .....

۲ـ انتخاب نوک هویه

- برای انجام لحیم‌کاری روی قطعات و فیبر مدار چاپی، باید ازهویه با نوک مناسب استفاده شود. چنانچه نوک هویه مناسب نباشد موجب آسیب رسیدن به قطعه یا بُرد مدار چاپی می‌شود.
- ابعاد و نوک هویه باید به‌گونه‌ای باشد که بتواند محل لحیم‌کاری را پوشش دهد. چنانچه ابعاد نوک در مقایسه با محل لحیم‌کاری خیلی کوچک باشد لحیم‌کاری به خوبی انجام نمی‌شود.
- در صورتی‌که نوک هویه خیلی بزرگ باشد، به قطعه و برُد آسیب می‌رساند. ابعاد نوک با توجه به میزان توان مصرفی هویه (وات) ساخته می‌شود.
- انتخاب شکل ظاهری نوک هویه با توجه به نوع لحیم‌کاری صورت می‌گیرد. در شکل ۲۸ چند نمونه نوک هویه را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۲۸ـ چند نمونه نوک هویه

- برای مثال اگربخواهیم پایه‌های مدار مجتمع(IC) را لحیم کنیم باید از نوک‌های ظریف و سوزنی شکل استفاده نماییم.

فعالیت

با جست وجوی کلمات soldering iron tip در رسانه‌های مختلف کاربرد انواع نوک هویه را بیابید و طی گزارش کاملی به کلاس ارائه کنید.

استانداردها و ایمنی‌های ویژه لحیم‌کاری

- چون لحیم‌کاری ظریف است و نیاز به دقت دارد، درصورتی که چشم شما ضعیف است حتماً از عینک طبی استفاده کنید، زیرا مقادیر نوشته شده روی قطعات مختلف الکترونیکی بسیار ریز هستند و هنگام خواندن مقادیر با مشکل مواجه خواهید شد.

■ از قطعات و ابزارهایی که در اختیار دارید به دقّت مراقبت کنید زیرا این قطعات بسیار کوچک و ابزارها بسیار حساس هستند و ممکن است زیر دست و پا گم شوند.

■ قبلاً با نشان استاندارد آشنا شده‌اید. همیشه از ابزار کار استاندارد استفاده کنید. ابزار استاندارد مانند پیچ‌گوشتی، دم‌باریک و سیم‌چین باید دارای شماره فنی استاندارد باشند. ابزار استاندارد ابزاری است که به تأیید یکی از مؤسسات استاندارد جهانی یا کشوری رسیده باشد. متولی استاندارد در ایران مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (ISIRI) است.

■ سیم رابط هر دستگاهی را که به برق ۲۲۰ ولت وصل می‌کنید کاملاً بررسی کنید تا قسمتی از سیم لخت نباشد.همچنین دوشاخه متصل شده به سیم‌های رابط دستگاه‌ها را بررسی کنید تا شکستگی نداشته باشد.

■ **نکات ایمنی مربوط به استفاده از هویه:** هویه گرم را روی پایه مخصوص هویه قرار دهید تا مانع آتش‌سوزی یا سوانح دیگر شود. در شکل ۲۹ چند نمونه پایهٔ هویه استاندارد را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۲۹ـ چند نمونه پایه هویه

■ کارگاه باید مجهز به وسایل اطفای حریق مناسب و آماده به کار باشد.این وسایل باید به راحتی در دسترس قرار گیرد. از آنجا که هنگام لحیم‌کاری مقداری دود وگازهای سمی تولید می‌شود، اطاق لحیم‌کاری باید مجهز به هواکش مناسب باشد. درتمام مدتی که لحیم‌کاری می‌کنید هواکش را در حالت روشن قرار دهید.



■ در لحیم‌کاری‌های طولانی استفاده از ماسک‌های مخصوص الزامی است. ماسک باید از نوع استاندارد انتخاب شود.

■ برای اینکه تکنسین‌های الکترونیک بتوانند مهارت‌های لازم را در حد دقت و هماهنگی حرکات به‌دست آورند، لازم است ابزارهای اولیه را داشته باشند. این ابزارهای اولیه شامل کیف ابزار، سیم‌های رابط، هویه، قلع‌کش و مولتی‌متر است. ضرورت دارد هنرجویان این ابزار را تهیه کنند و در هنرستان و خارج از هنرستان مورد استفاده قرار دهند. در شکل ۳۰ یک نمونه کیف ابزار را مشاهده می‌کنید.

شکل ۳۰ـ یک نمونه جعبه ابزار

■ از نوک هویه می‌توان برای فرم دادن، صاف کردن و جوش دادن مواد نرم، مانند پلاستیک‌ها استفاده کرد. در شکل ۳۱ یک نمونه هویه که نوک T شکل روی آن نصب شده است را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۳۱ـ یک نمونه هویه با نوک پارویی

■ از این نوک برای صاف کردن سطوح پلاستیکی استفاده می‌شود. همچنین ازاین نوع نوک می‌توان برای لحیم کردن چندین پایه در کنار هم استفاده کرد. این نوع نوک را مدل پارویی می‌نامند.

■ با استفاده از یک هویه با نوک پهن (پارویی) و به کمک هنرآموز خودیک قطعه پلاستیک نرم شکسته شده را جوش دهید.

۳ ـ انتخاب هویه

■ برای انجام لحیم‌کاری روی قطعات و فیبر مدار چاپی، علاوه بر نوک مناسب باید از هویهٔ با وات مناسب نیز استفاده شود. چنانچه وات هویه و نوک آن مناسب نباشد موجب آسیب جدی به قطعه یا بُرد مدار چاپی می‌شود.

■ بنابراین چنانچه هویه‌ای با وات مناسب انتخاب کنید معمولاً نوک آن نیز از نظرابعاد مناسب است.

■ معمولاً مشخصات هویه مانند توان، ولتاژ کار، ابعاد هویه و نوک، چگونگی استفاده، موارد کاربرد و میزان درجه حرارت نوک هویه را در دفترچه کاربرد آن می‌نویسند.

■ در برگه اطلاعات مربوط به قطعات نیز چگونگی اجرای لحیم‌کاری روی آن قطعه را مشخص می‌کنند. با استفاده از جدول ۳ می‌توانیم هویهٔ مناسب را برای لحیم‌کاری انتخاب کنیم. این اطلاعات براساس اطلاعات علمی و تجربه‌های عملی تهیه شده است.

جدول ۳ـ انتخاب هویه مناسب

موارد کاربرد	وات بسیار مناسب	وات مناسب	وات نامناسب
ای‌سی	۲۰w	۳۰w	۱۰۰w_۸۰w_۶۰w_ ۴۰w
برد مدارچاپی	۳۰w_۲۰w	۲۰w	۱۰۰w_۸۰w_۶۰w
ترانزیستور	۴۰w_۳۰w_۲۰w	۶۰w	۱۰۰w_۸۰w
خازن ـ مقاومت	۴۰w_۳۰w_۲۰w	۶۰w	۱۰۰w_۸۰w
ترمینال‌ها و کلیدها	۶۰w_۴۰w_۳۰w	۸۰w_۱۰۰w	ـ
اتصالات برقی	۸۰w_۶۰w_۴۰w	۳۰w_۱۰۰w	ـ
سیم‌های سربی	۶۰w_۴۰w_۳۰w	۲۰w_۸۰w_۱۰۰w	ـ
کابل کواکسیال	۱۰۰w_۸۰w	ـ	ـ
محفظه‌های فلزی	۱۰۰w	۸۰w	ـ

۴ـ آماده‌سازی و قلع‌اندود کردن نوک هویه: برای لحیم‌کاری باید نوک هویه کاملاً تمیز و آماده باشد. معمولاً نوک هویه نو تمیز و قلع اندود شده است. نوک هویه در اثر کار کردن کثیف می‌شود. شکل ۳۲ نوک قلع‌اندود شده و اکسید شده را نشان می‌دهد. برای تمیز کردن و قلع اندود کردن نوک هویه مراحل زیر را به طور کامل اجرا کنید.



شکل ۳۲ـ نوک اکسید شده و قلع‌اندود شده

- نوک هویه که در اثر کار کردن کثیف شده است را با برس سیمی یا سنباده نرم (از ۶۰۰ به بالا) تمیزکنید. استفاده از سنباده ضخیم یا سوهان سبب از بین رفتن لایه محافظ نوک هویه می‌شود. هویه را به برق وصل کنید تاشروع به گرم شدن کند.
- نوک هویه گرم را طبق شکل ۳۳ به داخل روغن لحیم فرو ببرید.



شکل ۳۳ـ فروبردن نوک هویه در روغن لحیم

- درصورتی‌که نوک هویه خوب گرم نمی‌کند، چنانچه قابل تعویض است، با استفاده از پیچ‌گوشتی مناسب، پیچ آن را باز کنید. میله نوک را خارج کنید. با استفاده از سنباده ظریف (۶۰۰ به بالا) خیلی نرم آن را سنباده بکشید تا مواد زاید آن پاک شود. مراقب باشیدپوشش استانداردکه مانع اکسید شدن نوک هویه می‌شود از بین نرود.
- یک نمونه نوک هویه را که خوب گرم نمی‌کند باز کنید. آن را با نوک نو مقایسه کنید. سپس آن را تمیز کنید و هویه را آماده کار نمایید.
- طبق شکل ۳۴ نوک هویه را با اسفنج مخصوص که مرطوب شده است تمیز کنید.



شکل ۳۴ـ تمیز کردن نوک هویه با اسفنج مخصوص

■ اگر نوک هویه تمیز و براق نشد،باید قلع اندود شود.

■ برای قلع‌اندود کردن نوک هویه،سیم لحیم را به نوک هویه بچسبانید، (شکل۳۵).



شکل ۳۵ـ اضافه کردن لحیم به نوک هویه

■ بعد از اینکه نوک هویه به درجه حرارت ذوب لحیم رسید لحیم روی آن جاری می‌شود. این عمل را ادامه دهید تا نوک هویه کاملاً به یک لایه نازک لحیم آغشته شود.

درنهایت نوک هویه را طبق شکل ۳۶ با اسفنج مرطوب مخصوص لحیم‌کاری تمیز کنید.



شکل ۳۶ـ تمیز کردن نوک هویه پس از قلع اندود شدن

■ می‌توان از احیاکننده نوک هویه برای بازسازی نوک هم استفاده کرد.

■ برای جلوگیری از اکسیده شدن سیم‌های مسی که زیر ترمینال یا پیچ قرار می‌گیرند باید آنها را قلع‌اندود کنید.

■ سیم‌هایی را که قبلاً بریده‌اید و روکش‌برداری کرده‌اید، به ترتیب زیر قلع‌اندود کنید.

■ با استفاده از سنباده نرم، سنباده بزنید تا کاملاً شفاف شود.



شکل ۳۷ـ احیاکننده نوک هویه

■ **برای اجرای عمل لحیم‌کاری نکات زیر را رعایت کنید.**

■ از هویه با وات مناسب استفاده کنید. در الکترونیک هویه‌های ۱۰ وات تا ۴۰ وات برای لحیم‌کاری مناسب‌اند.

■ نقاطی را که می‌خواهید لحیم‌کاری کنید با سنباده نرم (شمارهٔ ۴۰۰ به بالا) یا پارچه زبر، تمیز کنید، زیرا عمل لحیم‌کاری روی سیم‌های کثیف و اکسید شده انجام نمی‌گیرد.

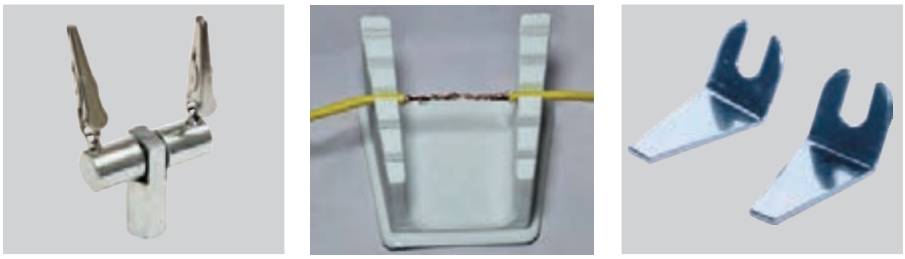
■ نوک هویه را کاملاً تمیز کنید.

■ هویه قلع‌اندود شده را به سیم براق سنباده کشیده بچسبانید تا شروع به گرم شدن کند. به طور هم زمان مفتول لحیم را نیز به سیم بچسبانید.

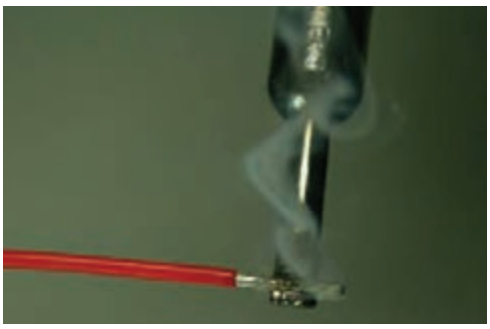
■ با گرم شدن سیم مسی،مفتول لحیم ذوب شده وسیم قلع اندود می‌شود. در شکل ۳۹ (اینفوگرافی) مراحل قلع‌اندود کردن سیم نشان داده شده است.

همان‌طور که در نمایش تصویری اطلاعات (اینفوگرافی ـ Infographic) شکل ۳۹ نشان داده شده است برای قلع اندودکردن سیم ازنوک مخصوص شکل استفاده شده است.

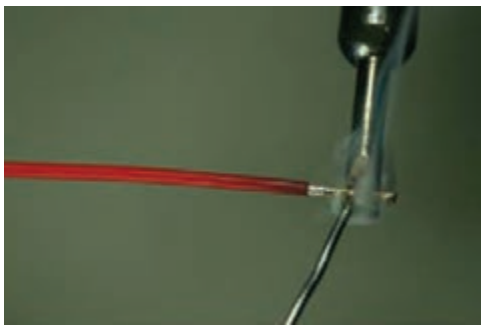
در صورتی‌که این نوع نوک را در اختیار ندارید می‌توانید از انواع دیگر نوک، یا از نوک معمولی و گیره‌های مخصوص لحیم‌کاری طبق شکل ۳۸ استفاده کنید.



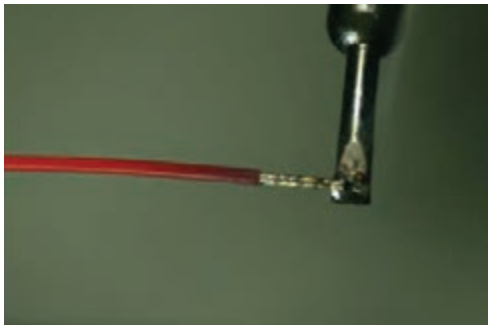
شکل ۳۸ـ گیره لحیم‌کاری و نوع دیگر نوک هویه



الف) تماس نوک هویه با سیم مسی و شروع به گرم شدن



ب) تماس لحیم با سیم مسی گرم شده



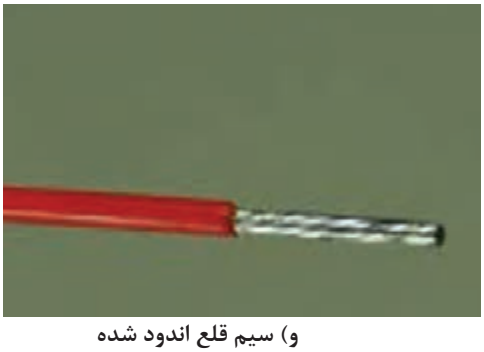
ج) جاری شدن و نفوذ لحیم روی سیم مسی



د) پایان قلع اندود شدن



هـ) فقط قسمتی از سیم به طور صحیح قلع اندود شده است



و) سیم قلع اندود شده

شکل ۳۹ـ مراحل قلع اندود کردن سیم مسی

خودارزیابی

۱ در فرایند اجرای لحیم‌کاری کدام گزینه صحیح نیست؟
۱) هویه مناسب در الکترونیک ۱۰تا ۴۰ وات است.
۲) نقاط لحیم‌کاری باید با پارچه زبر یا سنباده نرم تمیز شود.
۳) سیم‌ها و عناصر مورد لحیم‌کاری را باید ابتدا حرارت دهیم و سپس آنها را قلع اندود کنیم.
۴)هویه باید پی در پی از سطح کار جدا شود تا سطح کار در اثر حرارت آسیب نبیند.

۲ از هویه ۱۰۰ وات به بالا برای لحیم‌کاری در مدارهای الکترونیکی با..... استفاده می‌شود.
۱) آی سی ۲) قطعات بسیار کوچک
۳) قطعات پر وات ۴) ترانزیستور

۳ با توجه به جدول ۳ انتخاب هویه نامناسب برای لحیم‌کاری خازن‌ها و مقاومت‌ها کدام گزینه است؟
۱) ۲۰w_۳۰w ۲) ۳۰w_۴۰w
۳) ۶۰w ۴) ۸۰w_۱۰۰w

۴ توان بسیار مناسب برای لحیم‌کاری آی سی‌ها ۲۰ وات است.
صحیح ☐ غلط ☐

۵ با توجه به جدول ۳ در لحیم‌کاری کابل کواکسیال هویه ۸۰ تا ۱۰۰ وات بسیار مناسب است.
صحیح ☐ غلط ☐

۶ سه مورد نکته ایمنی در مورد استفاده از هویه و قلع‌کش را نام ببرید و شرح دهید.
الف.....
ب.....
پ.....

۷ نام هویه شکل ۴۰ را بیان کنید و دو نمونه کاربرد این هویه را بنویسید.
الف.....
ب.....



شکل ۴۰

کار عملی ۳

اتصال سیم با لحیم‌کاری

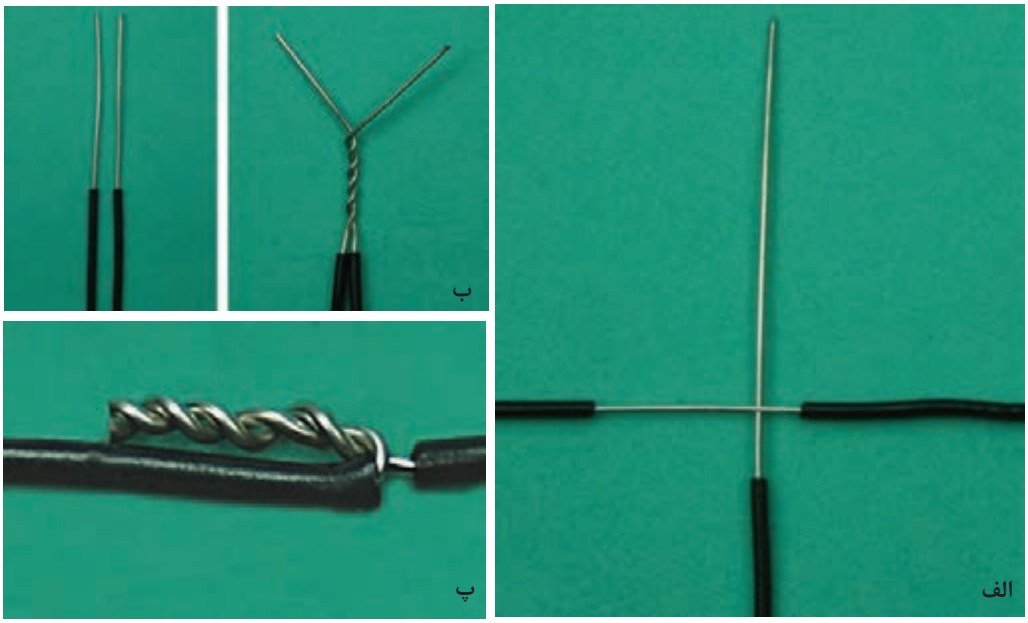
هدف: کسب مهارت اتصال ثابت لحیم شده سیم‌های مفتولی و افشان

مواد، ابزار و تجهیزات: سیم مفتولی، سیم چین،سیم لخت‌کن، انبردست، دم باریک، پیچ‌گوشتی چهارسو و تخت مناسب، هویه قلمی، لحیم ۶۰/۴۰، روغن لحیم، سنباده ۶۰۰، پایه هویه و اسفنج مخصوص پاک کردن نوک هویه، سیم‌های بریده شده از قبل

مراحل اجرای کار

الف) اتصال سیم‌های مفتولی: سیم‌ها را با روش‌های مختلف به هم اتصال می‌دهند. دراین قسمت اتصال و لحیم‌کاری سیم‌های مفتولی را طبق مراحل زیراجرا می‌کنیم. این اتصال‌ها اگر لحیم شوند اتصال دائمی به حساب می‌آیند.

شکل ۴۱ چگونگی اجرای اتصال ساده سیم‌های مفتولی به هم تابیده را نشان می‌دهد.



شکل ۴۱ـ مراحل قلع‌اندود کردن سیم مسی

۱ دو رشته سیم مفتولی را که قبلاً قلع اندود کرده‌اید را با کمک دم‌باریک و انبردست طبق شکل ۴۱ـ الف و ب، به هم بتابانید.

۲ فاصله عایق سیم تا محل شروع تاباندن به اندازه قطر عایق سیم و طول سیم به هم تابیده شده باید ۱۰ میلی‌متر باشد (شکل ۴۱ـ ب).

۳ سیم‌های اضافه را با سیم چین ببرید و اتصال را روی عایق بخوابانید (شکل ۴۱ـ پ).

ب) قلع اندود کردن اتصال: با استفاده از تجربیات خود، به ترتیب زیر سیم را قلع اندود کنید.

۱ سیم تابیده شده را دوباره صاف کنید.

۲ برای اینکه یک اتصال ازنظراستحکام مکانیکی و هدایت الکتریکی یک اتصال خوب و مناسب باشد باید سیم‌ها و عناصری را که می‌خواهید به یکدیگر متصل کنید به‌طور جداگانه حرارت دهید و صبر کنید تا درجه حرارت محل اتصال افزایش یابد سپس سیم لحیم را روی اتصال گرم شده قرار دهید تا ذوب شود و بتواند محل تقاطع دو سیم یا محل اتصال عناصر را کاملاً بپوشاند (شکل ۴۲).



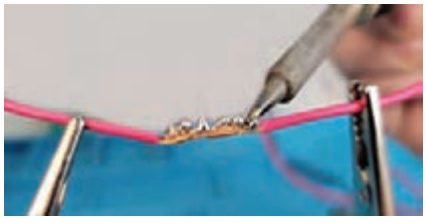
شکل ۴۲ـ لحیم یک اتصال با سیم افشان

ایمنی

هنگامی‌که محل لحیم‌کاری راگرم می‌کنید مراقب باشید که گرمای بیش از اندازه موجب اکسید شدن محل لحیم‌کاری نشود.

۳ با استفاده از تجربه‌هایی که تاکنون کسب کرده‌اید دوسیم مفتولی به هم تابیده را لحیم کنید.

۴ هنگام لحیم‌کاری هویه را به طور پی در پی از سطح کار جدا نکنید، زیرا این عمل علاوه بر صرف وقت زیاد موجب شکل گیری لحیم بد در محل اتصال می‌شود، یعنی دراین حالت لحیم در محل اتصال به طور کامل پخش نمی‌شود و یک اتصال با لحیم‌کاری سرد به‌وجود می‌آید.
شکل ۴۳ لحیم‌کاری صحیح و لحیم‌کاری سرد (غلط) را نشان می‌دهد.



الف) لحیم‌کاری سرد (غلط)



ب) لحیم‌کاری صحیح

شکل ۴۳ـ لحیم‌کاری صحیح و غلط

۵ در اتصال با لحیم سرد اگرچه مقدار قلع ظاهراً کافی به نظر می‌رسد ولی در زیر لحیم قشری از هوا به‌وجود می‌آید که مانع برقراری اتصال الکتریکی می‌شود.

۶ حرکت دادن اتصال یا هویه، قبل از سردشدن یاکثیف بودن محل اتصال، سبب ایجاد لحیم سرد می‌شود همچنین گرمای بیش از اندازه، یک لایه اکسید بین دو فلزایجاد می‌کند. بروز این حالت را در لحیم‌کاری نیز لحیم سرد می‌گویند.

۷ اگرتماس هویه به محل اتصال مناسب نباشد، لحیم سرد به وجود می‌آید. به هر حال مهم‌ترین عامل ایجاد لحیم سرد، کافی نبودن گرما در محل اتصال و در هنگام لحیم‌کاری است.

پژوهش

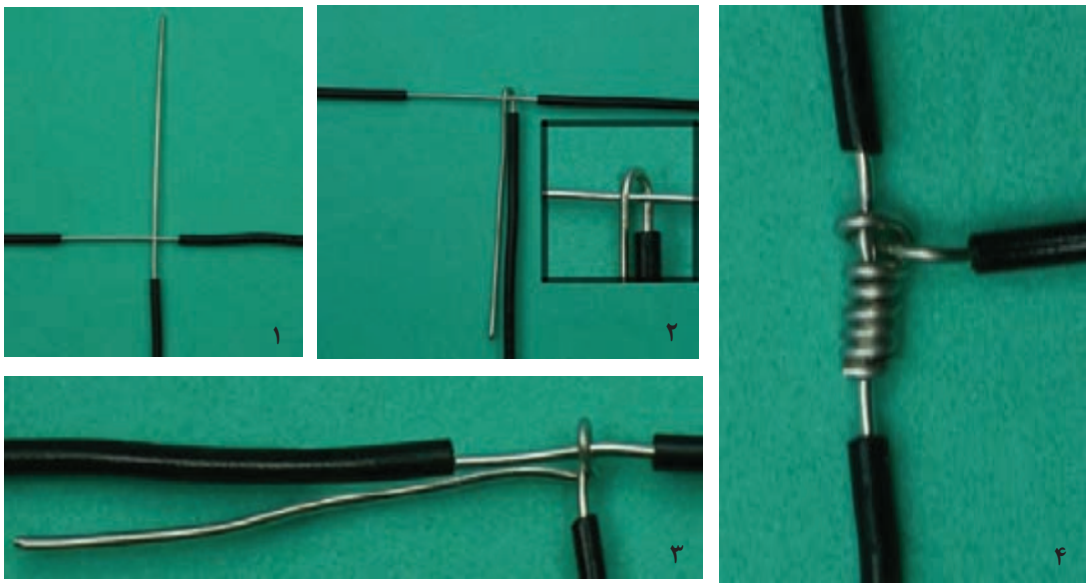
با مراجعه به رسانه‌های مختلف و مشاوره با افراد صاحب نظر، ویژگی یک لحیم خوب را بیابید وگزارش کاملی به کارگاه ارائه دهید.

ج) ساخت چند نمونه اتصال دیگر: در بسیاری از موارد لازم است از وسط یک سیم انشعاب بگیریم. این نوع اتصال را اتصال انشعابی می‌گویند. همچنین در بسیاری از موارد نیاز به اتصال سیم افشان به سیم افشان یا سیم مفتولی به سیم افشان داریم. در این قسمت نمونه‌هایی از این نوع اتصال را تمرین می‌کنیم.

اتصال انشعابی را طبق شکل ۴۴ ایجاد و سپس آن را قلع اندود کنید. اتصال باید براساس مراحل ذکرشده به اجرا درآید. طول محل اتصال لحیم‌کاری شده ۱۲ میلی‌متر و فاصله عایق سیم از محل لحیم شده دو برابر قطر عایق سیم باشد.

نکته

تمام مراحل لحیم‌کاری را دقیقاً به اجرا درآورید. در صورتی‌که سیم‌ها قلع‌اندود نیست فقط آن را تمیز کنید.



شکل ۴۴ـ یک نوع اتصال انشعابی

اتصال سیم افشان به سیم مفتولی را طبق شکل ۴۵ ایجاد کنید. به فرایند و چگونگی اتصال، دقیقاً توجه نمایید.پس از برقراری فیزیکی اتصال آن راطبق استاندارد قلع اندود کنید.

اتصال باید براساس مراحل زیر به اجرا درآید. طول محل اتصال لحیم‌کاری شده ۱۲ میلی‌متر و فاصله عایق سیم از محل لحیم شده دو برابر قطر عایق سیم باشد.

۱ تارهای سیم افشان را به هم بتابانید و آن را روی سیم مفتولی بگذارید.

۲ سیم افشان را به اندازه ۶ دور روی سیم مفتولی بپیچید.

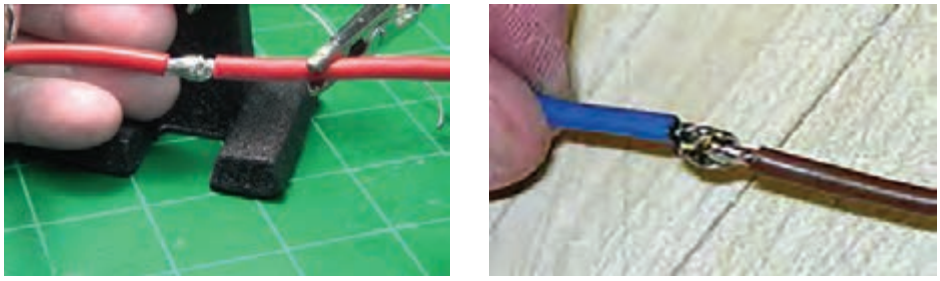
۳ سیم اضافی افشان را ببرید و سیم مفتولی را طبق شکل روی پیچش‌های سیم افشان بخوابانید.

۴ انتهای سیم مفتولی را کور کنید و سیم اضافی را قطع کنید.



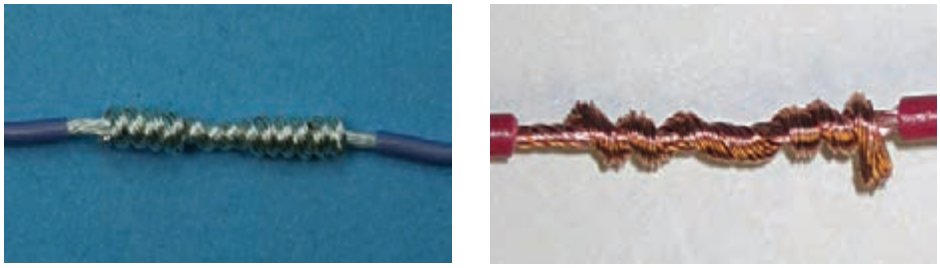
شکل ۴۵ــ اتصال سیم افشان به سیم مفتولی

سیم‌های افشان را به دو روش تاباندن سیم‌ها به هم و در هم تنیدن تارها اتصال می‌دهند. دو رشته سیم‌افشان را مطابق شکل ۴۶، به هم بتابانید و قلع‌اندود کنید.



شکل ۴۶ــ اتصال دو رشته سیم افشان

اتصال شکل ۴۷ را برقرار کنید و آن را قلع اندود نمایید.

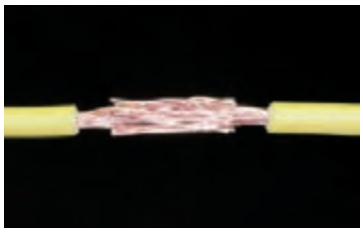


شکل ۴۷ــ یک نوع اتصال دیگر ازدو رشته سیم افشان

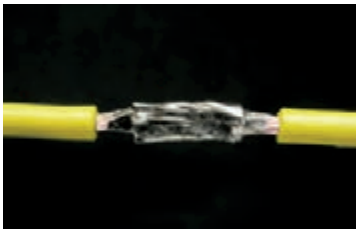
در شکل ۴۸ چگونگی در هم تنیدن تارها را برای اتصال سیم‌های افشـان مشاهده می‌کنید. با اسـتفاده از شکل ۴۸، یک اتصال لحیم‌کاری در هم تنیده با سیم‌های افشان اجرا کنید.



تارهای سیم افشان را از هم باز کنید.



تارها را در هم بتنید و مجموعه اتصال را صاف و هماهنگ کنید.



اتصال لحیم‌کاری کامل است.

شکل ۴۸

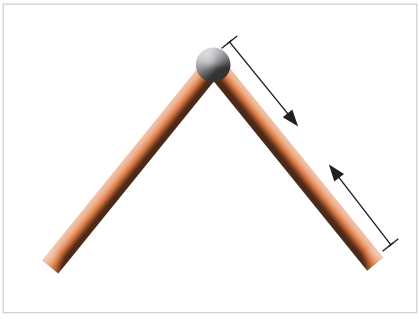
در شکل ۴۹ نمونه ای از اتصال سه سیم افشان نشان داده شده است. این اتصال را بررسی کنید و آن را اجرا و لحیم‌کاری نمایید.



شکل ۴۹ـ اتصال سه رشته سیم افشان

د) ساخت اتصال زاویه ۳۰ درجه و مربع با سیم مفتولی:

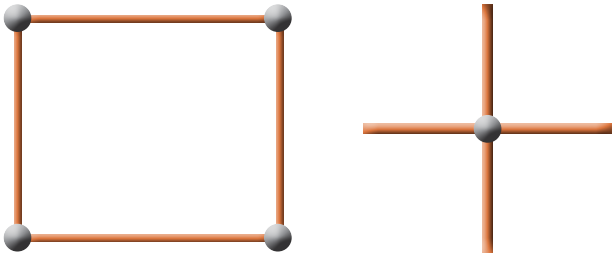
دوقطعه دیگراز سیم‌های مفتولی با طول معین را بردارید ودو طرف آنها را روکش برداری کنید. سپس با تاباندن آنها به هم یک زاویه ۳۰ درجه بسازید و رأس زاویه را قلع اندود کنید، (شکل ۵۰). در صورت نیاز برای این نوع اتصال می‌توانید از گیره استفاده کنید.





شکل ۵۰ـ ساخت زاویه ۳۰ درجه

۱ با تعدادی از سیم‌های مفتولی با طول معین یک مربع و یک علامت بعلاوه بسازید، (شکل ۵۱). در صورت نیاز برای این نوع اتصال می‌توانید از گیره سوسماری استفاده کنید.



شکل ۵۱ــ ساخت مربع وعلامت بعلاوه



شکل ۵۲ــ تسلط در لحیم‌کاری

۲ در صورت داشتن وقت اضافی، یک هرم و یک مکعب بسازید.

۳ درصورت کسب مهارت کافی می‌توانید مطابق شکل ۵۲، با استفاده از انگشتان دست چپ، قطعه، سیم یا سیم لحیم را در دست بگیرید و با دست راست از هویه برای لحیم‌کاری استفاده کنید. در این شرایط نیازی به استفاده از گیره ندارید.

۴ شکل ۵۳ را بررسی کنید و فرایند چگونگی اجرای آن را بنویسید. سپس آن را قلع اندود کنید.

.....

.....

.....

.....



شکل ۵۳ــ اجرای یک اتصال ساده

۵ یک طرح اختیاری مانند دوچرخه، لوستر تزیینی، سبد یا هر پروژهٔ دیگر را انتخاب کنید و آن را به‌عنوان پروژه لحیم‌کاری در خارج از ساعات آموزشی اجرا نمایید. درباره ساخت پروژه و فرایند اجرای کارخود گزارشی به کارگاه ارائه کنید.

کار عملی ۴

عایق‌بندی سیم‌ها

هدف: کسب مهارت در عایق بندی سیم‌ها پس ازاتصال و لحیم‌کاری

مواد، ابزار و تجهیزات: سیم افشان ۰/۲۵ و ۰/۵، سیم‌چین، سیم‌لخت‌کن، انبردست، دم باریک، پیچ‌گوشتی چهارسو. لحیم، سنبادهٔ ۶۰۰، پایهٔ هویه و اسفنج مخصوص پاک کردن نوک هویه، وارنیش حرارتی با ابعاد مناسب

مراحل اجرای کار

یکی از موادی که در عایق بندی بسیار کاربرد دارد وارنیش حرارتی است. وارنیش حرارتی را ماکارونی حرارتی نیز می‌نامند. این عایق به‌صورت لوله توخالی با قطرهای مختلف ساخته می‌شود. این نوع عایق معمولاً برای روکش اتصال‌های سیمی به کار می‌رود. استفاده از این روکش بسیار ساده است که در طی مراحل کار به شرح آن می‌پردازیم. شکل ۵۴ وارنیش حرارتی را در قطرها و رنگ‌های مختلف نشان می‌دهد.



شکل ۵۴ــ انواع وارنیش حرارتی

۱ قبل از اتصال و لحیم‌کاری وارنیش حرارتی را با قطر مناسب انتخاب کنید و عایق را با طول مناسب مورد نیاز ببرید.

۲ عایق را از یکی از سیم‌هایی که می‌خواهید به هم لحیم کنید عبور دهید.

۳ سیم‌ها را به هم اتصال دهید و محل اتصال را لحیم‌کاری کنید.

۴ هنگام لحیم‌کاری مراقب باشید که به وارنیش حرارتی گرما نرسد، زیرا در اثر گرم شدن جمع می‌شود.

۵ پس ازسرد شدن لحیم، ماکارونی حرارتی را روی قسمت لحیم شده بکشید.

۶ با استفاده از هویه، سشوار یا دستگاه گرم‌کننده، مشابه شکل ۵۵، وارنیش حرارتی را گرم کنید.



شکل ۵۵ــ دستگاه گرم کن برای وارنیش حرارتی



شکل ۵۶ــ اتصال لحیم‌کاری شده با روکش وارنیش حرارتی

در شکل ۵۶ تصویر یک نمونه وارنیش حرارتی که روی قسمت لحیم شده کشیده شده است را مشاهده می‌کنید.

۷ اگر به شکل دقت کنید، ملاحظه می‌کنید که وارنیش حرارتی علاوه بر عایق‌بندی، فضای بسیار کمی از سیم را می‌پوشاند و ضخامت آن را افزایش نمی‌دهد.

۸ در شکل ۵۷ نوع دیگر اتصال لحیم شده سه تایی را ملاحظه می‌کنید که با وارنیش حرارتی عایق‌بندی شده است.

۹ با استفاده از عایق حرارتی اتصالات ساخته شده را عایق‌بندی کنید و نتایج کار را جهت ارزشیابی به مربی خود ارائه کنید.



شکل ۵۷ـ اتصال سه تایی با روکش وارنیش حرارتی

۱۰ درباره فرایند اجرای کار گزارش کوتاهی بنویسید.

.....

.....

.....

.....

.....

خودارزیابی

۱ـ کدام گزینه نقش روغن لحیم را در لحیم‌کاری سیم‌های مفتولی بیان می‌کند؟

۱) چسباندن سیم‌های مفتولی به هم

۲) پائین آوردن درجه ذوب لحیم

۳) پاک کردن سطوح خارجی سیم‌ها

۴)عدم شکنندگی در محل لحیم بعد از سرد شدن

۲ـ کدام گزینه مهم‌ترین شرایط ایجاد لحیم سرد در لحیم‌کاری را بیان می‌کند؟

۱) وات نامناسب هویه ۲) اکسید بودن نوک هویه

۳) کافی نبودن گرما در محل اتصال ۴) کافی نبودن قلع

۳ـ یکی از موادی که در عایق‌بندی کاربرد بهتری نسبت به سایر مواد دارد ..... است.

۲ــ پیاده کردن یا دمونتاژ (Demountage) قطعات TH (Through Hole) از روی لایه مدار چاپی

بُرد مدار چاپی (PCB = Printed Circuit Board): در گذشته برای ساختن یک مدار الکترونیکی ابتدا نقشه مدار را روی فیبر مخصوص قرار می‌دادند، سپس جای پایه‌های المان‌های الکترونیکی را روی فیبر سوراخ می‌کردند و پایه المان‌ها را طبق نقشه از زیر با سیم به هم اتصال می‌دادند. این عمل به علت اشغال جای زیاد، وجود سیم‌های متعدد و عبور سیم‌ها از روی یکدیگر، در عملکرد مدار اختلال به‌وجود می‌آورد. امروزه به علت پیشرفت علم الکترونیک و پیچیده‌تر شدن مدارات الکترونیکی این طریقه سیم‌کشی مطلوب نیست و به جای آن از مدار چاپی استفاده می‌شود.

در یک مدار چاپی، عناصر روی یک طرف فیبر قرار می‌گیرند و خطوط ارتباطی بین المان‌ها به‌وسیلهٔ لایه نازک مسی که در طرف دیگر فیبر وجود دارد، برقرار می‌شود. استفاده از مدار چاپی حجم مدار را کوچک می‌کند. در مدار چاپی مانند هر نوع سیم‌کشی دیگر باید ضخامت و فواصل خطوط عبور جریان با توجه به مقدار جریان و سایر مشخصه‌ها به‌طور دقیق محاسبه و ترسیم شود. مزایای استفاده از مدار چاپی در مقایسه با مدارهای سیم‌کشی و چگونگی محاسبه پهنای نوارهای مسی را می‌توانید از رسانه‌های مختلف بیابید و مورد استفاده قرار دهید. نمونه‌هایی از این موارد نیز در کتاب همراه آمده است. برای محاسبه پهنای نوارهای مسی نرم‌افزار محاسبه‌گر نیز وجود دارد.

کار عملی

چند نمونه فیبر مدار چاپی اوراقی را در اختیار بگیرید و مورد بررسی قرار دهید.

پژوهش

در یکی از موتورهای جست‌وجو کلمات PCB trace width calculator محاسبه‌گر پهنای نوارهای مسی را بیابید و با آن کار کنید.

انواع فیبرهای مدار چاپی از نظر لایه: لایه‌های روی فیبر مدارچاپی به‌صورت یک لایه، دولایه یا چندلایه ساخته می‌شوند. درفیبرهای یک لایه فقط در یک طرف فیبر لایه مس وجود دارد. در این روش ارتباط بین پایه‌های قطعات و هدایت جریان فقط دریک طرف انجام می‌شود و قطعات در طرف دیگر قرار می‌گیرند.
در فیبرهای دولایه در هر دو طرف فیبر، لایه مسی وجود دارد در این نوع فیبرها، برای ارتباط پایه‌های قطعات از هر دو طرف فیبر استفاده می‌شود. فیبرهای دولایه برای مدارهایی که خطوط ارتباطی زیاد دارند استفاده می‌شود تا حجم مدار ساخته شده کاهش یابد.
اخیراً در مدارهای پیچیده الکترونیکی از فیبرهای چندلایه نیز استفاده می‌شود که دارای فناوری خاص و پیشرفته است.

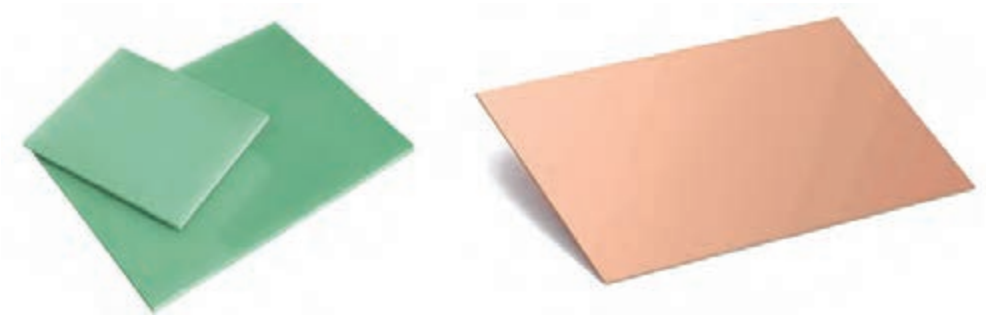
فعالیت

چند نمونه از فیبریک لایه، دو لایه و چند لایه را در اختیار بگیرید و مورد بررسی قرار دهید.

■ **انواع فیبرهای مدار چاپی از نظر جنس:** فیبرها ازنظر جنس، دسته‌بندی متنوعی دارند که متداول‌ترین انواع آن فیبر فنولی (phenolic) و فیبر فایبرگلاس (fiberglass)، است. امروزه فیبرهای آلومینیومی هم کاربرد فراوانی دارند.

فیبر فنولی (phenolic) از ترکیب لایه‌های کاغذ در محلول فنول ساخته می‌شود و رایج‌ترین نوع فیبر برای مدار چاپی است. این فیبرها به‌صورت استاندارد در ضخامت‌های ۱، ۱/۵، و۲ میلی‌متر ساخته می‌شوند، و قیمت آنها ارزان است و در تولید اغلب دستگاه‌های تجارتی به‌کار می‌روند امّا چون درمقابل حرارت مقاومت زیادی ندارند، در دستگاه‌های حساس و گران‌قیمت از آنها استفاده نمی‌شود.

■ **فیبر فایبرگلاس (fiberglass):** دارای انواع مختلف است و از ترکیب فشرده الیاف پشم شیشه در محلول چسب‌های مختلف مانند اپوکسی ساخته می‌شود. این فیبر تحمل حرارت زیاد را دارد و از نظر استحکام نیز مقاوم‌تر از فیبر فنولی است.چون ارتباط بین پایه‌های عناصر از پشت این نوع فیبردیده می‌شود، مونتاژ مدار و بررسی آن هنگام تعمیر آسان‌تر است. به علت قدرت تحمل حرارت و استحکام این نوع فیبر، از آن در دستگاه‌های گران‌قیمت استفاده می‌شود. در شکل ۵۸ دو نمونه فیبر فنولی و فایبرگلاس نشان داده شده است. در جدول ۴ بعضی از مشخصات فیبرهای فنولی و فایبرگلاس آورده شده است.



فایبرگلاس　　فنولی

شکل ۵۸ــ دو نوع فیبر

جدول ۴ــ مقایسه ویژگی‌های دو نوع فیبرفنولی و فایبرگلاس

نوع فیبر	مقاومت فیبر مگااهم (MΩ)	ثابت دی‌الکتریک در مقایسه باهوا	حداکثر مقاومت در برابر فشار نیوتون بر سانتی‌متر مربع	حداکثرزمان لحیم کاری در ۲۶۰ درجه (ثانیه)
فنولی	۱۰۴	۵/۳	۷	۵
فایبرگلاس	۱۰۶	۵/۸	۳۱	۳۰

فعالیت

نمونه‌هایی از فیبر فنولی و فایبر گلاس را در اختیار بگیرید و ویژگی‌های ظاهری آنها را بررسی و باهم مقایسه کنید. با توجه به جدول ۴ به سؤالات زیر پاسخ دهید.

- اگر روی فیبر فنولی سه بار متوالی و هر بار به مدت ۳۰ ثانیه لحیم‌کاری شود چه اثری روی فیبر می‌گذارد؟ تجربه کنید.
- یک قطعه فیبر فنولی و فایبر گلاس اوراقی مانند را در اختیار بگیرید و به آن نیرو وارد کنید، کدام محکم‌تر است؟ .....

.....

.....

- مقاومت عایقی فیبر فایبر گلاس چند برابر مقاومت عایقی فیبر فنولی است؟ چرا؟ .....

.....

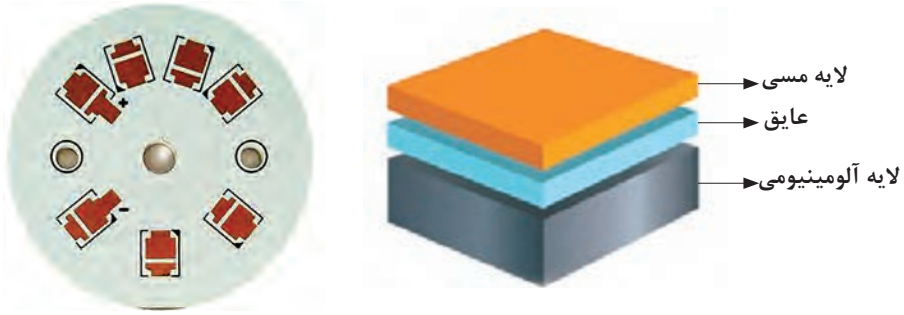
.....

- ضریب دی الکتریک فیبرها چه اثری درعملکرد فیبر در مدار دارد؟.....

.....

.....

- **فیبر آلومینیومی:** این نوع بردها به علت پایه فلزی که دارند، دارای استحکام بهتر بوده و حرارت را به خوبی دفع می‌کنند لذا در توان‌های بالا، در صنایع روشنایی LED، پروژکتورها، چراغ‌های راهنمایی و... استفاده می‌شوند. در این نوع PCB یک لایه نازک دی‌الکتریک، روی سطح آلومینیومی قرار دارد. روی این لایه نازک را فویل مسی پوشانده است. لایه نازک دی‌الکتریک، حرارت را از سطح مس به سطح آلومینیوم انتقال می‌دهد. شکل ۵۹ لایه‌های فیبر آلومینیومی و نمونه‌ای از این فیبر را نشان می‌دهد.



شکل ۵۹ــ نمونه‌ای از فیبر آلومینیومی و لایه‌های آن

برای تعمیر دستگاه‌ها و بردهای الکترونیکی لازم است قطعات معیوب را از روی دستگاه یا برد جدا کنیم به این عمل پیاده کردن قطعه یا دمونتاژ (demountage) می‌گویند. پس از دمونتاژ باید قطعه سالم را دوباره جایگزین کنیم. به این عمل سوار کردن قطعه یا مونتاژ (mountage) می‌گویند. قبلاً با قطعات TH و DIP آشنا شده‌اید. در کارهای عملی بعدی به چگونگی مونتاژ و دمونتاژ این نوع قطعات می‌پردازیم.

کار عملی ۵

دمونتاژ قطعات

هدف: کسب مهارت دمونتاژ (demountage) قطعات از روی فیبر مدار چاپی

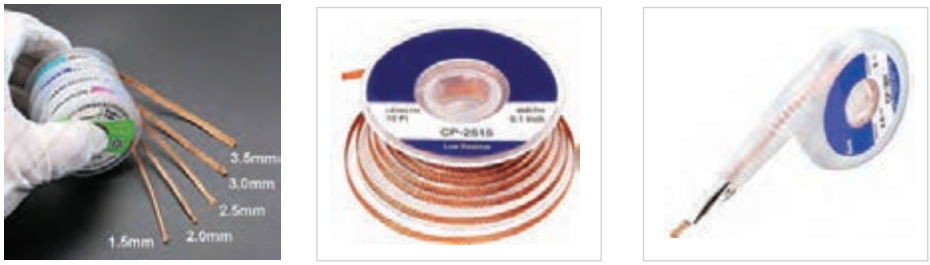
مواد، ابزار و تجهیزات: فیبر اوراقی، سیم‌چین، سیم لخت‌کن، انبردست، دم باریک، پیچ‌گوشتی چهارسو، مفتول لحیم، سنباده ۶۰۰، پایه هویه، هویه قلمی و اسفنج مخصوص پاک کردن نوک هویه، قلع‌کش.

نکته

برای اجرای این مرحله لازم است برُد اوراقی توسط هنرجو فراهم شود. معمولاً درداخل منازل دستگاه‌های الکترونیکی معیوب غیر قابل تعمیر وجود دارد که هنرجویان باید آنها را بازکنند و برُدهای اوراقی را مورد استفاده قرار دهند.

مراحل اجرای کار

۱ برای برداشتن لحیم، از فتیلهٔ لحیم (desoldering wick) استفاده می‌کنند. فتیلهٔ لحیم سیم‌های به هم تابیده افشان بسیار نازکی است که روی لحیم قرار می‌گیرد و پس از ذوب کردن لحیم، آن را مانند فتیله‌ای که مایع را بالا می‌کشد، به سمت خود جذب می‌کند. شکل ۶۰ چند نوع فتیله لحیم را نشان می‌دهد.



شکل ۶۰ـ انوع فتیله لحیم

برچسب روی قرقره فتیله لحیم را بررسی کنید و مشخصات آن را بنویسید.

.....

.....

.....

۲ یک عدد برُد اوراقی مدار الکترونیکی را در اختیار بگیرید و آن را مورد بازبینی قرار دهید و تا حد امکان قطعات روی آن را شناسایی کنید.

۳ برُد اوراقی را تمیز کنید. برای تمیز کردن برد می‌توان از مواد مختلف مانند اسپری هوای فشرده، الکل ایزوپروپیل یا تینر فوری استفاده کنید. ابتدا توسط اسپری هوای فشرده گرد و غبار روی برد را پاک کنید سپس مقداری الکل یا تینر را روی برد اسپری کنید و توسط مسواک یا فرچه محل کثیفی را فرچه بکشید تا آلاینده‌ها از بین بروند (شکل ۶۱).

نکته

الکل ایزوپروپیل سریعاً تبخیر می‌شود لذا عمل تمیز کردن را با سرعت انجام دهید. تینر نیز خاصیت حل‌کنندگی بالایی دارد و به چاپ روی برد آسیب می‌رساند، پس از تمیز کردن برد، رطوبت‌های باقی‌مانده را با دستمال پاک کنید.



شکل ۶۱ــ برد اوراقی و مسواک و فرچه برای تمیز کردن فیبر

۴ دستگاه هویهٔ قلمی را بررسی کنید و از سالم بودن آن مطمئن شوید.

۵ فتیلهٔ لحیم را بررسی کنید، نباید سطح مسی فتیله اکسید شده باشد.

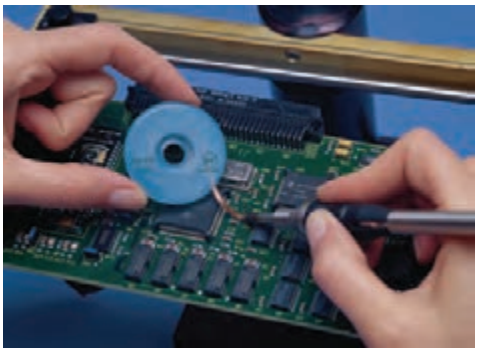
۶ با استفاده از هویهٔ قلمی و فتیلهٔ لحیم، تعدادی از قطعات را از روی برد بیرون بکشید (دمونتاژ کنید). برای جدا کردن قطعه‌ها به ترتیب زیر عمل کنید.

فتیلهٔ لحیم را روی لحیم پایه قرار دهید و نوک هویه گرم را روی آن بگذارید تا لحیم را جذب کند، (شکل ۶۲).



شکل ۶۲ــ برداشتن قلع از روی فیبر

- مراقب باشید مدت زمان لحیم‌کاری بیش از حد استاندارد نشود، زیرا به برد مدار چاپی آسیب می‌رساند و مس آن را از روی برد جدا می‌کند.
- هنگامی‌که فتیله لحیم کاملاً آغشته به لحیم شد، آن را جابه‌جا کنید و از قسمت دیگر فتیله که لحیم جذب آن نشده است، استفاده کنید.
- درصورت نیاز قسمت فتیلهٔ آغشته به لحیم را با سیم‌چین قطع کنید.



شکل ۶۳ـ برداشتن قطعات کوچک با فتیله لحیم

- پس از پاک شدن سطح کار از لحیم، با نوک هویه یا پنس، کمی پایه را تکان دهید تا پایه آزاد شود.
- پس از آزاد شدن پایه‌ها، قطعه را به آرامی بیرون بکشید.
- در صورتی که قطعه آزاد نشد مراحل را تکرار کنید.
- شکل ۶۳ چگونگی استفاده از فتیله لحیم برای برداشتن قطعات کوچک را نشان می‌دهد.

- این مراحل را برای تعداد بیشتری از قطعات انجام دهید تا در دمونتاژ قطعات کاملاً مسلط شوید.

۷ در صورتی که تسلط کافی پیدا کردید جهت ارزشیابی به مربی خود مراجعه کنید.

۸ گزارش کوتاهی از مراحل اجرای دمونتاژ با فتیله لحیم بنویسید.

.....

.....

.....

۹ قلع‌کش وسیله‌ای است که با آن می‌توانیم لحیم را از محل اتصال جدا کنیم. قلع‌کش‌ها در انواع پیستونی (پمپی) و حرارتی ساخته می‌شوند. در شکل ۶۴، یک نمونه قلع‌کش پیستونی با روکش شفاف را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۶۴ـ قلع کش پیستونی با روکش شفاف

۱۰ در این مرحله می‌خواهیم با استفاده از هویه قلمی و قلع‌کش پیستونی تعدادی از قطعات را از روی برد بیرون بکشیم (دمونتاژ کنیم). برای جداکردن قطعه‌ها از روی برد به‌ترتیب زیر عمل کنید:

- قلع‌کش پمپی را آزمایش کنید و از سالم بودن آن مطمئن شوید.



شکل ۶۵ــ شارژ قلع کش پیستونی و قرار دادن آن روی پایه

■ با توجه به نوع قطعه و جدول ۳، هویه مناسب انتخاب کنید.

■ هویه را به برق بزنید تا گرم شود و فنر قلع‌کش پمپی را شارژ کنید. در این حالت پیستون در داخل قرار می‌گیرد، (شکل ۶۵).



شکل ۶۶ــ مراحل ذوب شدن و مکش قلع

■ طبق شکل ۶۶ قلع‌کش را در کنار پایه و هویه را روی لحیم بگذارید تا ذوب شود.

■ به محض ذوب شدن لحیم، دکمه قلع‌کش را بزنید تا لحیم ذوب شده را از طریق پیستون مکش کند.

■ آزاد کردن و بیرون آوردن قطعات مشابه مرحله قبل است. در شکل ۶۷، مراحل دمونتاژ قطعه را مشاهده می‌کنید.



الف) شروع کاربا استفاده از قلع کش



ب) برداشتن لحیم‌ها و آزاد کردن پایه‌ها



پ) آزاد کردن وبیرون آوردن قطعه

شکل ۶۷ــ مراحل دمونتاژ یک قطعه از روی برد مدار چاپی

■ این مرحله را تکرار کنید تا مهارت لازم را در بیرون آوردن قطعات به‌دست آورید.

■ هنگامی که مهارت لازم را به‌دست آوردید از مربی بخواهیدقطعه‌ای را برای شما مشخص کند تا آن را دمونتاژ کنید سپس کار شما را مورد ارزیابی قرار دهد.

۱۰ گزارش کوتاهی از مراحل اجرای دمونتاژ با قلع‌کش پیستونی بنویسید.

.....

.....

.....

۱۱ قلع‌کش حرارتی نوعی هویه است که یک قلع‌کش پیستونی روی آن نصب شده است، شکل ۶۸ این قلع‌کش لحیم محل اتصال را ذوب می‌کند، سپس آن را با پمپ دستی (مکنده) که روی دستگاه نصب شده است، می‌مکد.



شکل ۶۸ــ دو نمونه قلع‌کش حرارتی

۱۲ شکل ۶۹ نوک قلع‌کش را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌کنید، با قرار گرفتن نوک قلع کش روی فیبر مدار چاپی، لحیم ذوب می‌شود و دستگاه مکنده قلع را می‌مکد.



شکل ۶۹ــ استفاده از قلع‌کش حرارتی

۱۳ در صورتی‌که این نوع قلع‌کش‌ها را در اختیار دارید دمونتاژ قطعات را با آن تجربه کنید.

۱۴ نوع دیگری از قلع‌کش حرارتی وجود دارد که مجهز به دستگاه مکنده برقی (پمپ برقی مکش هوا) است. از این دستگاه برای کارهای حرفه‌ای استفاده می‌شود. این دستگاه‌ها دارای مدار الکترونیکی کنترل حرارت نیز هستند که به‌وسیله آن به آسانی می‌توانیم درجه حرارت موردنیاز را تنظیم کنیم. در شکل ۷۰ نمونه‌ای از این دستگاه را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۷۰ــ قلع کش حرارتی با پمپ مکش برقی

فیلم

فیلمی از سرویس و نگهداری قلع کش را ببینید.

سرویس و نگهداری قلع‌کش: معمولاً قلع‌کش بعد از مدتی کار کردن نیاز به سرویس و نگهداری دارد. با توجه به شکل ۷۱ و مراجعه به راهنمای کاربرد و سرویس دستگاه، مراحل زیر را به‌صورت دوره‌ای (ماهانه یا فصلی) انجام دهید.



شکل ۷۱ــ باز کردن قلع‌کش پیستونی

- قسمت سر قلع‌کش پیستونی را باز کنید، لحیم‌های داخل مخزن را خالی کرده و در محلی حفظ کنید.

سرویس کنید

- برای تمیز کردن دستگاه از مواد توصیه شده استفاده کنید.
- بعد از اتمام سرویس، دستگاه را دوباره مونتاژ کنید و آن را آزمایش نمایید.
- میله و فنر داخل دستگاه را با پارچه زبر تمیز کنید.
- در صورتی‌که سایر قسمت‌های دستگاه قابل باز شدن هستند، با توجه به راهنمای کاربرد، آنها را باز و سرویس کنید.

توسعه پایدار

قلع، سرب، مس، آلومینیوم و سایر فلزات گرانبها، قابل استفاده دوباره هستند. بنابراین لازم است آنها را به‌دلیل صرفه‌جویی و حفظ محیط زیست دوباره به چرخه صنعت برگردانیم.

خودارزیابی

پایان واحد یادگیری:

۱ کاربرد فتیله لحیم..... است.

۱) برداشتن لحیم از روی مدار چاپی
۲) برداشتن اکسیدها از سطح کار
۳) استفاده در لحیم‌کاری سخت (خشن)
۴) دفع کردن گرمای قطعات در هنگام لحیم‌کاری

۲ نام هر سیم را از نظر ساختار قسمت هدایت‌کننده (هادی) بنویسید.



شکل ۷۲

۳ کدام گزینه لحیم مناسب برای لحیم‌کاری قطعات الکترونیکی را بیان می‌کند؟

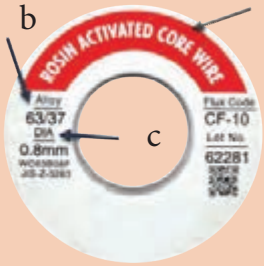
۱) ۴۰/۶۰ ۲) ۴۳/۵۷ ۳) ۶۰/۴۰ ۴) ۶۳/۳۷

۴ در الکترونیک با توجه به استاندارد اروپایی از سنباده‌های ..... تا ..... استفاده می‌کنند.

۵ هرچقدر درصد سرب در لحیم بیشتر باشد سیم لحیم دیرتر ذوب می‌شود.

صحیح ☐ غلط ☐

۶ اطلاعات قابل استخراج (c, b, a) قرقره لحیم شکل ۷۳ را بنویسید.



شکل ۷۳

۷ نوع فیبر (فنولی ـ فایبرگلاس) را در جای صحیح در جدول بنویسید.

مقاومت فیبر MΩ	نوع فیبر
10^4	
10^6	

۸ روی کدام یک از فیبرهای مدار چاپی زیر می‌توان مدت زمان طولانی‌تری لحیم‌کاری کرد؟

۱) فنولی ۲) فایبرگلاس

۹ کدام گزینه نام دستگاه شکل ۷۴ را بیان می‌کند؟

۱) قلع‌کش حرارتی ۲) هویه هفت تیری

۳) هویه قلمی ۴) قلع‌کش پیستونی



شکل ۷۴

۱۰ Soldering Iron به معنی ..... است و برای ..... به‌کار می‌رود.

استاندارد ارزشیابی پیشرفت تحصیلی مبتنی بر شایستگی درس طراحی و ساخت مدارهای چاپی پودمان اول واحد یادگیری اول

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی/ شایستگی/ (واحدهای یادگیری)	استاندارد عملکرد	نتایج مورد انتظار	شاخص تحقق
پودمان ۱ : جداسازی و نصب قطعات الکترونیکی گسسته	واحدیادگیری ۱: دمونتاژ قطعات گسسته	دمونتاژ قطعات الکترونیکی گسسته (مقاومت، خازن، دیود، ترانزیستور و آی‌سی و...) از روی برد مدار چاپی (PCB) با رعایت اصول ایمنی، استفاده صحیح از ابزارها (هویه، قلع کش، ....) و بدون آسیب به قطعات یا برد، به‌درستی دمونتاژ شود، سالم بودن پایه‌ها بررسی و برای استفاده مجدد یا تست آماده شود.	بالاتر از حد انتظار	علاوه بر تحقق شاخص‌های در حد انتظار، انجام کلیه فعالیت‌های پودمان (مانند تحقیق کنید، فکر کنید، پژوهش کنید و جست‌وجو کنید، بحث گروهی)
			درحد انتظار	شاخص‌های تحقق استاندارد: ۱ـ انتخاب صحیح ابزار برای جداسازی قطعات (مثل هویه، پنس، قلع‌کش) ۲ـ رعایت نکات ایمنی هنگام کار با ابزار لحیم‌کاری و قطعات الکترونیکی. ۳ـ جداسازی تمیز و بدون آسیب قطعات از برد مدار. ۴ـ شناسایی نوع و مشخصات قطعه (مثلاً مقاومت، دیود، ترانزیستور و آی‌سی و...) ۵ـ بررسی سلامت ظاهری قطعه پس از جداسازی (جداسازی قطعه بدون شکستن پایه‌ها یا آسیب به مسیرهای مسی برد) ۶ـ تمیزکاری محل جداسازی روی برد و آماده‌سازی قطعه برای استفاده مجدد ۷ـ ثبت مشخصات قطعه جدا شده برای نگهداری یا استفاده بعدی
			پایین‌تر از حد انتظار	در صورتی‌که هنرجو همه شاخص‌های درحد انتظار را محقق نسازد، پایین‌تر از حد انتظار ارزشیابی می‌شود.
	نمره مستمر از ۵ (بر اساس انجام فعالیت‌های کلاسی و کارگاهی، نظم، مشارکت در فعالیت‌های آموزشی و تربیتی، ابتکار در تکالیف عملکردی درسی و... از ۱ تا ۵ نمره اختصاص پیدا خواهد کرد.)			
	شایستگی پودمان (بالاتر از حد انتظار، در حد انتظار، پایین‌تر از حد انتظار)			

شایستگی‌های غیرفنی و عمومی (ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی)

شاخص‌ها	ضریب کیفیت عملکرد	شایستگی‌عملکرد هنرجو
مدیریت کیفیت ـ جمع‌آوری و گرد آوری اطلاعات ـ رعایت زبان فنی ـ رعایت ارگونومی ـ کنترل مخاطرات احتمالی حفاظت از تجهیزات کارگاه ـ ایجاد محتوای الکترونیک ـ کاهش صرفه‌جویی ـ طراحی خلاقانه پوسته گرافیکی و گرافیک متحرک ـ رعایت انضباط فردی و کلاسی ـ پوشش مناسب ـ احترام به استاد و هم‌کلاسی‌ها ـ حضور به موقع در کارگاه ـ ...	۲	

شایستگی عملکرد هنرجو در واحد یادگیری	شایستگی‌های غیرفنی و عمومی			شایستگی‌های فنی		
	بالاتر از حد انتظار	در حد انتظار	کمتر از حد انتظار	بالاتر از حد انتظار	در حد انتظار	کمتر از حد انتظار

شایستگی عملکرد هنرجو از میانگین سطوح شایستگی کسب شده در مراحل کاری هر واحد یادگیری مشخص می‌شود. به شرط آنکه:

۱ سطح شایستگی هنرجو در هیچ مرحله‌ای کمتر از حد انتظار نباشد.

۲ هنرجو در شایستگی‌های غیرفنی و عمومی، شایستگی در حدانتظار یا بالاتر از حد انتظار را کسب کرده باشد.

توجه:

۱ اگر حتی در یک مرحله کاری شایستگی کمتر از حد انتظار کسب شود ، منجر به عدم کسب شایستگی واحد یادگیری می شود.

۲ اگر میانگین سطوح شایستگی ۲/۵ یا بیشتر باشد ، سطح شایستگی بالاتر از حد انتظار خواهد بود.

۳ با توجه به اینکه شایستگی‌های عمومی و غیر فنی از شرایط لازم برای کسب شایستگی می‌باشد؛ لذا در صورتی که شایستگی فنی را احراز کرده باشد اما در شایستگی غیرفنی و عمومی، سطح در حد انتظار کسب نشده باشد، به معنی عدم احراز شایستگی در واحد یادگیری است.

واحد یادگیری ۲
شایستگی مونتاژ قطعات گسسته TH

آیا تا به حال فکر کرده‌اید

- چگونه می‌توانیم پیچ و مهره مناسب را برای اتصال دو قطعه انتخاب کنیم؟
- چگونه پیچ‌گوشتی مناسب هر پیچ را انتخاب کنیم؟
- چگونه سیم‌های رابط را برای دستگاه‌های مختلف بسازیم؟
- در مونتاژ قطعات روی برد الکترونیکی چه نکات فنی را باید رعایت کنیم؟
- در مونتاژ قطعات روی برد الکترونیکی چه فرایند منظمی را به اجرا درآوریم؟
- یک هویه معیوب را چگونه تعمیر کنیم؟

در واحد یادگیری ۱ با هویه، لحیم و عمل لحیم‌کاری روی اتصال سیم‌ها آشنا شده‌اید و قطعات را از روی برد پیاده‌سازی (دمونتاژ) نموده و تا حدودی در عمل لحیم‌کاری مهارت لازم را کسب نموده‌اید. در این واحد یادگیری در انتخاب و به‌کارگیری ابزار، انواع پیچ‌ها و ساخت انواع سیم‌های رابط مانند اتصال گیره سوسماری و پروب‌های مورد نیاز برای فعالیت‌های تعمیراتی و آزمایشگاهی مهارت لازم را کسب می‌کنید سپس چگونگی سوار کردن قطعات روی برد مدار چاپی (مونتاژ) را تمرین می‌کنید تا مهارت کافی را در عمل لحیم‌کاری قطعات گسسته به‌دست آورید. اگرچه فناوری نصب سطحی (SMD) در تولید انبوه کاربرد فراوانی دارد ولی مونتاژ قطعات گسسته TH به دلیل سادگی، استحکام و قابلیت اطمینان همچنان همراه بردهای SMD در کاربردهای خاص در تولید کمتر برای نمونه‌سازی اولیه و پروژه‌های کوچک الکترونیکی کاربرد دارد. در اتمام این واحد یادگیری فراگیرنده باید علاوه بر کسب مهارت در به‌کارگیری ابزار مونتاژ، مهارت لازم را در اجرای مونتاژ قطعات کسب نماید. همچنین شایستگی‌ها و مهارت‌های غیرفنی مانند رعایت نکات ایمنی و بهداشتی و کار گروهی و رعایت نظم و ترتیب و توجه به محیط‌زیست و اخلاق حرفه‌ای را در تمام مراحل کار رعایت نماید.

استاندارد عملکرد

مونتاژ قطعات الکترونیکی گسسته (مقاومت، خازن، دیود، ترانزیستور و آی‌سی و...) با رعایت اصول ایمنی، جهت‌یابی صحیح و روش‌های لحیم‌کاری استاندارد روی برد مدار چاپی (PCB).

مواد، تجهیزات و ابزار مورد نیاز

انواع پیچ ـ انواع پیچ‌گوشتی ـ تخته چوبی مستعمل با ابعاد تقریبی (ضخامت ۲ تا ۴ سانتی‌متر و طول ۵۰ cm ـ عرض ۲۵cm) ـ سیم رشته‌ای ـ خط‌کش ـ ماژیک علامت‌گذاری ـ سیم‌چین ـ سیم لخت‌کن ـ دم‌باریک ـ مواد و ابزار لحیم‌کاری (انواع روغن لحیم ـ انواع لحیم ـ انواع هویه)ـ انواع سیم رشته‌ای ـ مفتولی ـ لوازم‌التحریر ـ پیچ‌گوشتی چهارسو و تخت مناسب ـ هویه قلمی ـ لحیم ۶۰/۴۰ ـ روغن لحیم ـ سنباده ۶۰۰ ـ پایه هویه ـ اسفنج مخصوص پاک کردن نوک هویه ـ سیم بریده شده از قبل ـ سیم افشان۰/۲۵ و ۰/۵ ـ فیش نر و ماده آنتن ـ کابل آنتن تلویزیون ـ سیم دوسر سوسماری ـ کابل کواکسیال برای BNC ـ فیش BNC ـ فیبر اوراقی

انواع پیچ و پیچ‌گوشتی

فیلم

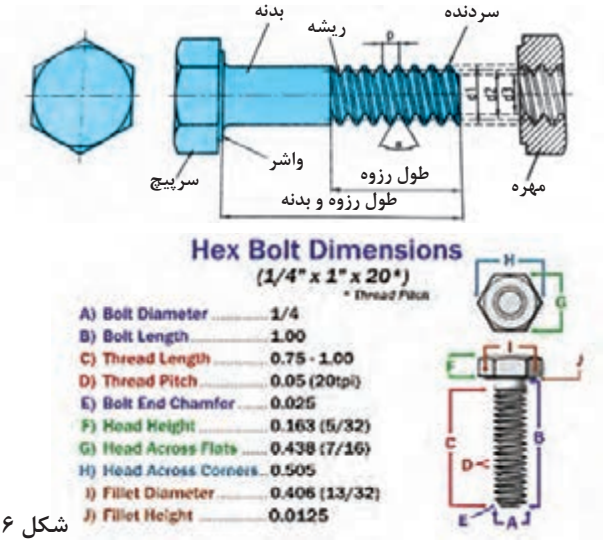
فیلمی از کار با انواع پیچ‌ها و پیچ‌گوشتی‌ها را ببینید.

همان طورکه گفته شد پیچ‌ها (screw) برای اتصال دو قطعه به کار می‌روند. پیچ یک میلهٔ استوانه‌ای فلزی یا غیرفلزی است که روی سطح جانبی آن دندانه ایجادشده است، (شکل ۷۵).

درکشورما ایران تولید پیچ و مهره براساس استانداردهای اروپایی صورت می‌گیرد، لذا برای شناخت مشخصات پیچ‌ها باید از استاندارد DIN آلمان استفاده کرد. مشخصه‌های پیچ در جداول استاندارد شده درج می‌شود. این مشخصات شامل مواردی مانند قطر پیچ (bolt diameter- A)، طول پیچ شامل طول رزوه و بدنه (both Length-b)، طول رزوه (thread Length-C) نوع، قطرو ارتفاع سر پیچ (head ـ G, H, F - گل-کله)، نوع دنده و گام (pitch thread) پیچ است. موارد دیگری نیز مانند ابعاد E I و j وجود دارد که ازبحث ما خارج است. شکل ۷۶ یک نمونه پیچ و جدول مشخصات آن را نشان می‌دهد. این جداول ملاک انتخاب پیچ برای کارهای مختلف است.



شکل ۷۵ـ چند نمونه پیچ



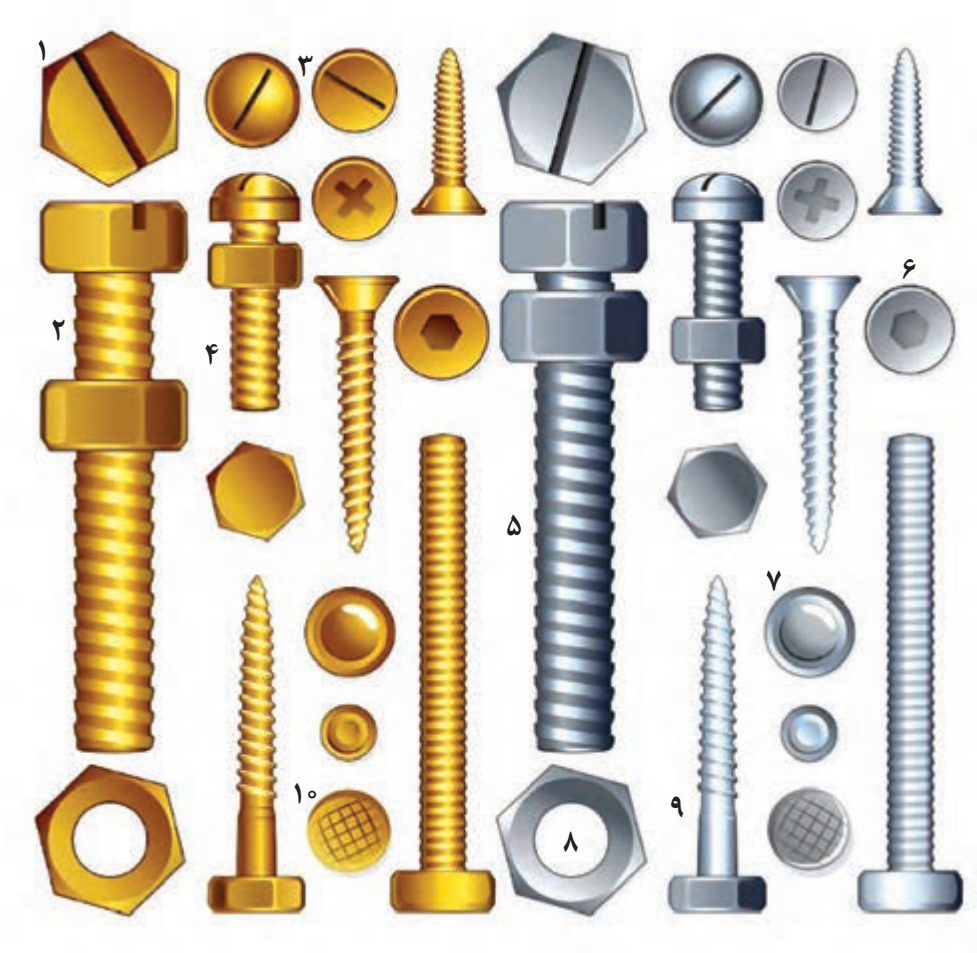
شکل ۷۶ـ مشخصات فنی پیچ مهره

۱ شکل سر یا کله پیچ بسیار متنوع است. متداول‌ترین آن، تخت(flat- slot) و چهارسو (philipps) است. شکل۷۷ این دو نوع پیچ و آچار آنها را نشان می‌دهد.



شکل ۷۷ـ دو نوع سرپیچ و آچار آن

در شکل ۷۸ چند نمونه از انواع پیچ، مهره و گل پیچ‌های متداول را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۷۸ـ چند نمونه ازانواع پیچ ومهره و گل پیچ

۲ پیچ‌ها را به‌وسیلهٔ آچار پیچ‌گوشتی (screw driver) باز می‌کنند. پیچ‌گوشتی از پرمصرف‌ترین ابزارهای سیم‌کشی است و انواع مختلف دارد. دو نوع چهارسو یا فیلیپس (philipps) و تخت (دو سو ـ flat -blade- slot) بیشترین کاربرد را دارد (شکل ۷۹).



شکل ۷۹ـ دونوع آچار پیچ‌گوشتی تخت و چهارسو

■ پیچ‌گوشتی‌ها نیز مانند هر ابزار دیگری برگه اطلاعات و مشخصات فنی دارند.

۳ طول پیچ گوشتی و قطر دسته آن در باز کردن و بستن پیچ مؤثر است. توجه داشته باشید که نوک پیچ‌گوشتی بایدکاملاً متناسب و هم‌اندازه با شیارهای کلهٔ (سر)پیچ باشد. در غیر این صورت به پیچ آسیب می‌رسد (شکل ۸۰).

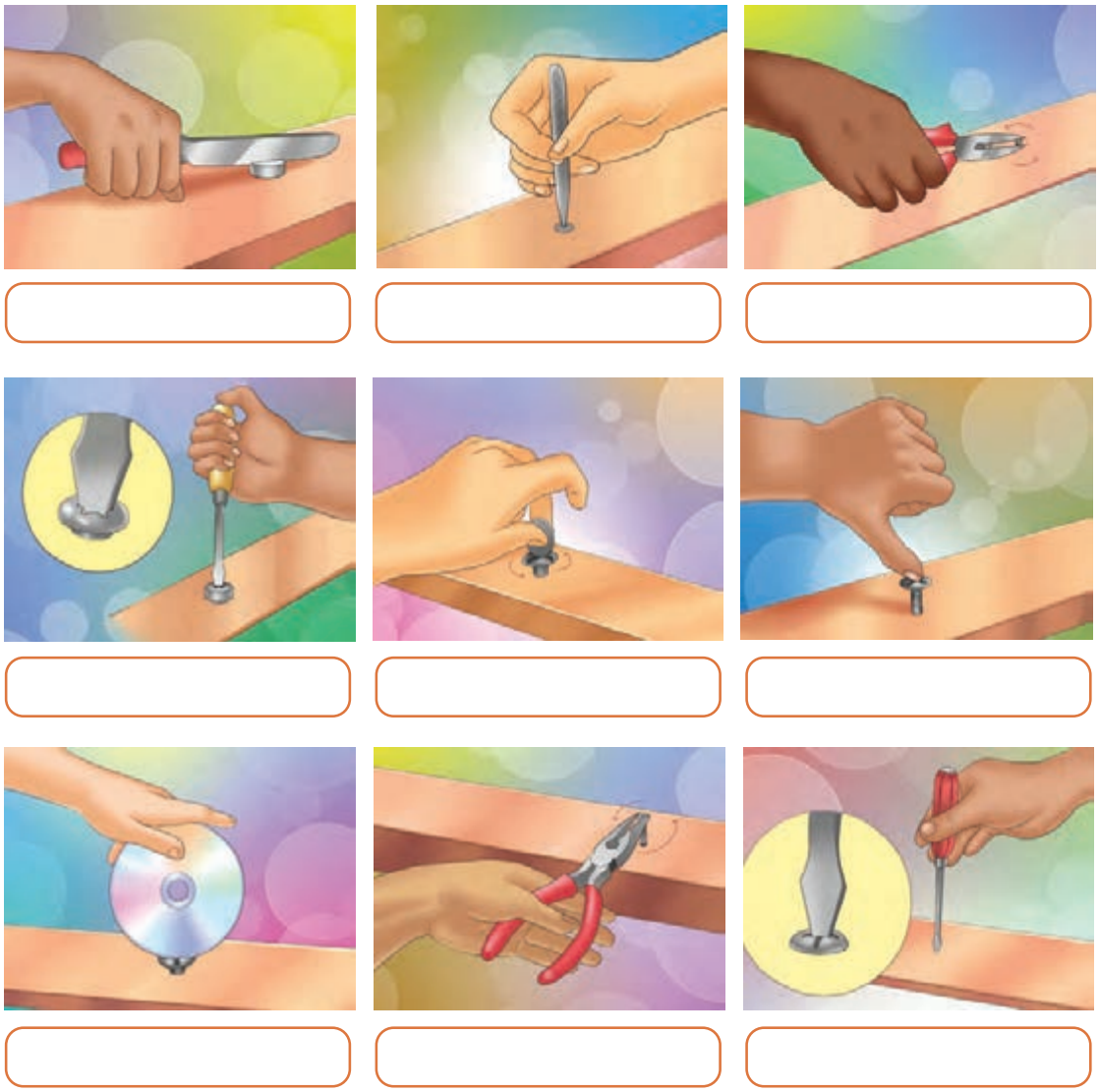


شکل ۸۰ـ انتخاب آچار مناسب مانع خرابی گل پیچ می‌شود

فعالیت

زیرنویس تصاویر شکل ۸۰ چه مفاهیمی را بیان می‌کند؟

در نمایش تصویری اطلاعات یا اینفوگرافی(Infographic) شکل ۸۱ استفاده ناصحیح از ابزارهای مختلف را برای بازکردن پیچ ملاحظه می‌کنید، در زیر هر شکل نوع عملکرد آن را بنویسید.



شکل ۸۱ــ (اینفوگرافی) استفاده ناصحیح از وسایل و ابزاربرای باز کردن پیچ

کار عملی ۶

کار با پیچ‌گوشتی

هدف: کسب مهارت درانتخاب وکاربا پیچ‌گوشتی

مواد، ابزار و تجهیزات: انواع پیچ، انواع پیچ‌گوشتی، تخته چوبی مستعمل با ابعاد تقریبی (ضخامت ۲ تا ۴ سانتی‌متر و طول ۵۰cm، عرض۲۵ cm)

۱ با استفاده ازپیچ‌گوشتی حداقل ۴ عدد پیچ و پیچ و مهره را ازروی دستگاه‌های خراب و غیرقابل استفاده باز کنید و ببندید. همچنین تعدادی پیچ خودروی چوب را روی صفحه چوبی که سوراخ‌های آن از قبل آماده شده است ببندید و باز کنید. با توجه به شکل ۸۲ هنگام کار با پیچ‌گوشتی، آن را به‌طور صحیح در دست بگیرید.





شکل ۸۲ـ چگونگی صحیح در دست گرفتن پیچ‌گوشتی

۲ در بحث قبلی گفتیم که نوک پیچ‌گوشتی باید مناسب پیچ باشد. علاوه براین برای بستن پیچ روی هر وسیله باید نیروی معینی وارد شود. نیروی چرخشی وارد شده به پیچ را با کمیتی به نام گشتاور می‌سنجند. هرگز نباید برای بستن پیچ، گشتاور یا نیروی چرخشی بیش از حد وارد کرد.

فیلم

فیلمی از چگونگی بستن پیچ را ببینید.

در صورت وارد کردن نیروی چرخشی بیش از حد به پیچ، چه مشکلاتی به‌وجود می‌آید؟ نام ببرید.

الف) .....

ب) .....

پ) .....

ت) .....

۳ مجموعه پیچ‌گوشتی‌های چند سر نیز وجود دارد که نوک‌های آن قابل تعویض است، شکل ۸۳ استفاده از این نوع پیچ‌گوشتی‌ها کار را ساده می‌کند، اما به‌دلیل دوام کم آن، برای کارهای صنعتی و حرفه‌ای مناسب نیستند.

فعالیت

یک نمونه پیچ‌گوشتی چند سر را در اختیار بگیرید و با استفاده از دفترچه راهنمای آن، مشخصات فنی آن را استخراج کنید. همچنین درصورتی‌که امکان‌پذیر است آن را به‌کار ببرید.



شکل ۸۳ـ دو نمونه مجموعه پیچ‌گوشتی چند سر

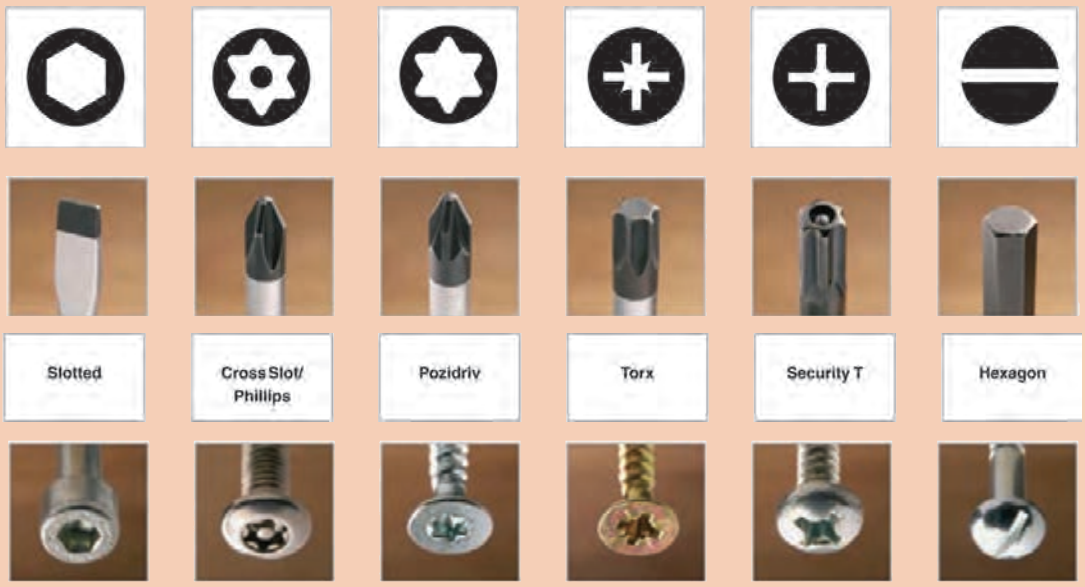


یکی دیگر از انواع پیچ‌گوشتی‌ها، پیچ‌گوشتی‌های برقی است. در این نوع پیچ‌گوشتی‌ها سرعت بستن وبازکردن و میزان نیروی وارد شده بر پیچ قابل تنظیم است. از مزایای دیگر پیچ‌گوشتی‌های برقی داشتن نوک‌های متعدد برای انواع گل پیچ‌ها است. همچنین میزان نیروی چرخشی این پیچ‌گوشتی‌ها قابل تنظیم است (شکل ۸۴).

شکل ۸۴ـ پیچ‌گوشتی برقی

خودارزیابی

۱ در شکل ۸۵ با کشیدن خط مناسب، پیچ‌گوشتی استاندارد را به سر هر پیچ اتصال دهید.



شکل ۸۵

۲ وارد کردن نیروی چرخشی بیش از حد به پیچ سبب محکم‌تر شدن آن می‌شود.

صحیح ☐ غلط ☐

۳ Screw به معنی..... و Screw driver به معنی..... است.

۴ کدام گزینه، بهترین ابزار برای روکش‌برداری سیم است؟

۱) سیم چین ۲) انبر دست

۳)کاتر ۴) سیم لخت‌کن

۵ دو نوع آچار پیچ‌گوشتی ..... و ..... بیشترین کاربرد را دارد.

ساخت سیم های رابط و سوکت

یکی از وسایل مورد نیاز در آزمایشگاه الکترونیک سیم‌های رابط است. این سیم‌ها از نظر نوع سر سیمی که به سیم متصل می‌شود تنوع بسیار زیادی دارد. در این قسمت به چگونگی ساخت متداول‌ترین و پرکاربردترین این نوع اتصالات می‌پردازیم.

کار عملی ۷

ساخت سیم‌های رابط دو سرگیره سوسماری

هدف:کسب مهارت در ساخت ملزومات مورد نیاز برای اتصال در رشته الکترونیک.

مواد، ابزار و تجهیزات: سیم‌افشان ۰/۲۵ و ۰/۵، سیم‌چین، سیم‌لخت‌کن، انبردست، دم‌باریک، پیچ‌گوشتی چهارسو، مفتول لحیم، گیره سوسماری (حداقل در دو رنگ قرمز و مشکی)، سنباده ۶۰۰، پایه هویه، هویه قلمی و اسفنج مخصوص پاک کردن نوک هویه.

مراحل اجرای کار

۱ دراین مرحله می‌خواهیم گیره‌هایی را مطابق شکل ۸۶ بسازیم. برای این منظور نیاز به گیره سوسماری و سیم رابط داریم.

۲ شکل ۸۷ تعدادی گیره سوسماری را ملاحظه می‌کنید که به آنها سیم وصل نشده است.



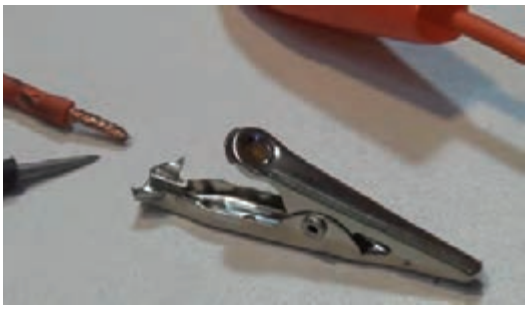
شکل ۸۶ــ چند نمونه گیرهٔ سوسماری



شکل ۸۷ــ تعدادی گیرهٔ سوسماری بدون سیم

۳ گیره‌های سوسماری دارای دوقسمت فلزی و روکش پلاستیکی هستند. گیره‌ها را بردارید و مورد بررسی قرار دهید.

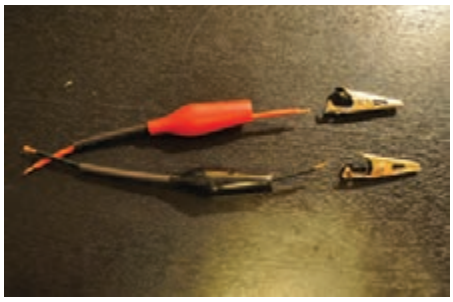
۴ یک عدد گیرهٔ سوسماری را بردارید و روکش آن رامطابق شکل ۸۸ بیرون بیاورید.



شکل ۸۸ــ گیرهٔ سوسماری بدون روکش حرارتی

۵ سیم‌ها را با طول مورد نیاز ببرید و آنها را لخت کنید، سپس روکش‌های گیره‌های سوسماری را مطابق شکل ۸۹ از آن عبور دهید.

۶ مطابق شکل ۹۰ سیم‌ها را از شیارهای گیره سوسماری بگذرانید.



شکل ۸۹ــ آماده سازی گیره سوسماری



شکل ۹۰ــ عبور سیم از گیرهٔ سوسماری

۷ گیره سوسماری را مطابق شکل ۹۱ لحیم کنید. در صورتی که بخواهید استحکام بیشتری داشته باشد، می‌توانید روی آن وارنیش حرارتی بکشید.



شکل ۹۱ــ لحیم‌کاری گیرهٔ سوسماری

۸ روکش گیره را روی آن بکشید تا گیرهٔ سوسماری شما مشابه شکل ۸۶ شود. گیرهٔ سوسماری آماده استفاده است. نتایج کار را جهت ارزشیابی به مربی خود ارائه کنید.

۹ مراحل را برای سرهای دیگر سیم و سایر سیم‌ها تکرار کنید. حداقل ۴ جفت سیم دو سر گیره سوسماری برای خودتان بسازید. مراحل اجرای این کار عملی را به اختصار توضیح دهید.

.....

.....

.....

.....

ساخت سیم رابط با فیش‌های مختلف مانند فیش نر و ماده آنتن تلویزیون، پروب BNC، بلندگو، میکروفون، آمپلی‌فایر،آداپتور و شارژر.

هدف:کسب مهارت در ساخت ملزومات مورد نیاز برای اتصال دستگاه‌ها در رشته الکترونیک.

مواد، ابزار و تجهیزات:فیش نر و ماده آنتن وکابل آنتن تلویزیون، سوسماری، کابل کواکسیال برای BNC فیشBNC، سیم چین، سیم لخت کن، انبردست، دم باریک، پیچ‌گوشتی چهارسو، مفتول لحیم، سنبادهٔ ۶۰۰، پایه هویه، هویهٔ قلمی و اسفنج مخصوص پاک کردن نوک هویه.

مراحل اجرای کار

۱ با کمک همکار گروهی خود تعدادی فیش نر و ماده آنتن را به کابل آنتن اتصال دهید. روش کار را با مراجعه به رسانه‌های مختلف بیابید.

۲ در شکل ۹۲، اتصال لحیم‌کاری شده کابل آنتن به فیش آنتن را ملاحظه می‌کنید. مراحل لحیم‌کاری تا حدودی مشابه مراحل اجرایی گیره سوسماری است. برای کسب مهارت بیشتر کابل ها و سیم های رابط معیوب شده را تعمیر کنید.



شکل ۹۲ـ اتصال کابل کوآکسیال به فیش آنتن

۳ با کمک مربی کارگاه و با توجه به شکل ۹۳ یک پروب (پروب ـPROBE) با یک طرف گیره سوسماری بسازید. مراحل ساختن پروب را با مراجعه به رسانه‌های مختلف از جمله فضای مجازی پیدا کنید. این پروب در آزمایشگاه مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

۴ برای ساخت BNC نیاز به دستگاه پرچ دارید. در شکل ۹۴ دو نمونه دستگاه پرچ را ملاحظه می‌کنید. پرچ BNC با دستگاه‌های پرچ معمولی نیز امکان‌پذیر است. مراحل اتصال BNC به کابل کواکسیال درکتاب همراه هنرجو آمده است.



شکل ۹۳ـ اتصال کابل کوآکسیال به پروب BNC





شکل ۹۴ـ دو نمونه دستگاه پرچ BNC

۵ با کمک همکار گروهی خود، تعدادی سیم رابط برای وسایلی مانند میکروفون، گوشی و بلندگو بسازید. در شکل ۹۵ چند نمونه از این نوع فیش‌ها نشان داده شده است.





شکل ۹۵ـ چند نمونه فیش

۶ چگونگی اتصال این فیش‌ها را معمولاً در راهنمای مونتاژ آن می‌نویسند. در شکل ۹۶ یک نمونه فیش میکروفون یا بلندگو با سیم متصل شده به آن را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۹۶ـ فیش میکروفون یا بلندگو

۷ کابل‌ها وسیم‌های رابط مورد نیاز خود را با توجه به تجربه‌ای که اندوخته‌اید بسازید. همچنین کابل‌های معیوب موجود در منزل را تعمیر کنید.

۸ کارهای آماده شده را جهت ارزشیابی به مربی خود ارائه کنید.

۹ گزارش مختصری از چگونگی ساختن سوکت بنویسید.

.....

.....

.....

.....

.....

کار عملی ۹

ساخت سوکت با استفاده از وروبُرد (veroboard) و پین هدر (pin header)

هدف: کسب مهارت در ساخت ملزومات مورد نیاز در رشته الکترونیک.

مواد، ابزار و تجهیزات: وروبُرد (veroboard) یا فیبر هزار سوراخ، پین هدر (pin header) سیم‌چین، سیم‌لخت‌کن، انبردست، دم باریک، پیچ‌گوشتی چهارسو، مفتول لحیم، سنباده ۶۰۰، پایه هویه، هویه قلمی و اسفنج مخصوص پاک کردن نوک هویه

فیلم

فیلمی از ساخت سوکت ببینید.

مراحل اجرای کار

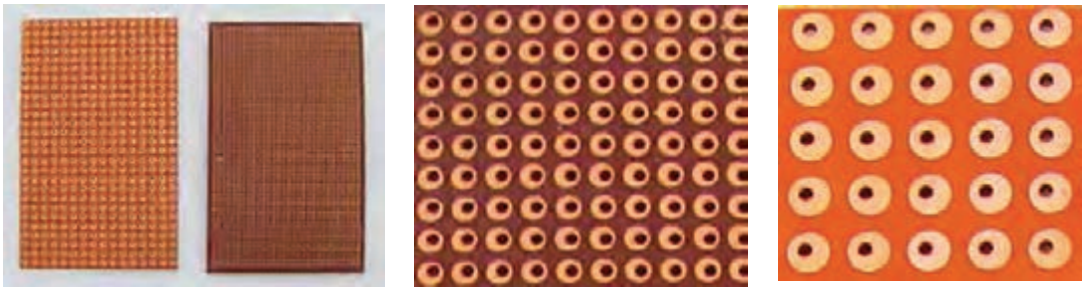
یکی از مواردی که اغلب در کارهای آزمایشگاهی پیش می‌آید نیاز به سوکت برای اتصال به بِرِد بُرد است. معمولاً برای قطعاتی مانند آی‌سی‌ها سوکت آماده وجود دارد، ولی برای قطعاتی مانند ترانزیستور یا بوبین سوکت پیش ساخته وجود ندارد. در این گونه موارد می‌توانیم سوکت مورد نیاز را بسازیم. برای ساختن سوکت مراحل زیر را اجرا کنید.

۱ با کمک مربیان خود با استفاده از فیبر سوراخ‌دار و پین هدر (pin header) سوکت مناسب برای هفت قطعه‌ای بسازید. در شکل ۹۷ نمونه‌هایی از پین هدررا ملاحظه می‌کنید. انواع پین هدرهایی را که در اختیار دارید در دست بگیرید و کاربردهای آنها را ملاحظه کنید.



شکل ۹۷ـ انواع پین هدر و سوکت مادگی آن

۲ فیبر سوراخ‌دار آماده یا وروبُرد (veroboard) یک قطعه فیبر مدار چاپی است که تعداد زیادی سوراخ روی آن ایجاد شده است. در قسمت مسی این لایه‌ها سوراخ‌هایی وجود دارد که از نظر الکتریکی از یکدیگر جدا هستند. از این فیبر می‌توان برای اجرای مواردی مانند نمونه‌های پروژه و ساخت سوکت استفاده کرد. در شکل ۹۸، چند نمونه فیبر سوراخ دار را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۹۸ـ شکل ظاهری چند نمونه ورو برد هزار سوراخ

۳ نمونه‌هایی از فیبر هزار سوراخ را در دست بگیرید و ساختمان آنها و چگونگی کار با آنها را بررسی کنید.

۴ روی یک قطعه ورو برد لحیم‌کاری را تمرین کنید.

۵ با استفاده از فیلم ساخت سوکت، برای ترانزیستور و بوبین، سوکت بسازید.

۶ کارهای آماده شده را جهت ارزشیابی به مربی خود ارائه کنید.

جستجو کنید

با مراجعه به سایت‌های اینترنتی مرتبط تعدادی پویانمایی و فیلم‌های کوتاه مرتبط با لحیم‌کاری را دانلود کنید و پس از مشاهده، درباره آن گزارش تنظیم نمایید و به کلاس ارائه دهید.

سرویس کنید

- برای تمیز کردن بُرد از مواد توصیه شده استفاده کنید.
- از مسواک یا فرچه گرد و غبار روی بُرد را تمیز کنید.
- با الکل یا تینر یا اسپری‌های استاندارد آلاینده‌های روی بُرد را پاک کنید.

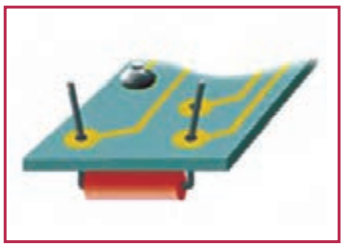
نصب یا مونتاژ (mountage) قطعات

یکی از فعالیت‌های اصلی در تعمیر دستگاه‌های الکترونیکی، مونتاژ قطعات روی فیبر مدار چاپی است که از طریق لحیم‌کاری انجام می‌شود. لحیم‌کاری روی فیبر مدار چاپی کمی‌مشکل‌تر از لحیم‌کاری سیم‌ها به یکدیگر است.با توجه به اینکه در قسمت قبل با ابزارهای دمونتاژ و فرایند اجرای آن آشنا شده‌اید، اجرای فرایند مونتاژ ساده‌تر خواهد بود.

برای مونتاژ لازم است فرایند منظمی از شروع تا پایان کار به اجرا درآید. در شکل (اینفوگرافی) ۹۹ این مراحل را ملاحظه می کنید.



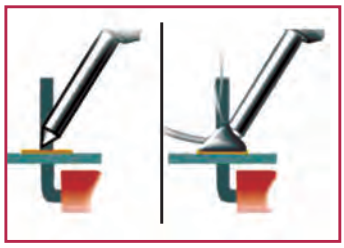
۱ـ ابزار را آماده کنید.



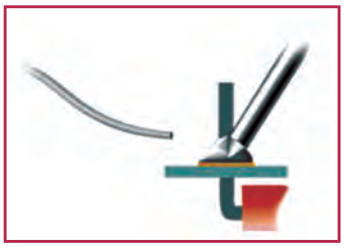
۲ـ قطعه را در مکان صحیح خود بگذارید.



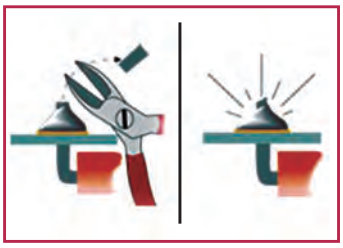
۳ـ نوک هویه را با اسفنج مرطوب تمیز کنید .



۴ـ ابتدا محل را گرم، سپس لحیم اضافه کنید.



۵ـ لحیم را قبل از جدا کردن هویه، بردارید.



۶ـ لحیم را بازرسی کنید وسیم‌های اضافی را ببرید.

شکل ۹۹ـ اینفوگرافی مراحل مونتاژ قطعه روی برد مدار چاپی

کار عملی ۱۰

مونتاژ قطعات

هدف: کسب مهارت مونتاژ (mountage) قطعات روی فیبر مدار چاپی

مواد، ابزار و تجهیزات: فیبر اوراقی، سیم‌چین، سیم‌لخت‌کن، انبردست، دم‌باریک، پیچ‌گوشتی چهارسو، مفتول لحیم، سنباده ۶۰۰، پایه هویه، هویه قلمی و اسفنج مخصوص پاک کردن نوک هویه، قلع‌کش.

مراحل اجرای کار

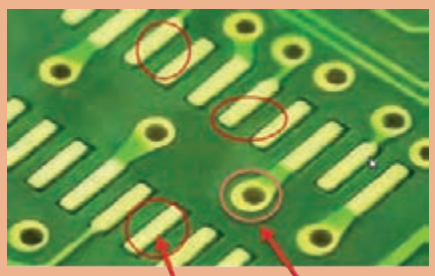
توجه

برای اجرای این مرحله لازم است برُد اوراقی توسط هنرجو فراهم شود. معمولاً درداخل منازل دستگاه‌های الکترونیکی معیوب غیرقابل تعمیر وجود دارد که هنرجویان باید آنها را باز کنند و برُدهای اوراقی را مورد استفاده قرار دهند.

لحیم‌کاری باید مطابق استاندارد و بدون نقص باشد. در ادامه برخی از ویژگی‌های لحیم‌کاری خوب و مواردی از لحیم‌کاری با کیفیت نامناسب شرح داده شده است.

نکته

برای اتصال قطعات الکتریکی روی بردهای مدار چاپی (PCB) یک ناحیه رسانا از جنس مس به نام پَد (Pad) ایجاد می‌کنند تا پایه قطعات در این محل لحیم شده و با اتصال الکتریکی و مکانیکی مناسب، قطعه روی برد نگهداری شود. در شکل ۱۰۰ دو نوع پُد حفره‌دار (Through hole pad) و پد سطحی (SMD Pad) نشان داده شده است.



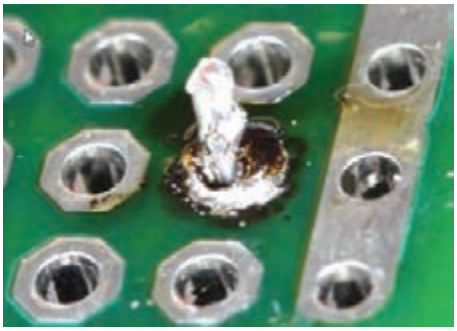
شکل ۱۰۰ــ دو نوع پد



شکل ۱۰۱ــ لحیم‌کاری مناسب

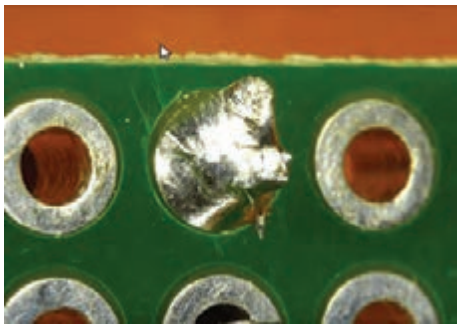
- سطح براق و صاف به رنگ نقره‌ای و درخشان است.
- سطح لحیم مقعر بوده گنبدی و تخت نیست.
- لحیم از پایه قطعه به پد شیب‌دار و با پوشش یکنواخت است.
- بدون قطع اضافی یا فلاکس سوخته
- بدون ذرات خارجی در اطراف اتصال
- مقاوم در برابر فشار و دارای استحکام

■ به علت انتقال حرارت زیاد به محل اتصال، اتصال سوخته ایجاد شده است این امر ناشی از حرارت بیش از حد یا لحیم‌کاری طولانی مدت یا انتخاب هویه با وات نامناسب (وات بالا) ایجاد می‌شود. فلاکس ناکافی یا بی‌کیفیت و انتخاب اشتباه نوک هویه هم ممکن است این اتصال را ایجاد کند.



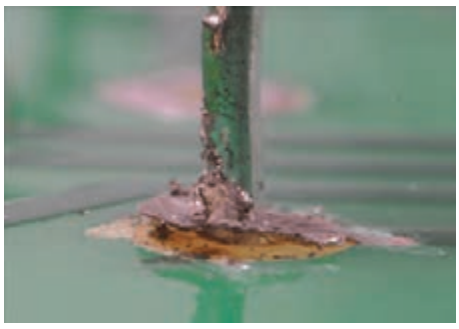
شکل ۱۰۲ــ اتصال سوخته

■ به علت انتقال ناکافی حرارت به محل اتصال، قلع سخت شده و به درستی به پایه قطعه نچسبیده است. این امر در اثر دمای نامناسب هویه (بیش از حد کم) یا زمان ناکافی حرارت‌دهی یا سطوح کثیف اکسید شده ایجاد می‌شود.



شکل ۱۰۳ــ اتصال سرد

■ در اثر حرارت زیاد یا لحیم‌کاری طولانی مدت پد از سطح فیبر جدا شده است.



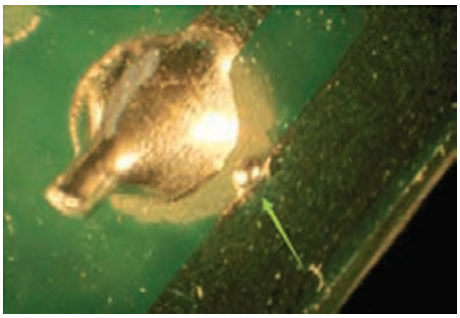
شکل ۱۰۴ــ پد از روی فیبر جدا شده

■ اگر مقدار لحیم کافی نباشد سطح اتصال توخالی، نازک یا ترک خورده است. به علت لحیم ناکافی روی پایه قطعه یا پد اتصال ضعیف مکانیکی و الکتریکی ایجاد می‌شود.



شکل ۱۰۵ــ کمبود لحیم در محل

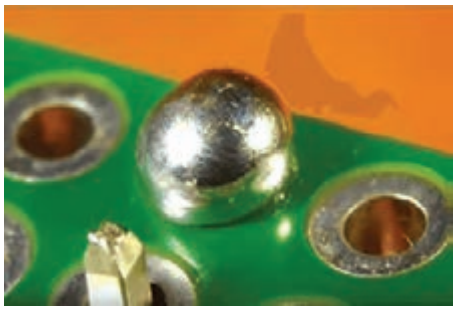
■ در اثر گرمای ناکافی، استفاده بیش از حد لحیم، کیفیت پایین لحیم یا اکسید بودن سطح کار ذرات ریز قلع به‌صورت جداگانه روی فیبر باقی‌مانده و خطر اتصال کوتاه و خرابی مدار را افزایش می‌دهد.



شکل ۱۰۶ــ وجود گلوله‌های ریز قلع

■ به علت دمای پایین، قلع به خوبی جریان نمی‌یابد و انباشته می‌شود. ماندن طولانی‌مدت هویه در محل اتصال یا کیفیت بد فلاکس یا پدهای بزرگ‌تر از نیاز ممکن است قلع اضافی ایجاد کند.

■ به علت آلودگی، دمای پایین، زمان کوتاه تماس هویه با اتصال و نامرغوبی مواد، لحیم به‌درستی مذاب (تر Wetting) نشده و نتوانسته است به سطح فلز (پد یا قطعه) بچسبد.



شکل ۱۰۷ــ قلع اضافی

۱ با استفاده از هویه قلمی تعدادی از قطعات راکه از روی برد بیرون کشیده‌اید دوباره مونتاژ کنید. برای نصب قطعه‌ها به ترتیب زیر عمل کنید.

■ کلیهٔ مراحل نشان داده شده در اینفوگرافی شکل ۹۹ را به‌صورت گام‌به‌گام، دقیقاً اجرا کنید.

■ با توجه به نوع قطعه و جدول ۳، هویه مناسب انتخاب کنید.

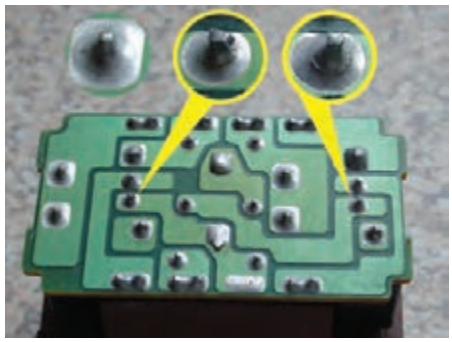
■ پایه‌های قطعه جدا شده را با نوک هویه و اسفنج تمیز کنید.



شکل ۱۰۸ــ جاری نشدن کافی لحیم

■ قطعه را با ملایمت در محل خود بگذارید و جایگاه آن را محکم کنید تا در خلال لحیم‌کاری از محل خود خارج نشود. در صورت نیاز برای زدن اولین خال لحیم، قطعه را با دست نگه دارید.

■ پایه‌ها را به ترتیب لحیم کنید. لحیم اجرا شده باید براق و کاملاً شفاف باشد. در صورتی‌که لحیم انجام شده کدر باشد، قابل قبول نیست. در شکل ۱۰۹ لحیم صحیح و مشکل‌دار با هم مقایسه شده است.



شکل ۱۰۹ــ دو نمونه لحیم ترک‌دار و یک نمونه لحیم طبیعی

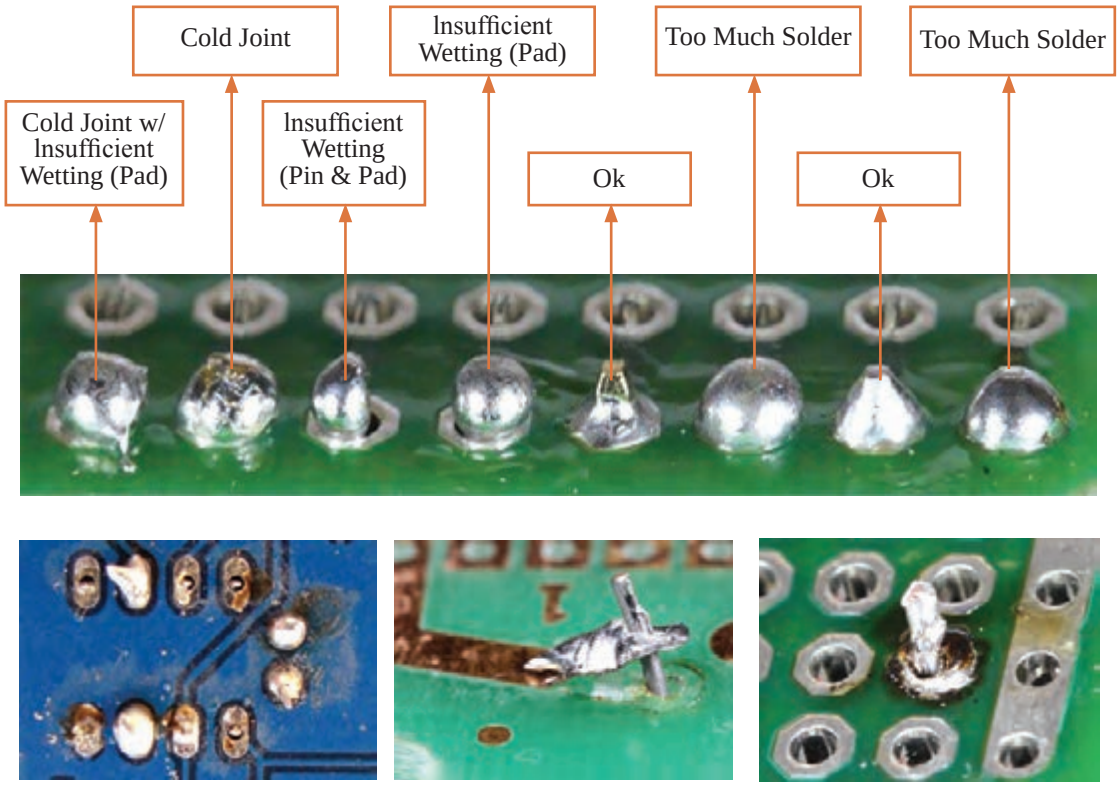
۲ این مرحله را تکرار کنید تا مهارت لازم را درمونتاژ قطعات کسب کنید.

۳ هنگامی که مهارت لازم را به‌دست آوردید از مربی بخواهید قطعه‌ای را برای شما مشخص کند تا آن را مونتاژ کنید سپس کار شما را مورد ارزیابی قرار دهد.

در شکل ۱۱۰ (اینفوگرافی) ـ نمونه‌هایی از لحیم‌های مشکل‌دار را مشاهده می‌کنید.

بارش فکری

معایب لحیم‌های نشان داده شده در شکل ۱۱۰ را بررسی و دلایل بروز عیب را استخراج کنید.



شکل ۱۱۰ـ (اینفوگرافی) نمونه‌هایی از لحیم مشکل‌دار

۴ گزارش کوتاهی از مراحل اجرای مونتاژ قطعه بنویسید.

.....

.....

.....

.....

کار عملی ۱۱

تعمیرو نگهداری هویه

هدف:کسب مهارت در تعمیر هویه قلمی و هفت تیری

مواد، ابزار و تجهیزات: فیبر اوراقی، سیم چین،سیم لخت کن،انبردست، دم باریک، پیچ‌گوشتی چهارسو، مفتول لحیم، سنباده ۶۰۰، پایه هویه، هویه قلمی و اسفنج مخصوص پاک کردن نوک هویه

مراحل اجرای کار

۱ هویه پس از مدتی کار کردن نیاز به تعمیر دارد. یکی از این موارد، تمیز کردن و تعویض نوک هویه است که قبلاً در مورد آن صحبت کرده‌ایم. همان‌طور که قبلاً گفتیم قسمت‌های مختلف یک هویه قلمی طبق شکل ۱۱۱ ازنوک هویه، المان گرم‌کننده، حفاظ، دسته چوبی و سیم رابط و فنر نگهدارنده تشکیل شده است. در صورتی‌که هویه شما نیاز به تعمیر دارد با راهنمایی هنرآموز خود آن را باز کنید.



شکل ۱۱۱ــ قسمت‌های مختلف هویه

۲ در شکل ۱۱۲ چگونگی باز کردن و قطعات باز شده هویه قلمی را مشاهده می‌کنید.
با توجه به شکل ۱۱۲ هویه خود را باز کنید و پس از تمیز کردن اجزای داخلی آن، دوباره آن را مونتاژ کنید.



شکل ۱۱۲ــ چگونگی باز کردن هویه قلمی و اجزای آن

ایمنی

- هنگام باز کردن هویه مراقب اتصالات، عایق‌ها و سایر اجزا باشید تا آسیب نبینند، (شکل ۱۱۳).
- پس از بستن پیچ‌های هویه حتماً آن را از نظر اتصال بدنه آزمایش کنید.
- هویه تعمیر شده را حتماً با نظارت مربی خود به برق بزنید و آزمایش کنید.

۳ گزارش کوتاهی از چگونگی تعمیر هویه قلمی بنویسید.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



شکل ۱۱۳ــ مراقبت ازاجزاء داخلی هویه قلمی

۴ هویه هفت تیری براساس ساختار ترانسفورماتور کار می‌کند. عیوبی که در این دستگاه به‌وجود می‌آید شامل قطع شدن سیم پیچ، فرسوده شدن و بریدن نوک، خراب شدن کلید یا آسیب دیدن سیم رابط و دوشاخه است.

۵ گزارش کوتاهی از چگونگی تعمیر هویه هفت تیری بنویسید.

.....

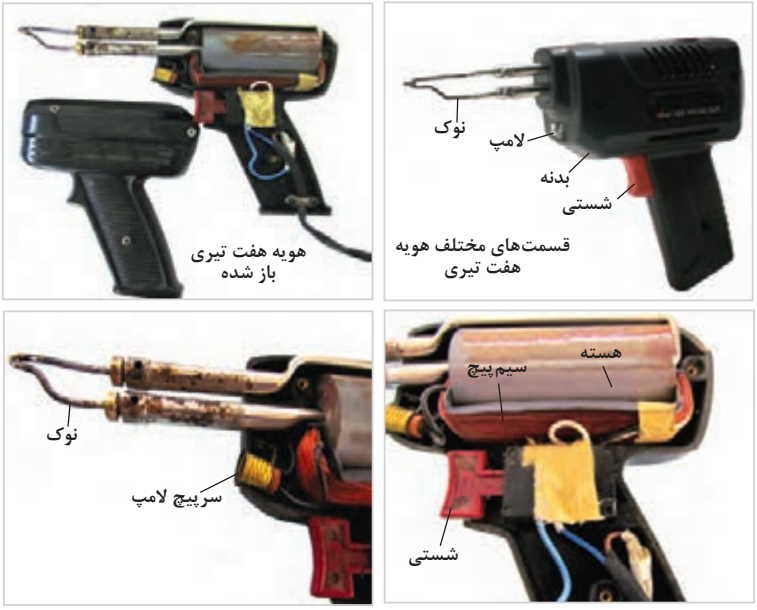
.....

.....

.....

۶ در شکل ۱۱۴ اینفوگرافی چگونگی باز کردن هویه را ملاحظه می کنید.

۷ کلیه نکات ایمنی مربوط به هویه قلمی را در هنگام تعمیر هویه هفت تیری نیز رعایت کنید.



شکل ۱۱۴ــ چگونگی باز کردن هویه هفت تیری و اجزای آن

با مشاهده و بررسی این تصاویر به آسانی می‌توانید هویه هفت تیری خود را تعمیر کنید

خودارزیابی

۱ Veroboard با برد بُرد (Breed Board) چه تفاوتی دارد و کاربرد آن چیست؟
۲ شش مرحله از مونتاژ قطعات روی برد که باید به‌طور منظم انجام گیرد را شرح دهید.
۳ چهار خصوصیت یک لحیم‌کاری مناسب و استاندارد را بنویسید.
۴ لحیم‌کاری صحیح و مشکل‌دار را در هر شکل مشخص کنید و علت را به اختصار بنویسید (شکل ۱۱۵).



شکل ۱۱۵

۵ کدام گزینه لحیم‌کاری صحیح را در شکل ۱۱۶ نشان می‌دهد؟



۱ ۲ ۳ ۴

شکل ۱۱۶

تعمیق و تثبیت یادگیری (۱)

۱ در لحیم‌کاری سخت، درجه حرارت کار بالا و در لحیم‌کاری نرم درجه حرارت کار پائین است.
صحیح ☐ غلط ☐

۲ در لحیم‌کاری عناصر الکترونیکی از روغن‌های کروسیو (ساینده) استفاده می‌شود.
صحیح ☐ غلط ☐

۳ کدام گزینه از ویژگی‌های روغن لحیم نیست؟
۱) حل کردن اکسیدها و هیدرات‌ها
۲) گسترش سریع و نفوذ در سطح فیبر
۳) ترکیب نشدن با فلزات
۴) نقطه ذوب بالا

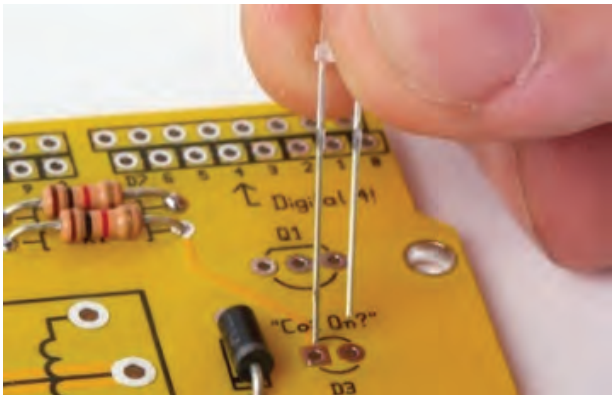
۴ در شکل ۱۱۷ نام هر یک از گزینه‌ها را در محل خود بنویسید.
۱) قلع‌کشی پیستونی
۲) قلع‌کشی حرارتی
۳) هویه قلمی
۴) هویه هفت تیری



شکل ۱۱۷

۵ کدام گزینه مقدار وات مناسب هویه را برای لحیم‌کاری روی بُرد مدار چاپی نشان می‌دهد؟
۱) ۲۰w ۲) ۴۰w
۳) ۶۰w ۴) ۸۰w

۶ قطعه نشان داده شده در شکل ۱۱۸ از کدام نوع است؟
۱) DIP
۲) TH
۳) SMD
۴) COB



شکل ۱۱۸

قلع اندود کردن سیم

۱) دو سر دو قطعه سیم مفتولی را به فاصله ۱/۵ سانتی متر روکش‌برداری کنید.
۲) سرهای سیم‌ها را تمیز کنید.
۳) یک سر از هر یک از سیم‌ها را قلع‌اندود کنید.
۴) دو طرف دیگر سیم را که قلع‌اندود نشده است به‌هم اتصال دهید.
۵) محل اتصال را لحیم‌کاری کنید.

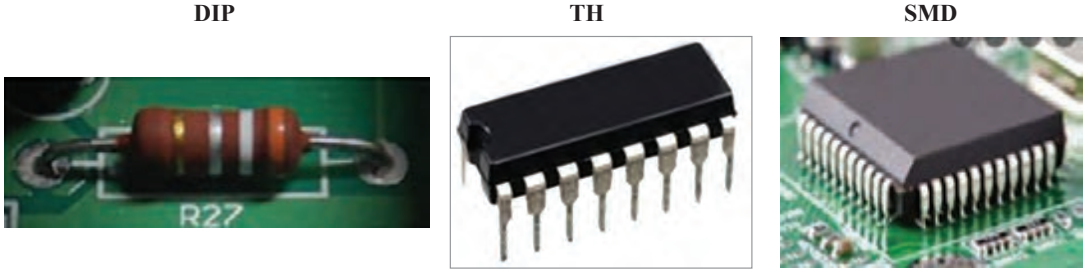
مونتاژ و دمونتاژ قطعات از روی فیبر اوراقی

۱) با استفاده از ابزار مناسب، سه قطعهٔ انتخابی توسط مربی را براساس استانداردهای تعریف شده از بُرد جدا کنید.
۲) پایه‌های قطعات و محل پایه‌های قطعات روی فیبر مدار چاپی را تمیز کنید.
۳) قطعات جدا شده را دوباره طبق استاندارد روی بُرد مونتاژ کنید.

سرویس‌کاری نوک هویه و قلع‌کش پیستونی

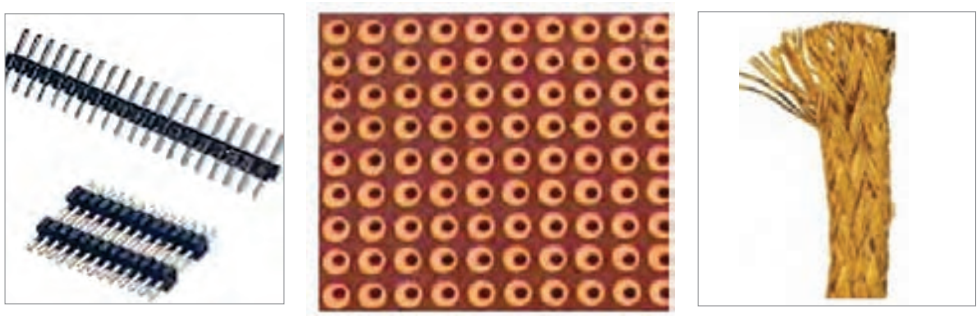
۱) قطعات قلع‌کش پیستونی را از هم جدا کنید.
۲) قلع‌کش را به‌طور کامل سرویس کنید.
۳) قطعات قلع‌کش را روی هم سوار کنید.
۴) نوک هویه قلمی را از هم جدا کنید.
۵) پس از تمیز کردن، نوک را در جای خود قرار دهید و قلع‌اندود کنید.
۶) عملکرد هویه و قلع‌کش را روی قطعه آزمایش کنید تا از صحت کار آنها مطمئن شوید.

۷ برای هر شکل کلمه اختصار شده انگلیسی را انتخاب کنید و در زیر هر شکل ۱۱۹ بنویسید.



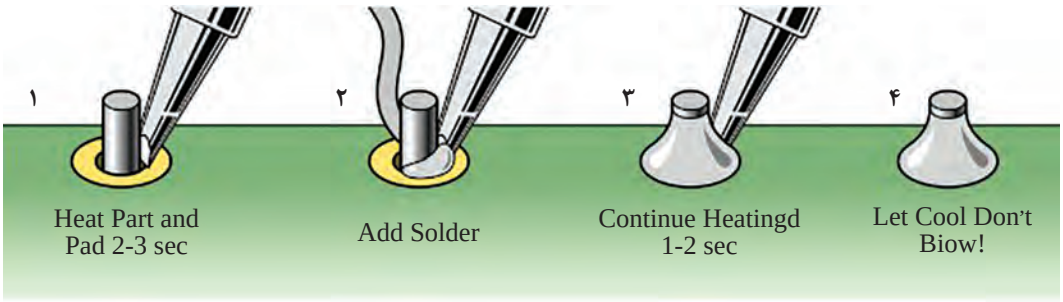
شکل ۱۱۹

۸ نام هر قطعه را بنویسید.



شکل ۱۲۰

۹ با توجه به شکل ۱۲۱ چهار مرحله اجرا شده در عمل لحیم‌کاری را شرح دهید.



شکل ۱۲۱

۱۰ برای تمیزکاری برد در فرآیند مونتاژ و دمونتاژ از چه ابزار و موادی استفاده می‌شود؟ شرح دهید.

استاندارد ارزشیابی پیشرفت تحصیلی مبتنی بر شایستگی درس طراحی و ساخت مدارهای چاپی
پودمان اول واحد یادگیری ۲

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی/ شایستگی/ (واحدهای یادگیری)	استاندارد عملکرد	نتایج مورد انتظار	شاخص تحقق
پودمان ۱ : جداسازی و نصب قطعات الکترونیکی گسسته	واحدیادگیری ۱: مونتاژ قطعات گسسته	مونتاژ قطعات الکترونیکی گسسته (مقاومت، خازن، دیود، ترانزیستور و آی‌سی و ...) با رعایت اصول ایمنی، جهت‌یابی صحیح و روش‌های لحیم‌کاری استاندارد، روی برد مدار چاپی (PCB)	بالاتر از حد انتظار	علاوه بر تحقق شاخص‌های در حد انتظار، انجام کلیه فعالیت‌های پودمان (مانند تحقیق کنید، فکر کنید، پژوهش کنید ،جست‌وجوکنید، بحث گروهی)
			درحد انتظار	۱ـ شناسایی و جهت‌یابی صحیح قطعات:تشخیص پایه‌های قطعات (مثل آند/کاتد دیود، پایه‌های ترانزیستور) براساس دیتاشیت یا نشانه‌های فیزیکی ۲ـ رعایت طرح چیدمان (Layout) قرارگیری قطعات مطابق نقشه مدار و فاصله‌گذاری مناسب برای جلوگیری از اتصال کوتاه ۳ـ لحیم‌کاری استاندارد: ایجاد اتصالات بدون قلع اضافی، حباب هوا یا سرد مونتاژ (Cold Solder) ۴ـ اصول ایمنی: استفاده از عینک محافظ، جلوگیری از گرمایش بیش از حد قطعات حساس ۵ـ کنترل کیفیت نهایی: بازرسی بصری اتصالات و تست مدار با مولتی‌متر برای اطمینان از عدم اتصال کوتاه یا قطعی
			پایین‌تر از حد انتظار	در صورتی‌که هنرجو همه شاخص‌های درحد انتظار را محقق نسازد، پایین‌تر از حد انتظار ارزشیابی می‌شود.
	لازم است تا کیفیت فرایند کسب شایستگی در طول زمان آموزش پودمان براساس انجام فعالیت‌های کلاسی و عملی، نظم، مشارکت در فعالیت‌های آموزشی و تربیتی، ابتکار در تکالیف عملکرد درسی و... درنظر گرفته شود.			
	شایستگی پودمان (بالاتر از حد انتظار، در حد انتظار، پایین‌تر از حد انتظار)			

شایستگی‌های غیرفنی و عمومی (ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی)

شاخص‌ها	ضریب کیفیت عملکرد	شایستگی عملکرد هنرجو
مدیریت کیفیت ـ جمع‌آوری و گرد آوری اطلاعات ـ رعایت زبان فنی ـ رعایت ارگونومی ـ کنترل مخاطرات احتمالی و حفاظت از تجهیزات کارگاه ـ ایجاد محتوای الکترونیک ـ صرفه‌جویی ـ طراحی خلاقانه پوسته گرافیکی و گرافیک متحرک ـ رعایت انضباط فردی و کلاسی ـ پوشش مناسب ـ احترام به استاد و هم‌کلاسی‌ها ـ حضور به موقع در کارگاه ـ ...	۲	

شایستگی عملکرد هنرجو در واحد یادگیری	شایستگی‌های غیرفنی و عمومی			شایستگی‌های فنی		
	بالاتر از حد انتظار	در حد انتظار	کمتر از حد انتظار	بالاتر از حد انتظار	در حد انتظار	کمتر از حد انتظار

شایستگی عملکرد هنرجو از میانگین سطوح شایستگی کسب شده در مراحل کاری هر واحد یادگیری مشخص می‌شود. به شرط آنکه:

۱ سطح شایستگی هنرجو در هیچ مرحله‌ای کمتر از حد انتظار نباشد.

۲ هنرجو در شایستگی‌های غیرفنی و عمومی، شایستگی در حدانتظار یا بالاتر از حد انتظار را کسب کرده باشد.

توجه:

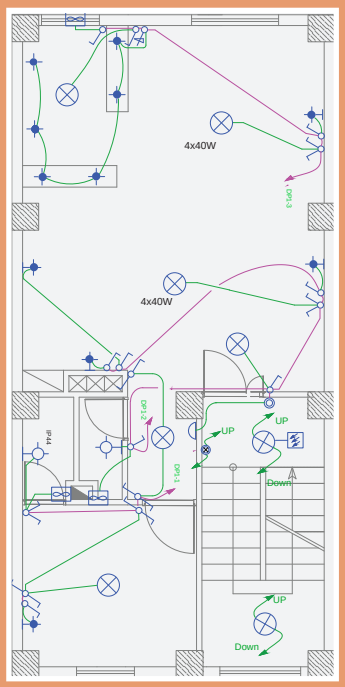
۱ اگر حتی در یک مرحله کاری شایستگی کمتر از حد انتظار کسب شود ، منجر به عدم کسب شایستگی واحد یادگیری می شود.

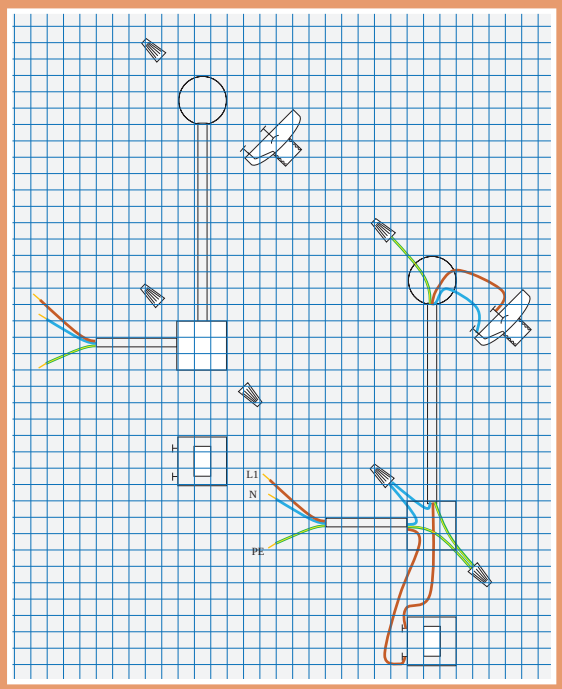
۲ اگر میانگین سطوح شایستگی ۲/۵ یا بیشتر باشد ، سطح شایستگی بالاتر از حد انتظار خواهد بود.

۳ با توجه به اینکه شایستگی‌های عمومی و غیرفنی از شرایط لازم برای کسب شایستگی می‌باشد؛ لذا در صورتی که شایستگی فنی را احراز کرده باشد اما در شایستگی غیرفنی و عمومی، سطح در حد انتظار کسب نشده باشد، به معنی عدم احراز شایستگی در واحد یادگیری است.

پودمان۲

سیم کشی ساختمان





هر ساختمان مسکونی برای برقراری روشنایی و استفاده ایمن از دستگاه‌های برقی، نیاز به سیم‌کشی صحیح و مطابق با استانداردهای بین‌المللی دارد. انتخاب درست سیم‌ها و نحوه اتصال آنها، نه تنها ایمنی ساختمان را افزایش می‌دهد، بلکه از آسیب رسیدن به وسایل برقی نیز جلوگیری می‌کند.

همچنین آشنایی با نقشه‌های ساختمانی و نصب صحیح و قابل‌اطمینان تجهیزات الکتریکی مورد نیاز منازل، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

در این پودمان، درحد مورد نیاز به مباحث مربوط به نقشه‌خوانی برق ساختمان و سیم‌کشی روشنایی پرداخته می‌شود. فراگیری درست این مهارت‌ها به شما کمک می‌کند تا بتوانید عیوب ساده احتمالی در سیم‌کشی ساختمان و تجهیزات الکتریکی را شناسایی و رفع نمایید.

واحد یادگیری ۱
شایستگی نصب تجهیزات الکتریکی

آیا تا به حال فکر کرده‌اید

- به چه دلیل رعایت نکردن استانداردهای سیم‌کشی می‌تواند جان ساکنان یک ساختمان را به خطر بیندازد؟
- اگر سیم‌کشی ساختمان‌ها به‌درستی انجام نشود، چه خسارت‌های فنی و مالی بزرگی ممکن است به‌وجود آید؟
- چرا آشنایی با نقشه‌خوانی و اصول لوله‌گذاری در سیم‌کشی ساختمان، برای یک تکنسین برق ضروری است؟
- داشتن مهارت در انتخاب و نصب صحیح تجهیزات برقی مانند کلید، پریز و جعبه تقسیم چقدر در ایمنی و کارایی سیستم تأثیر دارد؟

برقراری روشنایی و تأمین انرژی الکتریکی مورد نیاز ساختمان‌ها، نیازمند اجرای دقیق و اصولی نصب تجهیزات الکتریکی است. در این واحد یادگیری، هنرجویان با نحوه نصب تجهیزات متداول برقی از جمله لوله‌های برق، کلیدها، پریزها، جعبه‌های تقسیم و سایر ملحقات آشنا می‌شوند.

نصب این تجهیزات باید طبق نقشه‌های تأییدشده و با رعایت کامل استانداردهای ملی، اصول ایمنی، سیم‌بندی صحیح و نشانه‌گذاری دقیق در محل‌های مشخص‌شده انجام شود. تسلط بر مهارت نقشه‌خوانی برق ساختمان، انتخاب مسیر مناسب لوله‌گذاری و نصب تجهیزات در ارتفاع و محل مناسب از نکات کلیدی در این فرایند است.

اجرای صحیح این مراحل نه‌تنها ایمنی ساکنین را تضمین می‌کند، بلکه عملکرد درست دستگاه‌ها و طول عمر سیستم برق ساختمان را نیز افزایش می‌دهد. در این واحد، هنرجو با انجام فعالیت‌های عملی و کارگاهی، شایستگی لازم برای نصب اصولی و ایمن تجهیزات الکتریکی را کسب خواهد کرد.

افزون بر شایستگی‌های فنی، در این واحد یادگیری بر شایستگی‌های غیرفنی مانند مسئولیت‌پذیری، دقت و تمرکز، رعایت نظم و انضباط کارگاهی، کار گروهی، رعایت حقوق دیگران و حفاظت از محیط کار و محیط زیست نیز تأکید می‌شود چرا که موفقیت در محیط‌های واقعی کار، نیازمند تلفیق مهارت‌های تخصصی با رفتارهای حرفه‌ای و اخلاقی است.

استاندارد عملکرد

نصب تجهیزات الکتریکی (لوله، پریز، کلید، جعبه تقسیم و...) با رعایت اصول ایمنی، استانداردهای نقشه‌خوانی، سیم‌بندی و نشانه‌گذاری صحیح در محل‌های تعیین شده.

سخنی با همکاران هنر آموز

مطالب ارائه شده در این پودمان از دو قسمت کلی زیر تشکیل شده است:

۱ تکنولوژی کارگاهی (آشنایی با تجهیزات)

۲ بررسی نقشه مدارها و چگونگی اجرای کارهای عملی

در نگارش مطالب پودمان سعی شده تا مطالب تئوری و عملی مرتبط به‌دنبال هم آورده شود.

همین مسئله باعث شده تا در برخی موارد مطالب تکنولوژی کارگاهی کمی طولانی شود که اگر قرار باشد همه مطالب یکجا تدریس شود اولاً برای هنرجویان خسته‌کننده شده و ثانیاً ازنظر زمانی برای اجرای کارهای عملی دچار کمبود وقت خواهید شد. به همین خاطر ارائه مطالب تکنولوژی کارگاهی مدیریت شما هنرآموزان محترم را می‌طلبد.

برای اینکه ارائه مطالب در هر جلسه کارگاهی به صورت مناسب باشد پیشنهادهای زیر ارائه شده است.

در هر جلسه کارگاهی حدود یک ساعت از زمان ابتدایی کلاس مطالب تکنولوژی کارگاهی و آشنایی با تجهیزات تدریس شود (اگر مطالبی از این قسمت باقی ماند در ابتدای جلسه بعد تدریس شود) و مابقی زمان برای تشریح نقشه مدار و چگونگی اجرای کارهای عملی درنظر گرفته شود تا هنرجویان زمان مناسب برای انجام کارها را داشته باشند.

چون زمان اجرای کارهای عملی پیش‌بینی شده برای این پودمان محدود است لذا توصیه می‌شود در هر جلسه دو کار عملی به‌صورت مجزا یا به شکل ترکیبی توسط هنرجویان اجرا شود.

اجرای برنامه درسی پیش‌بینی شده در هر هفته پودمان ۲

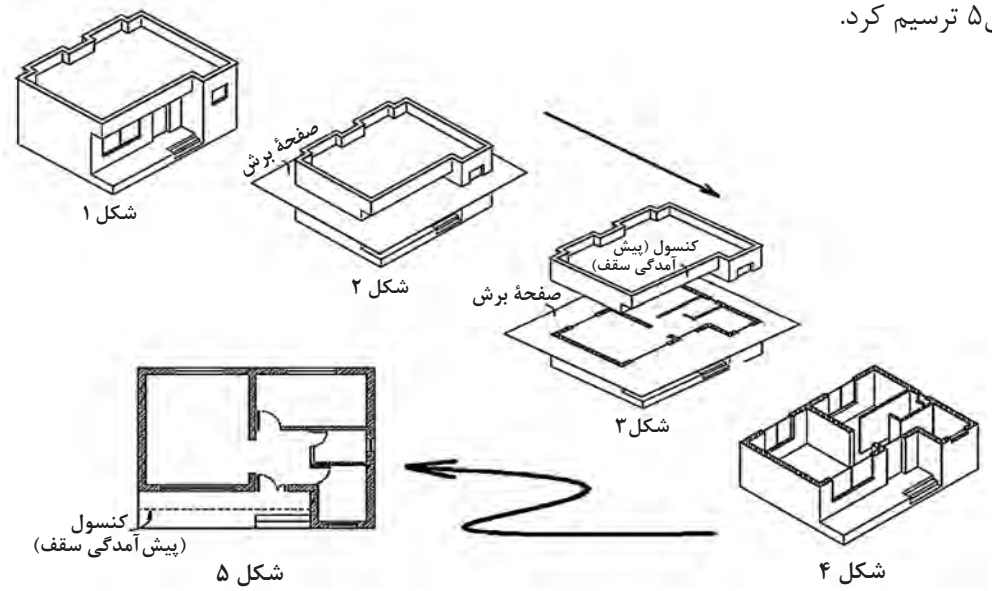
هفته	مطالب تکنولوژی کارگاهی	مطالب تئوری کار عملی	شماره کار عملی	عناوین و محتوای کار عملی
۱	معرفی شبکه تکفاز + ارت ارائه بخشی از سیم‌کشی توکار	معرفی نقشه پلان + علائم اختصاری + انواع نقشه‌ها	۱	تکمیل نقشه‌های پلان
۲	ارائه بخش باقیمانده سیم‌کشی توکار	معرفی تابلو DP + وسایل حفاظتی DP + چیدمان تجهیزات تابلو DP	۲	مونتاژ تابلو توزیع (DP)
۳	سیم‌کشی و انواع سیم‌های برق	معرفی پریز+کلید یک‌پل+ بررسی مدار کلید یک پل معرفی کلید دوپل + بررسی مدار کلید دو پل	۳ و ۴	لوله‌گذاری و سیم‌کشی مدار کلید یک پل لوله‌گذاری و سیم‌کشی مدار کلید دو پل
۴	معرفی لامپ‌ها + ارائه بخشی از سیم‌کشی روکار	معرفی کلید تبدیل + بررسی مدار کلید تبدیل بررسی مدار اتاق خواب (کلید یک پل + کلید تبدیل)	۵ و ۶	لوله‌گذاری و سیم‌کشی مدار کلید تبدیل لوله‌گذاری و سیم‌کشی مدار کلید یک پل و تبدیل
۵	ارائه بخش باقیمانده سیم‌کشی روکار	معرفی سنسور حرکت + بررسی مدار سنسور حرکت معرفی دیمر + بررسی مدار دیمر	۷ و ۸	لوله‌گذاری و سیم‌کشی مدار سنسور حرکت (PIR) لوله‌گذاری و سیم‌کشی مدار دیمر (DIMMER)
۶	ارائه بخشی از مطالب کابل و خصوصیات آن	معرفی فتوسل + بررسی مدار فتوسل معرفی کولر آبی + بررسی کولر آبی	۹ و ۱۰	لوله‌گذاری و سیم‌کشی مدار فتوسل لوله‌گذاری و سیم‌کشی مدار کولر
۷	ارائه بخش باقیمانده کابل و خصوصیات آن	معرفی اجزا و خصوصیات آیفون‌های تصویری اتصال دو مدل آیفون تصویری	۱۱ و ۱۲	سیم‌کشی آیفون تصویری (مدل اول) سیم‌کشی آیفون تصویری (مدل دوم)

مقدمه

برای اجرای سیم‌کشی در ساختمان‌ها نیاز به آشنایی با علائم و نقشه‌های ساختمانی و همچنین نقشه مدارهای الکتریکی است. علاوه بر موارد اشاره شده شناخت ابزار کار، تجهیزات و زمینه‌های کاربردی آن نیز از ضروریات برای رسیدن به این هدف است. به همین خاطر در این پودمان به‌ترتیب به بررسی هریک از موارد فوق می‌پردازیم.

پلان ساختمان

برای مشخص کردن نقشه سیم‌کشی مدارهای الکتریکی از نقشه‌های ساختمانی «پلان» استفاده می‌شود. هرگاه تصویر واقعی یک ساختمان مانند شکل ۱ را با استفاده از یک صفحه فرضی مشابه شکل۲ برش افقی بزنیم و از زاویه بالا (سقف) به داخل ساختمان نگاه کنیم به نقشه‌ای مانند شکل۳ می‌رسیم که به آن نقشه «پلان» گفته می‌شود و می‌توان آن را در شکل سه‌بعدی به‌صورت شکل ۴ و در روی صفحه دوبعدی به‌صورت شکل۵ ترسیم کرد.



برای ترسیم پلان‌ها از علائم اختصاری استفاده می‌شود که در جدول۱ چند مورد پرکاربرد آن نشان داده شده است.

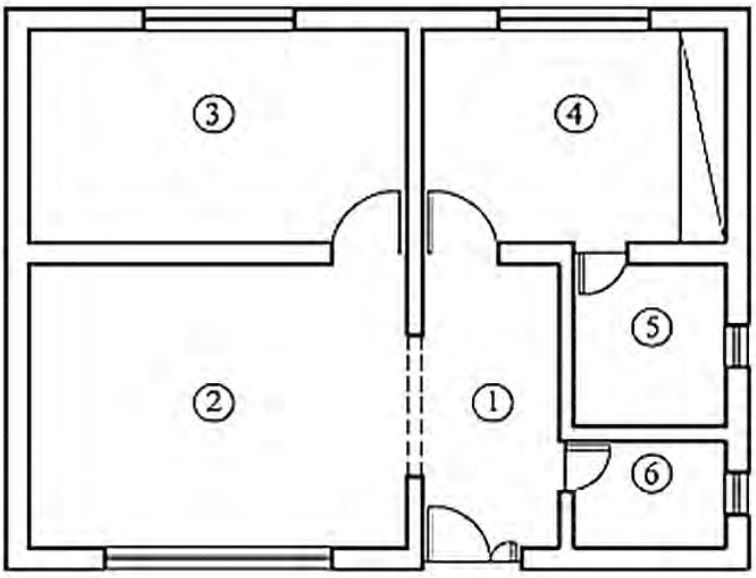
جدول ۱ـ جدول علائم اختصاری در پلان ساختمان

نام	علامت اختصاری	نام	علامت اختصاری
دیوار		راه پله	
درب یک لنگه		آسانسور	
درب دولنگه		ستون	
پنجره		کد ارتفاعی در پلان	
O.K.B ارتفاع کف پنجره از سطح زمین	O.K.B=80	تراس	
کمد دیواری		پیشخوان آشپزخانه	
داکت هواکش		جهت شمال جغرافیایی	N N

در تمامی نقشه‌ها (پلان) نام فضاهای داخلی ساختمان معرفی می‌شوند تا در انتخاب مسیرهای سیم‌کشی برق، تجهیزات موردنیاز و نکات فنی لازم رعایت شود.
جدول ۲ مکان‌های داخل ساختمان و شکل ۶ تصویر یک نمونه پلان که فضاهای داخلی آن مشخص است را نشان می‌دهد.

جدول ۲

Bed Room	اتاق خواب
Living Room	اتاق پذیرایی
Bath Room	حمام
Dining Room	اتاق غذاخوری
Work Room	اتاق کار
Kitchen	آشپزخانه
Terrace	تراس
Living Room, Family Room	اتاق نشیمن
Storage	انباری
Parking	پارکینگ
Hall	هال

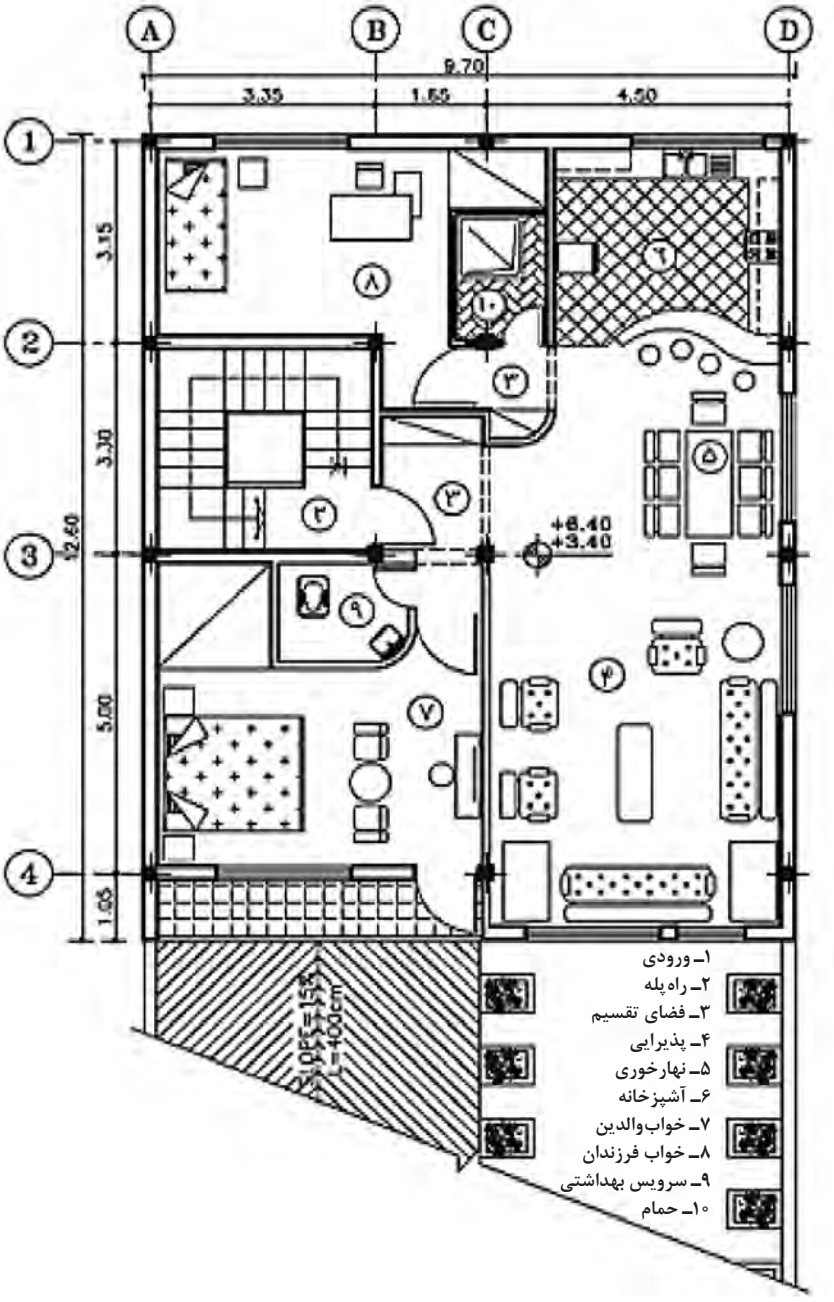


Entrance ①
Living Room ②
Kitchen ③
Bed Room ④
Bath Room ⑤
W.C ⑥

شکل ۶

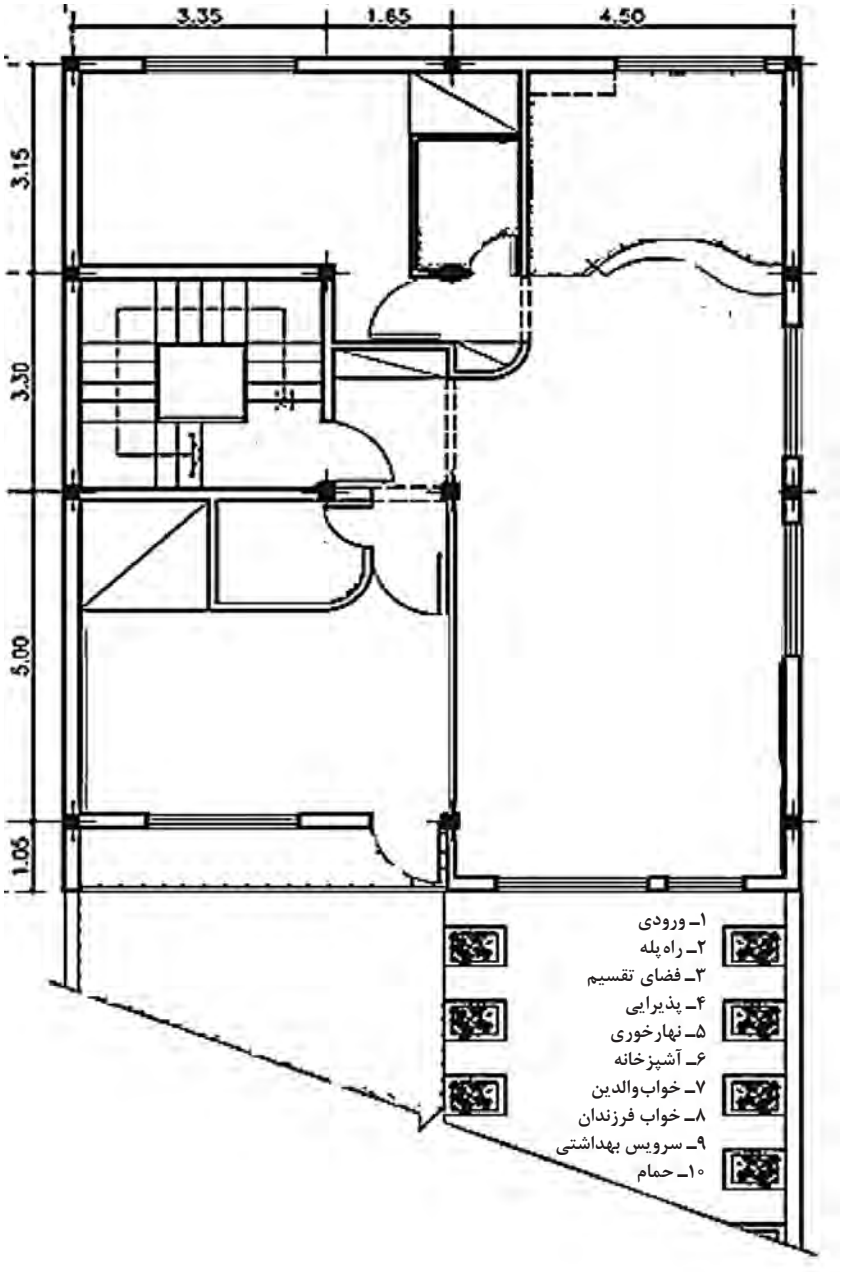
از نظر اصول معماری در فضای داخلی پلان‌ها یکسری تجهیزات مانند لوازم آشپزخانه، تخت خواب، میز نهارخوری، جای سینک ظرفشویی و... نشان داده می‌شوند که اصطلاحاً به آن «مبلمان» نقشه پلان گفته می‌شود.

در شکل ۷ نقشه یک پلان که در آن مبلمان مشخص شده است را مشاهده می‌کنید.



شکل ۷

برای ترسیم نقشه سیم‌کشی برق روی پلان می‌بایست ابتدا علائم و اندازه‌گذاری‌های داخلی پلان مطابق شکل ۸ حذف شده و سپس اقدام به ترسیم نقشه سیم‌کشی برق داخل آن شود.



شکل ۸

کار عملی ۱

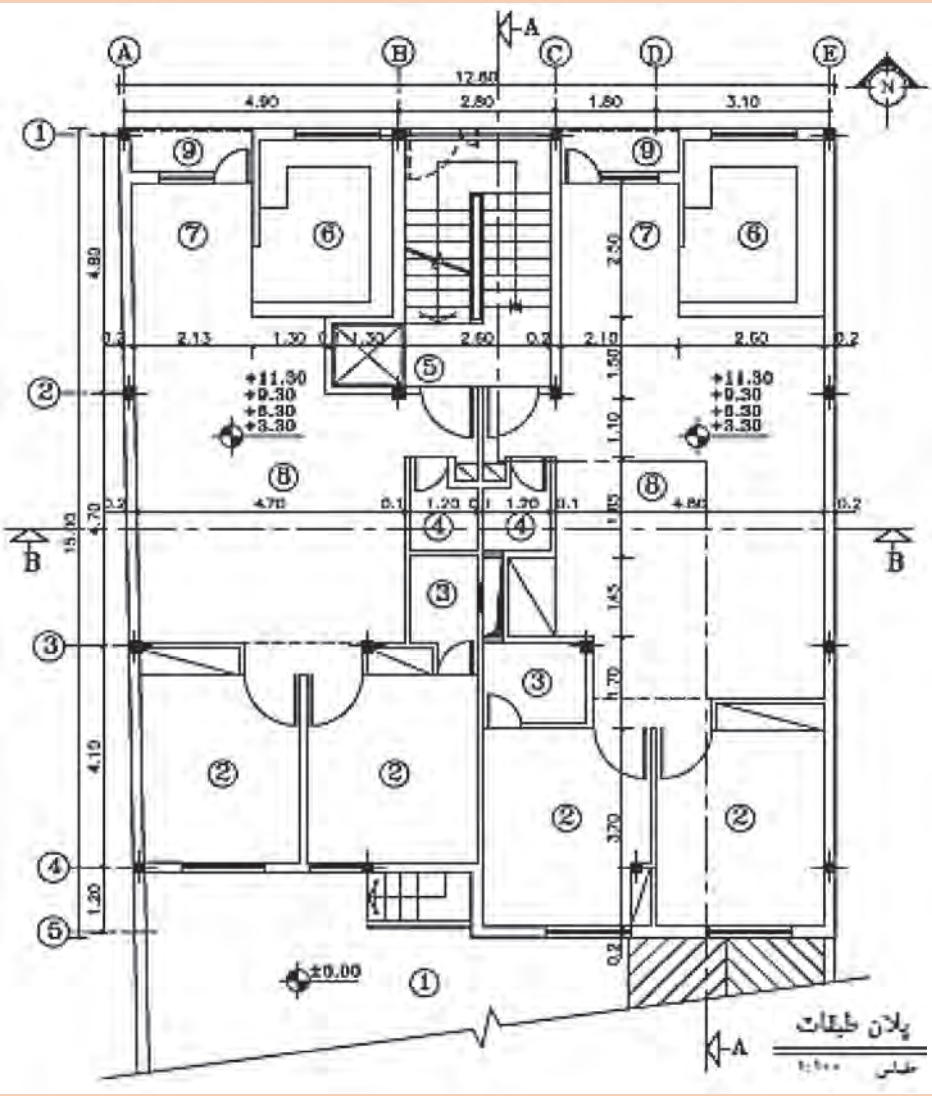
نقشه‌خوانی پلان‌های ساختمانی

مواد، ابزار و تجهیزات: نقشه پلان ساختمان، نوشت‌افزار

هدف: تشخیص تجهیزات به‌کار رفته در پلان‌های ساختمانی

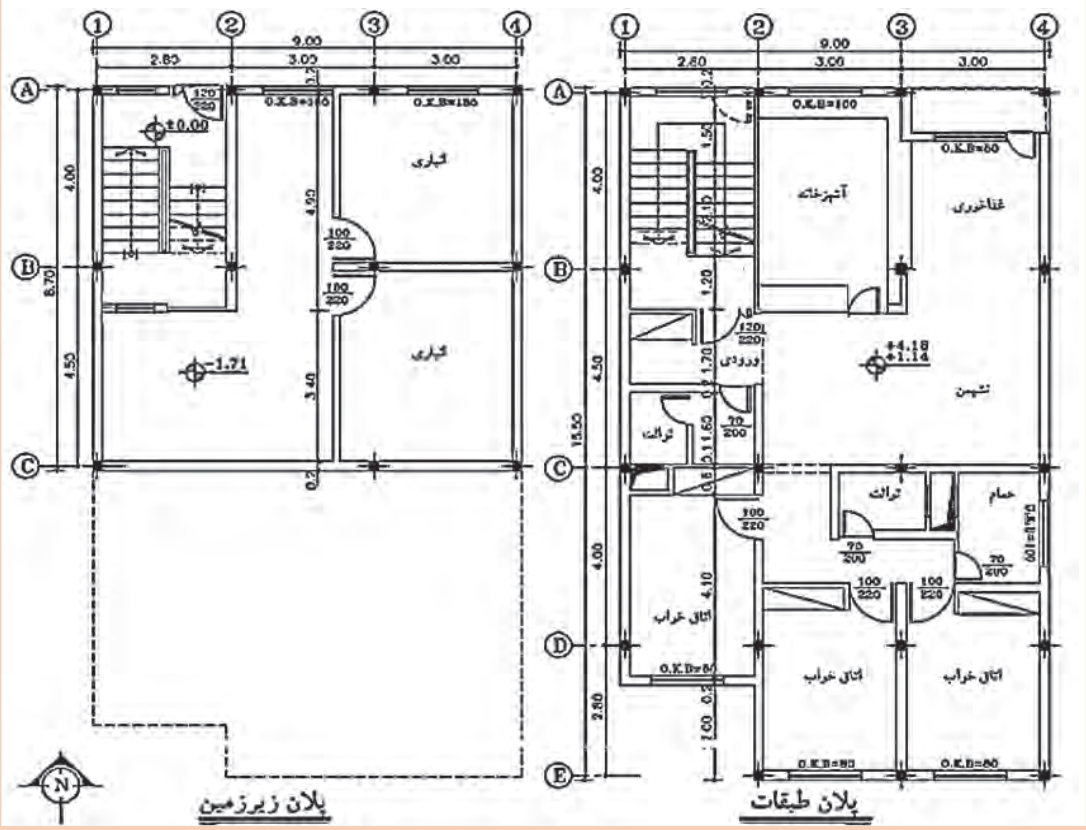
۱ با بررسی نقشه داده شده شکل ۹ تعداد پنجره، ستون، پله، راه‌پله، هواکش، کمددیواری، در یک لنگه، در دولنگه، پاسیو و... را مشخص کنید.

۱ـ حیاط
۲ـ اتاق خواب
۳ـ حمام
۴ـ سرویس بهداشتی
۵ـ آسانسور
۶ـ آشپزخانه
۷ـ غذاخوری
۸ـ پذیرایی
۹ـ تراس



شکل ۹

۲ نقشه پلان داده شده شکل ۱۰ که مربوط به یک ساختمان تک‌واحدی با زیرزمین است را بررسی نموده و شش (نقص) اشتباه ترسیمی موجود در آن را مشخص کنید.



شکل ۱۰

پژوهش

در مورد مفهوم علامت اختصاری ⌖ تحقیق کرده و به کلاس ارائه دهید.

تمرین منزل

نقشه پلان منزل مسکونی خود را با درنظر گرفتن مقیاس ۱:۱۰۰ روی کاغذ A4 ترسیم کنید.

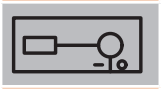
علائم اختصاری مدارهای روشنایی

برای ترسیم قطعات و نشان دادن سیم‌کشی مدارهای الکتریکی روشنایی از علائم اختصاری استفاده می شود که در جدول۳ تعدادی از آنها طبق استاندارد IEC نشان داده شده است.

نکته

نقشه مدارهای روشنایی با توجه به زمینه کاربردشان در شکل‌های مختلف ترسیم می‌شوند به همین دلیل برخی علائم اختصاری در نقشه‌های مختلف دارای شکل‌های مختلفی هستند.

نام قطعه	نمای حقیقی	نمای فنی
کلید یک پل		
کلید دوپل		
کلید تبدیل		
فیوز		
پریز ساده		
پریز ارت‌دار		
شستی زنگ		
لامپ (به‌صورت کلی)		
چراغ روکار سقفی		
چراغ روکار دیوار		
چراغ توکار سقفی		
چراغ توکار دیواری		
لوستر		
تابلو توزیع		
سیم فاز	L1	L1
سیم نول	N	N

نام قطعه	نمای حقیقی	نمای فنی
سیم ارت	PE	PE
محل اتصال ارت		
دربازکن		
گوشی و دهنی		
ترانس		
زنگ		
سنسور چشمی PIR		
فتوسل		
هواکش		
تایمر راه‌پله		
دیمر		
موتور تکفاز		
سیم‌کشی روکار		
سیم‌کشی توکار		
جعبه تقسیم	X1	

تمرین منزل

جدول علائم اختصاری را روی کاغذ A4 ترسیم کنید.

انواع نقشه مدارهای الکتریکی روشنایی

نقشه مدارهای الکتریکی روشنایی را در قالب سه نقشه می‌توان ترسیم کرد:

الف) نقشه حقیقی:

نقشه‌ای است که در آن قطعات و نحوه سیم‌کشی مدار با ترسیم تمامی جزئیات نشان داده می‌شود. از نقشه (شمای) حقیقی برای اجرای سیم‌کشی بین قطعات و عیب‌یابی مدار می‌توان استفاده کرد.

ب) نقشه فنی تک‌خط:

در این نقشه قطعات به‌کار رفته در مدار با علائمی غیر از علائم نقشه حقیقی نشان داده می‌شود. مسیر سیم‌کشی بین قطعات را با یک خط نشان داده و تعداد سیم موجود در آن مسیر را هم با خطوط کوتاه مورب روی مسیر مشخص می‌کنند. برای ترسیم نقشه سیم‌کشی برق روی پلان‌ها از نقشه فنی استفاده می‌شود. از دیگر کاربردهای مهم نقشه فنی، برآورد هزینه سیم‌کشی مدارها می‌باشد.

ج) نقشه مسیر جریان:

همان‌طوری که از نام آن مشخص است از این نقشه برای مشخص کردن مسیرهای جریان‌رسانی به مصرف‌کننده‌ها استفاده می‌شود به همین خاطر در زیر سیم نول مسیرهای عمودی عبور جریان شماره‌گذاری می‌شوند. کاربرد نقشه مسیر جریان در مدارهای روشنایی بسیار کم است لذا در بررسی مدارها به ترسیم یک نمونه نقشه مسیر جریان بسنده شده و از ترسیم آن برای تمامی مدارها صرف‌نظر شده است.

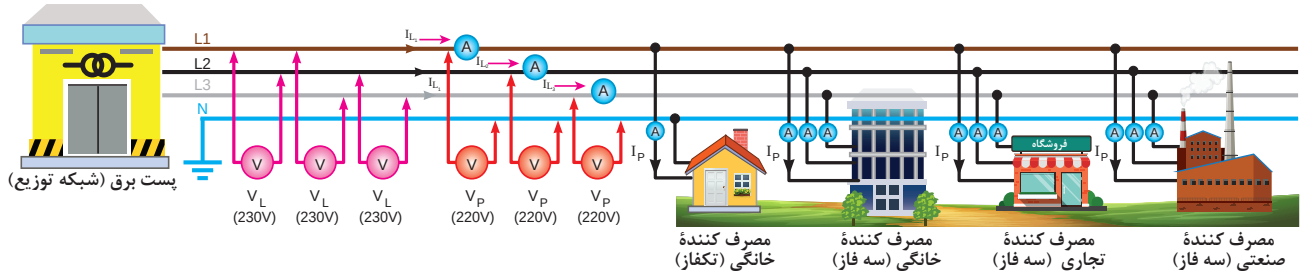
نکته

در بخش کار عملی با شکل و چگونگی ترسیم این نقشه‌ها آشنا خواهید شد.

شبکه الکتریکی

شبکه الکتریکی که برای برق‌رسانی به مناطق مسکونی، تجاری و صنعتی استفاده می‌شود «شبکه توزیع» نام دارد. ولتاژ و جریان مورد نیاز مصرف‌کننده‌ها از طریق ترانسفورماتور سه‌فازی که در داخل پست برق منطقه قرار دارد تأمین می‌شود. خروجی ترانسفورماتورهای توزیع از سه‌فاز و یک رشته سیم نول تشکیل شده است. براساس استاندارد IEC سطح ولتاژ شبکه توزیع ایران بین هر دو فاز ۴۰۰ ولت و ولتاژ بین هر فاز و سیم نول ۲۳۰ ولت است. برای برق‌رسانی به مصرف‌کننده‌های سه‌فاز انشعابی از شبکه سه‌فاز به همراه سیم نول و برای مصرف‌کننده‌های تکفاز انشعابی از یک فاز به همراه سیم نول گرفته شده و به کنتور آنها وصل می‌شود (شکل ۱۱).

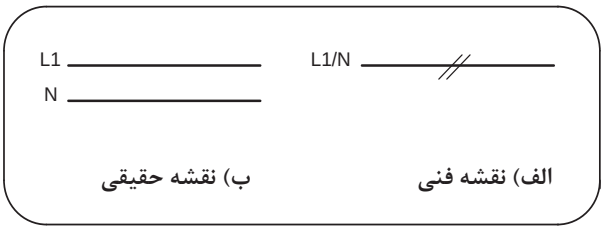
ولتاژهای فازی	ولتاژهای خطی
$V_{L_1-N} = 230\ V$	$V_{L_1-L_2} = 400\ V$
$V_{L_2-N} = 230\ V$	$V_{L_2-L_3} = 400\ V$
$V_{L_3-N} = 230\ V$	$V_{L_3-L_1} = 400\ V$



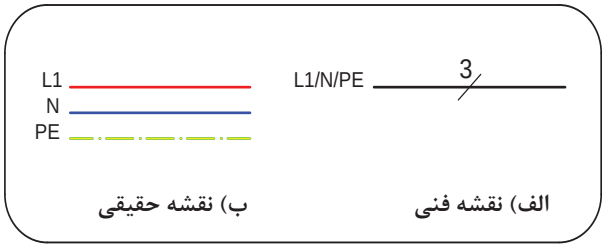
شکل ۱۱

برای سیم‌کشی مدارهای روشنایی از شبکه تکفاز باید استفاده کرد شکل ۱۲ نقشه حقیقی و نقشه فنی شبکه تکفاز را نشان می‌دهد.

طبق استاندارد در سیم‌کشی مدارهای الکتریکی باید از سیم دیگری به‌نام سیم ارت (سیم زمین) استفاده کرد. از سیم ارت برای حفاظت اشخاص در برابر برق گرفتگی استفاده می‌شود. در نقشه‌های الکتریکی سیم ارت به‌صورت خط نقطه رسم شده و با حروف PE نشان داده می‌شود. در سیستم حفاظت شده با سیم ارت، بدنه دستگاه‌ها از طریق اتصال به‌سیم PE به زمین وصل می‌شوند تا در صورت بروز خطا (اتصال سیم فاز به بدنه دستگاه) جریان خطا به زمین هدایت شود و فرد دچار برق‌گرفتگی نشود. نقشه حقیقی و نقشه فنی شبکه تکفاز با سیم ارت را در شکل۱۳ مشاهده می‌کنید.

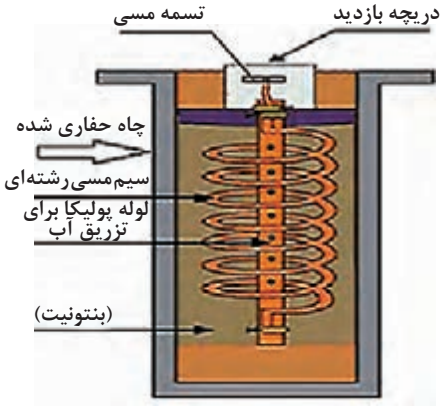


شکل ۱۲ـ شبکه دوسیمه تکفاز



شکل ۱۳ـ شبکه سه‌سیمه تکفاز

چاه و سیم ارت



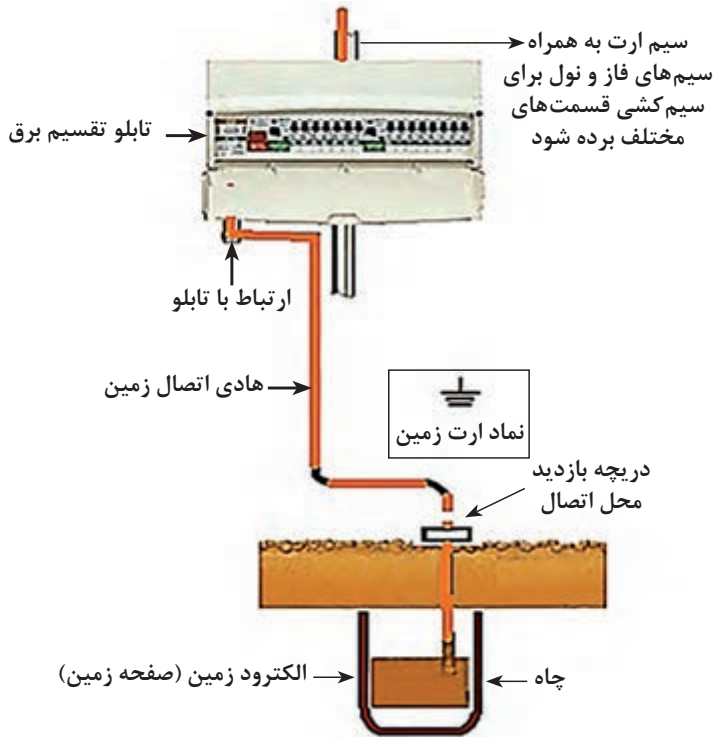
شکل ۱۴

طبق استاندارد سازمان نظام مهندسی کشورمان هر بنایی که جدید ساخته می‌شود موظف است در محوطه بیرونی ساختمان و در جایی که رطوبت بیشتری دارد (مانند باغچه یا نزدیک چاه فاضلاب) چاهی را حفر کرده و سیم یا سیم‌هایی را براساس روش‌های خاصی در چاه قرار داده و در نهایت سر سیمی از چاه خارج کرده و از طریق یک دریچه به یک تسمه مسی (شین مسی) اتصال داده شود (شکل۱۴).



شکل ۱۵

یک رشته سیم مسی مطابق شکل ۱۵ از شین مسی انشعاب گرفته و به داخل تابلو برق هر واحد مسکونی یا تجاری باید برده و به شین ارت داخل تابلو وصل کرد.



شکل ۱۶

در زمان سیم‌کشی واحد نیز می‌بایست از داخل تابلو واحد یا انشعاب از شین ارت سیمی به پیچ ارت داخل پریزها و لوازم خانگی مانند ماشین‌لباسشویی، ماشین ظرفشویی، بدنه کولر و ... وصل شود.

انواع روش‌های سیم‌کشی برق

پس از در اختیار قرار داشتن نقشه، می‌توان کار اجرای سیم‌کشی مدارهای روشنایی و سایر موارد موردنظر در فضای (مسکونی، اداری، تجاری یا صنعتی) را انجام داد. اجرای سیم‌کشی برق به‌دو صورت «توکار» و «روکار» انجام می‌شود.

سیم‌کشی توکار

در این نوع سیم‌کشی با توجه به نقشه فنی داده شده برای پلان موردنظر، کار کندن مسیرها روی دیوار انجام شده و سپس با قرار دادن لوله‌های PVC کار سیم‌کشی آغاز شده و پس از عبور دادن سیم‌ها در داخل لوله‌ها و نصب کلیدها و چراغ‌ها سیم‌کشی به‌اتمام می‌رسد.

امروزه در سیم‌کشی ساختمان برای ایجاد ارتباط بین تجهیزات به‌طوری که حجم کندن دیوارها کمتر شده و کار به شکل راحت‌تر انجام شود مطابق شکل‌های ۱۷ و ۱۸ بیشتر لوله‌ها از کف و در برخی موارد از سقف عبور داده می‌شوند.



شکل ۱۷



شکل ۱۸

از دیوارها برای نصب کلیدها و پریزها استفاده می‌شود شکل ۱۹. تقریباً به‌کارگیری جعبه تقسیم در سیم‌کشی‌ها به‌عنوان محلی برای ایجاد اتصالات سیم‌ها حذف شده است.



شکل ۱۹

وسایل و تجهیزات مورد نیاز در سیم‌کشی توکار

۱ تراز

برای اجرای سیم‌کشی توکار یا روکار لازم است تا مسیرها و محل قرار گرفتن تجهیزات روی دیوارها طبق استاندارد و به‌صورت صاف نصب شوند. به همین خاطر می‌بایست ابتدا در کل فضای ساختمان خط تراز برای همه فضاها روی دیوار مشخص شود (شکل ۲۰).

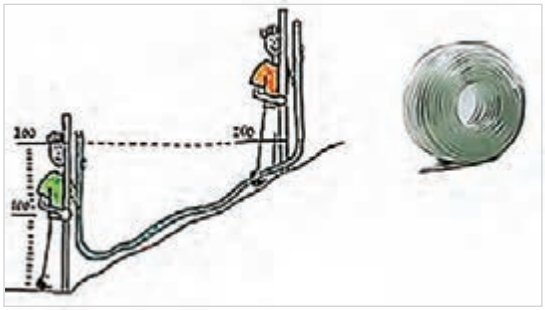


شکل ۲۰

خط تراز: خطی است که برروی دیوار کشیده می‌شود تا تجهیزات برقی در یک خط افقی و با فاصله مساوی از کف نصب شوند. برای ترسیم خط تراز از شلنگ تراز یا تراز لیزری مطابق تصاویر شکل‌های ۲۱ و ۲۲ می‌توان استفاده کرد.



شکل ۲۲



شکل ۲۱

پس از تعیین خط تراز، جانمایی تابلو توزیع، کلیدها و پریزها و همچنین مسیر سیم‌کشی برای دیوارها با اسپری مشخص می‌شود (شکل ۲۳).



شکل ۲۳

۲ شیارکن

برای کندن مسیرهای لوله‌گذاری PVC و جای قوطی کلیدها و پریزها از کلنگ دستی یا دستگاه شیارکن استفاده می‌شود. شکل ۲۴ تصویر کلنگ دیوارکن و شکل ۲۵ تصویر یک نمونه دستگاه شیارکن را نشان می‌دهد.



شکل ۲۴

شکل ۲۵

در شکل ۲۶ نحوه استفاده از کلنگ و شیارکن را مشاهده می‌کنید.



الف)



ب)

شکل ۲۶

۳ کمان اره

کمان اره از قسمت‌های مختلف کمان، دسته، فک‌های نگهدارندهٔ تیغه و مهرهٔ خروسکی تشکیل شده است. از کمان اره در سیم‌کشی ساختمان، برای بریدن لوله‌های فولادی و پولیکا استفاده می‌شود. باید توجه داشت در موقع سوار کردن تیغ اره، دندانه‌های آن روبه جلو باشد. شکل ۲۷ کمان اره را نشان می‌دهد.



شکل ۲۷ـ یک نمونه کمان اره

پس از کندن دیوارها و آماده‌سازی مسیر سیم‌کشی باید لوله‌های برق (لوله‌های PVC) و سایر تجهیزات نصب شوند.

۴ لوله PVC (پولیکا) و خرطومی

لوله‌های برق مسیری برای عبور سیم‌های برق به‌منظور حفاظت هادی و روکش آن در سیم‌کشی برق ساختمان هستند و جنس لوله‌های برق فلزی و غیرفلزی است. لوله برق غیرفلزی از جنس PVC در سیم‌کشی توکار استفاده می‌شوند (شکل ۲۸).



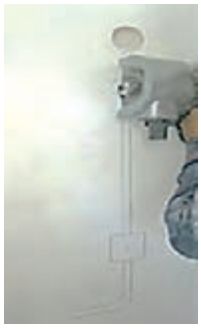
شکل ۲۸

پس از اندازه‌گیری طول مسیرهای سیم‌کشی باید لوله‌های PVC توسط کمان اره بریده شوند (شکل۲۹).



شکل ۲۹

پس از برش لوله‌های PVC باید برای کار گذاشتن جعبه فیوزها، قوطی کلیدها، پریزها و... اقدام کرد. شکل ۳۰ مراحل انجام کار را نشان می‌دهد.



الف) اندازه‌گذاری، شیارزنی و کنده‌کاری



ب) نصب تابلو توزیع



ج) نصب لوله و قوطی کلید

شکل ۳۰

در صورت کوتاه بودن لوله PVC اگر لازم به اضافه کردن لوله بود حتماً از رابط و چسب مخصوص استفاده شود (شکل ۳۱).



شکل ۳۱

نوع دیگری لوله‌های PVC قابل انعطاف نیز تحت عنوان لوله‌های خرطومی در سیم‌کشی برق استفاده می‌شد که البته طبق استانداردهای جدید به‌کارگیری این نوع لوله‌ها در سیم‌کشی ساختمان ممنوع است. در شکل ۳۲ تصویر آن را مشاهده می‌کنید.



شکل ۳۲

فکر کنید

دلیل عدم استفاده از لوله‌های خرطومی را بررسی کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

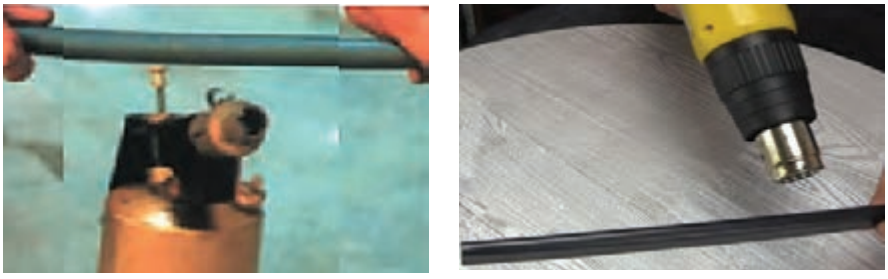
۵ خم‌کن لوله‌های PVC

خم در لوله‌کشی با رسیدن مسیر لوله به سقف یا کف استفاده می‌شود. برای خم کردن لوله از فنرهایی متناسب با سایز لوله که بدین‌منظور ساخته شده‌اند استفاده می‌شود (شکل ۳۳).



شکل ۳۳

برای خم‌کاری لوله می‌بایست فنر متناسب با لوله را در لوله قرار داد و سپس با استفاده از سشوار صنعتی یا پریموس (چراغ کوره‌ای) یا شعلهٔ گاز، محل را کمی گرم و سپس اقدام به خم زدن لوله کرد (شکل ۳۴).



شکل ۳۴

پس از حرارت دادن، خم‌کاری و خنک‌کردن لوله وضعیت لوله مشابه شکل ۳۵ می‌شود.





شکل ۳۵

۶ زانویی PVC

برای سهولت در انجام کار و بالا رفتن سرعت عمل می‌توان به‌جای خم‌کاری لوله‌های PVC از لوله‌های زانویی PVC شکل ۳۶ استفاده کرد. لازم به ذکر است هزینه اجرای کار با این اتصالات نسبت به خم‌کاری لوله‌ها کمی افزایش می‌یابد.



شکل ۳۶

۷ بست لوله PVC

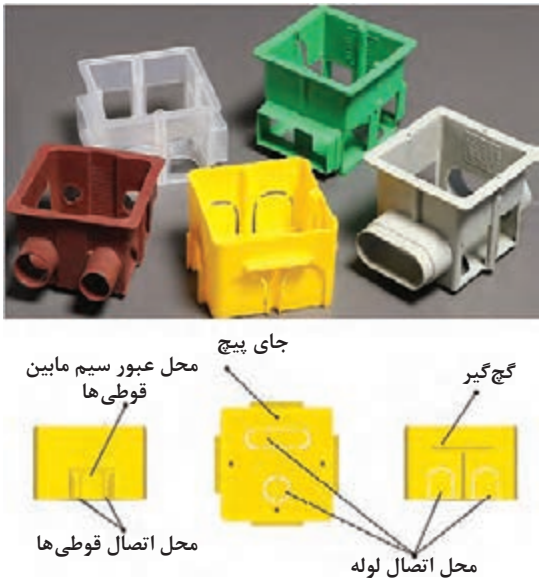
از بست‌هایی مشابه نمونه‌هایی که در شکل ۳۷ نشان داده شده است برای نگهداری موقت یا دائم لوله‌های PVC می‌توان استفاده کرد.



شکل ۳۷

۸ قوطی کلید و پریز

قوطی محلی برای نصب کلید و پریز و اتصال سیم به آنهاست. همچنین محل انشعاب برای کلید یا پریز بعدی می‌باشد. قوطی‌ها از جنس پلاستیک نرم و یا خشک ساخته می‌شوند. چند نمونه قوطی در شکل ۳۸ نشان داده شده است.



شکل ۳۸

در مواردی مشابه شکل ۳۹ که لازم است تا چند کلید یا پریز کنار یکدیگر قرار گیرند می‌بایست قوطی‌ها مانند شکل ۴۰ به یکدیگر متصل شده و در داخل دیوار نصب شوند.



شکل ۳۹



شکل ۴۰

۹ فنر سیم‌کشی

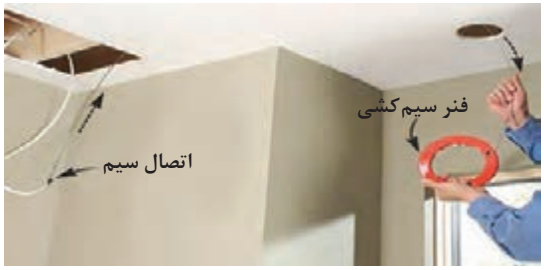
برای عبور دادن سیم از داخل لوله از فنر مخصوص سیم‌کشی استفاده می‌کنند. این فنر از یک نوار باریک فولادی درست شده که به انتهای آن یک گوی فلزی یا پلاستیکی و به ابتدای آن حلقه‌ای جهت اتصال سیم به فنر طراحی شده است. این فنر در مدل پلاستیکی با هسته فولادی نیز وجود دارد. اندازه متداول فنرها ۵، ۱۰ و ۱۵ متر است (شکل ۴۱).

برای سیم‌کشی در لوله سر فنر از طرف گوی‌دار وارد لوله می‌شود تا از انتهای مسیر لوله‌کشی خارج شود. سپس روکش سرسیم‌ها را برداشته و به حلقه انتهای فنر می‌بندند. با کشیدن سرفنر، سیم‌ها به داخل لوله هدایت می‌شوند.



شکل ۴۱

تصاویر شکل ۴۲ نحوه استفاده از فنر برای عبور سیم از داخل لوله را نشان می‌دهد.





شکل ۴۲

۱۰ سرپیچ

سرپیچ لامپ (Lamp holder) یا همان پایه لامپ، قسمتی از دستگاه نورپردازی است که لامپ در آن نصب می‌شود و وظیفه آن رساندن جریان الکتریکی به لامپ می‌باشد. جنس بدنه سرپیچ‌ها عایق است و معمولاً از جنس پلاستیک، چینی یا باکالیت ساخته می‌شوند. کیفیت سرپیچ‌ها برروی طول عمر و کارایی لامپ‌ها تأثیرگذار است. با توجه به افزایش تنوع در نوع و مدل‌های لامپ، سرپیچ‌ها نیز از تنوع بالایی برخوردار هستند و با توجه به مدل و نوع لامپ سرپیچ مناسب لامپ طراحی و تولید می‌شود.

انواع سرپیچ براساس کاربرد

- سرپیچ آویز
- سرپیچ دیواری
- سرپیچ شمعی
- سرپیچ راکورددار



شکل ۴۳

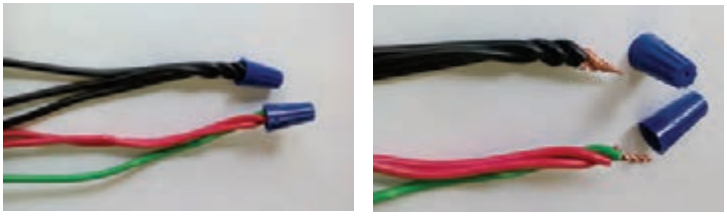
۱۱ جعبه تقسیم توکار:

جعبه تقسیم توکار یک قطعه‌ای است که از نظر جنس پلاستیک نرم یا خشک و از نظر شکل به‌صورت دایره‌ای و یا چهارگوش ساخته می‌شوند. از این قطعه در سیم‌کشی ساختمان برای انشعاب گرفتن از سیم‌ها استفاده می‌کنند. شکل ۴۴ تصویر دو نمونه از آن را نشان می‌دهد.



شکل ۴۴

لازم به ذکر است در صورت استفاده ازجعبه تقسیم باید سیم‌کشی با سیم مفتولی انجام شده و برای محکم کردن آنها باید از ترمینال کانکتور پیچی استفاده کرد (شکل ۴۵).





شکل ۴۵

چنانچه طبق استاندارد اگر از سیم‌افشان برای سیم‌کشی استفاده شود به‌کارگیری جعبه تقسیم و ایجاد اتصالات مجاز نیست. به همین دلیل است که امروزه زمینه به‌کارگیری از جعبه تقسیم در سیم‌کشی برق خیلی کاهش یافته است.

در صورت نیاز به انشعاب گرفتن در داخل قوطی‌ها از سیم‌پیچ‌های کلیدها و یا پریزها استفاده می‌شود.

پژوهش

طبق استاندارد از پیچ‌های پشت کلیدها یا پریزها فقط اجازه یک مورد انشعاب گرفتن را داریم. چرا؟

توجه

در ترسیم نقشه‌ها برای اینکه خطوط و سیم‌ها در سیم‌کشی به‌خوبی مشخص باشد از جعبه‌تقسیم استفاده می‌شود.

توجه

در سیم‌کشی برق استفاده از نوارچسب برق برای محکم کردن اتصالات سیم‌ها در داخل و یا خارج از جعبه تقسیم ممنوع است.

تابلو توزیع (DP)[1]

امروزه از تابلوهای برق کوچک تحت عنوان تابلوهای توزیع در واحدهای مسکونی و تجاری استفاده می‌شود. در داخل آن از تعدادی فیوز مینیاتوری طبق استانداردی که سازمان نظام مهندسی تعیین کرده استفاده می‌شود. تابلوهای توزیع (تابلو تقسیم) در دو نوع توکار و روکار تولید و عرضه شده‌اند (شکل ۴۶).



ب) تابلو توزیع روکار



الف) تابلو توزیع توکار

شکل ۴۶

تابلو توزیع برق واحدها، جایگزین مناسبی برای جعبه تقسیم و فیوزهای پراکنده موجود در ساختمان‌های قدیمی است.

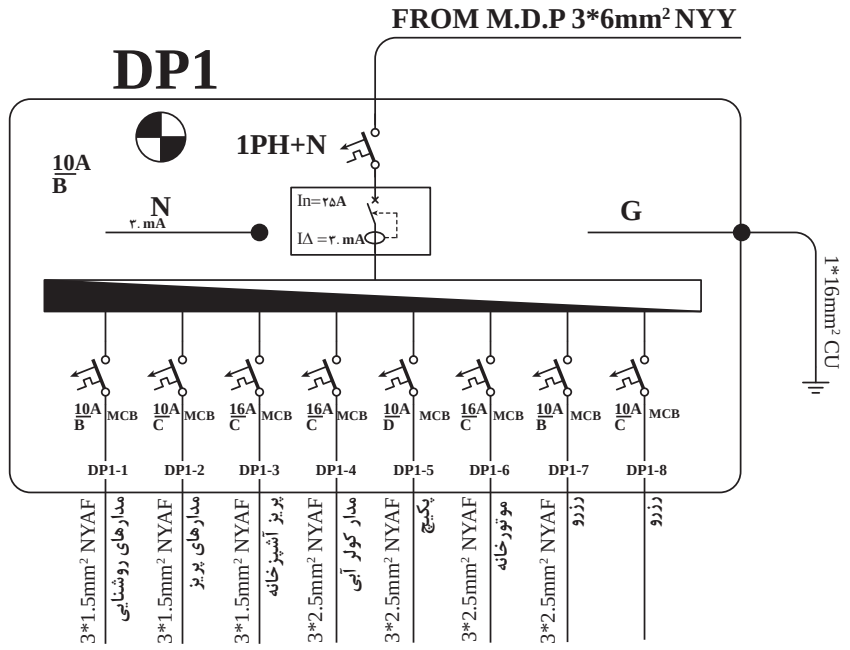
امروزه در سیم‌کشی‌های برق می‌بایست از این تابلوها استفاده کرد. در تابلوهای DP، فیوز مدارهای روشنایی و پریزهای برق متناسب با محل‌های نصب آنها به‌صورت جداگانه (ناحیه‌ای Zone) درنظر گرفته می‌شوند. به همین دلیل لازم است تا در زمان طراحی مسیرهای لوله‌گذاری هریک از این تجهیزات را جداگانه پیش‌بینی کرده و اجرا کنیم.

۱. Distribution Panel

مزیت دیگر استفاده از تابلوهای DP آن است که اگر سیم‌کشی و برق‌رسانی، یک مسیر دچار مشکل (اتصالی) شود برای رفع عیب کافیست فقط فیوز آن قسمت از مدار خارج شود و دیگر نیاز به قطع برق کل ساختمان نیست.
بهترین محل جهت نصب این تابلو، در ورودی ساختمان یا آشپزخانه است.
همیشه باید چند خط انشعابی اضافه به‌عنوان رزرو در تابلوهای برق پیش‌بینی شود تا در موقع خرابی یکی از فیوزها و یا نیاز به یک خط برای مصرف‌کننده جدید از فیوزهای پیش‌بینی شده اضافی استفاده شود.
در تابلو توزیع حتی اگر فیوزها را خیلی به‌صورت تفکیک شده (منطقه‌ای Zon) هم درنظر نگیریم ضروری است برای مواردی که در لیست زیر به آن اشاره شده است فیوزهای مینیاتوری جداگانه و مطابق استاندارد بیان شده انتخاب کرد.

فیوز مینیاتوری محل موردنظر	جریان فیوز (A)	نوع فیوز
مدارهای روشنایی	۱۰	B
مدار پریزهای برق اتاق‌ها	۱۰	C
مدار پریزهای برق آشپزخانه	۱۶	C
مدار کولر (آبی)	۱۶	C
مدار پکیج	۱۰	D
مدار موتورخانه	۱۶	C

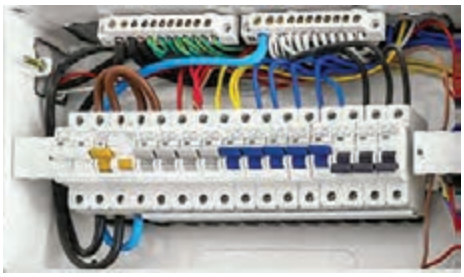
در نقشه‌های سیم‌کشی پلان‌ها، تابلوهای توزیع برق با حروف DP نشان داده می‌شوند در شکل ۴۷ نقشه داخلی یک تابلوی توزیع نشان داده شده است.



شکل ۴۷

فیوز

فیوز وسیله حفاظتی است که مدار را در مقابل جریان اضافی اتصال کوتاه حفاظت می‌کند. در تابلوهای توزیع برقی که امروزه در ساختمان‌ها نصب می‌شوند از وسایل حفاظتی مختلفی استفاده می‌شود. در ادامه به بررسی هر یک از آنها می‌پردازیم.





شکل ۴۸

وسایل حفاظتی داخل تابلو DP

کلید محافظ اصلی Main swich :

کلید محافظ اصلی از دو کلید مینیاتوری تشکیل شده که اهرم‌های هردو باهم، هم‌محور شده‌اند یعنی باهم وصل و باهم قطع می‌شوند.

از این کلید در تابلوهای توزیع برای قطع فاز و نول و برای بالا بردن ضریب اطمینان در زمان عیب‌یابی سیم‌کشی معیوب استفاده می‌شود. در شکل ۴۹ تصویر یک نمونه آن را مشاهده می‌کنید.



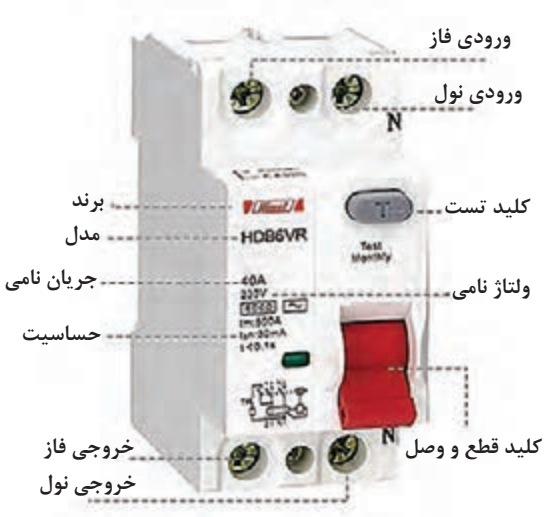
شکل ۴۹

کلید جریان نشتی RCD :

کلید جریان نشتی یک کلید دوپل است که سر راه فاز و نول ورودی تابلو DP قرار داده می‌شود.

اساس کار آن **بر پایه اندازه‌گیری و مقایسه جریان سیم فاز و نول است**. در صورت اختلاف بیش از ۳۰mA جریان‌های سیم فاز و نول کلید RCD مدار را قطع می‌کند.

در شکل ۵۰ تصویر یک نمونه کلید جریان نشتی نشان داده شده است.



شکل ۵۰

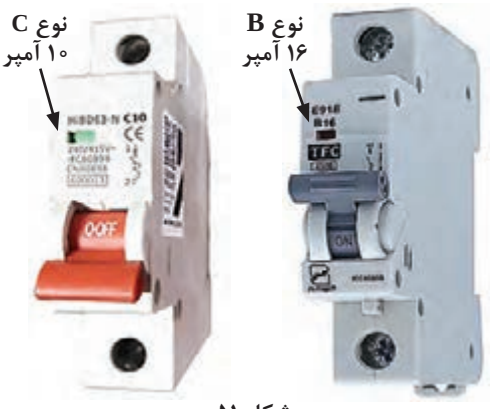
کلید محافظ MCB (فیوزهای مینیاتوری):

کلید محافظ MCB تک‌پل می‌باشد یعنی فقط فاز را قطع و وصل می‌نماید وظیفه آن حفاظت در برابر اتصال کوتاه است. کلید محافظ MCB دارای انواع مختلفی است. در سیم‌کشی برق ساختمان دو نوع B و C پرکاربردتر است.

ـ نوع تندکار B در مدارهای روشنایی

ـ نوع کندکار C در مدارهای موتوری و پریز

شکل ۵۱ تصویر دو نوع B و C را نشان داده شده است.



شکل ۵۱

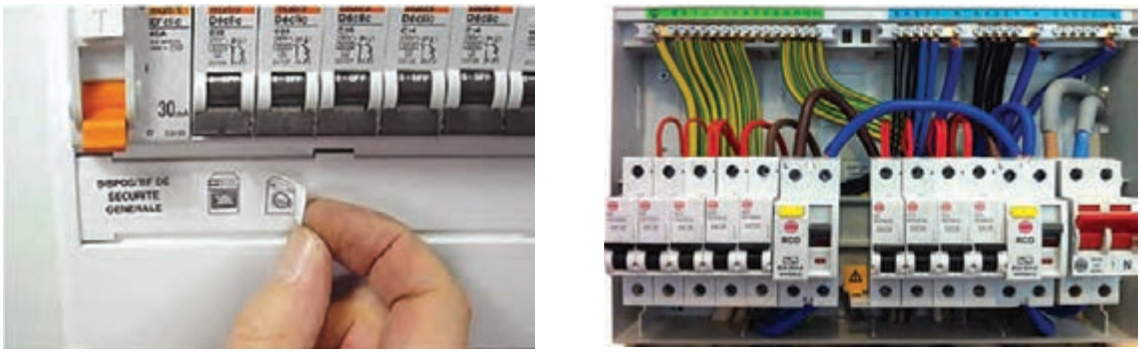
پژوهش

در مورد انواع فیوزهای مینیاتوری تحقیق کرده و به کلاس ارائه دهید.

تصاویر شکل ۵۲ چند مدل قالب تابلو DP را به همراه ریل، ترمینال‌های مورد نیاز و تصاویر شکل ۵۳ نظم و ترتیبی که در سیم‌کشی تابلو باید رعایت کرد و ضرورت چسباندن برچسب‌های لازم برای فیوزهای هر قسمت را نشان می‌دهند.



شکل ۵۲



شکل ۵۳

چیدمان تجهیزات در تابلو توزیع (DP)

همان‌طوری که اشاره شد در داخل تابلو DP از تجهیزات مختلفی استفاده می‌شود.
نحوه چیدمان این تابلو می‌بایست بدین‌صورت باشد:

۱ برای نصب فیوزها در داخل تابلو لازم است تا در وسط قاب پلاستیکی تابلو ریل فلزی تقریباً به اندازه طول قاب، پیچ شود شکل ۵۴ تصویر قاب پلاستیکی به همراه ریل فلزی و نحوه نصب آن را مشاهده می‌کنید.

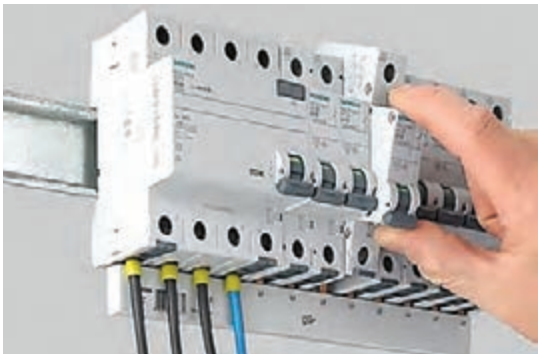


شکل ۵۴



شکل ۵۵

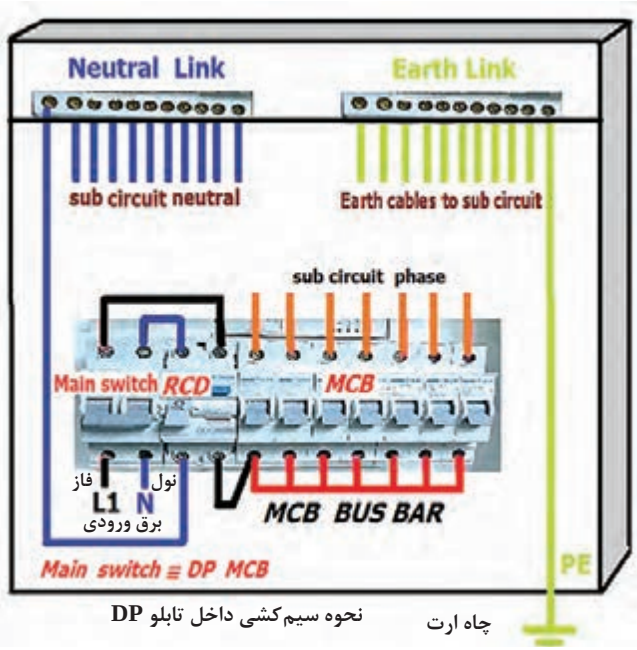
۲ پس از نصب ریل در دوطرف بالای قاب پلاستیک تابلو DP مطابق شکل ۵۵ دو شین مسی یا (ترمینال‌های چینی یا پلاستیکی) مناسب نصب کنید.
از این شین‌ها برای گرفتن انشعاب از سیم‌های نول و ارت باید استفاده شود.



شکل ۵۶ـ نحوه نصب تجهیزات روی ریل

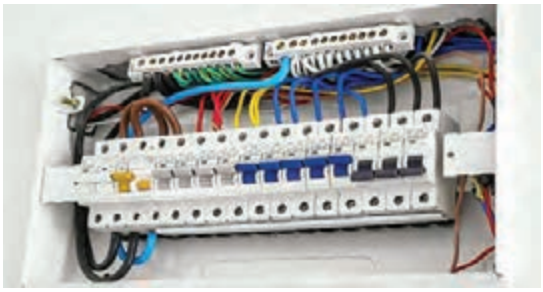
۳ در این مرحله می‌بایست تجهیزات داخل تابلو مطابق شکل ۵۶ برروی ریل قرار گیرند.

۴ برروی ریل فلزی نصب شده از سمت چپ، نخست کلید اصل Main switch ، سپس کلید RCD و در نهایت فیوزهای مینیاتوری (MCB) قرار گیرند (شکل ۵۷).



شکل ۵۷ نحوه سیم‌کشی داخل تابلو DP

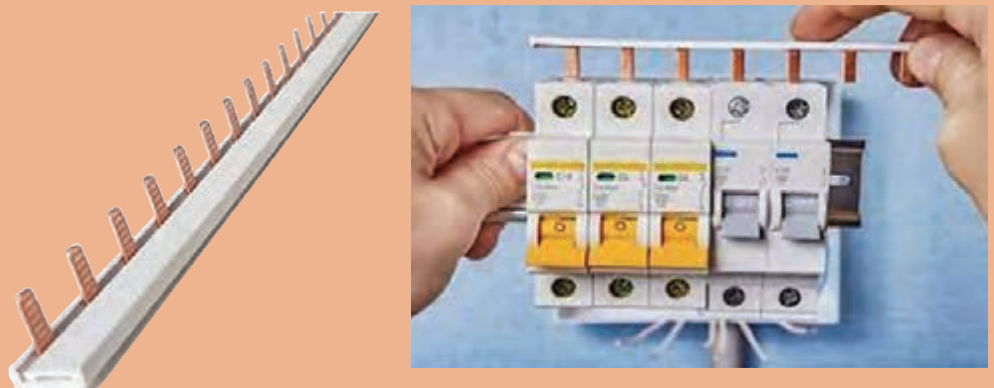
۵ سیم‌های فاز، نول و ارت ورودی به تابلو به کلید اصلی و شین ارت وصل شوند.



شکل ۵۸

توجه

برای برقراری ارتباط بین سیم‌های ورودی فیوزهای مینیاتوری از تسمه‌های مسی کوچک می‌توان استفاده کرد. شکل ۵۹ تصویر تسمه مسی با روکش پلاستیکی را نشان می‌دهد.



شکل ۵۹

توجه

نحوه اتصال تسمه مسی زیر پیچ‌های فیوز در شکل ۶۰ نشان داده شده است.



شکل ۶۰

قابل توجه هنرآموزان محترم

نکات اجرایی کارهای عملی:

در تهیه این پودمان دو هدف اصلی دنبال شده است، نخست آموزش تعدادی از مدارهای پرکاربرد در سیم‌کشی ساختمان و دوم اینکه اجرای کارهای عملی تاحد زیادی به نکات واقعی و استانداردی که در سیم‌کشی برق ساختمان‌ها به‌کار گرفته می‌شود نزدیک باشد. همانطوری که می‌دانید در ساختمان‌ها اجرای سیم‌کشی واقعی برپایه کندن دیوارها و کار گذاشتن لوله‌های PVC است که انجام این کار در کارگاه‌های هنرستان کمی دشوار است.

لذا در این پودمان طرح جدیدی به‌جای کندن دیوار و کارگذاشتن لوله‌ها در دیوار ارائه شده است که آن هم نصب و محکم کردن لوله‌های PVC و تابلوی برق با بست روی تابلوهای مشبک به‌جای کندن دیوار است تا کار سیم‌کشی واقعی که مشتمل بر نصب لوله ـ نصب تجهیزات ـ عبور دادن فنر سیم‌کشی و اجرای سیم‌کشی مدارها است با رعایت استانداردهای لازم به شکل ساده‌تر انجام شود.

بر پایه همین مطلب، کارهای عملی به‌گونه‌ای طراحی شده است که مسیرهای لوله‌گذاری به‌صورت مرحله به مرحله اضافه و تکمیل می‌شود. هنرجو می‌بایست در هر کار عملی ابتدا براساس اندازه‌های مشخص شده لوله‌ها را روی تابلو نصب کند. سپس تجهیزات را با توجه به محل‌های تعیین شده روی تابلو قرار دهد و از روی نقشه حقیقی، نقشه‌خوانی مدار را انجام داده و با رعایت استانداردهای مربوط به مسیرهای سیم‌کشی، سطح مقطع سیم، رنگ سیم و به‌کارگیری ابزار مناسب و... که آموزش داده شده کار سیم‌کشی مدار را روی تابلو انجام دهد.

امید است هنرآموزان محترم با تأکید بر این مسئله و نظارت لازم بر شکل اجرای کارهای عملی هنرجویان را در رسیدن به اهداف آموزشی و شایستگی‌های فنی این پودمان یاری نمایند.

هدف: مونتاژ تجهیزات تابلو DP به همراه سیم‌کشی و نصب لوله PVC برق ورودی آن

مواد ابزار و تجهیزات: تابلوی توکار، ریل فلزی، شین مسی، کلیدهای MAIN SWITCH و RCD ، MCB و سیم افشان با مقطع ۱/۵ و ۲/۵ میلی‌متر

۱ تابلو توکار با ابعاد متداول را درنظر بگیرید.

۲ ریل فلزی مناسب برای نصب فیوزها را با راهنمایی مربی خود برروی صفحه داخل تابلو پیچ کنید.

۳ در قسمت بالای تابلو مطابق شکل ۶۱ در دو ردیف شین مسی را برای انشعاب گرفتن از سیم نول و ارت نصب کنید.

۴ روی ریل داخل تابلو DP تجهیزات زیر را مطابق شکل ۶۱ قرار دهید.

الف) کلید MAIN SWITCH ۱عدد

ب) کلید RCD ۱عدد

ج) فیوز مینیاتوری (MCB) ۱۰A ـ نوع B ۲عدد

د) فیوز مینیاتوری (MCB) ۱۰A ـ نوع C ۲عدد

هـ) فیوز مینیاتوری (MCB) ۱۶A ـ نوع C ۲عدد

۵ سیم‌کشی داخل تابلو را مطابق شکل ۶۱ انجام دهید.

۶ سیم‌کشی داخل تابلو DP را کامل کرده و مطابق شکل ۶۲ روی تابلو مشبک کارگاه پیچ کنید.

۷ لوله PVC را با توجه به اندازه داده شده در شکل ۶۳ بریده و توسط بست روی تابلو مشبک کارگاه محکم کنید.

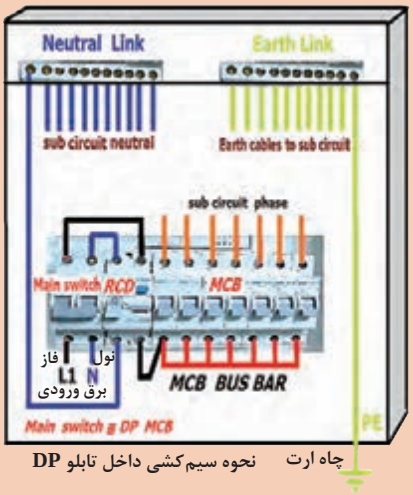
۸ ترمینال پلاستیکی مناسب سه‌خانه‌ای را در انتهای لوله روی تابلو پیچ کنید.

در داخل تابلو DP مونتاژ شده پس از نصب کلید اصلی Main و کلید جریان نشتی RCD حداقل ۶فیوز مینیاتوری نصب شود.

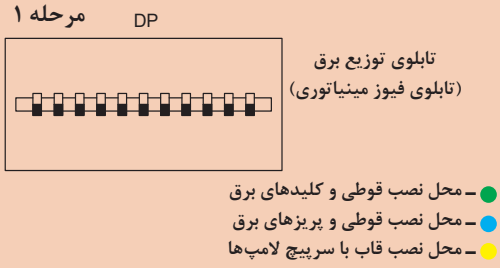
مدارهای روشنایی ۱۰ آمپر نوع B۲ عدد

پریزهای داخل اتاق‌ها ۱۰ آمپر نوع C۲ عدد

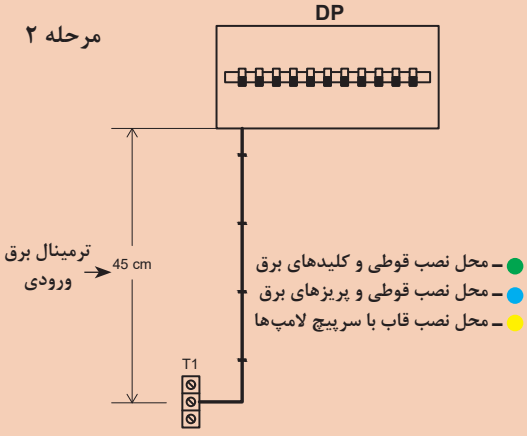
پریزهای آشپزخانه و مدار کولر ۱۶آمپر نوعC۲عدد



شکل ۶۱



شکل ۶۲



شکل ۶۳

استاندارد ارزشیابی پیشرفت تحصیلی مبتنی بر شایستگی درس طراحی و ساخت مدارهای چاپی
پودمان دوم، واحد یادگیری ۱

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی / شایستگی / (واحدهای یادگیری)	استاندارد عملکرد	نتایج مورد انتظار	شاخص تحقق
پودمان ۲: سیم کشی ساختمان	واحد یادگیری ۱: نصب تجهیزات الکتریکی	نصب تجهیزات الکتریکی (لوله، پریز، کلید، جعبه تقسیم و...) با رعایت اصول ایمنی، استانداردهای نقشه‌خوانی، سیم‌بندی و نشانه‌گذاری صحیح در محل‌های تعیین‌شده.	بالاتر از حد انتظار	علاوه بر تحقق شاخص‌های در حد انتظار، انجام کلیه فعالیت‌های پودمان (مانند تحقیق کنید، فکر کنید، پژوهش کنید، جستجو کنید، بحث گروهی)
			درحد انتظار	۱ـ نقشه‌خوانی پلان های ساختمانی و به‌کارگیری صحیح علائم اختصاری تجهیزات الکتریکی ۲ـ تشخیص و به‌کارگیری صحیح تجهیزات مورد نیاز برای سیم‌کشی توکار و روکار ۳ـ انتخاب تجهیزات حفاظتی (مثلاً فیوز) متناسب با جریان مصرف‌کننده ۴ـ تجهیزات تابلو DP را داخل آن مونتاژ کند و روی تابلو مشبک بارعایت فاصله استاندارد مطابق چیدمان و اندازه تعیین شده در نقشه نصب نماید. ۵ـ برش و نصب لوله‌های PVC را با توجه به اندازه و نقشه‌های داده شده انجام دهد.
			پایین‌تر از حد انتظار	در صورتی که هنرجو همه شاخص‌های درحد انتظار را محقق نسازد، پایین‌تر از حد انتظار ارزشیابی می‌شود.
	لازم است تا کیفیت فرایند کسب شایستگی در طول زمان آموزش پودمان براساس انجام فعالیت‌های کلاسی و عملی، نظم، مشارکت در فعالیت‌های آموزشی و تربیتی، ابتکار در تکالیف عملکرد درسی و... درنظر گرفته شود.			
	شایستگی پودمان (بالاتر از حد انتظار، در حد انتظار، پایین‌تر از حد انتظار)			

شایستگی‌های غیرفنی و عمومی (ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی)

شاخص‌ها	ضریب کیفیت عملکرد	شایستگی عملکرد هنرجو
مدیریت کیفیت ـ جمع‌آوری و گرد آوری اطلاعات ـ رعایت زبان فنی ـ رعایت ارگونومی ـ کنترل مخاطرات احتمالی و حفاظت از تجهیزات کارگاه ـ ایجاد محتوای الکترونیک ـ صرفه‌جویی ـ طراحی خلاقانه پوسته گرافیکی و گرافیک متحرک ـ رعایت انضباط فردی و کلاسی ـ پوشش مناسب ـ احترام به استاد و هم‌کلاسی‌ها ـ حضور به موقع در کارگاه	۲	

شایستگی عملکرد هنرجو در واحد یادگیری	شایستگی‌های غیرفنی و عمومی			شایستگی‌های فنی		
	بالاتر از حد انتظار	در حد انتظار	کمتر از حد انتظار	بالاتر از حد انتظار	در حد انتظار	کمتر از حد انتظار

شایستگی عملکرد هنرجو از میانگین سطوح شایستگی کسب شده در مراحل کاری هر واحد یادگیری مشخص می‌شود. به شرط آنکه:

۱ سطح شایستگی هنرجو در هیچ مرحله‌ای کمتر از حد انتظار نباشد.

۲ هنرجو در شایستگی‌های غیرفنی و عمومی، شایستگی در حدانتظار یا بالاتر از حد انتظار را کسب کرده باشد.

توجه:

۱ اگر حتی در یک مرحله کاری شایستگی کمتر از حد انتظار کسب شود ، منجر به عدم کسب شایستگی واحد یادگیری می شود.

۲ اگر میانگین سطوح شایستگی ۲/۵ یا بیشتر باشد ، سطح شایستگی بالاتر از حد انتظار خواهد بود.

۳ با توجه به اینکه شایستگی‌های عمومی و غیرفنی از شرایط لازم برای کسب شایستگی می‌باشد؛ لذا در صورتی که شایستگی فنی را احراز کرده باشد اما در شایستگی غیرفنی و عمومی، سطح در حد انتظار کسب نشده باشد، به معنی عدم احراز شایستگی در واحد یادگیری است.

واحد یادگیری ۲
شایستگی سیم کشی مدارهای روشنایی ساختمان

آیا تا به حال فکر کرده‌اید

- کلید ساده‌ای مثل یک‌پل چه کاربردی دارد و چگونه می‌توان از آن برای کنترل روشنایی یک نقطه استفاده کرد؟
- نصب صحیح کدام دستگاه باعث می‌شود ساکنان ساختمان بدون نیاز به باز کردن درب، از هویت مراجعه‌کننده مطمئن شوند و کنترل بهتری بر ورود افراد داشته باشند؟
- اگر فیوز مناسبی برای مدار روشنایی نصب نشود، در زمان بروز اتصال کوتاه چه خطراتی ممکن است پیش بیاید؟
- رعایت نکردن استانداردهای نصب کلید و پریز چه مشکلاتی در ایمنی و عملکرد ساختمان ایجاد می‌کند؟
- چرا شناخت درست نقشه‌های فنی در اجرای مدارهای روشنایی اهمیت حیاتی دارد؟
- رعایت اصول ایمنی در نصب تجهیزات روشنایی، چقدر در پیشگیری از حوادث برق‌گرفتگی یا آتش‌سوزی مؤثر است؟

مدارهای روشنایی از مهم‌ترین اجزای سیستم سیم‌کشی داخلی ساختمان‌ها به‌شمار می‌روند و نقش اساسی در تأمین آسایش، ایمنی و کارایی فضاهای مسکونی، تجاری و صنعتی دارند. اجرای صحیح این مدارها، مانند مدار یک‌پل (برای کنترل روشنایی یک لامپ از یک نقطه) و دوبل (برای کنترل هم‌زمان دو مدار روشنایی از یک محل)، تبدیل، رله زمانی، فتوسل، کلید کولر، دربازکن تصویری (برای برقراری ارتباط صوتی و تصویری با مراجعه‌کننده و کنترل درب ورودی که باعث افزایش امنیت و راحتی ساکنان می‌شود) و دیگر تجهیزات کنترلی، نیازمند درک دقیق نقشه‌های فنی، رعایت اصول ایمنی و اتصال درست کلیدها و مصرف‌کننده‌ها است.

در این واحد یادگیری، هنرجویان با نحوه طراحی، نصب و تست مدارهای مختلف روشنایی آشنا می‌شوند. همچنین با رعایت استانداردهای فنی (مقررات ملی ساختمان) در زمینه حفاظت الکتریکی، نصب فیوز مناسب و آماده‌سازی پیش از سیم‌کشی، مهارت‌هایی را کسب خواهند کرد که آنها را برای ورود به بازار کار در حوزه برق ساختمان آماده می‌سازد. توجه به دقت، نظم، مسئولیت‌پذیری و رعایت شایستگی‌های غیرفنی در واحد یادگیری ۲ نیز از دیگر اهداف این آموزش است.

استاندارد عملکرد

اجرای مدارهای روشنایی (یک پل، دوبل، تبدیل، رله زمانی، فتوسل، کلید کولر ودربازکن تصویری و...) با رعایت نقشهٔ فنی، اتصال صحیح کلیدها و تقسیم‌بندی بارها.

سیم‌کشی و انواع سیم برق

فرایند ارتباط الکتریکی در شبکه‌های الکتریکی توسط سیم را «سیم‌کشی» گویند.
سیم در سیم‌کشی ساختمان ارتباط الکتریکی بین تجهیزات الکتریکی را برقرار می‌سازد. انتخاب سیم مطابق استاندارد و جداول مربوطه می‌باشد. انواع سیم در سیم‌کشی عبارت‌اند از:
الف) سیم مفتولی ب) سیم افشان ج) سیم رشته‌ای

سیم مفتولی

سیم‌های مفتولی به‌صورت یک رشته هادی مانند شکل ۶۴ از جنس مس با مقاطع ۰/۵، ۰/۷۵، ۱، ۱/۵، ۲/۵، ۴، ۶ و ۱۰میلی‌مترمربع تولید می‌شوند.



شکل ۶۴ــ سیم مفتولی

جنس روکش هادی از مواد عایق PVC به رنگ‌های قرمز، مشکی، قهوه‌ای، آبی، سفید و زرد با نوار سبز می‌باشد. از سیم‌های مفتولی در سیم‌کشی ساختمان استفاده می‌شود. سیم‌های مفتولی تحت‌عنوان «سیم‌های نصب ثابت» شناسایی می‌شوند و با حرف NYA مشخص می‌شوند.

سیم افشان

سیم افشان از به هم تابیدن نامنظم چندین تار مسی تولید می‌شود لذا از انعطاف‌پذیری بیشتری نسبت به سیم مفتولی برخوردار است. سطح مقطع هادی و رنگ روکش سیم‌های افشان مشابه سیم مفتولی است (شکل ۶۵).


شکل ۶۵ــ سیم افشان

درصورت استفاده از سیم افشان لازم است تا قبل از بستن زیر پیچ کلید، پریز و... یکی از دو کار زیر انجام شود.
الف) لحیم‌کاری شده (قلع‌اندود شود)
ب) سر سیم‌های میله‌ای زده شود.
شکل ۶۶ نحوه انجام هر دو کار را نشان می‌دهد.


الف


شکل ۶۶ ب

سیم رشته‌ای

سیم رشته‌ای نیز مشابه سیم افشان از به هم تابیدن منظم چندرشته سیم مسی یا آلومینیومی بدون روکش با سطح مقطعی بیشتر از سیم‌های افشان تولید می‌شود. شکل ۶۷ تصویری از این نوع سیم‌ها را نشان می‌دهد.


شکل ۶۷

از سیم‌های رشته‌ای برای سیم‌کشی شبکه شهری (با مقطع ۲۵ یا ۳۵ میلی‌مترمربع) و همچنین در سیم‌کشی سیم حفاظتی زمین (سیم ارت با سطح مقطع ۱۰ میلی‌متر مربع) استفاده می‌شود.

توجه

در سیم‌کشی ساختمان‌های مسکونی، اداری و تجاری طبق استاندارد تعیین شده در کتاب مبحث سیزده نظام مهندسی کشور سطح مقطع سیم و کابل مورد نیاز را می‌بایست متناسب با جریان یا توان مصرفی به‌کار برد.در زیر سطح مقطع استاندارد برای یک واحد مسکونی با کنتور ۲۵آمپر که ملزم به رعایت آن هستند بیان شده است.

۱ سیم یا کابل اصلی ورودی برق	۴میلی‌مترمربع
۲ سیم مدارهای روشنایی	۱/۵میلی‌مترمربع
۳ سیم مدارهای پریز برق	۲/۵میلی‌مترمربع
۴ سیم یا کابل کولر آبی	۲/۵میلی‌مترمربع
۵ سیم یا کابل کولر گازی	۴میلی‌مترمربع

جدول ۵ حداکثر جریان مجاز سیم‌های مسی با سطح مقطع‌های مختلف در شرایط‌های داخل لوله و روکار را نشان می‌دهد.

جدول ۵ــ حداکثر جریان مجاز سیم‌های استاندارد مسی

مقطع سیم به میلی‌مترمربع	شدت جریان مجاز سیم برحسب آمپر	
	سیم‌های با عایق تا حداکثر ۳ سیم در هر لوله	سیم‌های با عایق در شرایط روکار
۰/۷۵	۴	۶
۱	۶	۱۰
۱/۵	۱۰	۱۵
۲/۵	۱۵	۲۰
۴	۲۰	۲۵
۶	۲۵	۳۵
۱۰	۳۵	۵۰
۱۶	۵۰	۶۰
۲۵	۶۰	۸۰
۳۵	۸۰	۱۰۰
۵۰	۱۰۰	۱۲۵
۷۰	ــ	۱۶۰
۹۵	ــ	۲۰۰
۱۲۰	ــ	۲۲۵
۱۵	ــ	۲۶۰
۱۸۵	ــ	۳۰۰
۲۴۰	ــ	۳۵۰
۳۰۰	ــ	۴۳۰

پرسش

همان‌طوری که در جدول مشاهده می‌کنید مقدار جریان مجاز سیم‌ها در شرایط روکار بیشتر از شرایطی است که سیم‌ها در داخل لوله قرار دارند، دلیل این موضوع چیست؟

پریز برق

هرگاه بخواهیم انرژی الکتریکی را مستقیماً مورد استفاده قرار دهیم، نیاز به وسیله‌ای داریم که بتوانیم انرژی الکتریکی موجود در خانه، مغازه، کارگاه یا کارخانه را به دستگاه موردنظر (مانند سماور، بخاری) برسانیم. این اتصال توسط قطعه‌ای از مدار به‌نام پریز انجام می‌شود. پریزها به دو دسته توکار و روکار، بدون اتصال زمین (ارت) و با اتصال زمین (ارت) تقسیم می‌شوند.

شکل ۶۸ پریز توکار و روکار بدون اتصال زمین (ارت) و شکل ۶۹ نمونه‌هایی از پریز توکار و روکار با اتصال زمین (ارت) را نشان می‌دهد.



الف) روکار ب) توکار

شکل ۶۸ــ پریز توکار و روکار بدون ارت

الف) روکار ب) توکار

شکل ۶۹ــ پریز توکار و روکار با ارت

پرسش

در سیم‌کشی پریزها توصیه شده است که سیم فاز به پیچ سمت راست پریز اتصال داده شود؟ چرا؟

کلید یک پل

کلیدی است که از آن برای فرمان به یک گروه لامپ می‌توان استفاده کرد. همان‌طوری‌که از نام آن مشخص است دارای یک پل یا به‌عبارتی دیگر یک دکمه برای قطع و وصل و یک مسیر برای عبور جریان است. این کلید در دو نوع توکار و روکار ساخته می‌شود. شکل ۷۰ تصویر ظاهری این نوع کلید را نشان می‌دهد.



الف) کلید یک پل روکار ب) کلید یک پل توکار

شکل ۷۰

توجه

برای اینکه نقشه مدارها از وضوح خوبی برای هنرجویان برخوردار باشد در ترسیم نقشه مدارها از رنگ‌های مختلف استفاده شده است که به شرح زیر است:

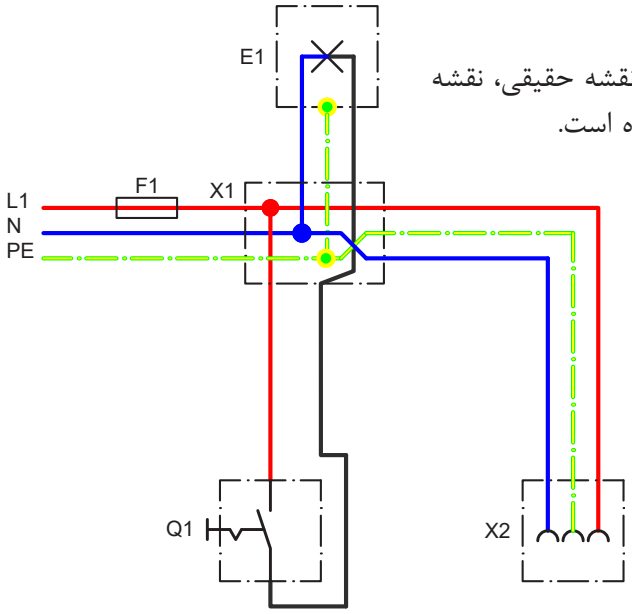
۱ قاب کلیدها، پریزها و جعبه تقسیم ← رنگ مشکی
۲ سیم فاز ← رنگ قرمز
۳ سیم برگشت فاز ← رنگ خاکستری
۴ سیم نول ← رنگ آبی
۵ سیم ارت ← رنگ سبز و زرد
۶ سیم ارتباط بین قطعات یا کلیدها ← رنگ صورتی

توجه

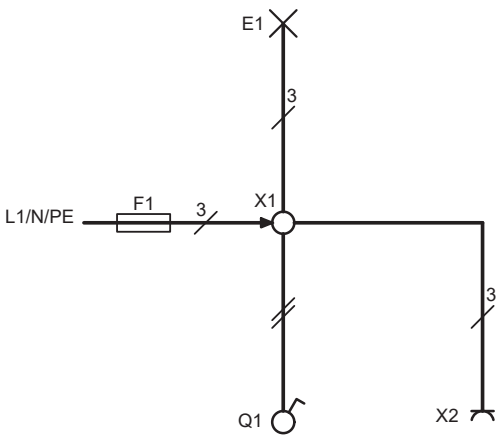
هر چند در ترسیم نقشه‌ها رنگ سیم‌ها متفاوت است اما این مسئله نشان‌دهنده متفاوت بودن جنس یا سطح مقطع سیم در مسیرهای مختلف نیست. همان‌طوری که قبلاً نیز اشاره شد در سیم‌کشی سطح مقطع، سیم‌ها را باید مطابق جدول ۵ انتخاب کرد.

نقشه مدار کلید یک پل با پریز ارت‌دار

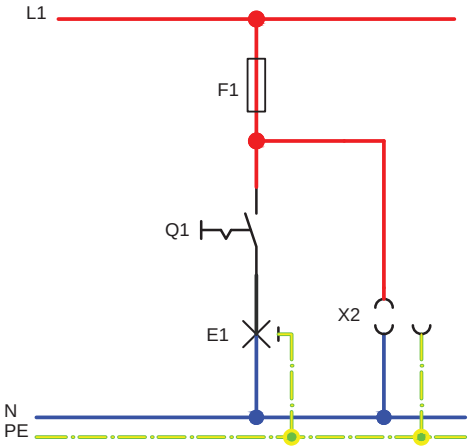
در تصاویر شکل‌های ۷۱، ۷۲ و ۷۳ به‌ترتیب نقشه حقیقی، نقشه فنی و نقشه مسیر جریان مدار نشان داده شده است.



شکل ۷۱ـ شمای حقیقی



شکل ۷۳ـ شمای فنی



شکل ۷۲ـ شمای مسیر جریان

نکته

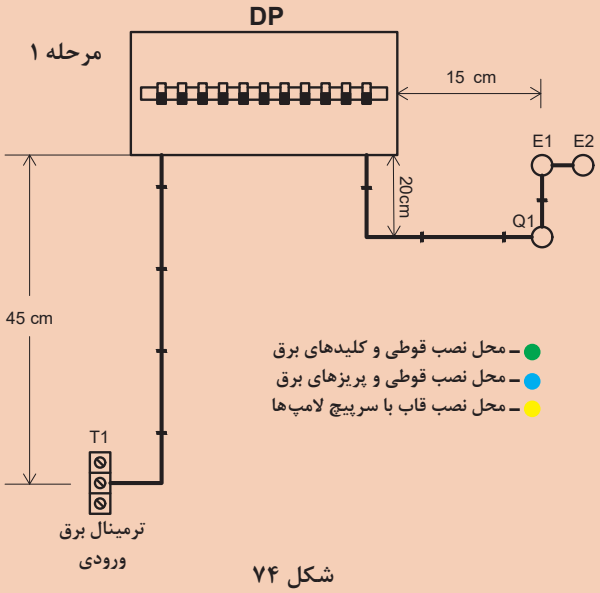
۱ در سیم‌کشی مدارهای روشنایی همیشه باید سیم فاز پس از عبور از داخل فیوز به داخل کلید برده شود تا در صورت قطع کلید مسیر سیم فاز باز بوده و فرد در زمان تعویض لامپ دچار برق گرفتگی نشود.

۲ در سیم‌کشی ساختمان و مدارهای روشنایی برای افزایش تعداد لامپ‌ها آنها را به‌صورت موازی به یکدیگر اتصال می‌دهند.

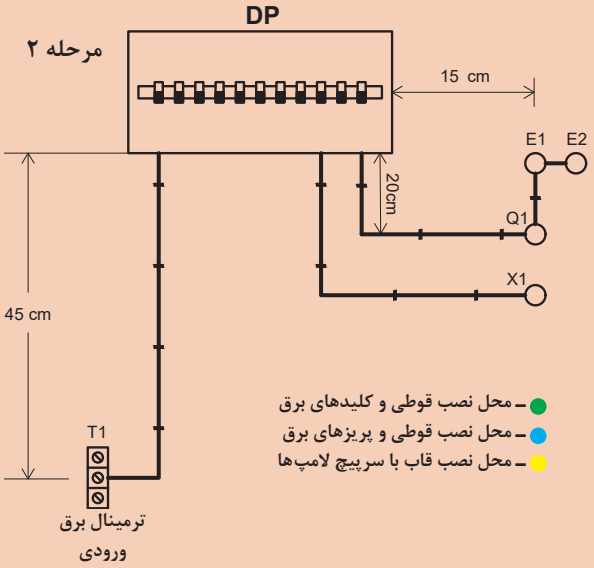
کار عملی ۳

هدف: نصب لوله‌های PVC و سیم‌کشی مدار کلید یک پل

مطابق تصویر نشان داده شده در شکل‌های ۷۴ و ۷۵ لوله‌های PVC جدید مورد نیاز را برش داده و سپس توسط بست لوله روی تابلو اضافه کنید.



شکل ۷۴



شکل ۷۵

مراحل اجرای سیم‌کشی مدار کلید یک پل

۱ با توجه به جدول ۶ در موقعیت‌های مشخص شده تجهیزات نام برده شده را درنظر گرفته و نصب کنید.
۲ در تابلو DP برای مدار روشنایی یک فیوز ۱۰ آمپر نوع B و برای مدار پریز یک فیوز ۱۶ آمپر نوع C نصب کنید.
۳ سیم فاز، نول و ارت ورودی تابلو را با سیم مقطع ۲/۵ میلی‌مترمربع و با رنگ‌های مشکی، آبی، سبز و زرد سیم‌کشی کنید.
۴ براساس نقشه حقیقی و راهنمایی‌های مربی خود اقدام به سیم‌کشی کنید.

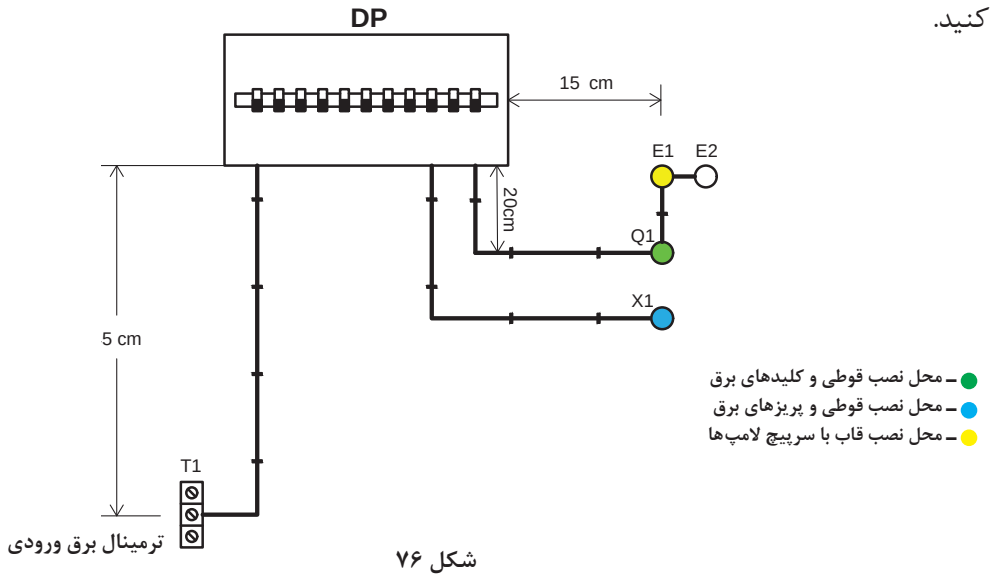
یادآوری

برای سیم‌کشی مدارهای روشنایی از سیم ۱/۵ میلی‌مترمربع و برای مدارهای پریز از سیم ۲/۵میلی‌مترمربع استفاده کنید.

۵ پس از پایان کار سیم‌کشی حتماً با حضور مربی خود مدار را آزمایش کنید.
۶ نقشه‌های حقیقی، فنی و مسیر جریان مدار فوق را در دفتر گزارش کار خود رسم کنید.
۷ برای اطلاع از برق‌دار بودن پریز از فازمتر استفاده کنید.

جدول ۶ـ معرفی قطعات

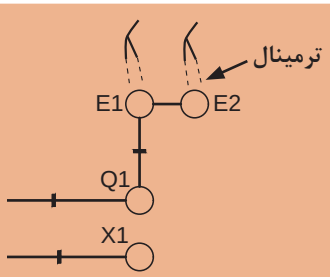
DP ـ تابلو توزیع	X1 ـ پریز ارت‌دار
Q1 ـ کلید یک‌پل	E1 ـ سرپیچ لامپ



شکل ۷۶

نکته

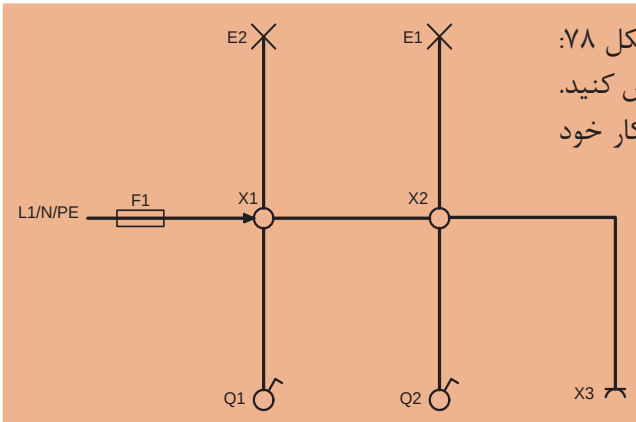
در نقشه‌های مربوط به کارهای عملی برای اتصال سیم‌کشی به سرپیچ‌ها لازم است تا در محل‌های مشخص شده با حروف E1 تا E6 از ترمینال‌های پلاستیکی مطابق شکل ۷۷ استفاده شود.



شکل ۷۷

تمرین

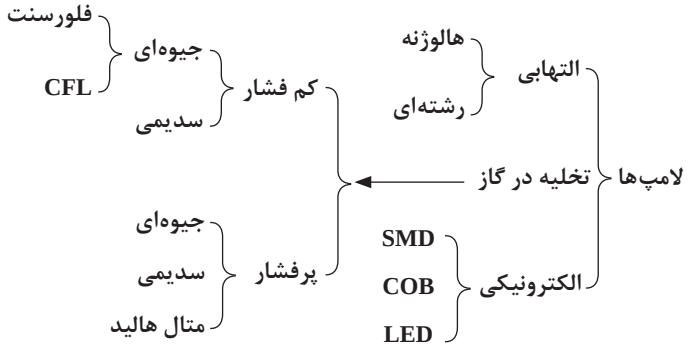
با توجه به شمای فنی نشان داده شده در شکل ۷۸:
اولاً: تعداد سیم موجود در هر مسیر را مشخص کنید.
ثانیاً: شمای حقیقی آن‌را در دفتر گزارش کار خود رسم کنید.



شکل ۷۸

لامپ‌ها

لامپ وسیله‌ای است که انرژی الکتریکی را به انرژی نورانی تبدیل می‌کند و برای روشنایی استفاده می‌شود. اولین لامپ روشنایی (رشته‌ای) درسال ۱۸۷۹ توسط توماس ادیسون اختراع شد و بعدها راه تکامل را پیمود. تاکنون پس از گذشت بیش از ۱۴۰ سال، لامپ‌ها در انواع مختلف؛ از قبیل لامپ‌های رشته‌ای، لامپ فلورسنت و لامپ جیوه‌ای یا سدیمی (سدیمی فشار قوی ـ سدیمی فشار ضعیف) ساخته شده‌اند.
به‌طور کلی لامپ‌ها را به‌صورت زیر می‌توان تقسیم کرد:



در سال‌های اخیر به‌دلیل توجه بیشتر به مصرف بهینه انرژی و نیز از آنجایی که روشنایی بخش عمده‌ای از مصرف برق بخش خانگی را شامل می‌شود، استفاده از لامپ‌های کم‌مصرف توسعه زیادی پیدا کرده است و سه هدف اصلی را دنبال می‌کند:

۱ کاهش مصرف و هزینه برق مصرف‌کنندگان
۲ کاهش میزان سرمایه‌گذاری جهت تأمین تأسیسات تولید و توزیع برق
۳ کاهش آلودگی‌های زیست محیطی

امروزه یکسری از لامپ‌ها نه‌تنها از سبد محصولات تولیدکنندگان به جهت هزینه ساخت بالا و عدم استقبال بلکه از سبد مصرف‌کنندگان نیز به‌خاطر بالا بودن تلفات حرارتی، کم بودن راندمان نوری و زیاد بودن هزینه برق مصرفی از چرخه تولید خارج شده‌اند یا در حال خارج شدن هستند در ادامه به ارائه توضیحات مختصری درباره لامپ‌ها می‌پردازیم.

لامپ‌های التهابی

لامپ رشته‌ای: لامپ رشته‌ای (Incandescent Bulbs) همان لامپ‌های معمولی و سنتی هستند که در ساختار آنها از رشته تنگستن استفاده می‌شود. هنگامی که جریان الکتریسیته از این رشته عبور می‌کند، باعث درخشش آن شده و به اصطلاح لامپ روشن می‌شود. رشته تنگستن موجود در حباب لامپ‌های رشته‌ای در محیط خلأ یا با گاز نیتروژن احاطه شده است. لامپ‌های رشته‌ای در اندازه‌ها و اشکال مختلفی وجود دارند که بنا به نیاز و کاربرد می‌توان یکی از آنها را انتخاب کرد. عملکرد لامپ‌های رشته‌ای به این شکل است که عبور جریان ناگهانی باعث گرم شدن و سوختن رشته تنگستن می‌شود. این لامپ‌ها به‌طور متوسط بین ۷۰۰ تا ۱۰۰۰ ساعت عمر مفید دارند و یکی از معایب آنها اتلاف انرژی زیاد است. امروزه استفاده از لامپ‌های رشته‌ای برای تأمین روشنایی فضاهای پرکاربرد مسکونی و تجاری توصیه نمی‌شود.



شکل ۷۹

لامپ هالوژن: لامپ‌های هالوژن (Halogen Lamps) را می‌توان بهبود یافته لامپ رشته‌ای دانست. تفاوت این نوع لامپ‌ها با لامپ رشته‌ای در این است که رشته تنگستن درون لامپ با یک پوشش شفاف پوشانده شده و همچنین دارای اندازه کوچک‌تری نسبت به لامپ‌های رشته‌ای هستند. دلیل نام‌گذاری این نوع لامپ‌ها به‌دلیل استفاده از مقدار کمی هالوژن همراه با یک گاز بی‌اثر در حباب لامپ است. گاز بی‌اثری که در این لامپ‌ها استفاده می‌شود هم باعث افزایش روشنایی و طول عمر لامپ و کارایی شده و همچنین درخشندگی آنها را نیز به میزان قابل‌توجهی بالا می‌برد. لامپ‌های هالوژنه امروزی موجود در بازار تنها به‌دلیل شباهت از نظر ساختار با هالوژن‌های قبلی با این نام خوانده می‌شوند وگرنه در تولید لامپ‌های جدید هالوژنه از فناوری‌های SMD و COB استفاده می‌شود.



شکل ۸۰

لامپ‌های گازی (تخلیه در گاز)

این نوع لامپ‌ها با نام لامپ‌های گازی (تخلیه در گاز) یا HID نیز معروف هستند. لامپ‌هایی که بر اثر عبور الکترون‌های پرانرژی از درون محفظه حاوی گاز لامپ تولید نور می‌کنند. این الکترون‌ها به اتم‌های خنثی درون گاز برخورد می‌کنند و باعث تحریک آنها می‌شوند. به این فرایند گاز برانگیخته می‌گویند.
لامپ‌های گازی همانند لامپ‌های فلورسنت به بالاست (چوک) یا استارت برای راه‌اندازی و تولید جرقه‌های لازم جهت روشن شدن نیاز دارند. لامپ گازی از نظر تولید نور مرئی هم در دو دسته قرار می‌گیرند.
دسته اول آنهایی هستند که مستقیماً نور مرئی تولید می‌کنند و دسته دوم هم لامپ‌هایی هستند که نور آنها نامرئی است و برای تولید نور مرئی باید از یک جسم فلورسنت در جداره داخلی حباب لامپ استفاده کرد.
محصولات زیر در گروه این لامپ‌ها قرار می‌گیرند:

- بخار جیوه
- بخار سدیم
- متال هالید
- زنون



شکل ۸۱

لامپ بخار جیوه: یک نوع دیگری از لامپ‌های گازی موجود، لامپ بخار جیوه است. مهم‌ترین تفاوت لامپ‌های بخار سدیم و متال هالید و بخار جیوه، رنگ روشنایی آنها و مکانیزم روشن شدن آنها می‌باشد. این نوع لامپ‌ها پس از روشن شدن، یک نور سفید مهتابی خواهند داشت. یکی از مهم‌ترین مزایایی که این لامپ‌ها دارند، طول عمر و بازدهی بالای آنها می‌باشد. این لامپ‌ها، بیشتر برای روشن کردن محیط‌های بزرگ مانند پیاده‌روها، زمین‌های ورزشی، مراکز تفریحی و پارک‌ها استفاده می‌شوند. زیرا از نور بسیار مطلوب و کافی برخوردار هستند و برای روشن کردن چنین فضاهایی کافی می‌باشند. با بررسی تفاوت لامپ‌های بخار سدیم و متال‌هالید و بخار جیوه، این نکته را درمی‌یابیم که عملکرد اصلی این لامپ‌ها شبیه به لامپ‌های متال هالید است. اما اصلی‌ترین تفاوت لامپ‌های بخار جیوه، نداشتن نمک‌های هالوژنی است. همچنین لامپ‌های متال هالید، روشنایی بیشتری نسبت به بخار جیوه دارند.



شکل ۸۲

لامپ فلورسنت: لامپ فلورسنت (Fluorescent Lamps) که بیشتر با نام لامپ مهتابی شناخته می‌شود، ساختار پیچیده‌تری نسبت به لامپ‌های رشته‌ای دارند. در این لامپ‌ها در فاصله بین کاتدها، یک لوله فلورسنت قرار دارد. درون این لوله توسط جیوه و برخی گازهای دیگر پر شده است که عبور جریان الکتریسیته از آنها سبب تولید نور و تابش می‌شود. پوشش فسفری که از داخل به شیشه حباب زده شده انرژی تابشی را به نور مرئی تبدیل می‌کند. لامپ‌های فلورسنت در مقایسه با لامپ‌های رشته‌ای انرژی کمتری برای تولید نور نیاز دارند و به همین دلیل از دوام بیشتری برخوردار هستند. با توجه به اینکه این لامپ‌ها با جیوه پر می‌شوند، دفع آنها پس از سوخت لامپ کمی دشوار بوده و باید نکات ایمنی در این زمینه رعایت شود. طول عمر فلورسنت از رشته‌ای بیشتر است و مصرف برق کمتری نیز دارد.

ـ **لامپ فلورسنت فشرده یا CFL:** لامپ فلورسنت فشرده (Compact Fluorescent Lamps)CFL در سال‌های گذشته جایگزین مناسبی برای لامپ‌های رشته‌ای در ساختمان‌ها و منازل شدند. لامپ‌های CFL عملکرد و ساختاری مشابه با لامپ‌های فلورسنت معمولی دارند با این تفاوت که می‌توانند با سایزی کوچک‌تر مصرف انرژی کمتر ولی همان میزان نور را تولید کنند. ساختار این لامپ‌ها به این شکل است که از چند حلقه لوله‌ای پر از بخار جیوه مشابه لامپ‌های فلورسنت تشکیل شده‌اند و از نظر ظاهری شباهت زیادی به حباب معمولی دارند. این نوع لامپ‌ها در مقایسه با لامپ‌های رشته‌ای طول عمر بیشتری دارند (توانایی کار حدود ۱۰ هزار ساعت)، همچنین این لامپ‌ها از مصرف انرژی کمتر و درخشندگی بالاتری برخوردار هستند.



شکل ۸۳

■ **لامپ بخار سدیم:** رنگ نور لامپ بخار سدیم زرد می‌باشد. طول عمر لامپ‌های بخار سدیم بسیار بیشتر از سایر لامپ‌ها می‌باشد. این لامپ‌ها با لامپ‌های بخار جیوه، شباهت بسیار زیادی دارند. به‌طوری که در ساختار این لامپ‌ها از بخار سدیم به همراه گاز بی‌اثر نئون به‌جای بخار جیوه و گاز بی‌اثر آرگون استفاده شده است. اصلی‌ترین تفاوت‌های لامپ بخار سدیم، بخار جیوه و متال هالید در روند انتشار نور است. به‌طوری که بازدهی و انتشار نور لامپ بخار سدیم بسیار بیشتر از سایر لامپ‌ها است.



شکل ۸۴

در بازار دو نوع لامپ بخار سدیم، فشار بالا و فشار پایین وجود دارد. لامپ بخار سدیم فشار پایین، U شکل می‌باشد. همان‌طوری که از نامش مشخص است میزان فشار گاز موجود در این نوع لامپ‌ها بسیار کم است. این امر باعث شده تا این لامپ‌ها حجم بیشتری داشته باشند. به‌طورکلی از لامپ‌های بخار سدیم برای روشنایی خیابان‌ها و بزرگراه‌ها استفاده می‌شود.

■ **لامپ متال هالید:** لامپ متال هالید تشابه بسیار زیادی به لامپ بخار جیوه دارد. ناگفته نماند که درون لامپ متال هالید علاوه بر جیوه، نمک‌های هالوژن‌دار وجود دارد. به عبارت دیگر، اصلی‌ترین تفاوت لامپ متال هالید با بخار جیوه، وجود نمک‌های هالوژن‌دار درون لامپ متال هالید می‌باشد. میزان نور تولید شده توسط لامپ متال هالید بسیار شدیدتر از سایر لامپ‌ها است. همچنین نور تولید شده توسط این لامپ از کیفیت بسیار بالایی برخوردار است. لازم به ذکر است که در مکان‌هایی همچون پارکینگ‌ها، استادیوم‌ها و... که به نور و روشنایی بسیار زیادی نیاز دارند از لامپ‌های متال هالید استفاده می‌شود. همچنین برای روشنایی مکان‌های صنعتی، لامپ متال هالید مورد استفاده قرار می‌گیرد. ناگفته نماند لامپ چراغ جلوی برخی اتومبیل‌ها نیز از نوع متال‌هالید است.



شکل ۸۵

لامپ‌های الکترونیکی



شکل ۸۶

■ **لامپ‌های LED**: لامپ‌های LED لامپ‌هایی هستند که با فناوری جدید همراه با راندمان بالا طراحی و تولید می‌شوند. در لامپ LED، نور به واسطه عبور الکترون‌ها در یک نیمه‌هادی منتشر می‌شود. این نوع لامپ‌ها فاقد رشته تنگستن بوده و از قدرت بیشتر و طول عمر به مراتب بالاتری برخوردار هستند (شکل ۸۶).

یکی از ویژگی‌های این لامپ‌ها توانایی ایجاد طیف رنگ متفاوت بدون استفاده از فیلترهای رنگی است. این لامپ‌ها در مقایسه با لامپ‌های رشته‌ای توانایی تولید نور بیشتری دارند. مصرف انرژی لامپ‌های LED نسبت به لامپ‌های CFL نیز پایین‌تر بوده و کارآمدتر هستند.



شکل ۸۷

لامپ‌های LED از نظر طول عمر بی‌رقیب هستند و می‌توانند تا ۱۰۰ هزار ساعت کار کنند. گستره نوری مشخص، ایمنی بالا و قیمت مناسب از دیگر ویژگی‌های این لامپ محسوب می‌شود که منجر به محبوبیت بالای آنها شده است. این لامپ‌ها که توانایی تبدیل ۹۰ درصد انرژی الکتریکی به نور را دارند در انواع مختلفی تقسیم‌بندی می‌شوند.
شکل ۸۷ تصویر یک نمونه دیگری از آن‌را نشان می‌دهد.



شکل ۸۸

■ **لامپ‌های SMD** : واژه SMD که مخفف عبارت (Surface Mount Device) است هر واحد یا تراشه آن از ۳ LED با نورهای قرمز، سبز و آبی تشکیل می‌شود. این فناوری جدید بازدهی و طول عمر بالا برای لامپ SMD به ارمغان آورده است. لامپ‌های SMD بسیار کارآمد بوده و از تنوع رنگ، وضوح بالا، حجم بسیار کم، زاویه دید زیاد برخوردار بوده و همچنین در میزان مصرف انرژی تا حد قابل‌توجهی صرفه‌جویی می‌کنند. شکل ۸۸ تصویر یک نمونه از آن‌را نشان می‌دهد.



شکل ۸۹

■ **لامپ‌های COB (Chip on Boord)**: لامپ‌های COB جدیدترین فناوری در تولید لامپ هستند که در تکنولوژی ساخت آنها یک گام بلند رو به جلو برای استفاده از انرژی بیشتر برداشته شده است. لامپ‌های COB به تراشه قدرتمندی مجهز شده‌اند که برخلاف لامپ‌های SMD فقط دارای یک پایه ورودی برق هستند. مقدار تولید شار نوری (لومن زیاد) به‌ازای مصرف انرژی کم باعث شده که از این لامپ‌ها در صفحه نمایش گوشی‌های هوشمند نیز استفاده شود. این لامپ‌ها منابع کوچک تولید نور با طول عمر بالا هستند که لقب خورشید قابل کنترل را به خود اختصاص داده‌اند. شکل ۸۹ تصویر یک نمونه از آن‌را نشان می‌دهد.

مقایسه لامپ‌های LED و SMD و COB

■ چراغ‌های LED درواقع همان دیودهای نوری هستند که می‌توانند جریان برق را از یک سمت عبور دهند و نور تولید کنند. مقایسه لامپ‌های SMD و LED و COB بیانگر آن است که این دیودها پایه و اساس هر سه محصولات روشنایی هستند. میزان نور تولید شده در این لامپ‌ها بستگی به شدت جریانی دارد که از آنها عبور می‌کند.

■ مقایسه لامپ SMD و LED و COB نشان می‌دهد که نمونه‌های اولیه این محصولات، قدرت کمتری در روشن کردن محیط‌های گسترده داشتند.

■ نحوه طراحی و انعطاف‌پذیری بالای لامپ‌های SMD باعث شده است که این لامپ‌ها در سیستم‌های روشنایی مسکونی یا اداری کاربرد زیادی داشته باشند.

■ چراغ‌های SMD را می‌توان در سقف‌های کشسان، آسمان مجازی، نورپردازی سقف کاذب و نمای ساختمان، نورپردازی باغچه‌ها و گلخانه‌ها نیز به‌کار برد. این نوع لامپ‌ها در پنل‌های LED دیلایت هم به‌کار برده می‌شوند تا بتوان شدت نور را بسته به میزان موردنیاز تنظیم کرد.

■ مقایسه لامپ‌های SMD و LED و COB نشان می‌دهد که از میان این سه گزینه، بهترین گزینه برای نمای ساختمان، لامپ‌های SMD هستند.

■ با توجه به نحوه طراحی لامپ‌های COB و شیوه انتشار نور در آنها می‌توان این لامپ‌ها را در محیط‌هایی نصب کرد که سقف بسیار بلندی دارند. در این محیط‌ها نور باید دارای نفوذ بیشتری باشد تا به همه جا به اندازه کافی برسد، که لامپ‌های COB دقیقاً دارای این ویژگی هستند.

■ با توجه به توضیحات داده شده می‌توان نتیجه گرفت که تفاوت لامپ SMD و LED و COB بیشتر در کاربرد آنها است.

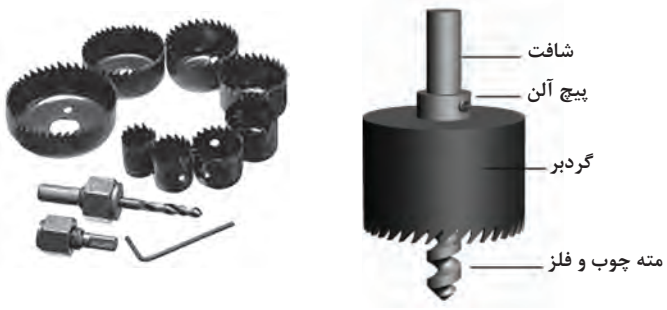
■ چراغ‌های توکار

در برخی موارد به جهت محدودیت در ابعاد سقف یا افزایش زیبایی فضای موردنظر، از چراغ‌هایی که در داخل سقف نصب می‌شود (چراغ‌های توکار) استفاده می‌شود. در شکل ۹۰ چند نمونه آنها نشان داده شده است.



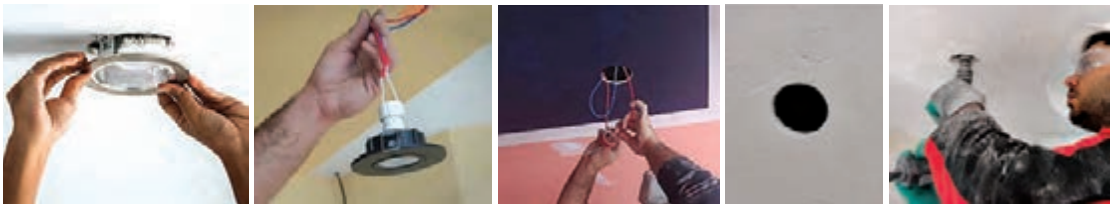
شکل ۹۰

گردبُر: در زمان سیم‌کشی ساختمان برخی موارد لازم است تا برخی چراغ‌ها را به‌صورت توکار نصب کرد (مانند: چراغ‌های هالوژنه) برای این منظور از وسیله‌ای به‌نام گردبُر باید استفاده کرد. اجزا و اندازه‌های مختلف آن‌را در شکل ۹۱ مشاهده می‌کنید. مته گردبُر برای سوراخ‌کاری روی چوب و گچ استفاده می‌شود.
برای ایجاد برش لازم است تا ابتدا اندازه گردبُر موردنظر را انتخاب کرده و روی دریل بسته شود. برای ایجاد برش ابتدا باید توسط مته گردبُر سوراخی در سطح کار ایجاد شود و پس از آن با گردبُر کار برش شروع می‌شود.



شکل ۹۱

ـ برای نصب چراغ در سقف‌های کاذب نیز لازم است با توجه به قطر چراغ، محل نصب آن را ابتدا علامت‌گذاری و سپس با گردبر سوراخ‌کاری کنیم. شکل ۹۲ نحوهٔ سوراخ‌کاری با گردبر بر روی سقف گچی را نشان می‌دهد.



الف ب ج د هـ

شکل ۹۲

توجه

همان‌طوری که قبلاً نیز اشاره شد چون در کارهای اجرایی (سیم‌کشی ساختمان‌ها) نقشه مسیر جریان کاربرد کمتری دارد لذا در تشریح سایر مدارهای روشنایی نقشه مسیر جریان مدارها ترسیم نشده و مورد بررسی قرار نمی‌گیرند.

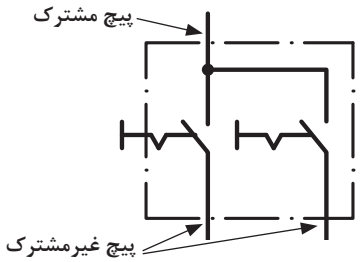
کلید دوبل (دوخانه)

از مدار کلید دوبل برای کنترل دو لامپ یا دو گروه لامپ از یک محل یا امکان فقط قطع و وصل فاز استفاده می‌شود. مدار کلید دوبل در اتاق‌های پذیرایی بزرگ که بیش از یک لامپ یا لوستر دارند، به‌کار می‌رود. این کلید در دو نوع توکار و روکار ساخته می‌شود. شکل ۹۳ دو نوع کلید دوبل را نشان می‌دهد. کلید دوبل دارای سه ترمینال است، یکی از ترمینال‌ها مشترک و دو ترمینال دیگر غیرمشترک نام دارد.



الف)روکار ب) توکار

شکل ۹۳

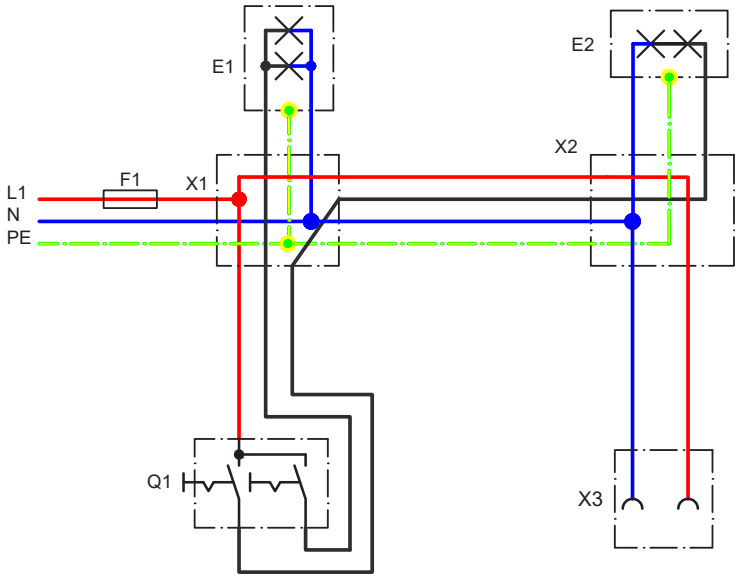


شکل ۹۴

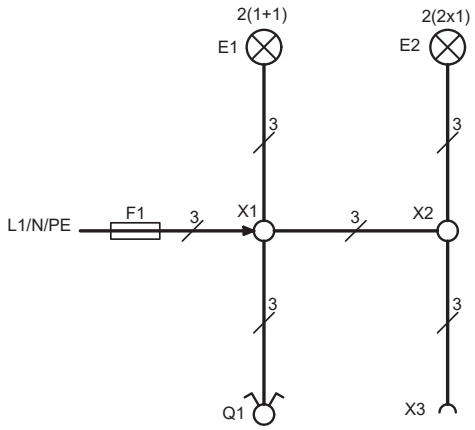
کلید دوبل دارای سه پیچ و دو کنتاکت است. یکی از این پیچ‌های هر کنتاکت به یکدیگر متصل هستند که می‌بایست به‌عنوان پیچ مشترک و ورودی درنظر گرفته و سیم فاز را به آن متصل کرد. دو پیچ دیگر کلید را پیچ‌های غیرمشترک گویند در اکثر کلیدها رنگ پیچ مشترک نسبت به دو پیچ غیرمشترک متفاوت است.در شکل ۹۴ که تصویر علامت اختصاری کلید دوبل را نشان می‌دهد پیچ‌های مشترک و غیرمشترک مشخص شده‌اند.

نقشه مدار کلید دوبل با لامپ‌های سری، موازی و پریز بدون ارت

در تصاویر شکل‌های ۹۵ و ۹۶ به‌ترتیب نقشه حقیقی و نقشه فنی مدار نشان داده شده است.



شکل ۹۵ـ شمای حقیقی



شکل ۹۶ـ شمای فنی

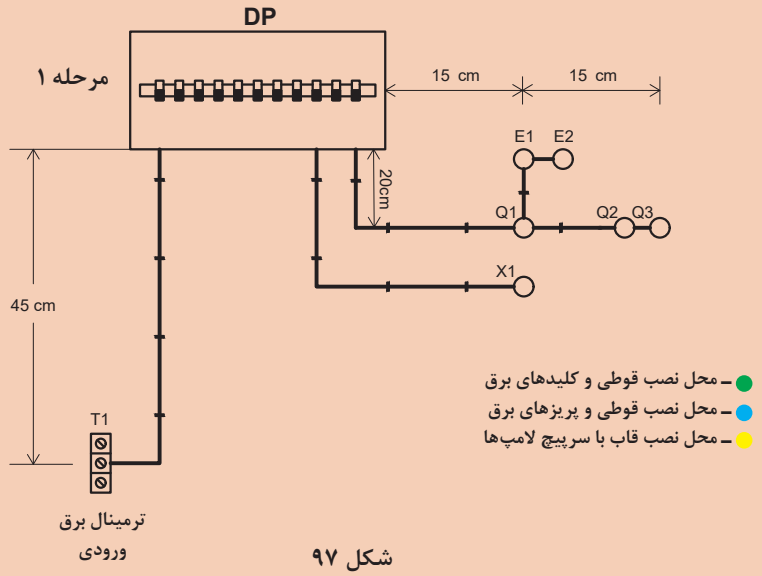
توجه

در نقشه‌های فنی برای مشخص کردن وضعیت لامپ‌هایی که در کنار یکدیگر روشن می‌شوند از علامت (+) برای حالت موازی و از علامت (×) برای حالت سری استفاده می‌شود.

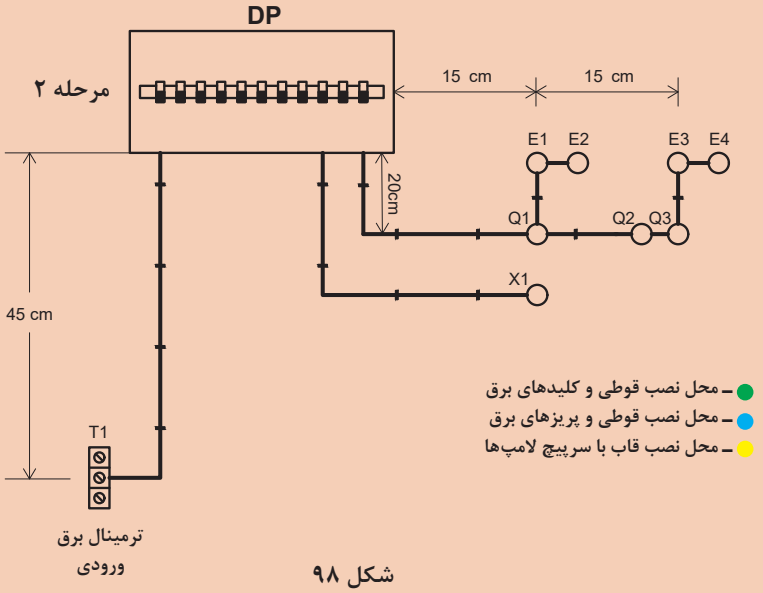
کار عملی ۴

هدف: نصب لوله‌های PVC و سیم‌کشی مدار کلید دوبل

مطابق تصاویر نشان داده شده در شکل‌های ۹۷ و ۹۸ لوله‌های PVC جدید موردنیاز را برش داده و سپس توسط بست لوله روی تابلو اضافه کنید.



شکل ۹۷



شکل ۹۸

مراحل اجرای سیم‌کشی مدار کلید دوبل

۱ با توجه به جدول ۷ در موقعیت‌های مشخص شده تجهیزات نام برده شده را درنظر گرفته و نصب کنید.
۲ در تابلو DP برای مدار روشنایی یک فیوز ۱۰ آمپر نوع B و برای مدار پریز یک فیوز ۱۶ آمپر نوع C نصب کنید.
۳ سیم فاز، نول و ارت ورودی تابلو را با سیم مقطع ۲/۵ میلی‌مترمربع و با رنگ‌های مشکی، آبی، سبز و زرد سیم‌کشی کنید.
۴ براساس نقشه حقیقی و راهنمایی‌های مربی خود اقدام به سیم‌کشی کنید.

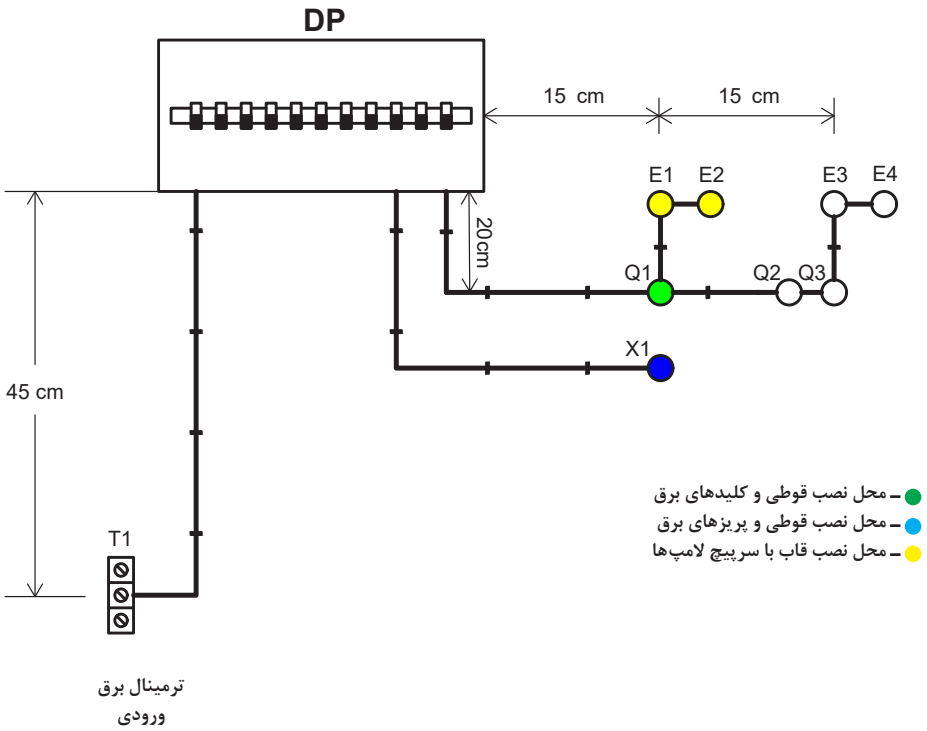
یادآوری

برای سیم‌کشی مدارهای روشنایی از سیم ۱/۵ میلی‌مترمربع و برای مدارهای پریز از سیم ۲/۵میلی‌مترمربع استفاده کنید.

۵ پس از پایان کار سیم‌کشی حتماً با حضور مربی خود مدار را آزمایش کنید.
۶ نقشه‌های حقیقی و فنی مدار فوق را در دفتر گزارش کار خود رسم کنید.
۷ برای اطلاع از برق‌دار بودن پریز از فازمتر استفاده کنید.

جدول ۷ـ معرفی قطعات

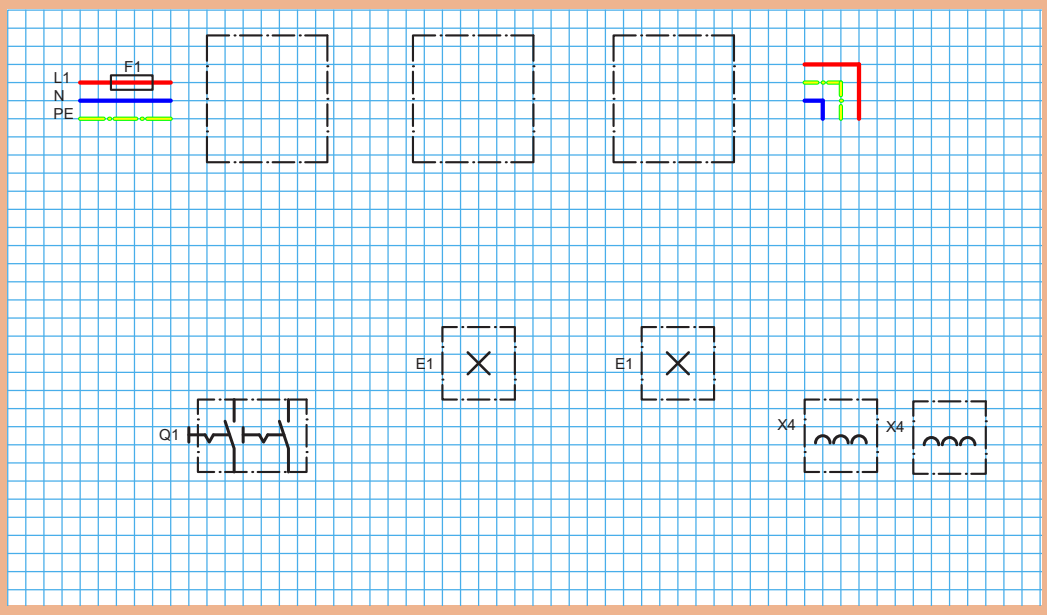
DP ـ تابلو توزیع	E1 و E2 ـ سرپیچ دو لامپ موازی
Q1 ـ کلید دوپل	E3 و E4 ـ سرپیچ دولامپ سری
X1 ـ پریز بدون ارت	



شکل ۹۹

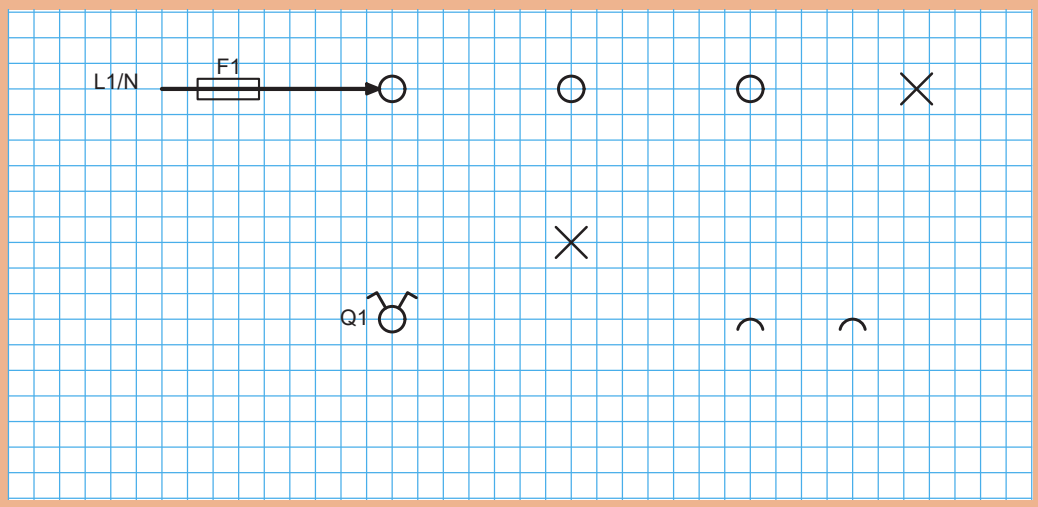
تمرین

۱ شمای حقیقی شکل ۱۰۰ را کامل کنید.



شکل ۱۰۰

۲ شمای فنی (تک‌خطی) شکل ۱۰۱ را کامل کنید.



شکل ۱۰۱

کلید تبدیل

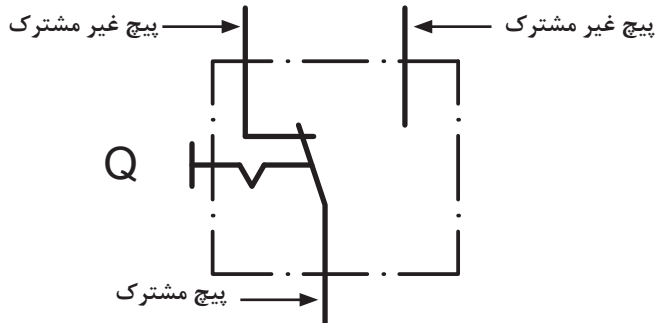
کلیدی است که از آن برای فرمان یک لامپ یا یک گروه لامپ از دو محل استفاده می‌شود. این کلید دارای یک پیچ مشترک و دو پیچ غیرمشترک است.
از این کلید در راهروها و اتاق‌های بزرگ که دارای دو درب ورود و خروج باشند می‌توان استفاده کرد.
این کلید نیز دارای نوع توکار و روکار است که در شکل ۱۰۲ نمونه‌هایی از آنها را مشاهده می‌کنید.



الف) کلید تبدیل روکار　　ب) کلید تبدیل توکار

شکل ۱۰۲

در شکل ۱۰۳ پیچ‌های مشترک و غیرمشترک کلید نشان داده شده است.

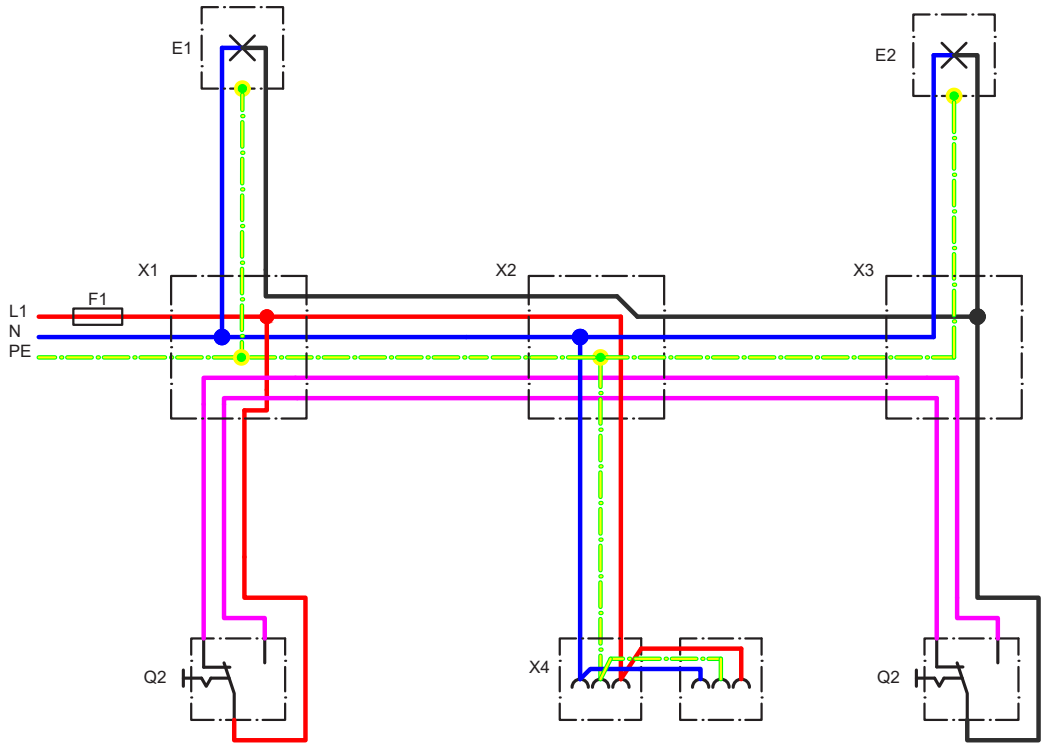


شکل ۱۰۳

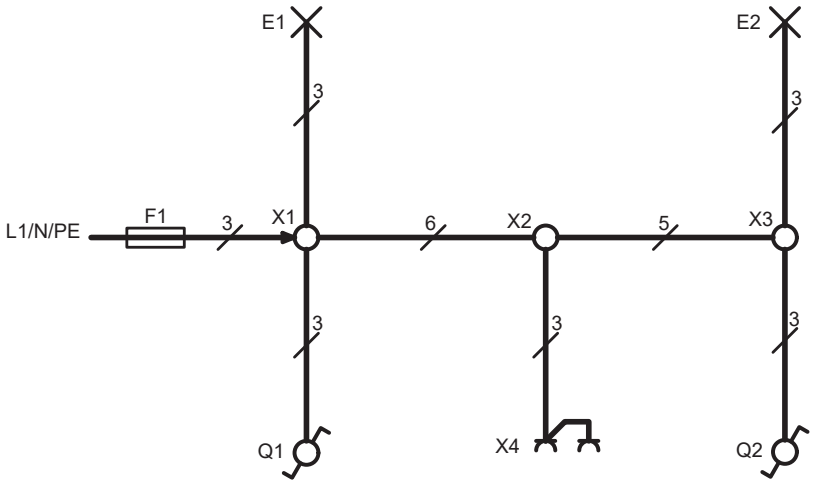
طریقهٔ اتصال مدار به این‌صورت است که سیم فاز، بعد از عبور از فیوز، به پیچ مشترک یکی از کلیدها وصل می‌شود. از دو پیچ غیرمشترک کلید تبدیل، دو سیم برگشت به دو پیچ غیرمشترک کلید تبدیل دوم می‌رود. از پیچ مشترک کلید دوم یک سیم به‌طرف ته سرپیچ برده می‌شود و سیم نول به‌طور مستقیم به طرف دوم سرپیچ لامپ متصل می‌شود. در قسمت کار عملی شمای حقیقی و شمای فنی مدار کلید تبدیل نشان داده شده است.

نقشه مدار کلید تبدیل با پریزهای ارت‌دار

در تصاویر شکل‌های ۱۰۴ و ۱۰۵ به‌ترتیب نقشه حقیقی، نقشه فنی مدار نشان داده شده است.



شکل ۱۰۴

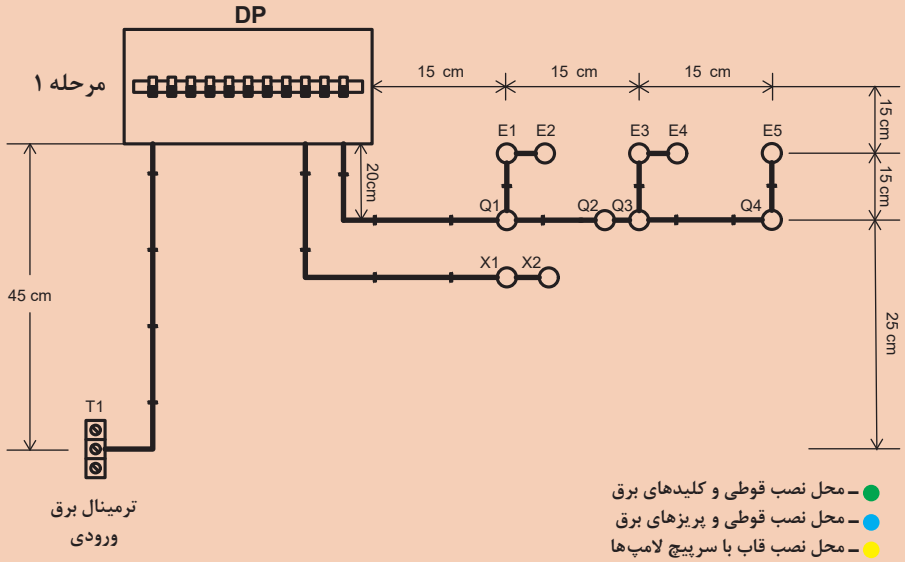


شکل ۱۰۵

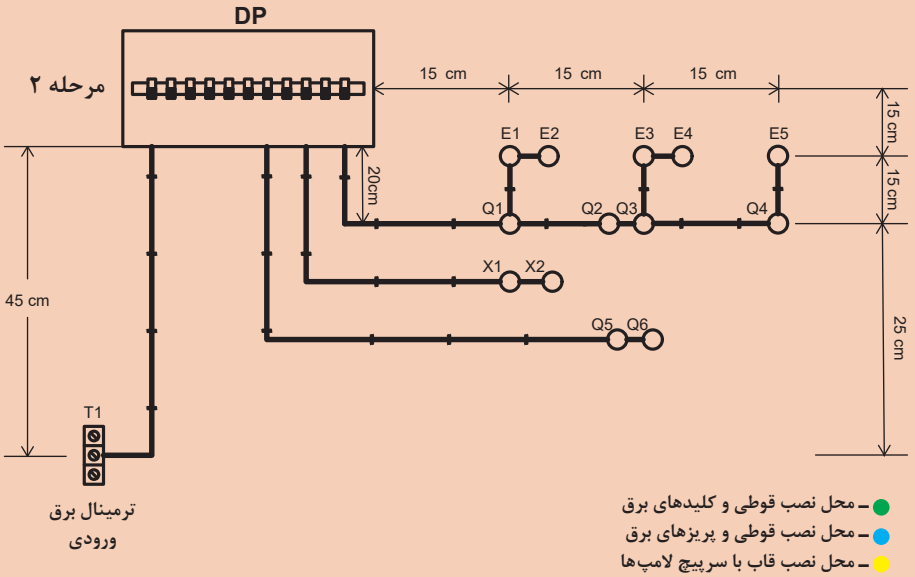
کار عملی ۵

هدف: نصب لوله‌های PVC و سیم‌کشی مدار کلید تبدیل

مطابق تصاویر نشان داده شده در شکل‌های ۱۰۶ و ۱۰۷ لوله‌های PVC جدید موردنیاز را برش داده و سپس توسط بست لوله روی تابلو اضافه کنید.



شکل ۱۰۶



شکل ۱۰۷

مراحل اجرای سیم‌کشی مدار کلید تبدیل

۱ با توجه به جدول ۸ در موقعیت‌های مشخص شده تجهیزات نام برده شده را درنظر گرفته و نصب کنید.
۲ در تابلو DP برای مدار روشنایی یک فیوز ۱۰ آمپر نوع B و برای مدار پریز یک فیوز ۱۶ آمپر نوع C نصب کنید.
۳ سیم فاز، نول و ارت ورودی تابلو را با سیم مقطع ۲/۵ میلی‌مترمربع و با رنگ‌های مشکی، آبی، سبز و زرد سیم‌کشی کنید.
۴ براساس نقشه حقیقی و راهنمایی‌های مربی خود اقدام به سیم‌کشی کنید.

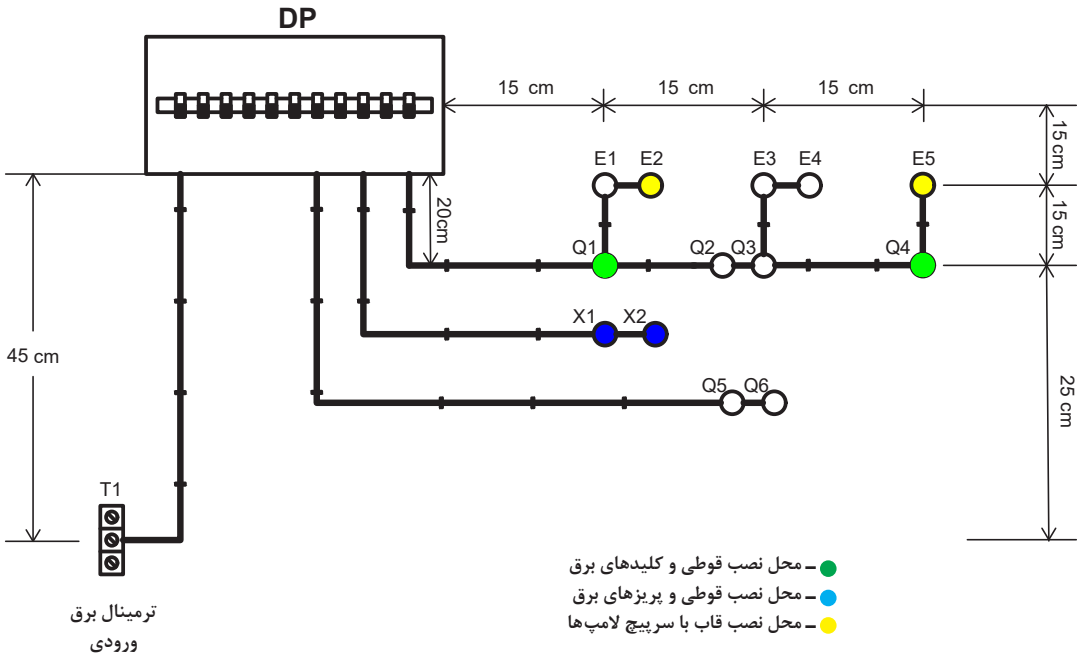
یادآوری

برای سیم‌کشی مدارهای روشنایی از سیم ۱/۵ میلی‌مترمربع و برای مدارهای پریز از سیم ۲/۵ میلی‌مترمربع استفاده کنید.

۵ پس از پایان کار سیم‌کشی حتماً با حضور مربی خود مدار را آزمایش کنید.
۶ نقشه‌های حقیقی و فنی مدار فوق را در دفتر گزارش کار خود رسم کنید.
۷ برای اطلاع از برق‌دار بودن پریز از فازمتر استفاده کنید.

جدول ۸ ـ معرفی قطعات

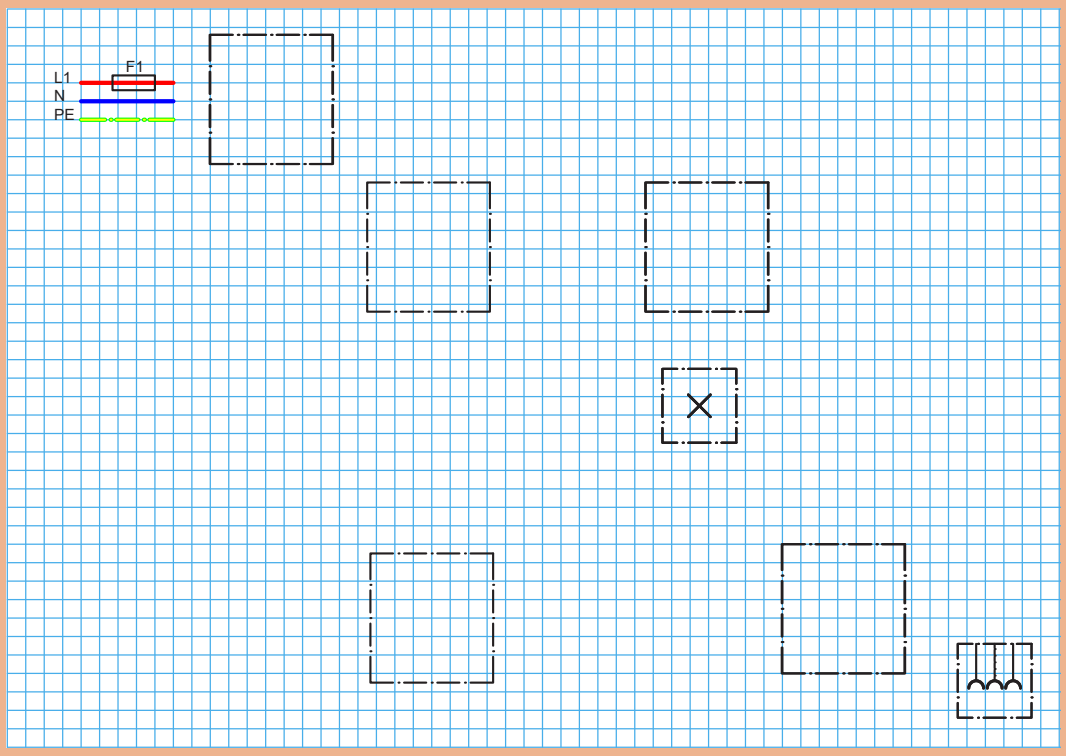
DP ـ تابلوی توزیع	E3 ـ سرپیچ لامپ
Q1 ـ کلید تبدیل	E5 ـ سرپیچ لامپ
Q4 ـ کلید تبدیل	Xl ـ پریز ارت‌دار
	X2 ـ پریز ارت‌دار



شکل ۱۰۸

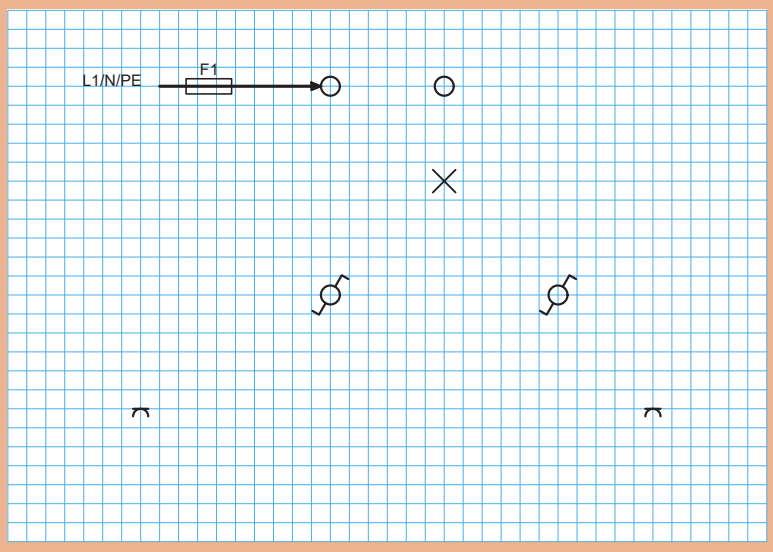
تمرین

۱ شمای حقیقی شکل ۱۰۹ را کامل کنید.



شکل ۱۰۹

۲ شمای فنی (تک‌خطی) شکل ۱۱۰ را کامل کنید.



شکل ۱۱۰

سیم‌کشی روکار

در این نوع سیم‌کشی نیز مشابه توکار با توجه به نقشه فنی داده شده برای برق پلان موردنظر می‌بایست، ابتدا برای مسیرهای مشخص شده در نقشه لوله‌های فولادی، PVC یا کانال‌های پلاستیکی (داکت) را برش داده و توسط بست روی دیوارها نصب کرد.

پس از نصب لوله‌ها و سایر تجهیزات کار عبور دادن سیم از داخل لوله‌ها و درنهایت سیم‌کشی مدارها انجام می‌شود. برای اجرای سیم‌کشی به این روش، نیاز است تا با یک‌سری وسایل و تجهیزات آشنا شویم که در ادامه به چند مورد اشاره شده است.





شکل ۱۱۱

وسایل و تجهیزات موردنیاز سیم‌کشی روکار

الف) لوله فولادی

در سیم‌کشی روکار اغلب از لوله‌های فولادی استفاده می‌شود چون لوله‌ها به‌صورت روکار نصب می‌شوند لازم است تا از نظم و اصول خاصی پیروی کند.

شکل ۱۱۲ تصویر دو نمونه لوله‌کاری برق را نشان می‌دهد.





شکل ۱۱۲

لوله فولادی برق دارای انواع زیر است:

۱ لوله سیاه: لوله سیاه و متعلقات آن از ورق روغنی تهیه و رنگ‌آمیزی می‌شود. استفاده از این لوله‌ها در فضای سرپوشیده که خطر زنگ‌زدگی وجود نداشته باشد، مجاز است (شکل ۱۱۳).



شکل ۱۱۳

۲ لوله گالوانیزه سرد: لوله گالوانیزه سرد و متعلقات آن، مقاوم در برابر زنگ‌زدگی و خوردگی است. لوله گالوانیزه سرد قابل استفاده در زیر گچ است (شکل ۱۱۴).



شکل ۱۱۴

۳ لوله‌های گالوانیزه گرم عمقی: لوله گالوانیزه گرم عمقی و متعلقات آن در بتن، و در فضای باز و محل‌هایی که خطر خوردگی لوله وجود دارد و یا استحکام مکانیکی زیاد موردنیاز است، استفاده می‌شود (شکل ۱۱۵).



شکل ۱۱۵

۴ لوله فولادی قابل انعطاف: لوله فولادی قابل انعطاف دارای پوششی از لاستیک است. از این لوله و متعلقات آن برای برق‌رسانی به موتورها یا ماشین‌آلات برقی که دارای لرزش هستند استفاده می‌شود (شکل ۱۱۶).



شکل ۱۱۶

ب) لوله‌گیر

لوله‌گیر برای نگه داشتن لوله به منظور عملیات برش و حدیده‌کاری به‌کار می‌رود. لوله‌گیر دو فک آجدار ثابت و متحرک دارد. با قرار دادن لوله‌گیر بر سه‌پایه به‌صورت سیار قابل استفاده می‌شود (شکل ۱۱۷).



شکل ۱۱۷

پ) لوله‌بُر

لوله‌بُر وسیله‌ای برای بریدن لوله است. لوله‌بُرها یک یا چند تیغهٔ فولادی دایره‌ای شکل دارند که درون فک‌های آنها تعبیه شده است.



برای بریدن لوله، ابتدا آن را اندازه‌گذاری می‌کنیم و سپس درون گیرهٔ لوله قرار داده محکم می‌کنیم. آنگاه دهانهٔ لوله‌بُر را باز کرده آن را طوری روی لوله قرار می‌دهیم که تیغه‌های برنده درست مقابل محل علامت‌گذاری شده قرار گیرند. در پایان دهانهٔ لوله‌بُر را با چرخاندن دستهٔ آن جمع می‌کنیم و آن را می‌چرخانیم. پس از هر دور چرخش، دسته تنظیم فک‌ها را کمی محکم می‌کنیم تا لوله بریده شود. شکل ۱۱۸ انواع لوله‌بُر و دو نمونه کار عملی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۱۸

ت) حدیده

حدیده برای دنده کردن سر لوله‌های فولادی به‌کار می‌رود. دنده کردن سر لوله را «حدیده‌کاری» گویند. پس از حدیده‌کاری می‌توان لوله را به متعلقات آن اتصال داد. حدیده دارای دو نوع دستی و برقی است. در نوع دستی با نیروی دست و در نوع برقی با نیروی موتور الکتریکی عمل دنده صورت می‌گیرد. برای حدیده‌کاری باید متناسب با اندازه لوله، حدیده مناسب انتخاب شود در شکل ۱۱۹ تصاویر هر دو نمونه را مشاهده می‌کنید.





شکل ۱۱۹

ث) خم‌کن لوله‌های فولادی

لوله خم‌کن برای خم کردن لوله‌های فولادی به‌کار می‌رود. لوله خم‌کن دارای انواع زیر است:

۱ دستی

۲ برقی

۳ هیدرولیکی

لوله خم‌کن دستی: لوله خم‌کن دستی برای خم کردن لوله فولادی برق از نیروی دست استفاده می‌کند. لوله خم‌کن دستی دارای «لقمه» است که متناسب با اندازه لوله انتخاب می‌شود (شکل ۱۲۰). برای خم کردن لوله‌های فولادی برق حداکثر تا قطر ۲۵mm از خم‌کن دستی استفاده می‌شود.

برای خم کردن لوله‌های فولادی، ابتدا لقمهٔ دستگاه خم‌کن و تکیه‌گاه آن را متناسب با قطر لوله انتخاب می‌کنیم. سپس لوله را داخل لوله خم‌کن قرار می‌دهیم و با نیروی یکنواخت دست، اهرم خم‌کن را به‌طرف پایین می‌کشیم تا لوله به اندازهٔ زاویهٔ مورد نیاز خم شود. پس از آن اهرم را بالا برده و لولهٔ خم شده را خارج می‌کنیم. شعاع داخلی انحنای لوله‌هایی که در کارگاه خم می‌شود، نباید از ۸ برابر قطر لوله کمتر باشد.





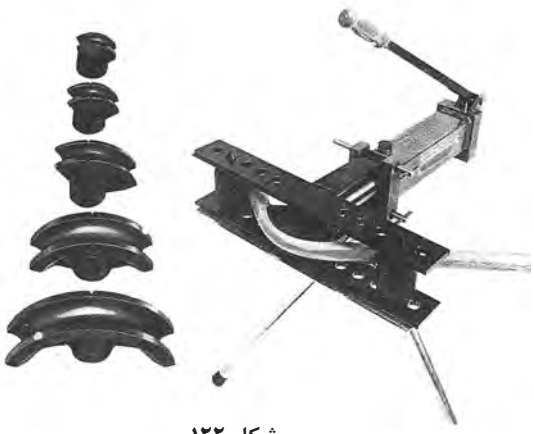
شکل ۱۲۰

لوله خم‌کن برقی: لوله خم‌کن برقی از نیروی الکتروموتور برای خم کردن لوله‌های فولادی استفاده می‌شود. با قرار دادن لوله در داخل شیار قطعهٔ فرم‌دهنده (لقمه خم‌کن) و روشن کردن الکتروموتور، اهرم به اندازهٔ تنظیم شده حرکت کرده و لوله را به دور قطعهٔ فرم‌دهنده می‌چرخاند و خم می‌شود (شکل ۱۲۱).



شکل ۱۲۱

لوله خم‌کن هیدرولیکی: در این نوع خم‌کن از نیروی یک اهرم که با فشار روغن کار می‌کند استفاده می‌شود. شکل ۱۲۲ تصویر یک مدل از این نوع خم‌کن را نشان می‌دهد.

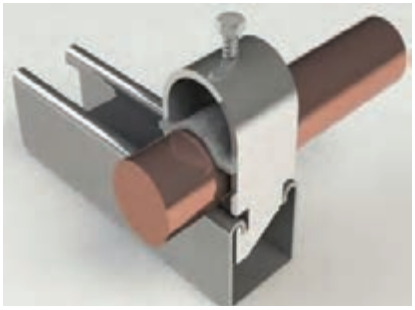


شکل ۱۲۲

ج) بست لوله فولادی



بست لوله فولادی برق برای نصب ثابت لوله بر روی دیوار یا سقف استفاده می‌شود.
بست از جنس فولاد می‌باشد و به‌وسیله پیچ و رول‌پلاک مهار می‌شود.
فاصله بین بست‌ها نباید از ۴۰cm کمتر و از ۱۰۰cm بیشتر باشد.
انواع مختلف بست لوله‌های فولادی را در شکل ۱۲۳ مشاهده می‌کنید.





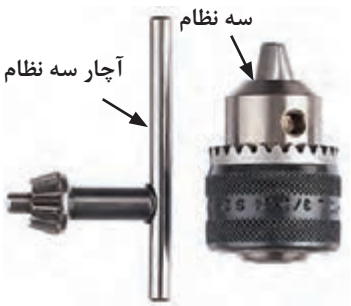
شکل ۱۲۳

چ) دریل و مته



شکل ۱۲۴

دریل دستگاهی است که به‌وسیله آن می‌توانیم روی یک جسم یا دیوار سوراخ ایجاد کنیم.
برای انجام سوراخ‌کاری علاوه بر دریل به مته نیز نیاز است.
مته (Drill bit) ابزاری است که روی دریل نصب می‌شود و با چرخش آن به‌وسیله دریل، حفره یا سوراخ ایجاد می‌گردد.
برای اجرای هر کار فنی نیاز به استفاده از مته و دریل (ماشین مته ـ drill) متناسب با آن کار است. دریل را با ابعاد و توان‌های مختلف می‌سازند. در شکل ۱۲۴ یک نمونه دریل برقی و یک نمونه مته را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۱۲۵

معمولاً مته را روی قطعه‌ای به‌نام سه نظام که روی نوک دریل قرار دارد، نصب می‌کنند. قطر مته‌ای که می‌توان روی سه نظام نصب کرد، بستگی به توان دریل و ابعاد سه نظام دارد. این مشخصات در دفترچه راهنمای دریل نوشته می‌شود. در شکل ۱۲۵ یک نمونه سه نظام و آچار آن را مشاهده می‌کنید. مته را با آچار سه نظام روی دریل محکم می‌کنند.



شکل ۱۲۶ـ چند نمونه مته آبکاری شده

مته‌ها به‌صورت اینچی و میلی‌متری ساخته می‌شوند. امروزه از مته‌های اینچی کمتر استفاده می‌شود. درشکل ۱۲۶ یک سری مته را ملاحظه می‌کنید. این نوع مته‌ها را آبکاری شده می‌نامند. مته‌های آبکاری شده برای سوراخ‌کاری آهن مناسب هستند.

فعالیت

۱ تعدادی مته آبکاری شده را بررسی کنید و قطرهای آنها را مشخص نمایید. معمولاً قطر مته را روی بدنه آن حک می‌کنند. درصورتی که نوشته آن پاک شده است از کولیس یا میکرومتر استفاده کنید.

.....

.....

۲ با استفاده از آچار سه نظام، مته‌ها را روی دریل محکم و سپس آنها را باز کنید. این عمل را آنقدر تکرار کنید تا مهارت لازم را کسب نمایید.

ایمنی

برای نصب مته روی سه‌نظام، حتماً از دستکش استفاده کنید. این فرایند را با نظارت استادکار کارگاه و مربی خود انجام دهید.



شکل ۱۲۷ـ یک نمونه مته الماسه

نوعی مته دیگر وجود دارد که برای سوراخ‌کاری دیوارهای گچی، سیمانی و سنگی به‌کار می‌رود. این نوع مته را «الماسه» می‌نامند. در شکل ۱۲۷ یک نمونه از این مته را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۲۸

■ نوع دیگری دریل برقی قابل شارژ وجود دارد که به‌دلیل نداشتن سیم رابط جهت اتصال به برق شهر مورد استقبال قرار گرفته است. در شکل ۱۲۸ یک نمونه از این نوع دریل را مشاهده می‌کنید.

فعالیت

درصورتی که دریل شارژی در دسترس دارید، آن را در اختیار بگیرید و با استفاده از راهنمای کاربرد آن مشخصات فنی آن را استخراج کنید و بنویسید.

.....

.....

.....

در صورت امکان با رعایت نکات ایمنی و رعایت استانداردها با دریل شارژی سوراخ‌کاری کنید.

فیلم

فیلم دریل‌کاری و نکات ایمنی مربوط به آن را ببینید.

فعالیت

در این قسمت می‌خواهیم با استفاده از ماشین مته (دریل) سوراخ‌کاری کنیم. برای این منظور مراحل زیر را اجرا کنید.

این مراحل کار را حتماً با نظارت استادکار یا مربی کارگاه انجام دهید.

- تخته چوبی را آماده کنید و آن را توسط گیره یا فرد دیگری در جای مناسب محکم نگه دارید.
- با استفاده از خط‌کش و مداد محل سوراخ‌کاری را مشخص کنید.
- مته مناسب پیچ خودرو چوب را انتخاب کنید و روی سه نظام نصب نمایید.
- دریل را با نظارت استادکار کارگاه به برق بزنید و با کمک هم‌گروهی خود چوب را سوراخ کنید.
- با استفاده از پیچ‌گوشتی پیچ خودرو، پیچ را روی چوب ببندید.
- مراحل بالا را برای چند عدد پیچ دیگر انجام دهید تا مهارت لازم را کسب کنید.

- نوعی دریل‌های کوچک وجود دارد که به‌وسیله آن فیبر مدار چاپی را سوراخ‌کاری می‌کنیم. در شکل ۱۲۹ یک نمونه از این نوع دریل‌های مینیاتوری را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۲۹ــ یک نمونه دریل مینیاتوری

فعالیت

با رعایت اصول ایمنی و رعایت استانداردها با استفاده از دریل کوچک مینیاتوری تعدادی سوراخ روی فیبر مدار چاپی مستعمل ایجاد کنید. خلاصه‌ای از فرایند اجرای این کار را بنویسید.

.....

.....

.....

ح) رول پلاک

در اکثر مواقع ضرورت ایجاب می‌کند وسایلی مانند آینه، چراغ دیواری، لامپ سقفی و قاب عکس یا پایه تلویزیون را نصب کنیم. در این موارد نمی‌توانیم پیچ را به‌طور مستقیم روی دیوار ببندیم چون وسیله را خوب و محکم نگه نمی‌دارد. در چنین مواردی، از رول‌پلاک استفاده می‌کنیم. رول‌پلاک قطعه‌ای پلاستیکی است که داخل سوراخ روی دیوار قرار می‌گیرد و پیچ روی آن بسته می‌شود. در شکل ۱۳۰ نمونه‌های مختلف رول‌پلاک را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۱۳۰ــ انواع مدل رول‌پلاک

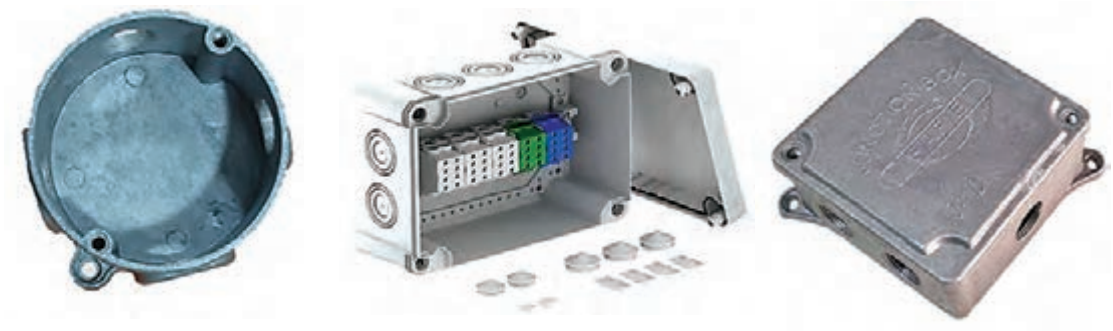
در شکل ۱۳۱ دو نمونه رول‌پلاک را می‌بینید که روی آنها پیچ قرار دارد.



شکل ۱۳۱ــ دو نمونه رول‌پلاک و پیچ نصب شده روی آن

خ) جعبه تقسیم و قوطی کلید روکار

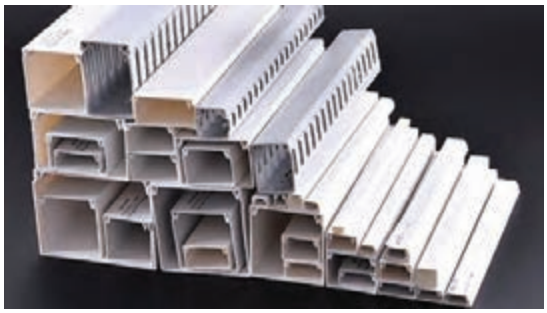
جعبه تقسیم‌های روکار از جنس فلز و پلی‌اتیلن ساخته می‌شوند. از جعبه تقسیم برای انشعاب گرفتن و اتصالات سیم‌ها استفاده می‌شود در شکل ۱۳۲ تصویر چند نوع آن‌را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۳۲

د) داکت

معمولاً برای اصلاح و ایجاد تغییراتی در سیم‌کشی ساختمان‌های مسکونی یا اماکن تجاری و همچنین سیم‌کشی برخی تابلوهای برق به‌صورت روکار از داکت استفاده می‌کنند. داکت‌ها از جنس پلاستیک یا مواد مشابه دیگر یا مقطع چهارگوش (ساده و شیاردار) و نیم‌دایره و ابعاد مختلف تولید می‌شوند (شکل ۱۳۳).



شکل ۱۳۳

اگر بخواهیم سیم و یا کابلی از روی کف تمام شده عبور کند از داکت کف‌خواب استفاده می‌شود. داکت کف‌خواب طوری طراحی شده که در رفت و آمد یا به آن گیر نمی‌کند. و در رنگ‌های مختلف جهت سازگاری با رنگ محیط تولید می‌شوند. داکت کف‌خواب در اندازه‌های ۵، ۷/۵ و ۹سانتی‌متری ساخته می‌شوند. برای نصب آن می‌توان از چسب دوطرفه یا پیچ، رول‌پلاک استفاده کرد (شکل ۱۳۴).



شکل ۱۳۴

ذ) اره فارسی بُر

اصطلاحاً به برش ۴۵ درجه داکت‌ها «فارسی‌بُر کردن» گویند. از اره فارسی‌بُر برای برش و یا فارسی‌بُر کردن داکت‌ها استفاده می‌شود در شکل ۱۳۵ـ الف فارسی‌بُر دستی و در شکل ۱۳۵ـ ب نوع برقی (کشویی) آن مشاهده می‌شود.

در اره فارسی‌بُر کشویی با تنظیم صفحه و یا تنظیم اره می‌توان لبه داکت را فارسی‌بُر کرد.



ب الف

شکل ۱۳۵

مدار کلید یک‌پل و کلید تبدیل (مدار اتاق خواب)

چون زمینه کاربرد این مدار می‌تواند در اتاق‌های خواب ساختمان‌های مسکونی و هتل‌ها باشد به همین خاطر نام آن‌را مدار اتاق می‌گویند.

برای اتصال این مدار نیاز به یک کلید یک‌پل است که کنار در ورودی اتاق خواب روی دیوار نصب می‌شود. کلید تبدیل هم در کنار تخت اتاق خواب نصب می‌شود.

نحوه عملکرد مدار بدین‌صورت است که فرد پس از ورود به اتاق خواب ابتدا کلید یک‌پل که در کنار درب قرار دارد را می‌زند که در این‌صورت لامپ سقفی اتاق روشن شده و کل فضا روشن می‌شود.

هر زمان که فرد تصمیم به خوابیدن داشته باشد لازم نیست که روشنایی سقفی اتاق را از جلوی در خاموش کند و مسیر کلید تا تخت را در تاریکی طی کند.

بلکه کافیست روی تخت قرار گرفته و با زدن کلید تبدیلی که در کنار تخت قرار گرفته لامپ سقفی را خاموش کرده و چراغ دیگری که به‌عنوان چراغ‌خواب پیش‌بینی شده را روشن کرد.

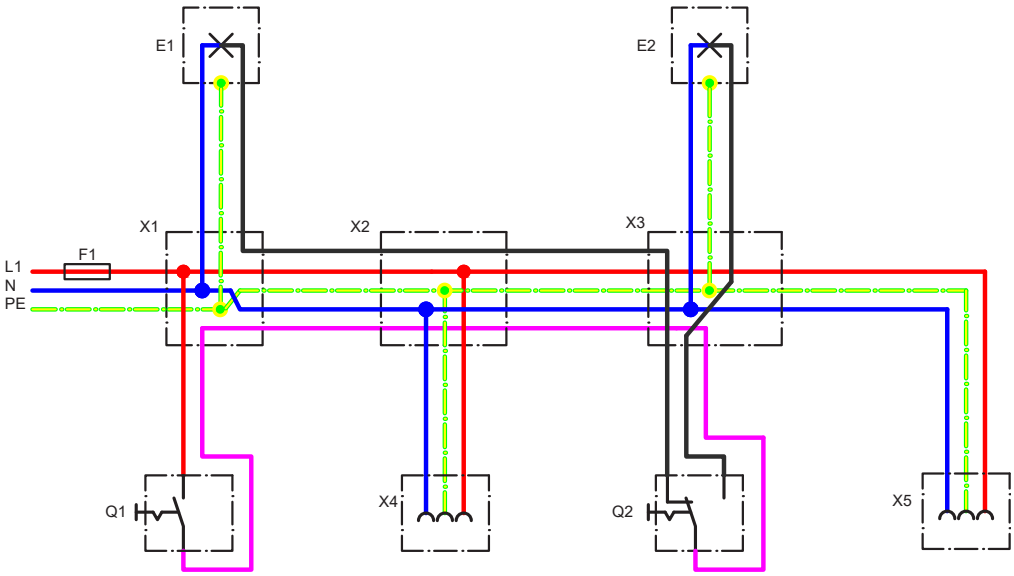
نقشه اتصال مدار را در شکل ۱۳۷ مشاهده می‌کنید.

نقشه‌خوانی نحوه اتصال مدار اتاق خواب بدین‌صورت است که ابتدا می‌بایست از خروجی فیوز مدار روشنایی، سیم فاز را به یکی از پیچ‌های کلید یک پل وصل کرده و سپس با اتصال سیمی دیگر به پیچ دوم کلید یک‌پل، (سیم برگشت فاز) به پیچ مشترک کلید تبدیل وصل شود.

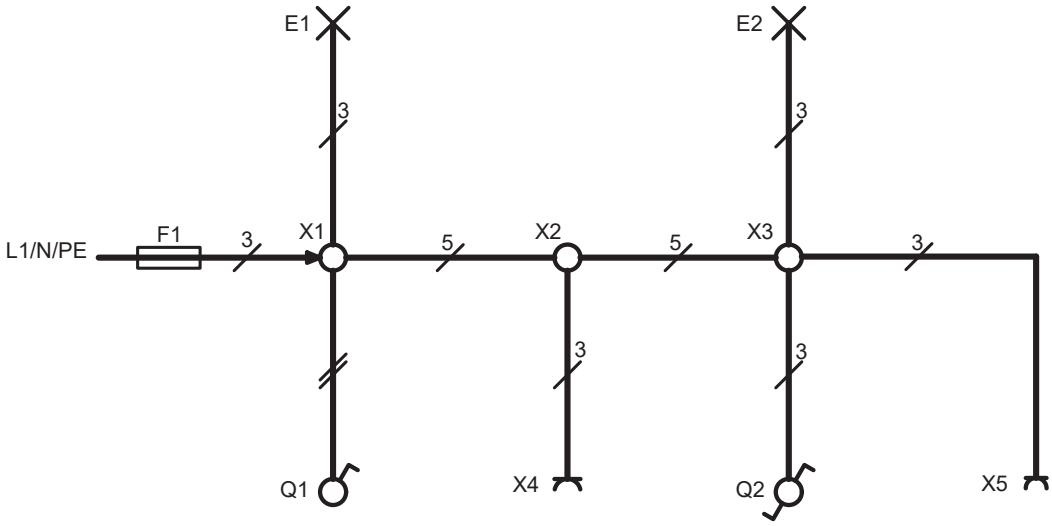
سپس به هریک از دو پیچ غیرمشترک کلید تبدیل دو سیم جداگانه‌ای را اتصال داده و به یک‌طرف هریک از دو سر پیچ سقفی و چراغ‌خواب بالای تخت وصل شود. در انتهای کار نیز باید به طرف دوم هرکدام از سرپیچ‌ها سیم نول اتصال داده شوند.

نقشه مدار اتاق خواب (کلید یک پل و کلید تبدیل)

در تصاویر شکل‌های ۱۳۶ و ۱۳۷ به‌ترتیب نقشه حقیقی، نقشه فنی مدار نشان داده شده است.



شکل ۱۳۶

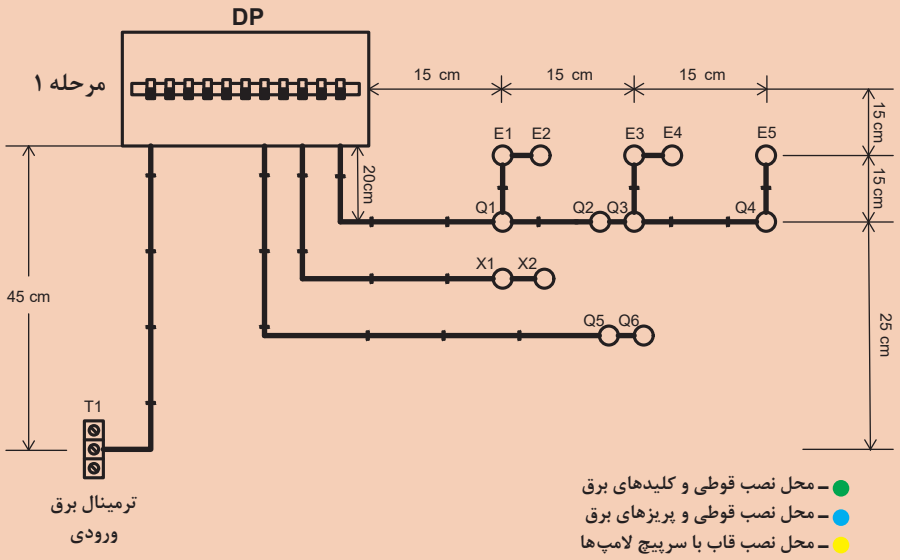


شکل ۱۳۷

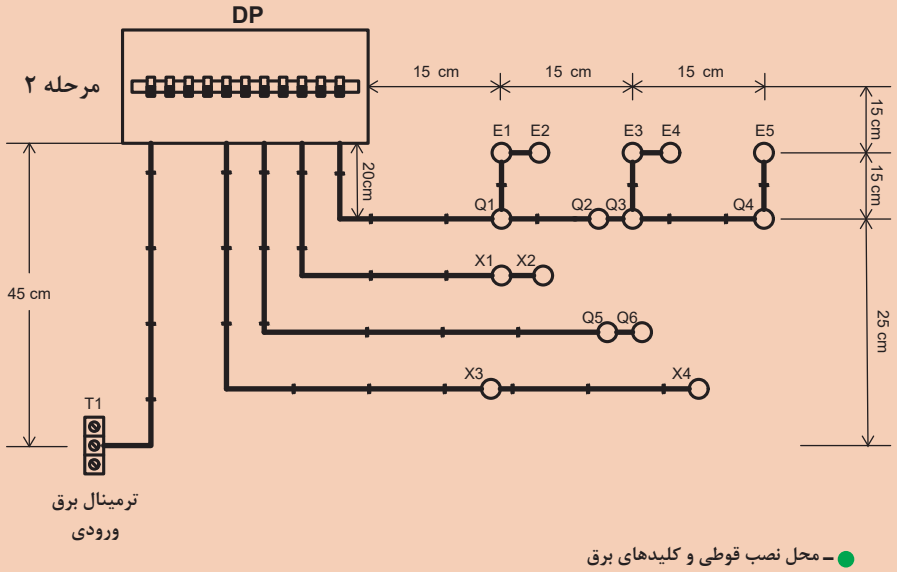
کار عملی ۶

هدف: نصب لوله‌های PVC و سیم‌کشی مدار کلید یک پل و کلید تبدیل

مطابق تصاویر نشان داده شده در شکل‌های ۱۳۸ و ۱۳۹ لوله‌های PVC جدید موردنیاز را برش داده و سپس توسط بست لوله روی تابلو اضافه کنید.



شکل ۱۳۸



شکل ۱۳۹

مراحل اجرای سیم‌کشی مدار کلید یک پل و کلید تبدیل

۱ با توجه به جدول ۹ در موقعیت‌های مشخص شده تجهیزات نام برده شده را درنظر گرفته و نصب کنید.

۲ در تابلو DP برای مدار روشنایی یک فیوز ۱۰ آمپر نوع B و برای مدار پریز یک فیوز ۱۶ آمپر نوع C نصب کنید.

۳ سیم فاز، نول و ارت ورودی تابلو را با سیم مقطع ۲/۵ میلی‌مترمربع و با رنگ‌های مشکی، آبی، سبز و زرد سیم‌کشی کنید.

۴ براساس نقشه حقیقی و راهنمایی‌های مربی خود اقدام به سیم‌کشی کنید.

یادآوری

برای سیم‌کشی مدارهای روشنایی از سیم ۱/۵ میلی‌مترمربع و برای مدارهای پریز از سیم ۲/۵ میلی‌مترمربع استفاده کنید.

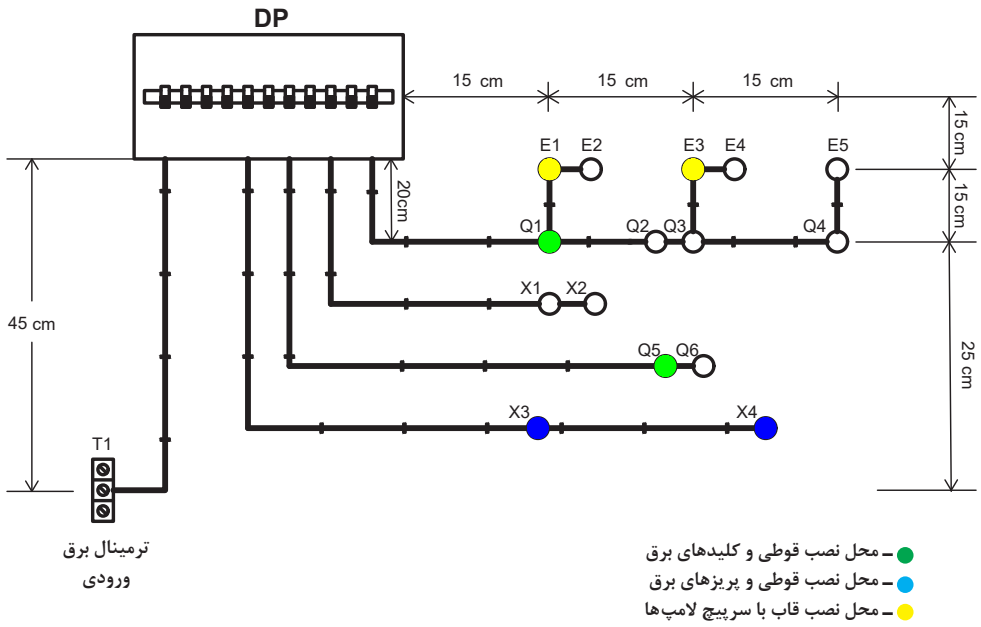
۵ پس از پایان کار سیم‌کشی حتماً با حضور مربی خود مدار را آزمایش کنید.

۶ نقشه‌های حقیقی و فنی مدار فوق را در دفتر گزارش کار خود رسم کنید.

۷ برای اطلاع از برق‌دار بودن پریز از فازمتر استفاده کنید.

جدول ۹ـ معرفی قطعات

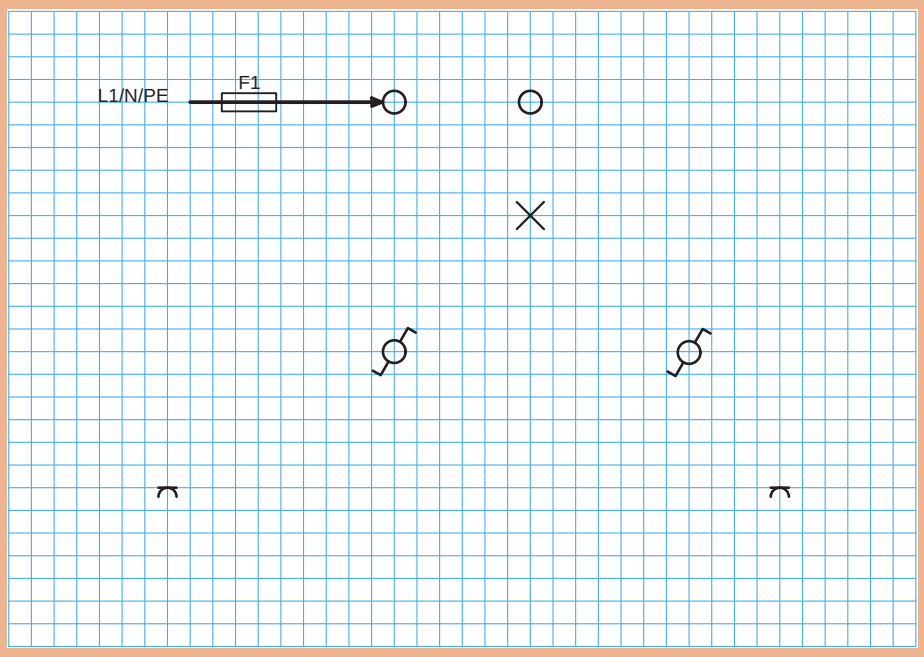
DP ـ تابلوی توزیع	E3 ـ سرپیچ لامپ
Q1 ـ کلید تبدیل	E5 ـ سرپیچ لامپ
Q4 ـ کلید تبدیل	X3 ـ پریز ارت‌دار
	X4 ـ پریز ارت‌دار



شکل ۱۴۰

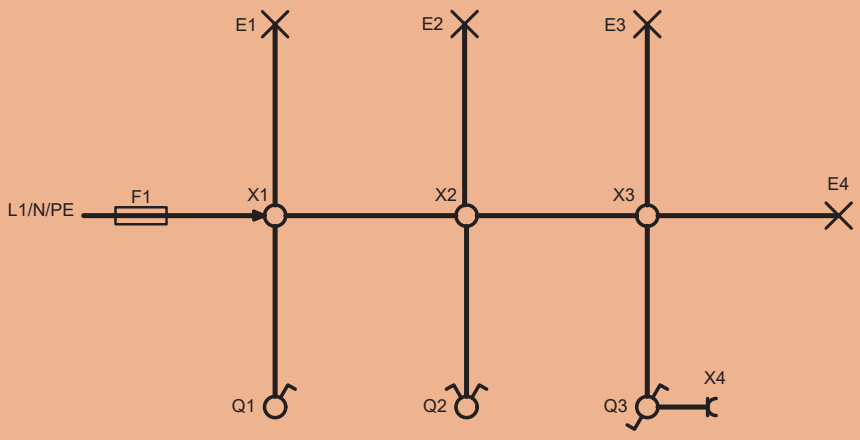
تمرین

۱ شمای فنی (تک‌خطی) شکل ۱۴۱ را کامل کنید.



شکل ۱۴۱

۲ ابتدا تعداد سیم روی شمای فنی داده شده شکل ۱۴۲ را تکمیل نموده و سپس شمای حقیقی آن‌را رسم کنید.



شکل ۱۴۲

لامپ‌های مدار اتاق خواب E1 و E3 هستند.

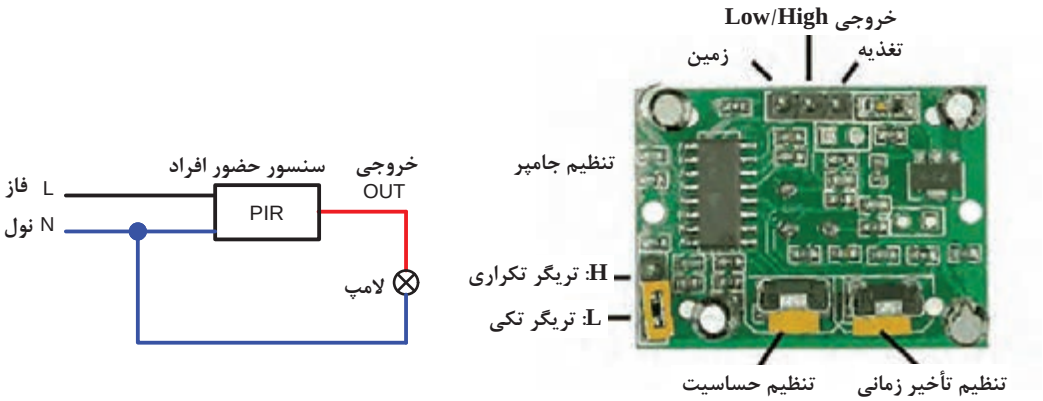
سنسور حرکتی (PIR)

برای کنترل روشنایی امکانی مانند راه‌پله‌ها و راهروها از وسیله‌ای به‌نام سنسورهای حرکت (در بازار چشمی هم می‌نامند) استفاده می‌شود. در این سنسورها از تجهیزات الکترونیکی استفاده شده که امواج مادون قرمز (IR) را ساطع می‌کنند که در صورت فعال بودن چشمی اگر این امواج توسط جسم متحرکی قطع شود بطوری که انعکاس آن را سنسور حس کند عمل کرده و فرمان را برای رله موجود در آن می‌فرستد. بر همین اساس اگر فردی در داخل راهرو در حال حرکت باشد و تا زمانی که امواج قطع می‌شود سنسور فعال باقی می‌ماند و لامپ‌ها روشن خواهند ماند. در شکل ۱۴۳ تصویر نمونه‌هایی از سنسورهای حرکتی نشان داده شده است.



شکل ۱۴۳ـ چند مدل سنسور حرکتی (PIR)

در شکل ۱۴۴ مدار داخلی و شکل بلوکی اتصال **PIR** نشان داده شده است.



شکل ۱۴۴ـ الف) برد الکترونیکی PIR

شکل ۱۴۴ـ ب) نحوه اتصال و مدار الکتریکی PIR

توجه

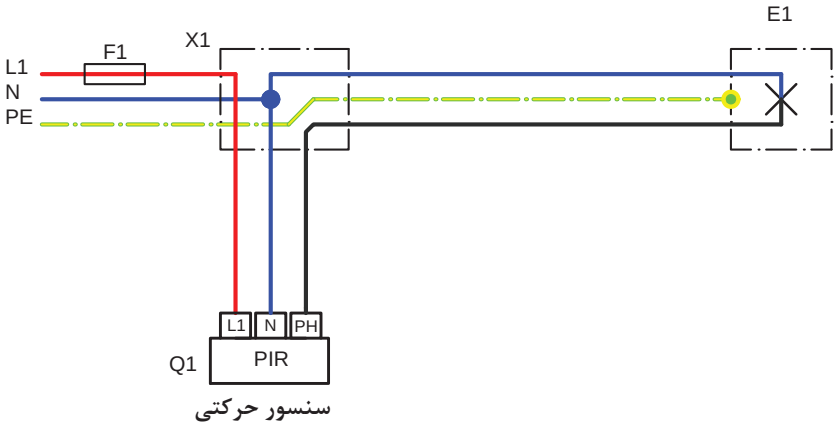
امروزه چراغ‌های سقفی و دیواری به بازار عرضه شده‌اند که عملکرد آنها ترکیبی از رله زمانی به همراه سنسورهای حرکتی است و به‌راحتی می‌توان روشن کردن چراغ‌ها را بدون زدن شستی و فقط با حضور فرد در راهرو روشن کرد و همچنین مدت زمان روشن بودن چراغ‌ها را نیز تنظیم کرد. شکل ۱۴۵ تصویر نمونه‌هایی از این چراغ‌ها را نشان می‌دهد.



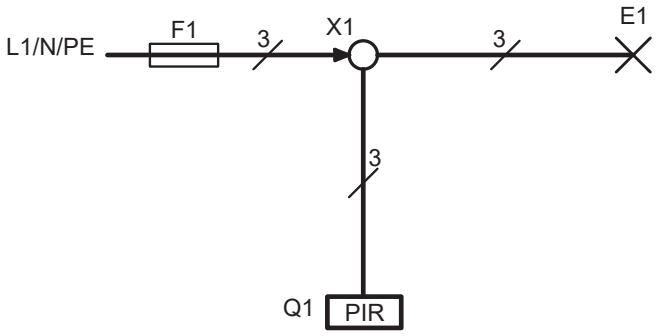
شکل ۱۴۵

نقشه مدار سنسور حرکتی (PIR)

در تصاویر شکل‌های ۱۴۶ و ۱۴۷ به‌ترتیب نقشه حقیقی و نقشه فنی نشان داده شده است.



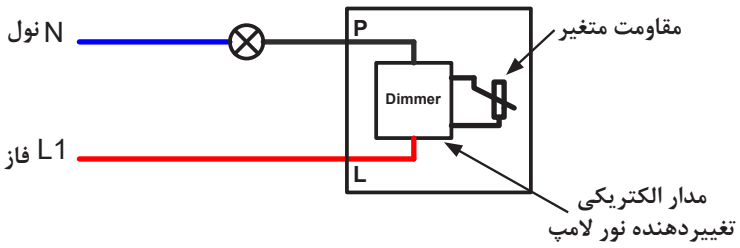
شکل ۱۴۶



شکل ۱۴۷

دیمر

دیمر وسیله‌ای است که توسط آن می‌توان شدت نور لامپ را با تغییر ولتاژ، کم یا زیاد کرد. این وسیله دارای یک برد الکترونیکی است که در کنار قطعات بکار رفته در آن از یک مقاومت متغیر نیز استفاده شده است که با تغییر آن شدت روشنایی تغییر می‌کند. از دیمر برای کم و زیاد کردن شدت روشنایی در اتاق خواب‌ها، لوسترهای چند شعله، سالن‌های نمایش و محل‌هایی که نورپردازی جنبه تزیینی داشته باشد، استفاده می‌کنند.



شکل ۱۴۸



شکل ۱۴۹

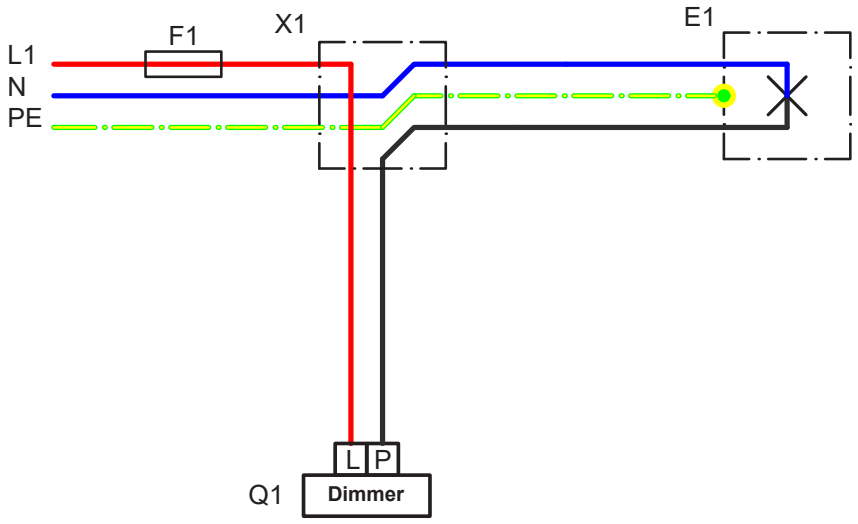
امروزه دیمرها از نظر ظاهری شبیه به یک کلید معمولی توکار هم ساخته شده‌اند با این تفاوت که به‌جای کنتاکت، در ظاهر دیمر یک ولوم مشاهده می‌شود (شکل ۱۴۹).
معمولاً دیمر به‌صورت سری با مصرف‌کننده قرار می‌گیرد و ولتاژ ورودی را کنترل می‌کند.

توجه

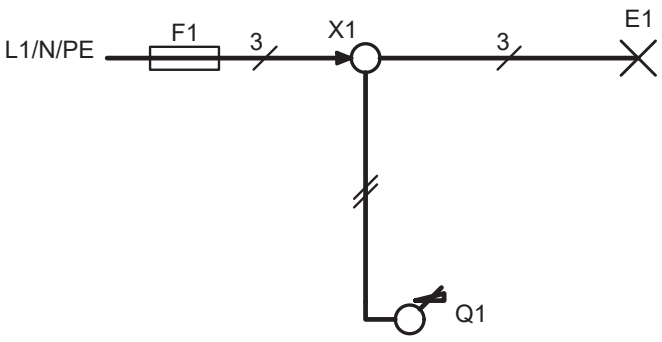
دقت داشته باشید که از دیمر برای کنترل روشنایی لامپ‌های کم مصرف نمی‌توان استفاده کرد و لامپ باید رشته‌ای باشد.

نقشه مدار دیمر

در تصاویر شکل‌های ۱۵۰ و ۱۵۱ به‌ترتیب نقشه حقیقی و نقشه فنی نشان داده شده است.



شکل ۱۵۰

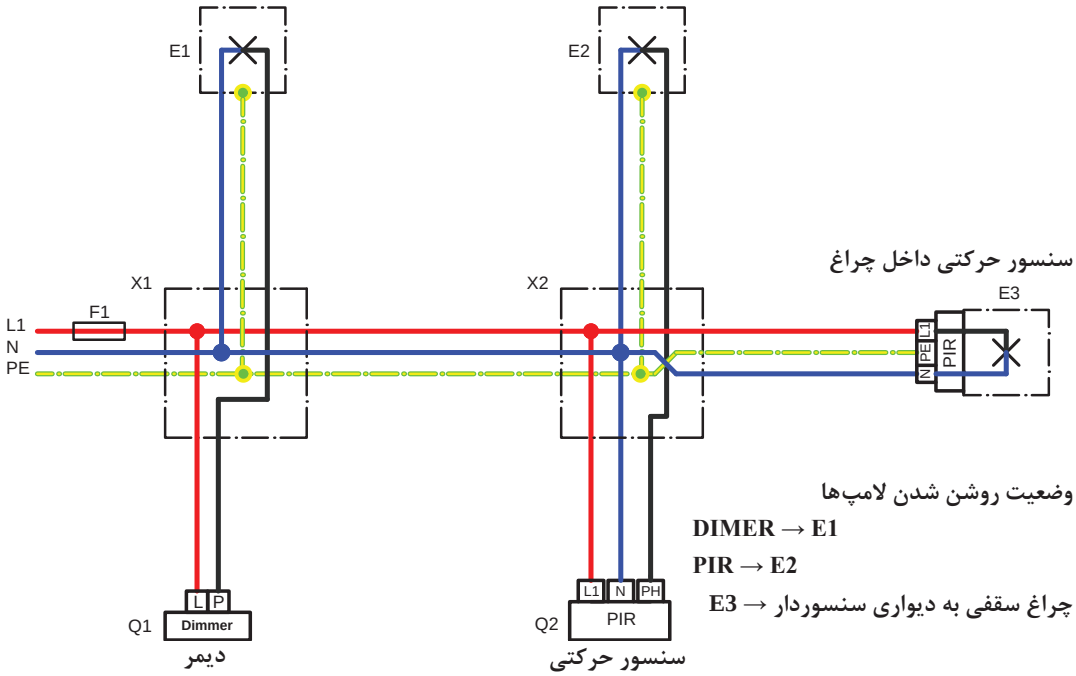


شکل ۱۵۱

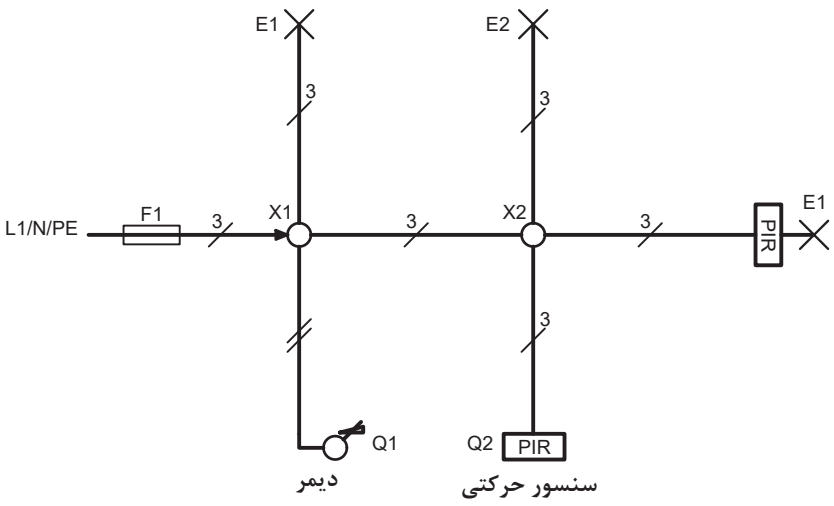
نقشه کار عملی (مدار ترکیبی)

(مدار سنسور حرکتی و مدار دیمر)

در تصاویر ۱۵۲ و ۱۵۳ به‌ترتیب نقشه حقیقی و نقشه فنی نشان داده شده است.



شکل ۱۵۲

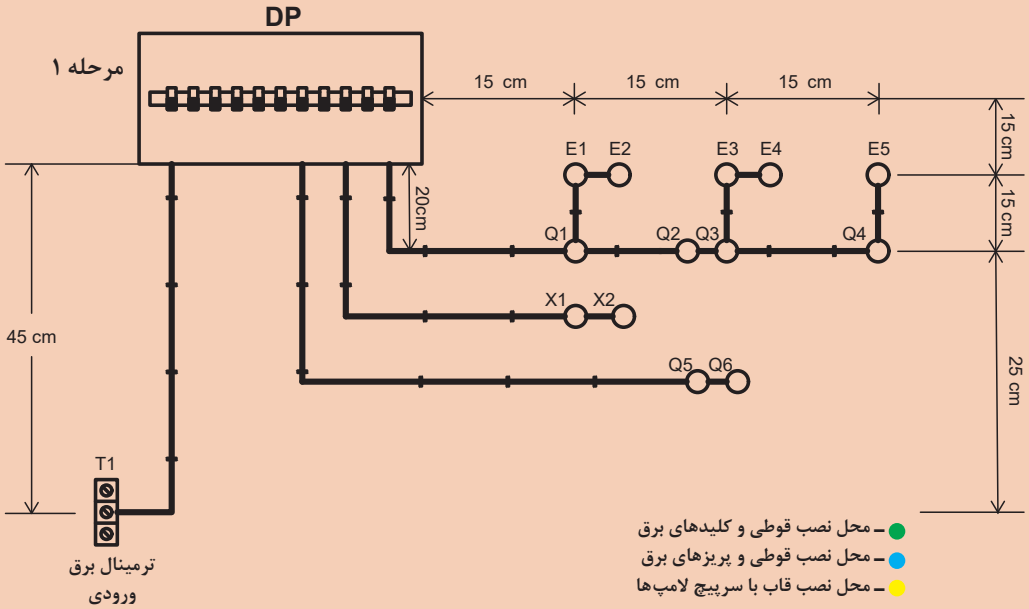


شکل ۱۵۳

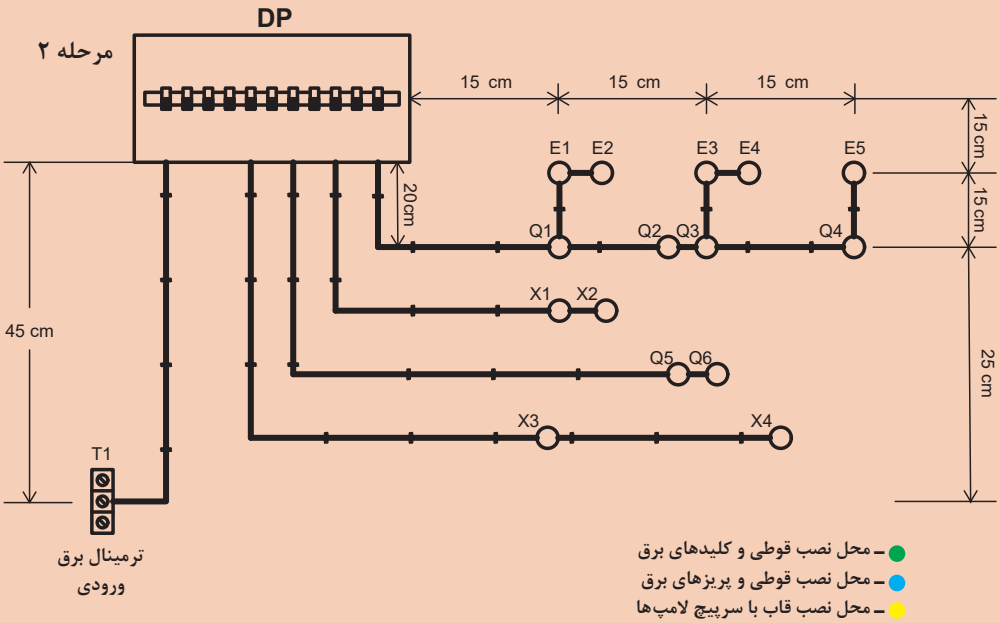
کار عملی ۷

هدف: نصب و سیم‌کشی مدار سنسور حرکت (PIR) و دیمر

مطابق تصاویر نشان داده شده در شکل‌های ۱۵۴ و ۱۵۵ لوله‌های PVC جدید موردنیاز را برش داده و سپس توسط بست لوله روی تابلو اضافه کنید.



شکل ۱۵۴



شکل ۱۵۵

مراحل اجرای سیم‌کشی مدار سنسور حرکت و دیمر

۱ با توجه به جدول ۱۰ در موقعیت‌های مشخص شده تجهیزات نام برده شده را درنظر گرفته و نصب کنید.
۲ در تابلو DP برای مدار روشنایی یک فیوز ۱۰ آمپر نوع B و برای مدار پریز یک فیوز ۱۶ آمپر نوع C نصب کنید.
۳ سیم فاز، نول و ارت ورودی تابلو را با سیم مقطع ۲/۵ میلی‌متر مربع و با رنگ‌های مشکی، آبی، سبز و زرد سیم‌کشی کنید.
۴ براساس نقشه حقیقی و راهنمایی‌های مربی خود اقدام به سیم‌کشی کنید.

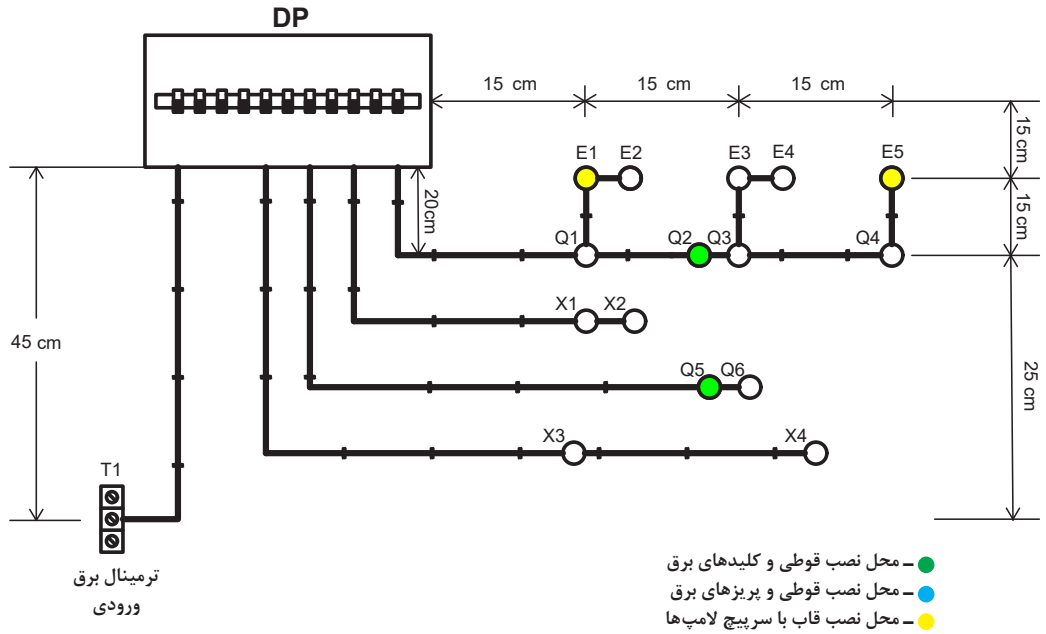
یادآوری

برای سیم‌کشی مدارهای روشنایی از سیم ۱/۵ میلی‌مترمربع و برای مدارهای پریز از سیم ۲/۵ میلی‌مترمربع استفاده کنید.

۵ پس از پایان کار سیم‌کشی حتماً با حضور مربی خود مدار را آزمایش کنید.
۶ نقشه‌های حقیقی و فنی مدار فوق را در دفتر گزارش کار خود رسم کنید.
۷ برای اطلاع از برق‌دار بودن پریز از فازمتر استفاده کنید.

جدول ۱۰ـ معرفی قطعات

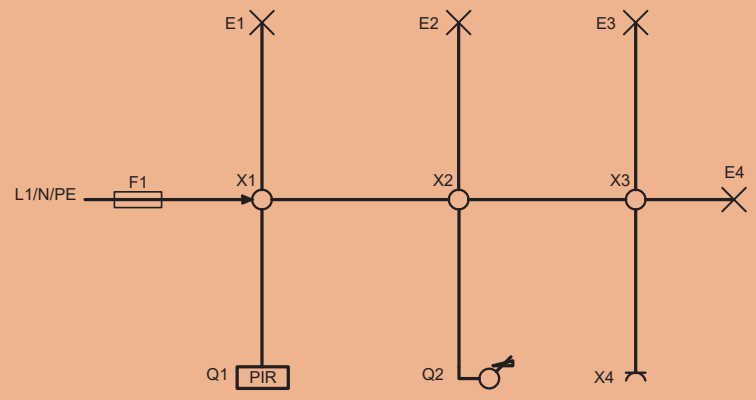
DP ـ تابلو توزیع	E1 ـ سرپیچ سنسور حرکت (PIR)
Q2 ـ محل نصب دیمر	E3 ـ سرپیچ لامپ دیمر
Q5 ـ محل نصب فتوسل	E5 ـ سرپیچ سنسور حرکت (PIR)



شکل ۱۵۶

تمرین

ابتدا تعداد سیم را روی نقشه فنی داده شده شکل ۱۵۷ تکمیل نموده و سپس شمای حقیقی مدار را رسم کنید.



شکل ۱۵۷

لامپ‌های مدار دیمر ← E1 & E3
لامپ‌های مدار PIR ← E2 & E4

کابل‌ها

اصولاً هر نوع هادی که بتواند جریان برق را از داخل خود عبور دهد و توسط موادی از محیط اطراف خود عایق شده باشد، به‌طوری که ولتاژ روی سطح عایق نسبت به زمین برابر صفر و در روی سطح سیم نسبت به زمین دارای ولتاژ فازی باشد، «کابل» نامیده می‌شود.

به‌طور کلی کابل‌ها همواره از دو قسمت اصلی هادی و عایق تشکیل شده‌اند. تفاوت کابل‌ها ناشی از کاربرد آنهاست، یعنی نوع کارشان موجب می‌شود که جنس، شکل، سطح مقطع و تعداد هادی‌ها و عایق‌ها با یکدیگر تفاوت داشته باشند. این تفاوت‌ها موجب تقسیم‌بندی کابل‌ها می‌گردد. ساختمان و اجزای تشکیل‌دهندهٔ کابل‌های مخابراتی کاملاً با کابل‌های مورد استفاده در صنعت برق فشار قوی و فشار ضعیف تفاوت دارند.

مشخصات و خصوصیات کابل‌ها

الف) هادی کابل: هادی‌ها از سیم مسی تقریباً خالص و دارای انعطاف قابل قبول یا از آلومینیوم یا آلیاژهای مخصوص ساخته می‌شوند.

جدول ۱۱ــ حروف اختصاری مربوط به جنس هادی سیم و کابل

جنس هادی	حروف اختصاری
مسی	N
آلومینیومی	NA

سطح مقطع هادی‌ها، با توجه به مقدار جریان عبوری و نوع کاربرد، در اندازه‌های گوناگون و شکل‌های متفاوت درست می‌شود.
هادی‌های کابل را از دیدگاه‌های مختلف می‌توان تقسیم‌بندی نمود. در اینجا کابل‌ها را از نظر سطح مقطع هادی و تعداد رشته به‌صورت زیر مورد بررسی قرار می‌دهیم.
به‌طور کلی هادی‌ها از نظر تعداد رشته به سه شکل تک رشته (مفتولی)، چند رشته (افشان) و نیمه افشان (رشته‌ای) مطابق شکل ۱۵۸ وجود دارند.



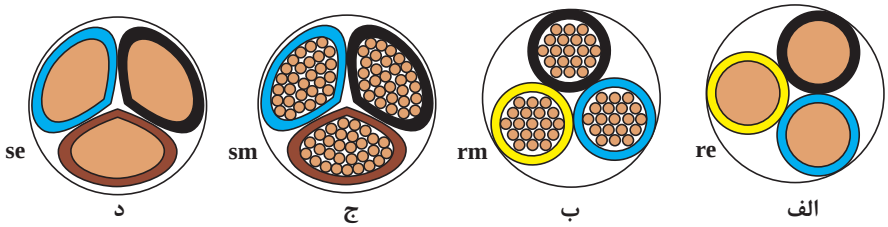
نیمه افشان　　مفتول　　افشان

شکل ۱۵۸

برای مشخص کردن شکل سطح مقطع و تعداد هادی کابل‌ها روی بدنه آن از حروف زیر استفاده می‌شود:

۱ اگر سطح مقطع هادی کابل به شکل گرد باشد حرف (r)
۲ در صورتی که سطح مقطع هادی کابل به شکل مثلثی باشد حرف (s)
۳ اگر هادی‌های کابل به‌صورت تک رشته باشد حرف اختصاری (e)
۴ در صورتی که هادی کابل به‌صورت چند رشته باشد حرف اختصاری (m)

باتوجه به توضیحات داده شده پس می‌توان برای هر یک از تصاویر (الف) تا (د) شکل ۱۵۹ حروف زیر را به‌کار برد.

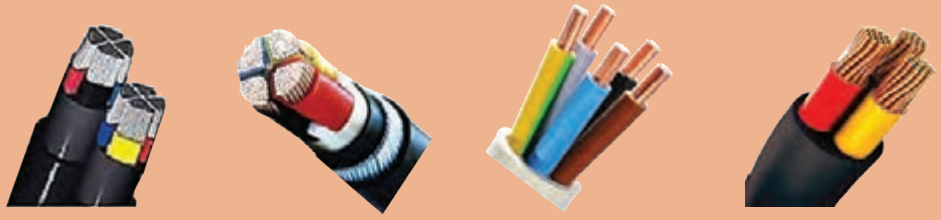


د　　ج　　ب　　الف

شکل ۱۵۹

تمرین

حروف اختصاری هر یک از تصاویر شکل ۱۶۰ را مشخص کنید.



د　　ج　　ب　　الف

شکل ۱۶۰

ب) عایق کابل: با توجه به اینکه کابل‌ها در زیرزمین و یا روی تجهیزات فلزی نصب می‌شوند. نباید هیچ‌گونه اتصال الکتریکی بین هادی و زمین برقرار گردد. به‌عبارت دیگر، باید ولتاژ روی بدنه عایق نسبت به زمین صفر باشد. برای عایق کردن کابل‌های الکتریکی، بسته به نوع مصرف و ولتاژ روی هادی کابل از مواد مختلفی به عنوان عایق استفاده می‌شود که مهم‌ترین آنها به شرح زیر است:

- کاغذهای آغشته به روغن مخصوص
- مواد لاستیکی
- مواد پی‌وی‌سی (PVC) که به نام پروتودور معروف است.
- مواد عایق از جنس پلی‌اتیلن که به‌نام XLPE معروف است.

در جدول ۱۲ حروف اختصاری تعدادی از عایق‌ها که در کابل‌ها استفاده می‌شوند را مشاهده می‌کنید.

توجه

جدول مشخصات عایق کابل‌ها و رنگ‌بندی کابل‌ها جنبه اطلاعات عمومی دارد. لذا از طرح سؤالات امتحانی از آن جداً خودداری شود.

جدول ۱۲ــ تعدادی از حروف اختصاری عایق کابل‌ها

علائم اختصاری	مفهوم علائم اختصاری
Yv	جنس پی‌وی‌سی تقویت شده
Yu	جنس پی‌وی‌سی با خاصیت تأخیرانداز شعله
Y2	جنس پلی‌اتیلن
Y	جنس پی‌وی‌سی
X11	جنس پلی‌اورتان شبکه‌ای
X2	جنس پلی‌اتیلن شبکه‌ای
X	جنس پی‌وی‌سی شبکه‌ای
t	سیم یا کابل ضدموریانه
SL	علامت اختصاری کابل افشان کنترل
re	مفتول تک رشته‌ای گرد
Q	جنس بافت سیم از فولاد
O	سیم و کابل مقاوم به روغن
e	نوع هادی مفتولی
D	محافظ مسی تابیده شده به‌صورت مارپیچ
C	محافظ بافت سیم مسی

علائم اختصاری	مفهوم علائم اختصاری
b	دارای زره
A	جنس روکش از الیاف گیاهی
NA	جنس سیم یا هادی از آلومینیوم
N	جنس سیم یا هادی از مس
MZ	روکش آلیاژ از جنس سرب
M	نوع روکش سربی
L	نوع روکش آلومینیومی نرم
KL	غلاف از جنس آلومینیوم
K	غلاف سرب
H	پلیمر بدون هالوژن با پیشگیری از انتشار شعله
G3	نوع لاستیک از اتیلن پروپیلن
G2	نوع لاستیک سیلیکونی
G	جنس عایق از پلاستیک
f	علامت اختصاری افشان
F	نوار طولی ضد آب

پ) غلاف کابل: در برخی کابل‌ها از یک لایه و یا لایه‌هایی روی کابل استفاده می‌شود که می‌توانند عایق کابل را در مقابل انواع نیروهای مکانیکی محافظت کنند و همچنین از نفوذ رطوبت به داخل کابل جلوگیری نمایند. اصطلاحاً به این محافظ «غلاف کابل» یا « زره» می‌گویند. در شکل ۱۶۱ یک مدل کابل با چند غلاف نشان داده شده است.

در ساده‌ترین حالت، کابل دارای یک غلاف از مواد PVC است که کابل را در مقابل عوامل بیرونی از جمله نفوذ رطوبت محافظت می‌کند (شکل ۱۶۲).



شکل ۱۶۱



شکل ۱۶۲

ت) استاندارد رنگ‌بندی کابل‌ها: از استاندارد رنگ‌بندی کابل‌ها برای شناسایی سیم‌های صنعتی استفاده می‌شود. این استانداردها به مهندسان برق کمک می‌کنند تا سیم کابل‌ها را به راحتی شناسایی کرده و از اتصال اشتباه این سیم‌ها به یکدیگر جلوگیری کنند.

در سراسر جهان از استاندارد رنگ‌بندی کابل‌ها استفاده می‌شود. لازم به ذکر است که بین برخی از استانداردها تفاوت‌های جزئی وجود دارد.

NAMIRA CA-BIE	ISIR I607-1		BSI قدیمی		IEC/VDE قدیمی		IEC/BS/EN 60446	
کابل برق تک رشته	رنگ‌بندی ترجیحی وجود ندارد.		رنگ‌بندی ترجیحی وجود ندارد.		رنگ‌بندی ترجیحی وجود ندارد.		رنگ‌بندی ترجیحی وجود ندارد.	
کابل برق دو رشته	رنگ‌بندی ترجیحی وجود ندارد.							
کابل برق سه رشته	بدون ارت 	با ارت 	بدون ارت 	با ارت 	بدون ارت 	با ارت 	بدون ارت 	با ارت 
کابل برق چهار رشته	بدون ارت 	با ارت 	بدون ارت 	با ارت 	بدون ارت 	با ارت 	بدون ارت 	با ارت 
کابل برق پنج رشته	بدون ارت 	با ارت 	بدون ارت 	با ارت 	بدون ارت 	با ارت 	بدون ارت 	با ارت 

شکل ۱۶۳

رنگ سیم	کاربرد
	فاز ۱
	فاز ۲
	فاز ۳
	نول
	سیم حفاظتی یا ارت

شکل ۱۶۴

ث) مشخصات روی بدنه کابل‌ها: بر روی بدنهٔ کابل‌ها از یک سری حروف و همچنین اعداد استفاده می‌شود. از این اطلاعات برای تشخیص زمینهٔ کاربرد کابل‌ها می‌توان استفاده کرد.
در شکل ۱۶۵ جزئیات مربوط به اطلاعاتی که از روی بدنه کابل می‌توان استخراج کرد نشان داده شده است.



شکل ۱۶۵

همان‌طوری که در شکل ۱۶۵ مشاهده می‌کنید در کنار حروف جنس هادی و عایق کابل از حروف دیگری نیز استفاده می‌شود که بر پایه آنها می‌توان به خصوصیات و زمینه‌های کاربردی کابل نیز پی برد.

مثال

مفهوم حروف کابل NAYY چیست؟

برای اینکه با مفهوم این کابل پرکاربرد آشنا شویم کافیست تک‌تک علائم اختصاری را در جدول پیدا کرده و معنی هر یک را در کنار هم قرار دهیم.

برای مثال دو حرف اول این علامت با نشان **NA** نشان‌دهنده جنس هادی کابل است که از آلیاژ آلومینیوم است. دو حرف بعدی **YY** نیز نشان‌دهنده جنس عایق کابل و غلاف آن هستند که هر دو از **PVC** ساخته شده‌اند.



شکل ۱۶۶

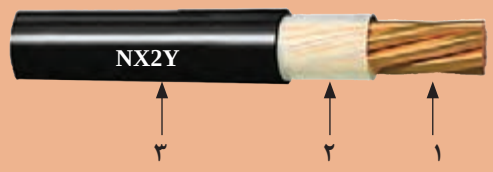
مثال

خصوصیات کابل نشان داده شده در شکل ۱۶۷ چیست؟

براساس جدول حروف اختصاری کابل‌ها می‌توان دریافت که حرف N نشان‌دهنده آن است که جنس هادی کابل از مس است.

با توجه به اینکه حرف بعدی X۲ است بیان‌کننده آن است که جنس عایق هادی کابل از پلی‌اتیلن شبکه‌ای است.

حرف آخر هم که **Y** است نشان‌دهنده آن است که عایق روکش کابل از جنس PVC است.



شکل ۱۶۷

ج) معرفی چند نمونه کابل: در اینجا برخی از حروف اختصاری رایج که نوع و کاربرد کابل را نشان می‌دهند آورده شده است:

توجه

انواع کابل‌ها و جریان مجاز کابل‌ها جنبه اطلاعات عمومی دارند لذا از طرح سؤال جداً خودداری شود.

سیم و کابل مخابراتی و دیتا

UTP: (Unshielded Twisted Pair)

کابل بدون شیلد که معمولاً برای شبکه‌های کامپیوتری استفاده می‌شود.

FTP: (Foiled Twisted Pair)

کابل دارای پوشش فویل که از تداخل‌های الکترومغناطیسی محافظت می‌کند.

STP: (Shielded Twisted Pair)

کابل شیلددار که برای محافظت بهتر در برابر تداخل‌ها استفاده می‌شود.

کابل‌های قدرت

XLPE: (Cross-Linked Polyethylene)

کابل با عایق پلی‌اتیلن بهبود یافته، مقاوم در برابر حرارت و تغییرات شیمیایی.

PVC: (Polyvinyl Chloride)

کابل با عایق PVC که در برابر انواع شرایط محیطی مقاوم است.

SWA: (Steel Wire Armoured)

کابل غلاف‌دار با سیم‌های فولادی، مناسب برای استفاده در محیط‌هایی که نیاز به محافظت مکانیکی دارند.

کابل‌های خاص

VFD: (Variable Frequency Drive)

کابل مورد استفاده برای کنترل موتورهای الکتریکی که با فرکانس متغیر کار می‌کنند.

PV: (Photovoltaic)

کابل‌های مخصوصی که در سیستم‌های انرژی خورشیدی استفاده می‌شوند.

TECK:

کابل‌های غلاف‌دار که در محیط‌های سخت و خشن مانند معادن استفاده می‌شوند.

کابل‌های مخصوص ارتباطات داده

CAT7, CAT6 , CAT5:

انواع کابل‌های شبکه اترنت که برای پهنای باند و سرعت‌های مختلف طراحی شده‌اند.

RG6 , RG11:

کابل‌های کواکسیال مورد استفاده برای تلویزیون کابلی و سیستم‌های ویدئویی

کابل مقاوم در برابر آتش

LSZH: (Low Smoke Zero Halogen)

کابلی که در صورت آتش‌سوزی دود کم و بدون هالوژن تولید می‌کند و مناسب برای استفاده در فضاهای بسته و تأسیسات حساس است.

در جدول ۱۳ جریان مجاز کابل‌های تک‌رشته و چندرشته با ولتاژ اسمی ۱ کیلو ولت را مشاهده می‌کنید.

جدول ۱۳ـ جریان مجاز کابل‌های برق با ولتاژ اسمی ۱kv برحسب آمپر

سطح مقطع $(mm)^2$	کابل‌های یک سیمه (جریان مستقیم)		کابل‌های دو سیمه		کابل‌های ۳ و ۴ سیمه		سه تا کابل یک سیمهٔ سه فاز			
							طرز قرار گرفتن کابل‌ها		طرز قرار گرفتن کابل‌ها	
	در خاک	در هوای آزاد	در خاک	در هوای آزاد	در خاک	در هوای آزاد	در خاک ooo	در هوای آزاد	در خاک ooo	در هوای آزاد
۱/۵	۳۷	۲۶	۳۰	۲۱	۲۷	۱۸	—	—	—	—
۲/۵	۵۰	۳۵	۲۱	۲۹	۳۶	۲۵	—	—	—	—
۴	۶۵	۴۶	۵۳	۳۸	۴۶	۳۴	—	—	—	—
۶	۸۳	۵۸	۶۶	۴۸	۵۸	۴۴	—	—	—	—
۱۰	۱۱۰	۸۰	۸۸	۶۶	۷۷	۶۰	—	—	—	—
۱۶	۱۴۵	۱۰۵	۱۱۵	۹۰	۱۰۰	۸۰	۱۲۰	۱۰۰	۱۱۰	۸۶
۲۵	۱۹۰	۱۴۰	۱۵۰	۱۲۰	۱۳۰	۱۰۵	۱۵۵	۱۳۵	۱۲۰	۱۲۰
۳۵	۲۳۵	۱۷۵	۱۸۰	۱۵۰	۱۵۵	۱۳۰	۱۸۵	۱۷۰	۱۷۰	۱۴۵
۵۰	۲۸۰	۲۱۵	—	—	۱۸۵	۱۶۰	۲۲۰	۲۰۵	۲۰۰	۱۸۰
۷۰	۳۵۰	۲۷۰	—	—	۲۳۰	۲۰۰	۲۷۰	۲۶۰	۲۴۵	۲۲۵
۹۵	۴۲۰	۳۳۵	—	—	۲۷۵	۲۴۵	۳۲۵	۳۲۰	۲۹۵	۲۸۰
۱۲۰	۴۸۰	۲۹۰	—	—	۲۷۵	۲۴۵	۳۲۵	۳۲۰	۲۹۵	۲۲۰
۱۵۰	۵۴۰	۴۴۵	—	—	۳۵۵	۳۲۵	۴۲۰	۴۳۰	۲۸۰	۳۸۰
۱۸۵	۶۲۰	۵۱۰	—	—	۴۰۰	۳۷۰	۴۷۰	۴۵۰	۴۳۰	۴۴۰
۲۴۰	۷۲۰	۶۲۰	—	—	۴۶۵	۴۳۵	۵۴۰	۵۱۰	۴۹۰	۵۳۰
۳۰۰	۸۲۰	۷۱۰	—	—	—	—	۶۳۰	۶۸۰	۵۵۰	۶۱۰
۴۰۰	۹۶۰	۸۵۰	—	—	—	—	۷۱۰	۸۲۰	۶۵۰	۷۴۰
۵۰۰	۱۱۱۰	۱۰۰۰	—	—	—	—	۸۲۰	۹۶۰	۷۴۰	۸۶۰

لوازم و تجهیزات کابل‌کشی

برای اجرای عملیات مختلف بر روی کابل‌ها، به لوازم و تجهیزاتی نیاز است که در زیر به شرح آنها می‌پردازیم:

الف) قیچی کابل‌بری: برای بریدن کابل‌ها و هادی‌های مسی و آلومینیومی با قطر کم از قیچی کابل‌بری دستی و برای قطرهای بیشتر، از قیچی‌های هیدرولیکی، پنوماتیکی و یا الکترومکانیکی استفاده می‌شود. در شکل ۱۶۸ نمونه‌هایی از قیچی کابل‌بری دستی نشان داده شده است.



شکل ۱۶۸ــ نمونه‌هایی از قیچی کابل‌بری دستی

ب) وسیلهٔ روکش برداری کابل: برای روکش برداری از کابل‌ها علاوه بر استفاده از چاقوی کابل‌بری شکل ۱۶۹ از وسایل دیگری نیز مانند تصاویر الف و ب نشان داده شده در شکل ۱۷۰ می‌توان استفاده کرد.



شکل ۱۶۹



ب **الف**

شکل ۱۷۰

در تصاویر شکل ۱۷۱ نحوه روکش‌برداری توسط یک مدل از این وسایل نشان داده شده است:



ب **الف**

شکل ۱۷۱ــ روکش‌برداری کابل

پ) بست کابل: در کابل‌کشی‌های روی دیوار از بست کابل استفاده می‌شود. برای انتخاب بست‌های مختلف لازم است نکات زیر رعایت شود:

- اندازه قطر خارجی کابل
- نوع کابل‌کشی با توجه به عوامل مکانیکی، حرارتی و شیمیایی اثرگذار روی کابل
- نوع کابل‌کشی از نظر قابل دید (روی دیوار) و یا غیرقابل دید (زیر سقف کاذب) بودن
- امکان بستن سادهٔ کابل
- قیمت مناسب نصب

بست‌ها توسط میخ‌های فولادی با پیچ به روی دیوار محکم و سپس کابل روی آنها بسته می‌شود. در تصاویر ۱۷۲ چند نمونه بست کابل نشان داده شده است.



شکل ۱۷۲ـ انواع بست کابل

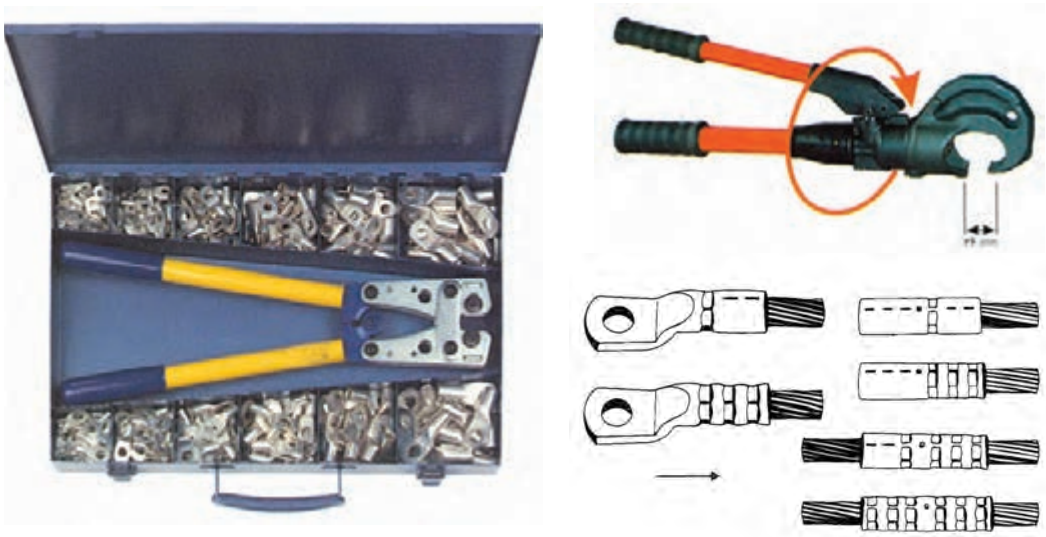


ت) کابل‌شوها (سرسیم‌ها): برای اتصالات جداشدنی سیم‌ها، از فیش یا سرسیم‌های مخصوص استفاده می‌کنند. سرسیم‌ها، با توجه به سطح مقطع سیم، در اندازه‌های مختلف ساخته می‌شود و با لحیم‌کاری توسط دستگاه پرس مخصوص، به هادی محکم می‌شوند.

کابل‌شوها را در انواع مختلف پرسی، لحیمی، پیچی و منگنه‌ای می‌سازند. برای به‌دست آوردن اتصال صددرصد و قابل اطمینان، اغلب کابل‌شوها را به هادی‌های کابل، لحیم یا پرس می‌کنند. (شکل ۱۷۳)

شکل ۱۷۳ـ شکل‌های مختلف کابل‌شو

ث) پرس‌های کابل‌شو: برای پرس سر سیم‌های فلزی به سرهادی‌ها از پرس‌دستی استفاده می‌شود. شکل ۱۷۴، نمونه‌ای از پرس‌دستی را، به همراه انواع کابل‌شوهای پرس شده، نشان می‌دهد.



شکل ۱۷۴

فتوسل



فتوسل وسیله‌ای است که از آن برای روشن و خاموش‌کردن چراغ‌های معابر خیابانی، پیاده‌روها و پارک‌ها استفاده می‌شود شکل ظاهری این وسیله را در شکل ۱۷۵ مشاهده می‌کنید.

شکل ۱۷۵

این وسیله دارای یک بُرد الکترونیکی است که در کنار سایر قطعات آن از یک مقاومت نوری (LDR) استفاده شده است(شکل ۱۷۶). تغییرات مقدار این مقاومت نسبت به تغییرات نور معکوس است یعنی در اثر افزایش نور، مقاومتش کاهش یافته و در نتیجه جریان عبوری از آن افزایش می‌یابد.



الف) مقاومت LDR

ب) بُرد الکترونیکی فتوسل

شکل ۱۷۶

عملکرد فتوسل بدین صورت است که در روز با افزایش نور مقدار مقاومت LDR کاهش یافته و جریان عبوری از آن افزایش می‌یابد. در اثر افزایش جریان، بوبین رله موجودروی برد الکترونیکی تحریک شده و در نتیجه با عمل کردن آن کنتاکت‌های رله (تیغه بسته) باز شده و مدار لامپ‌های موجود در مسیر فتوسل قطع و خاموش می‌شوند.

لامپ خاموش ⇐ با شدت کنتاکت بسته ⇐ تحریک بوبین رله ⇐ افزایش I ⇐ کاهش R ⇐ افزایش نور ⇐ در روز

نحوه صحیح نصب فتوسل روی دیوار در شکل ۱۷۷ نشان داده شده است.



شکل ۱۷۷

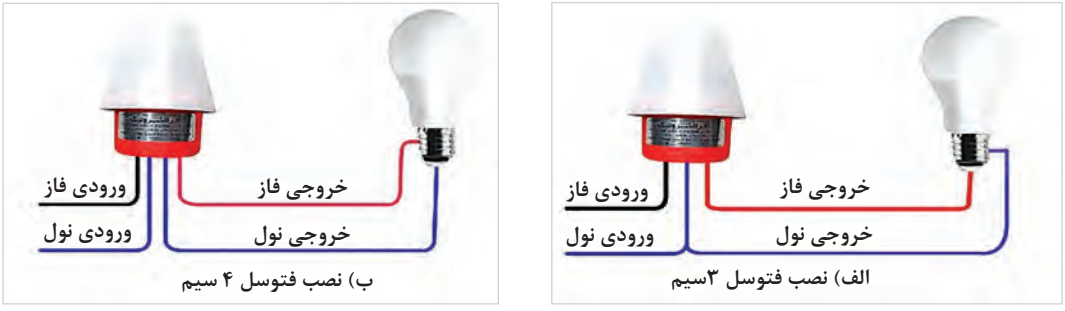
در فتوسل‌ها معمولاً از رنگ سیم‌های مشکی (B)، سفید (W) یا آبی (B) به‌عنوان سیم‌های فاز و نول ورودی و از سیم‌های رنگ قرمز (R) و سفید (W) یا آبی (B) به‌عنوان سیم‌های برگشت فاز و نول استفاده می‌شود.

شکل ۱۷۸ نحوه سیم‌کشی یک فتوسل را نشان می دهد.



شکل ۱۷۸ــ نحوه سیم‌کشی فتوسل

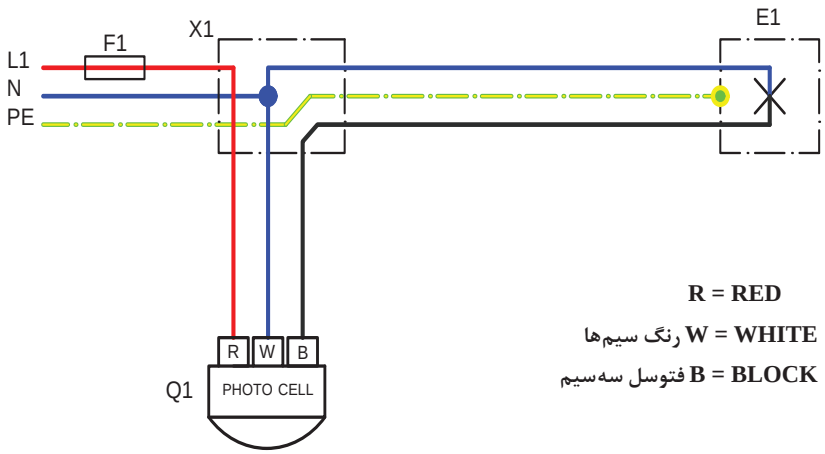
فتوسل‌ها از نظر میزان جریانی که رله‌های خروجی آنها می‌توانند تحمل کنند در مدل‌های ۶ و ۱۰ و ۱۶ و از نظر تعداد سیم به دو مدل سه سیمه و چهار سیمه تقسیم می‌شوند. در شکل ۱۷۹ نحوه سیم‌کشی فتوسل‌های سه سیمه و چهار سیمه نشان داده شده است.



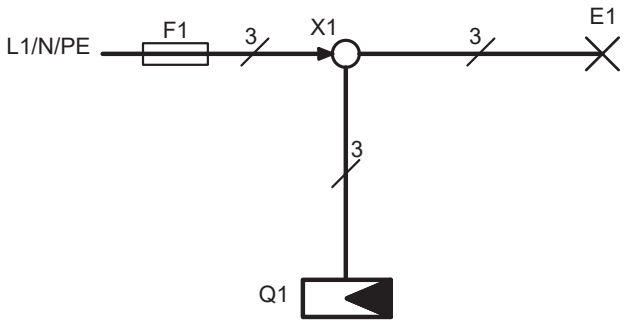
شکل ۱۷۹

نقشه مدار فتوسل

در تصاویر شکل‌های ۱۸۰ و ۱۸۱ به ترتیب نقشه حقیقی و نقشه فنی نشان داده شده است.



شکل ۱۸۰



شکل ۱۸۱ـ فتوسل

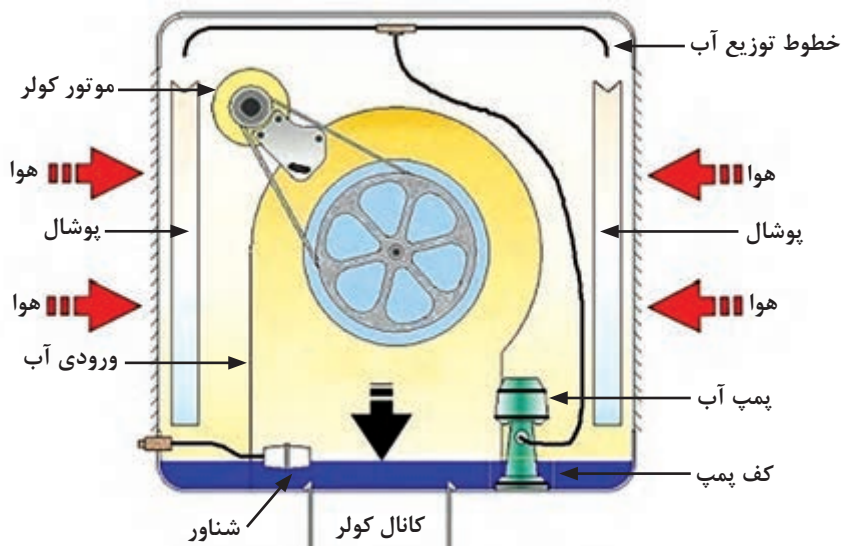
کولر آبی

کولر از جمله لوازم خانگی است که از آن برای خنک کردن هوای مکان موردنظر استفاده می‌شود. اساس کار کولر آبی بدین‌صورت است که با مرطوب‌کردن هوای خشک و همچنین دمیدن و جابه‌جایی هوا باعث خنک شدن هوا می‌شود. از کولرهای آبی در مناطق خشک و معتدل استفاده می‌شود. شکل ۱۸۲ تصویر یک کولر آبی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۸۲

کولر آبی دارای دو موتور است. یکی از موتورها برای پمپ‌کردن آب روی پوشال‌ها و از موتور دیگر که یک موتور دو سرعته است برای گرداندن فن و جابه‌جایی هوا و فرستادن هوای سرد به اتاق استفاده شده است.



شکل ۱۸۳

کلید کولر

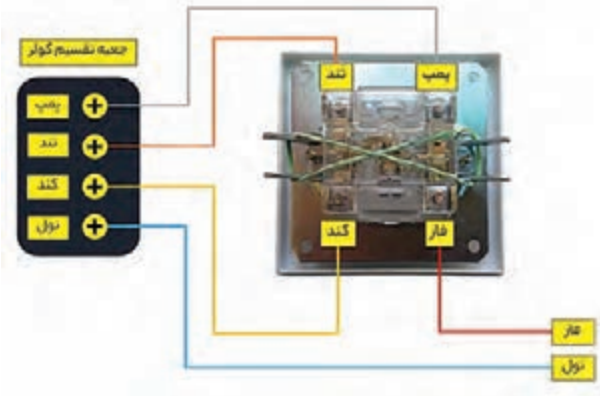
کلید کولر دارای سه شستی می‌باشد که هر کدام وظیفه‌ای بر عهده دارند.

- **کلید پمپ:** جهت راه‌اندازی و روشن شدن پمپ آب درون کولر و چرخش آب استفاده می‌شود.
- **کلید موتور:** از این کلید، جهت روشن کردن موتور کولر استفاده می‌شود.
- **کلید تند و کند:** برای گردش موتور فن با دور تند و کند از این کلید که نوعی کلید تبدیل است، استفاده می‌شود.

در شکل ۱۸۴ شکل ظاهری کلید یک نمونه کلید کولر و در شکل ۱۸۵ ساختمان داخلی و نحوه سیم‌کشی همان کلید را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۸۴ــ شکل ظاهری کلید کولر



شکل ۱۸۵ــ ساختمان داخلی و نحوه سیم‌کشی کلید کولر

در برخی کلیدهای کولر پس از وصل کلید چراغی در آن روشن می‌شود. در چنین کلیدهایی باید سیم نول هم به داخل کلید برده شود.

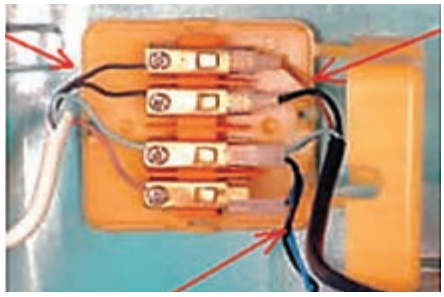
در قسمت پشت این کلیدها، چهار عدد پیچ به نام‌های تند، کند، پمپ و فاز وجود دارد. لذا وظیفه هر پیچ روی آن مشخص شده است. در برخی موارد از حروف انگلیسی، P برای پمپ (p = pump)، L برای فاز (L = line)، F برای دور تند (F = fast) و S برای دور کند (S = slow) استفاده شده است. مزیت این دسته از کلیدها این است که نیاز به سر سیم ندارند و همانند کلیدهای برق معمولی با پیچ متصل می‌شوند.

شکل ۱۸۶دریچه‌ای که سر سیم‌های موتور کولر خارج می‌شود (تخته کِلِم) را نشان می‌دهد.



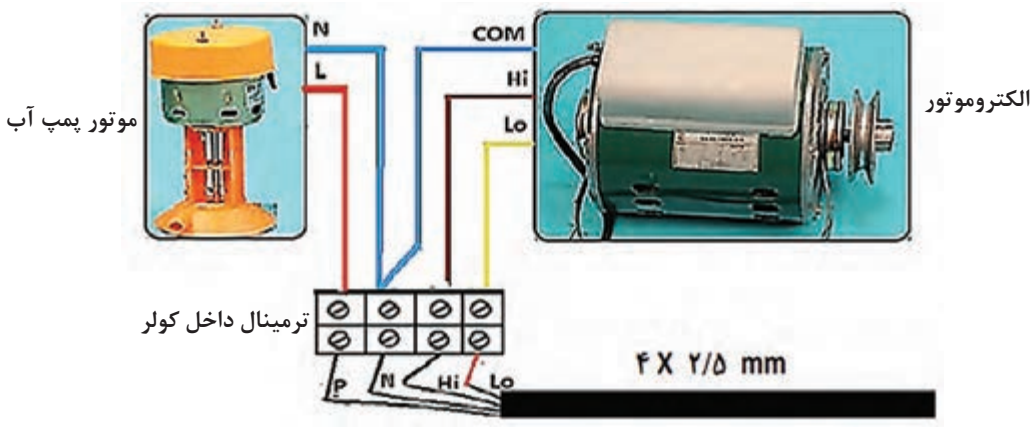
شکل ۱۸۶ـ (تخته کِلِم) موتور کولر

شکل ۱۸۷ تصویر جعبه تقسیم پلاستیکی را نشان می‌دهد که سر سیم‌های موتور اصلی و پمپ آب در داخل برده می‌شوند. این جعبه تقسیم که در داخل خود یک ترمینال دارد و در داخل بدنه فلزی کولر آبی بسته شده است.



شکل ۱۸۷

شکل ۱۸۸ تصویر ساده‌ای از تعداد سیم خارج شده از کولر را نشان می‌دهد که می‌بایست به کلید داخل ساختمان متصل شود.



شکل ۱۸۸

توجه

برای سیم‌کشی مدار کولر باید یک کابل ۴ رشته با سطح مقطع ۲/۵ میلی‌متر مربع از کلید داخل ساختمان به طرف کولر برده شود.

با نظارت مربی خود روی تابلوی گسترده و با استفاده از نقشه داده شده در کار عملی که مربوط به نقشه الکتریکی کلید کولر است، با رعایت نکات ایمنی و استانداردها موتور کولر و پمپ را راه‌اندازی کرده و عملکرد مدار را مورد آزمایش قرار دهید.

ایمنی

۱ هرگز کولری که سیم اتصال زمین آن وصل نشده است، مورد استفاده قرار ندهید زیرا خطر برق‌گرفتگی در آن وجود دارد (شکل ۱۸۹).



شکل ۱۸۹

۲ هرگز کابل چهاررشته‌ای دوتکه را مشابه شکل ۱۹۰ مورد استفاده قرار ندهید.



شکل ۱۹۰

۳ کابل چهاررشته‌ای را مشابه شکل ۱۹۱ گره نزنید زیرا سبب کاهش عمر مفید کابل و اتصال کوتاه رشته‌های کابل می‌شود.



شکل ۱۹۱

۴ برای عایق کردن سر سیم‌ها از عایق سرسیم استفاده کنید و از عایق کردن سرسیم‌ها با نوار چسب خودداری کنید (شکل ۱۹۲).



شکل ۱۹۲

۵ کلید کولر حتماً سر راه فاز قرار گیرد. هرگز سیم فاز را مستقیماً به ترمینال کولر اتصال ندهید زیرا خطرات برق‌گرفتگی به‌وجود می‌آید.

۶ هرگز سیم‌های رابط چند تکه را مشابه شکل ۱۹۳ برای برق‌رسانی پمپ آب کولر مورد استفاده قرار ندهید زیرا در اثر ریزش آب خالص املاح‌دار، خطر برق‌گرفتگی وجود دارد.

۷ برای عبور کابل چهار رشته به داخل کولر باید از گلند یا نگه‌دارندهٔ کابل استفاده شود. زیرا برخورد کابل به لبهٔ تیز سوراخ بدنهٔ کولر، سبب زخمی شدن عایق کابل و اتصال به بدنهٔ کولر و ایجاد اتصال کوتاه در رشته‌های کابل و خطر برق‌گرفتگی می‌شود.

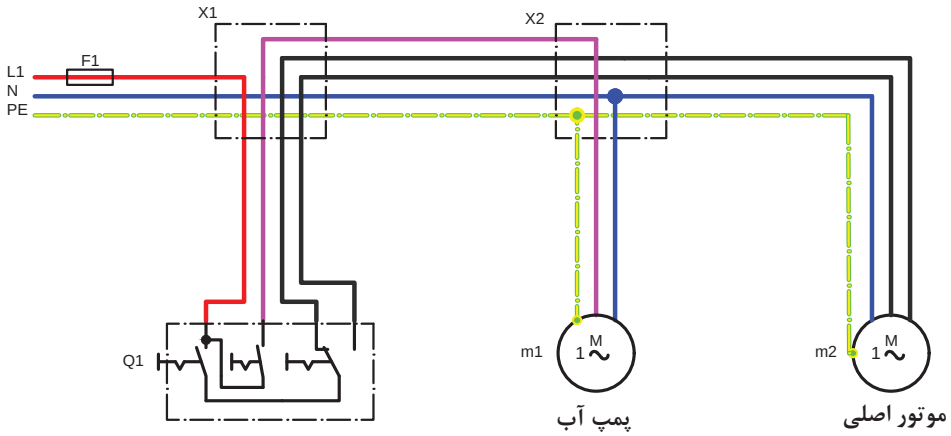


شکل ۱۹۳

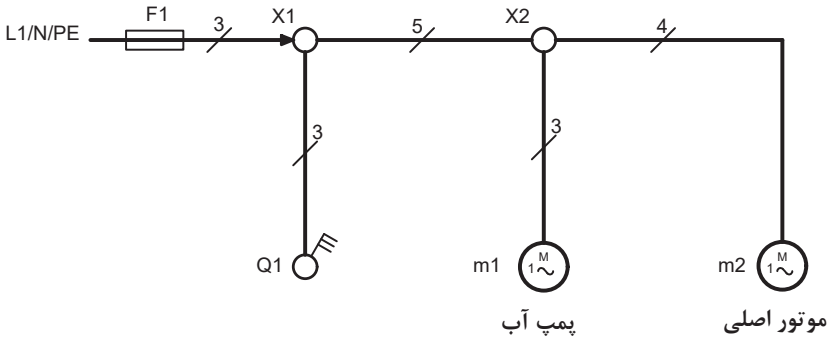
۸ هنگام سرویس کولر، فیوز مینیاتوری و کلید مخصوص آن را در وضعیت قطع قرار دهید تا از خطر برق‌گرفتگی در امان باشید.

نقشه مدار کولر آبی

در تصاویر شکل‌های ۱۹۴ و ۱۹۵، به ترتیب نقشه حقیقی و نقشه فنی نشان داده شده است.



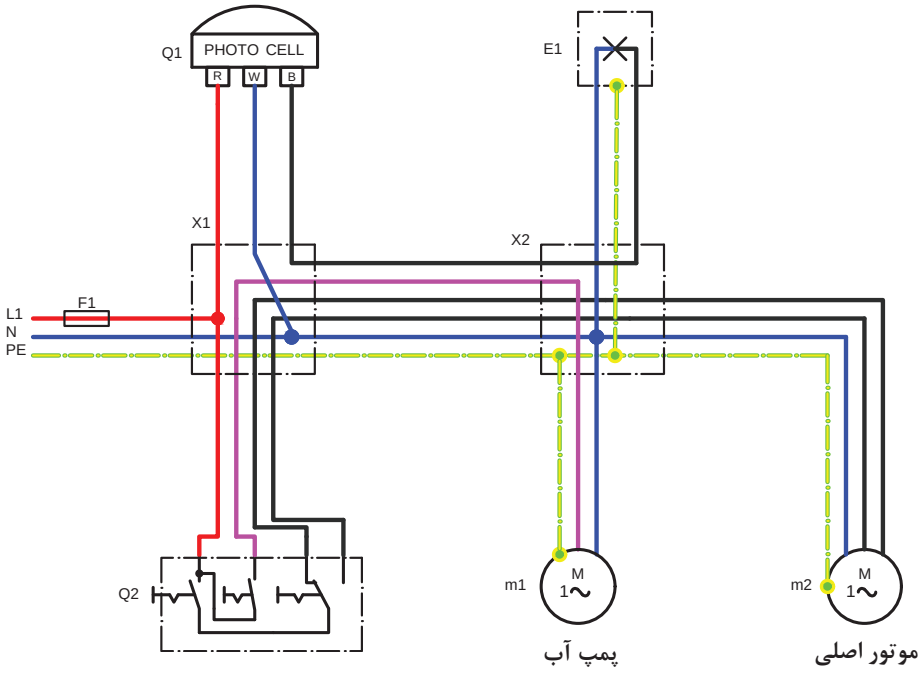
شکل ۱۹۴



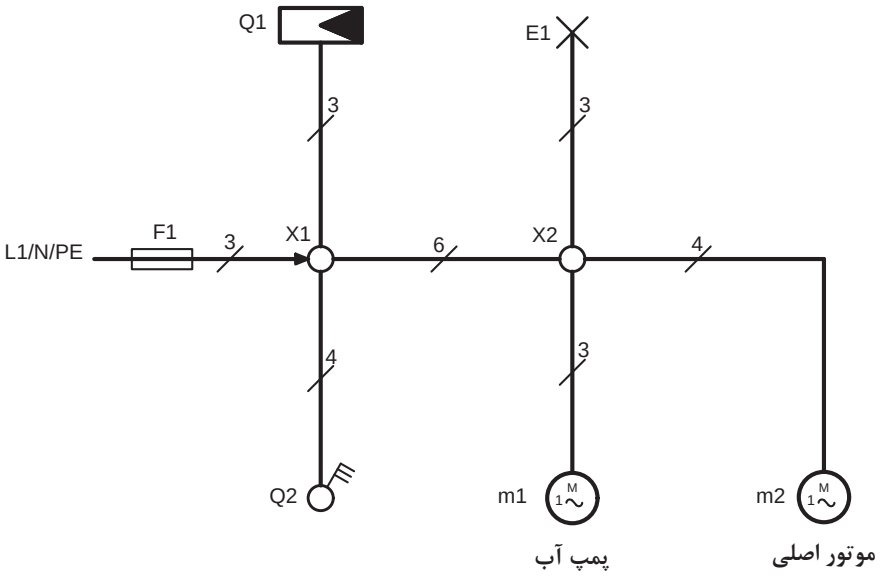
شکل ۱۹۵

نقشه کار عملی (مدار ترکیبی) (مدار فتوسل و مدار کولر آبی)

در تصاویر شکل‌های ۱۹۶ و ۱۹۷ به ترتیب نقشه حقیقی و نقشه فنی نشان داده شده است.



شکل ۱۹۶

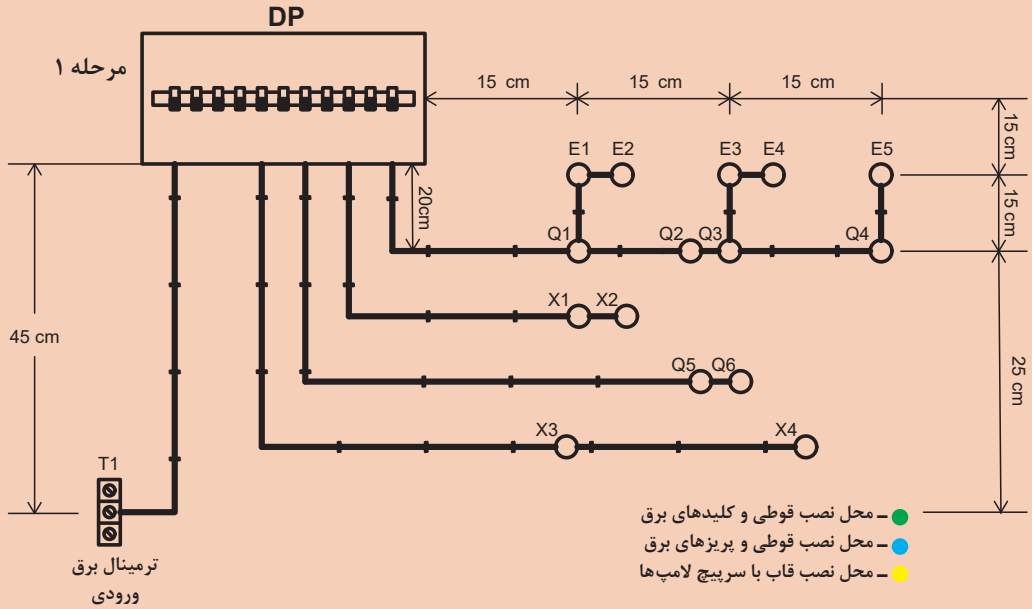


شکل ۱۹۷

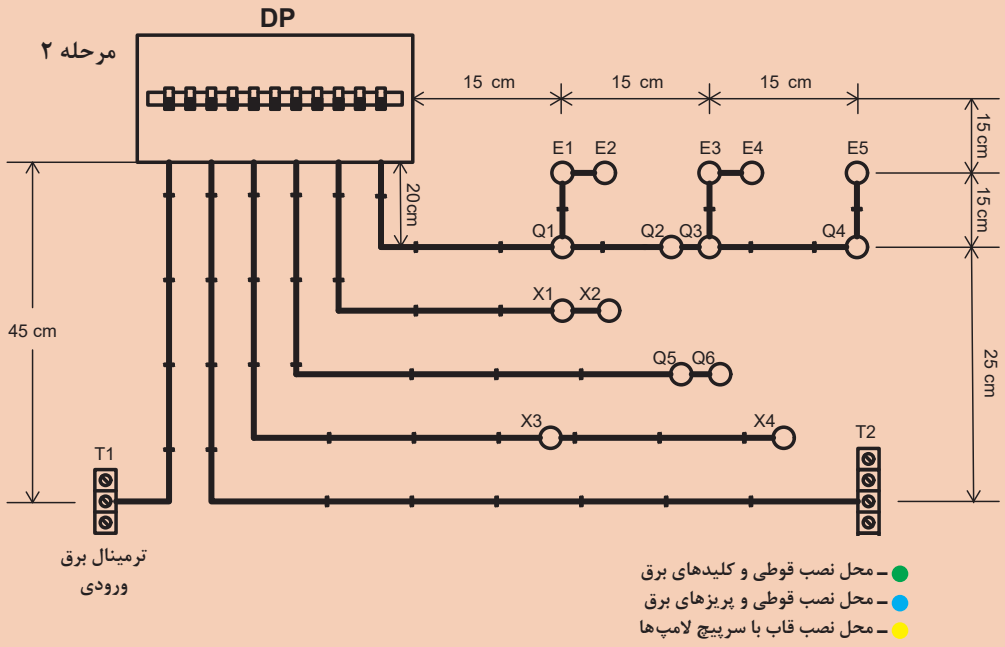
کار عملی ۸

هدف: نصب و سیم‌کشی مدار فتوسل و موتور کولر

مطابق تصاویر نشان داده شده در شکل‌های ۱۹۸ و ۱۹۹ لوله‌های PVC جدید موردنیاز را برش داده و سپس توسط بست لوله روی تابلو اضافه کنید.



شکل ۱۹۸



شکل ۱۹۹

مراحل اجرای سیم‌کشی مدار فتوسل و موتور کولر

۱ با توجه به جدول ۱۴ در موقعیت‌های مشخص شده تجهیزات نام برده شده را در نظر گرفته و نصب کنید.
۲ در تابلو DP برای مدار کولر یک فیوز ۱۰ آمپر نوع C نصب کنید.
۳ سیم فاز، نول و ارت ورودی تابلو را با سیم مقطع ۲/۵ میلی‌متر مربع و با رنگ‌های مشکی، آبی، سبز و زرد سیم‌کشی کنید.
۴ براساس نقشه حقیقی و راهنمایی‌های مربی خود اقدام به سیم‌کشی کنید.

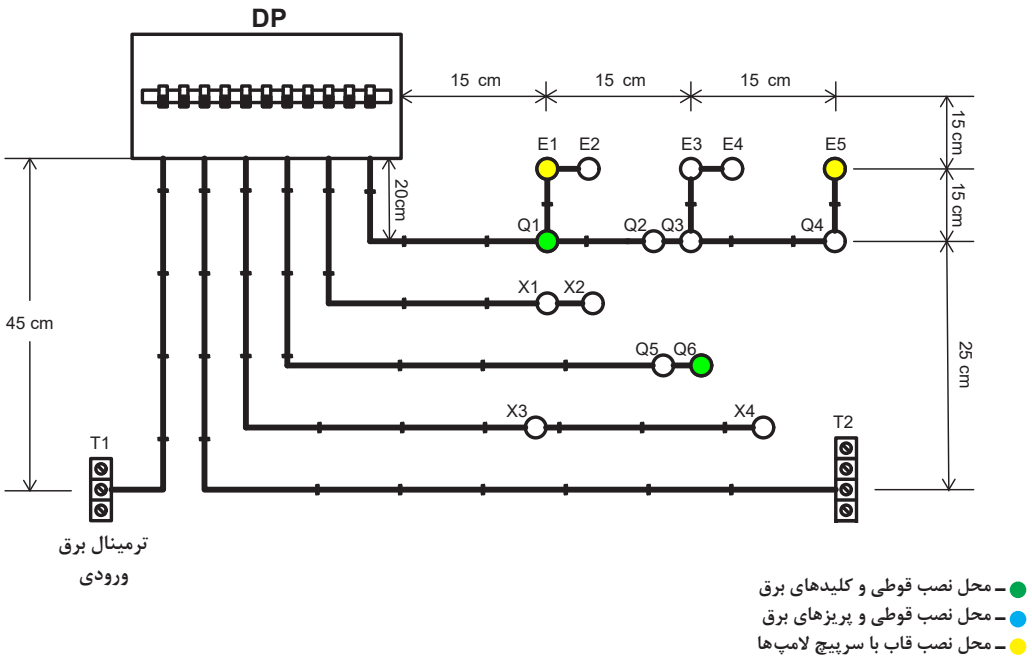
یادآوری

برای سیم‌کشی مدار کولر از سیم یا کابل با سطح مقطع ۲/۵ میلی‌متر مربع استفاده کنید.

۵ پس از پایان کار سیم‌کشی حتماً با حضور مربی خود مدار را آزمایش کنید.
۶ نقشه‌های حقیقی و فنی مدار فوق را در دفتر گزارش کار خود رسم کنید.
۷ برای اطلاع از برقدار بودن مدار از فازمتر استفاده کنید.

جدول ۱۴ـ معرفی قطعات

DP ـ تابلوی توزیع	T2 ـ ترمینال اتصال موتور کولر و پمپ آب
Q1 ـ محل نصب فتوسل	E3 ـ سرپیچ لامپ فتوسل
Q6 ـ محل نصب کلید کولر	E5 ـ سرپیچ لامپ فتوسل



شکل ۲۰۰

تمرین

با استفاده از یک کلید دوبل و یک کلید تبدیل نقشه حقیقی و نقشه فنی مدار راه‌اندازی موتور کولر و پمپ آب آن را رسم کنید.

نقشه حقیقی

نقشه فنی

آیفون تصویری

مقدمه

آیفون‌های تصویری سامانه‌های ارتباطی هستند که علاوه بر برقراری ارتباط صوتی بین فرد مراجعه‌کننده و افراد داخل ساختمان ارتباط تصویری نیز برقرار می‌کنند. در این روش تصویر فرد مراجعه‌کننده روی دستگاه نمایشگر (مانیتور) داخل ساختمان ظاهر می‌شود. در این سامانه‌ها در صورت درخواست می‌توان تصویر دریافت شده توسط نمایشگر را ثبت و ذخیره نمود. آیفون‌های تصویری در انواع سیاه و سفید و رنگی ساخته شده‌اند و اجزای اصلی مورد استفاده در آنها به شرح زیر است:

اجزای ظاهری آیفون تصویری

■ **صفحه اصلی جلوی در (پانل Panel):** این صفحه در قسمت بیرون و کنار درب ورودی نصب می‌شود. بر روی پانل امکانات مکالمه مانند شستی زنگ طبقات، بلندگو و میکروفون وجود دارد. علاوه بر این تجهیزات دوربینی نیز روی صفحه اصلی کار گذاشته شده است تا تصویر لازم را تهیه و به نمایشگر ارسال کند. بسته به نوع دوربین ممکن است تصویر ارسال شده به نمایشگر به‌صورت سیاه و سفید یا رنگی باشد.

همچنین بر روی صفحه و در کنار دوربین گیرنده‌های مادون قرمز برای دید بهتر در شب قرار می‌گیرند. منطقهٔ دید دوربین نیز با پیچ‌هایی که کنار دوربین قرار دارد قابل تنظیم است. در شکل ۲۰۱ تصویر چند نوع پانل را مشاهده می‌کنید.



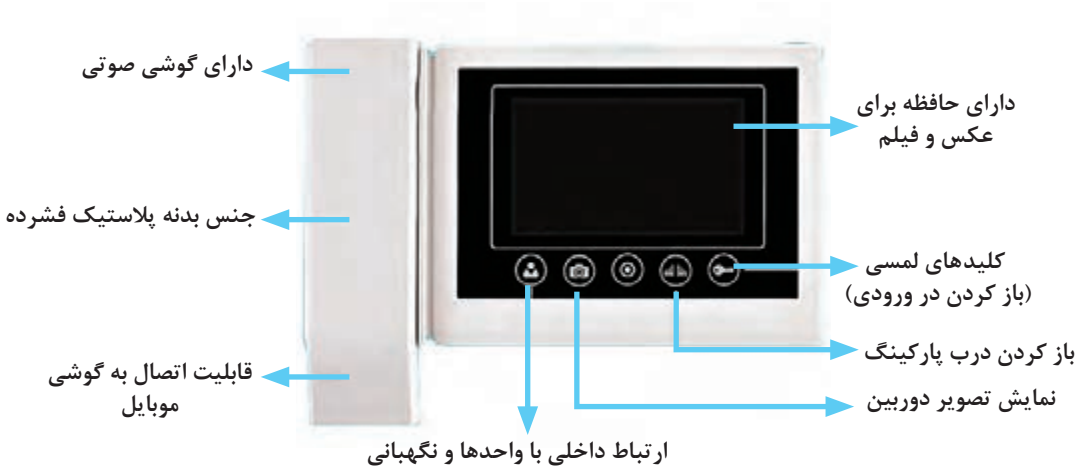
شکل ۲۰۱

■ **گوشی (مانیتور):** گوشی تصویر دریافت شده از دوربین صفحه اصلی جلوی درب را بسته به نوع دوربین به‌صورت رنگی یا سیاه و سفید دریافت و توسط لامپ تصویر یا صفحه LCD نمایش می‌دهد. سایر امکانات روی گوشی به صورت زیر است:

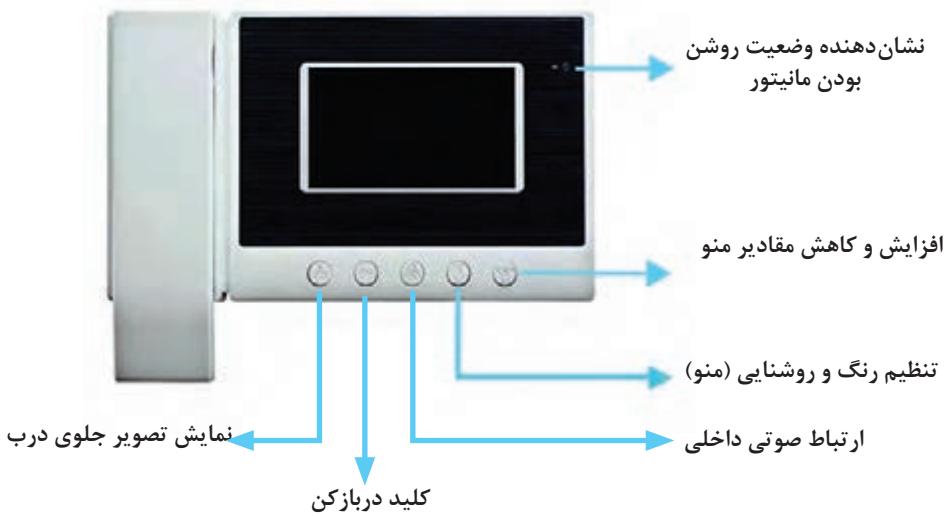
الف) شستی نمایش تصویر؛ با زدن این شستی بدون باز شدن درب و برداشتن گوشی می‌توان تصویر تحت پوشش بیرون را مشاهده کرد.

ب) شستی گوشی داخلی: با زدن این شستی می‌توان با محل دیگری در داخل ساختمان که گوشی داخلی در آن‌جا نصب است ارتباط صوتی برقرار کرد.

ج) شستی درباز کن: با زدن این شستی قفل الکتریکی در بازکن عمل می‌کند و در باز می‌شود.
کلیدهایی نیز جهت خاموش و روشن کردن دستگاه به منظور تنظیم نور صفحه نمایشگر و صدای گوشی در زیر یا بغل دستگاه قرار دارد. تغذیه گوشی نیز به‌طور مستقل از طریق برق ۲۲۰ ولت AC تأمین می‌شود. در شکل ۲۰۲ تصویر دو نوع گوشی را مشاهده می‌کنید.



(الف)



(ب)

شکل ۲۰۲

منبع تغذیه: منابع تغذیه آیفون تصویری دارای خروجی ۱۲ولت AC برای سامانه‌های یک طبقه و دارای خروجی ۱۲ولت AC و DC برای سامانه‌های بیش از یک طبقه است. این منبع تغذیه تفاوت خاصی در مقایسه با منابع تغذیه آیفون‌های معمولی ندارد در شکل ۲۰۳ دو نمونه از این منبع تغذیه‌ها را مشاهده می‌کنید.



(ب) (الف)

شکل ۲۰۳

قفل در باز کن: در آیفون‌ها دو نوع قفل در بازکن به کار می‌رود. در یک نوع آن از زنجیر استفاده می‌شودکه با بسته شدن در زنجیر کشیده شده و باعث فشرده شدن فنر داخل آن می‌شود. با زدن شستی دربازکن انرژی ذخیره شده فنر آزاد شده و در باز می‌شود. نوع دوم نیازی به زنجیر ندارد و با زدن شستی دربازکن و رسیدن جریانِ به سیم‌پیچ یک آهنربای الکتریکی زبانه قفل را به داخل می‌کشد و در را باز می‌کند. قفل‌های نوع دوم معمولاً با منبع تغذیه ۱۲ ولت DC یک آمپری تغذیه می‌شوند. تغذیه این قسمت نیز از طریق منبع تغذیه اصلی تأمین می‌شود درشکل ۲۰۴ تصویر ظاهری دو نوع در بازکن را مشاهده می‌کنید.



ب) دربازکن بدون زنجیر الف) در باز کن با زنجیر

شکل ۲۰۴

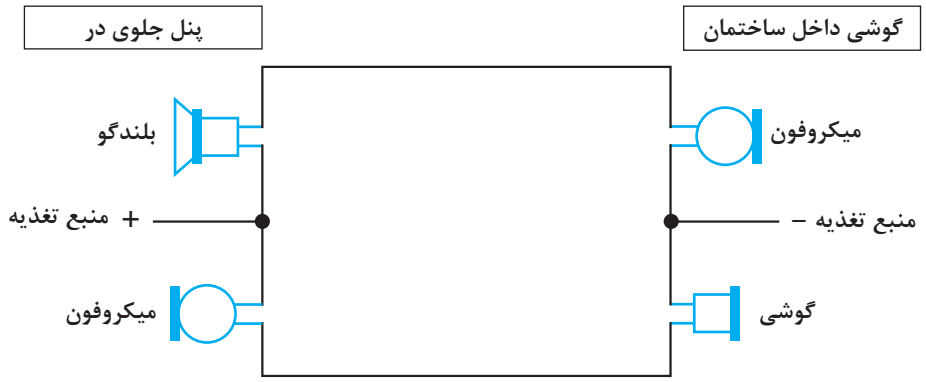
بررسی مدار الکتریکی آیفون تصویری

آیفون تصویری از نظر مدار الکتریکی از چهار بخش زیر تشکیل شده است که با آیفون‌های صوتی در سه بخش اول مشترک است و فقط بخش چهارم به آن اضافه می‌شود.

۱ بخش تغذیه (ترانس و منبع تغذیه)
۲ بخش صوتی (مدار مکالمه)
۳ بخش زنگ و درباز کن (مدار خبری)
۴ بخش تصویر

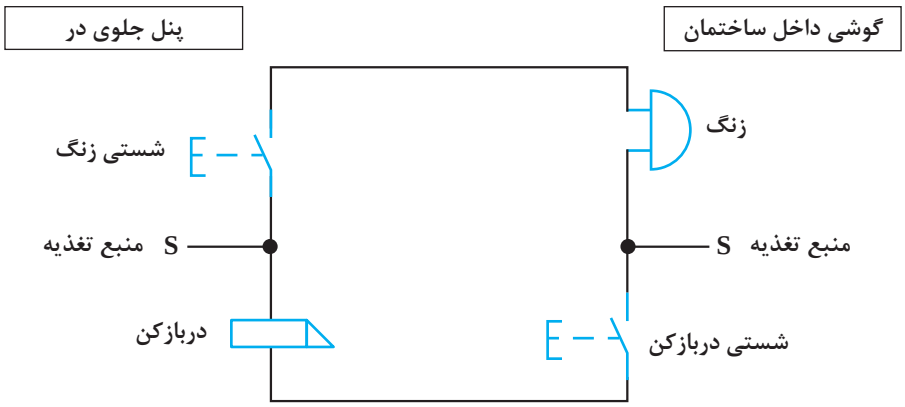
۱ **منبع تغذیه:** در این قسمت از یک ترانس کاهنده ولتاژ که با دو خروجی است مثلاً V(۲۲۰/۱۲) استفاده می‌شود. معمولاً یکی از خروجی‌ها با استفاده از مدار یکسوساز و یک خازن که در نقش صافی بکار می‌رود، ولتاژ متناوب (AC) به ولتاژ مستقیم (DC) تبدیل می‌شود.

۲ **پخش صوتی (مکالمه):** برای اینکه ارتباط بین دو سمت (پنل جلوی در و گوشی داخل ساختمان) برقرار شود لازم است تا وقتی از طریق میکروفون یک سمت (مثلاً داخل ساختمان) صحبت می‌شود در سمت دیگر (پنل جلوی در) شنیده شود. برای برقراری جریان مدار نیاز به یک ولتاژ dc است که از طریق منبع تغذیه تأمین می‌شود. شکل ۲۰۵ مدار الکتریکی بخش مکالمه آیفون‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۲۰۵ـ مدار مکالمه با ولتاژ DC

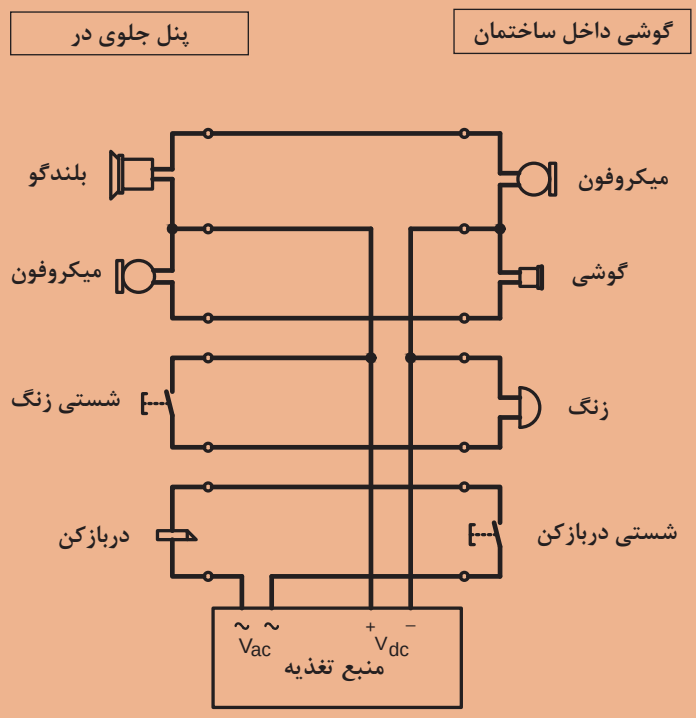
۳ **بخش خبری (زنگ و دربازکن):** در این قسمت هم برای اینکه ارتباط بین دو سمت (پنل جلوی در و گوشی داخل ساختمان) برقرار شود لازم است تا وقتی از یک سمت (مثلاً جلوی در شستی زنگ فشار داده شد در سمت (داخل ساختمان) صدای زنگ شنیده شود و با فشردن شستی در بازکن روی گوشی داخل ساختمان در باز شود. برای برقراری جریان مدار نیاز به یک ولتاژ AC است که از طریق ولتاژ متناوب منبع تغذیه تأمین می‌شود. شکل ۲۰۷ مدار الکتریکی بخش مکالمه آیفون‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۲۰۶ـ مدار خبری با ولتاژ AC

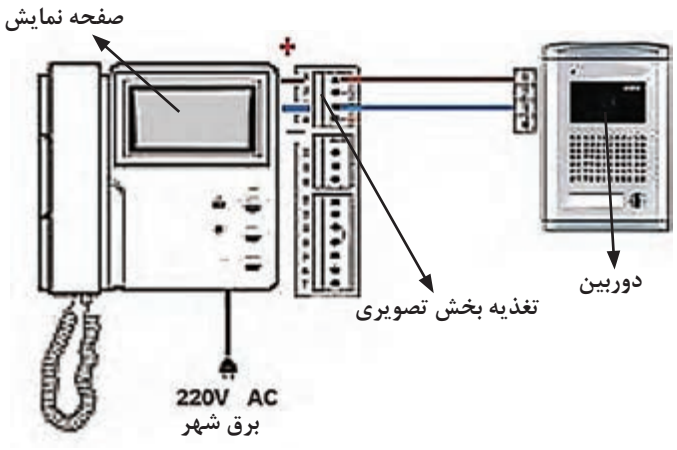
توجه

در آیفون‌های جدید ولتاژ مورد نیاز قسمت زنگ نیز از طریق بخش DC منابع تغذیه تأمین می‌شود و در نتیجه از تعداد سیم واسط بین پنل جلوی در و گوشی داخل ساختمان کم شده است.



شکل ۲۰۷

■ **بخش تصویری:** بخش تصویری آیفون نیز از یک صفحه نمایش که روی گوشی داخل ساختمان و یک دوربین که روی پنل جلوی در قرار دارد تشکیل شده است.
برای برقراری ارتباط تصویری مشابه بقیه قسمت‌ها نیز به یک ولتاژ است که از طریق قسمت **DC** منبع تغذیه تأمین می‌شود. شکل ۲۰۸ مدار الکتریکی بخش تصویری را نشان می‌دهد.



شکل ۲۰۸

نکته

در آیفون‌های امروزی با وصل دو شاخه گوشی داخل ساختمان به پریز برق، ولتاژ DC موردنیاز مدار از طریق مبدل AC به DC داخلی تأمین می‌شود و از منبع تغذیه که اغلب در نزدیکی در ورودی قرار می‌گیرد به عنوان مبدل کاهنده ولتاژ AC به Ac برای دربازکن استفاده می‌شود.

نتیجه‌گیری: از کنار هم قرار گرفتن هر چهار مدار توضیح داده شده مدار آیفون تصویری تکمیل خواهد شد.

توجه

در آیفون‌های دربازکن امروزی برای اینکه اتصال آیفون‌ها به شکل ساده‌تر و با تعداد رشته سیم کمتر انجام می‌شود شرکت‌های تولید کننده اولاً: با پیش‌بینی یک رشته سیم مشترک برای تغذیه بخش‌هایی که با ولتاژ **DC** کار می‌کنند و ثانیاً: با تعیین حروف یا شماره برای قسمت‌هایی که باید در مدار وصل شوند کار وصل و عیب‌یابی آیفون‌ها را آسان‌تر کرده‌اند.

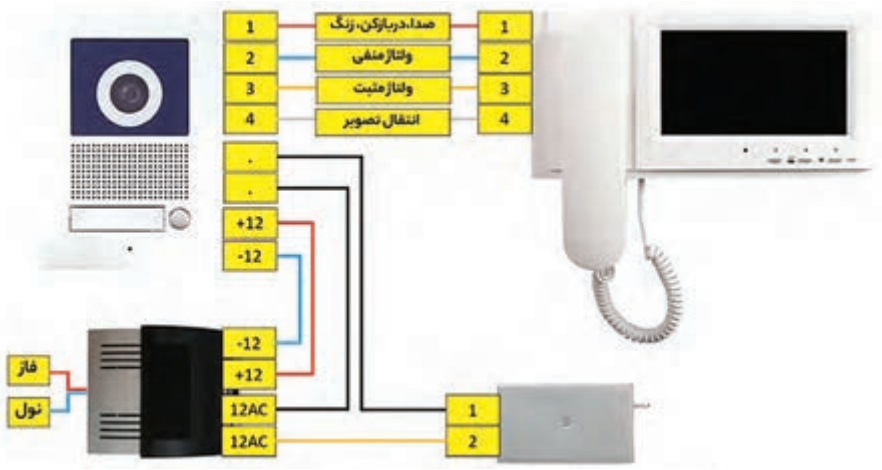
توجه

در ادامه با نقشه سیم‌کشی پنج مدل آیفون تصویری که از طرف مصرف‌کنندگان بیشتر مورد استفاده قرار گرفته‌اند و در داخل کشور هم تولید می‌شوند آشنا خواهید شد. ضروری است هنرجویان عزیز اجزای حداقل دو مدل مختلف را در هنرستان بررسی کرده و سیم‌کشی آن دو مدل را روی تابلو انجام دهند.

۱ نقشه سیم‌کشی آیفون تصویری (مدل اول)

در نصب این مدل آیفون تصویری چه برای یک واحد و چه برای چند واحد فقط از ۴ رشته سیم استفاده می‌شود. این مدل یک استاندارد برای بیشتر برندهای آیفون تصویری ایرانی است که ترتیب رنگ‌بندی سیم‌ها در آنها نیز از این آیفون تصویری الگو گرفته شده است.

سیم‌بندی آیفون تصویری ۱ واحدی (مدل اول)



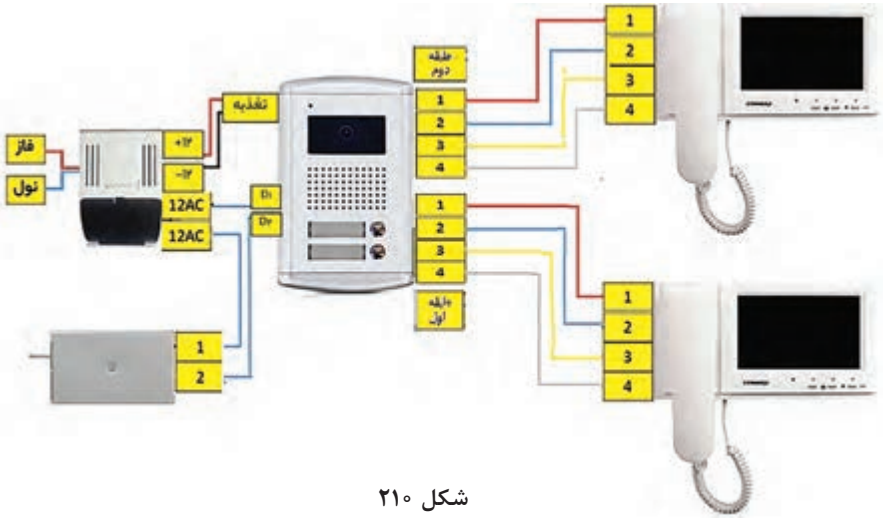
شکل ۲۰۹

رنگ‌بندی سیم‌ها در آیفون تصویری مدل اول به شرح زیر است.

- **سیم قرمز:** برای انتقال صدا
- **سیم آبی:** برای انتقال جریان (منفی −)
- **سیم زرد:** برای انتقال جریان (مثبت +)
- **سیم سفید:** برای انتقال تصویر

برای تعداد واحدهای زیاد نیز از همان ۴ سیم استفاده می‌کند و حتی نیازی به تقسیم‌کننده (سوئیچر) خارجی ندارد چون از سوئیچر داخلی مانیتورها استفاده می‌کند.

سیم‌بندی آیفون تصویری ۲ واحدی (مدل اول)



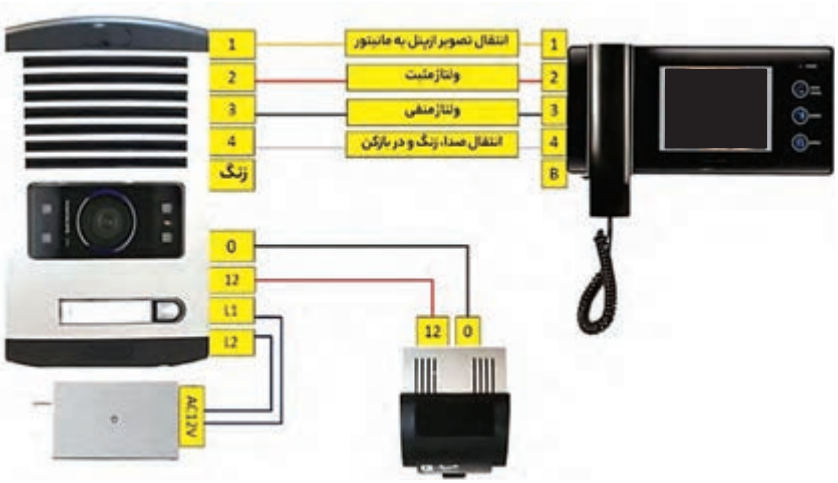
شکل ۲۱۰

۲ نقشه سیم‌کشی آیفون تصویری (مدل دوم)

رنگ‌بندی سیم‌ها در این مدل آیفون تصویری به‌شرح زیر است.

- **سیم زرد:** وظیفه‌اش انتقال تصویر
- **سیم قرمز:** وظیفه‌اش انتقال جریان (مثبت+)
- **سیم مشکی:** وظیفه‌اش انتقال جریان (منفی -)
- **سیم طوسی:** وظیفه‌اش انتقال صدا
- **سیم سبز:** وظیفه‌اش انتقال زنگ

سیم‌بندی آیفون تصویری ۱ واحدی (مدل دوم)



شکل ۲۱۱

در شکل ۲۱۱ نقشه سیم‌کشی آیفون تصویری یک واحد شکل ۲۱۲ نقشه سیم‌کشی آیفون تصویری دو واحدی این مدل نشان داده شده است.

سیم‌بندی آیفون تصویری ۲ واحدی (مدل دوم)



شکل ۲۱۲

۳ نقشه سیم‌کشی آیفون تصویری (مدل سوم)

در آیفون تصویری مدل سوم برای ارتباط بین پنل خارجی و مانیتور داخلی ساختمان به ۴ رشته سیم اصلی به اضافه یک رشته سیم زنگ نیاز است. در سیم‌کشی این نوع آیفون یک رشته سیم زنگ به ازای هر واحد اضافه می‌شود.

مثلاً در یک آیفون ۲ واحدی شش رشته سیم (۴ رشته سیم اصلی + ۲ رشته زنگ) و در یک آیفون ۳ واحدی هفت رشته سیم (۴ رشته سیم اصلی + ۳ رشته زنگ) نیاز است. در انتخاب تعداد رشته سیم کابل موردنیاز به این نکته می‌بایست توجه خاص داشت (کابل چند زوج باشد).

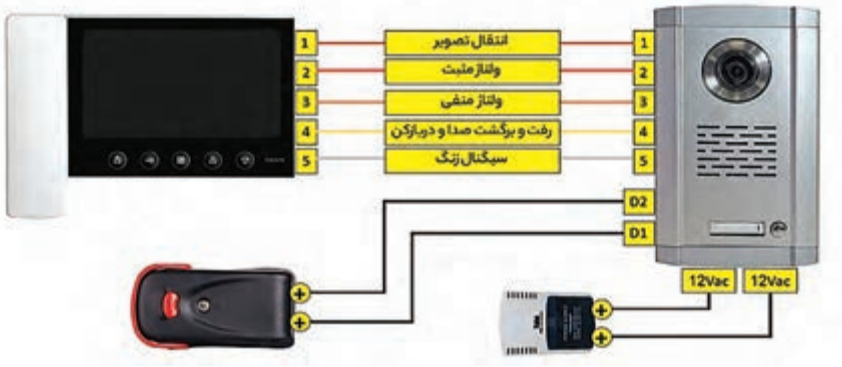
رنگ‌بندی سیم‌ها در آیفون تصویری مدل سوم به شرح زیر است.

- **سیم قهوه‌ای:** انتقال تصویر از پنل به مانیتور
- **سیم قرمز:** ولتاژ مثبت از مانیتور به سمت پنل
- **سیم نارنجی:** ولتاژ منفی از مانیتور به سمت پنل
- **سیم زرد:** رفت و برگشت صدا + درباز کن
- **سیم سفید:** مربوط به زنگ است.

توجه

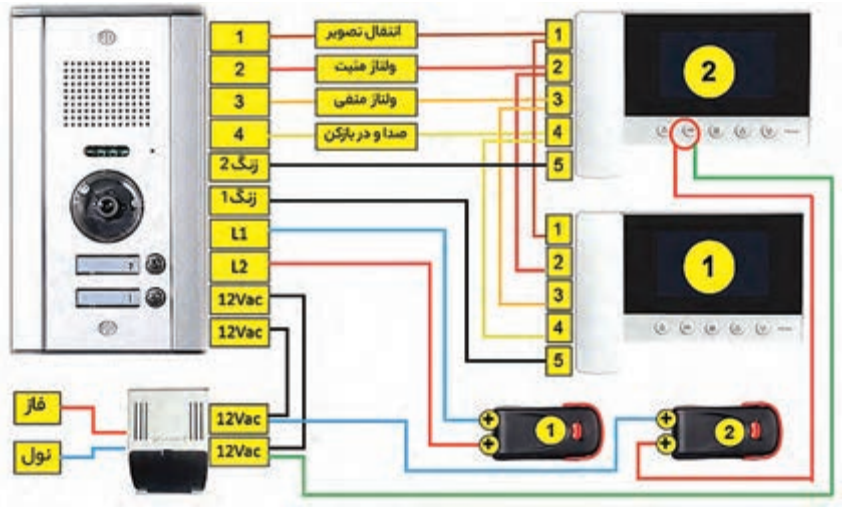
به ازای هر واحد، یک رشته سیم سفید خواهیم داشت.

سیم‌بندی آیفون تصویری ۱ واحدی (مدل سوم)



شکل ۲۱۳

کنترل دو درب به وسیله یک آیفون تصویری یا صوتی به‌صورت مجزا یا هم‌زمان



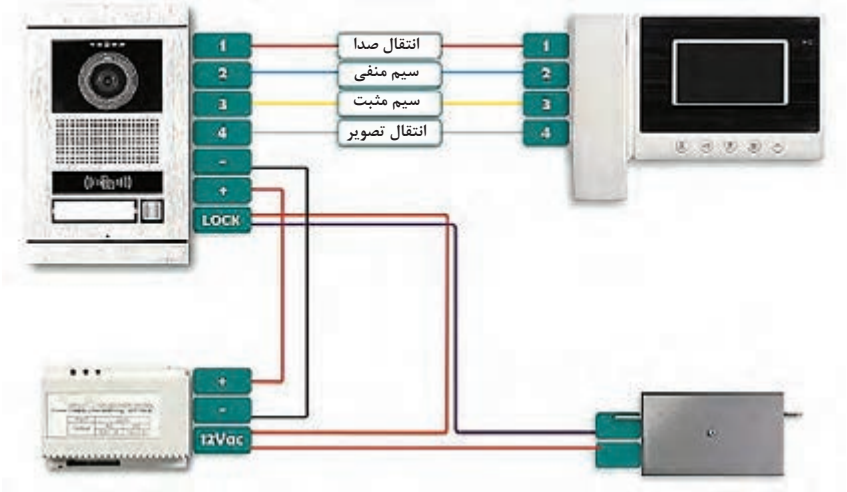
شکل ۲۱۴

۴ نقشه سیم‌کشی آیفون تصویری (مدل چهارم)

نحوه سیم‌کشی آیفون تصویری تک‌واحدی مدل چهارم با مدل‌های دو یا چند طبقه فرق دارد زیرا در سیم‌کشی مدل یک طبقه سوئیچر (تقسیم‌کننده) داخلی وجود ندارد.

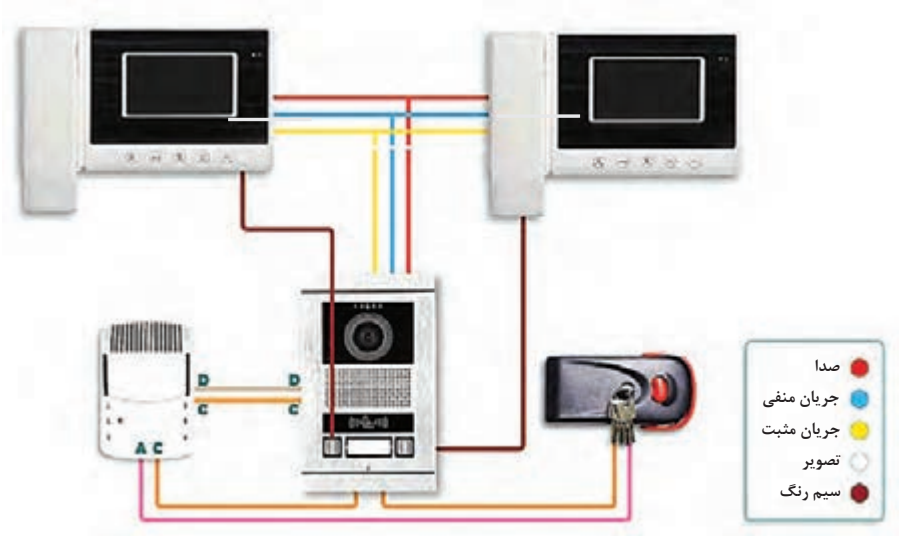
در پنل آیفون تصویری تک‌واحدی، دو ترمینال مثبت و منفی و دو ترمینال برای LOCK وجود دارد که قسمت مثبت پنل را باید به قسمت مثبت ترانس و قسمت منفی آن را به قسمت منفی ترانس وصل کنید. سپس باید یک رشته سیم از یک ترمینال LOCK به ۱۲ ولت AC ترانس و ترمینال دیگر آن به درب بازکن متصل شود. این مدل دارای چهار رشته سیم اصلی به رنگ‌های قرمز، آبی، زرد و سفید است. در تصویر ۲۱۵ مشخص شده است که هر یک از آنها چه کاری را انجام می‌دهند. این چهار رشته سیم در پنل جلوی در و گوشی داخل ساختمان به ترمینال‌های مشابه هم (شماره ۱ تا ۴) متصل می‌شوند. در پایان هم باید یک رشته سیم از ۱۲ ولت **AC** به‌طور مستقیم به درب باز کن متصل شود.

سیم‌بندی آیفون تصویری ۱ واحدی (مدل چهارم)



شکل ۲۱۵

سیم‌بندی آیفون تصویری ۲ واحدی (مدل چهارم) با سوئیچ داخل مانیتور



شکل ۲۱۶

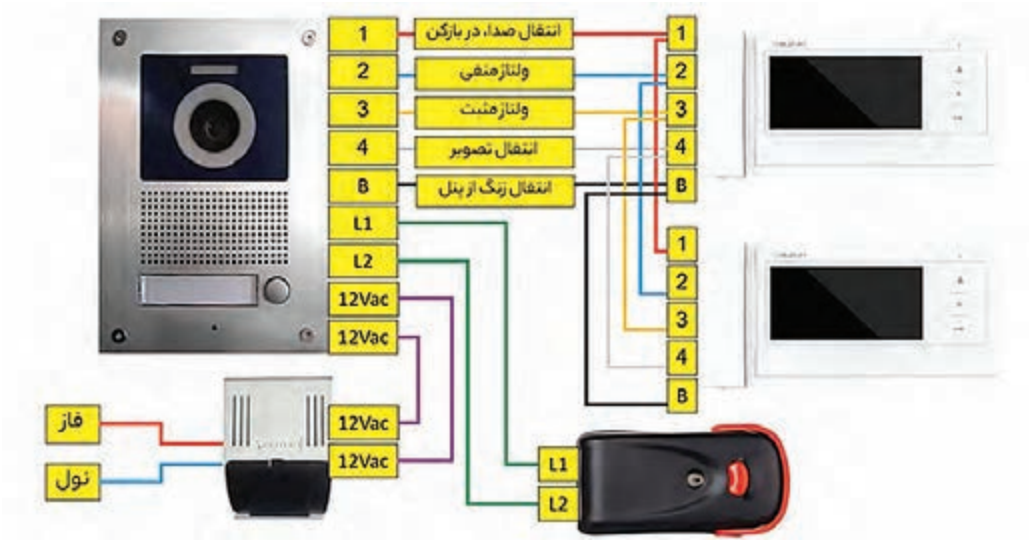
۵ نقشه سیم‌کشی آیفون تصویری (مدل پنجم)

در شکل‌های ۲۱۷ و ۲۱۸ نقشه سیم‌کشی آیفون تصویری یک واحد و دو واحدی آیفون تصویری مدل پنجم را مشاهده می‌کنید.

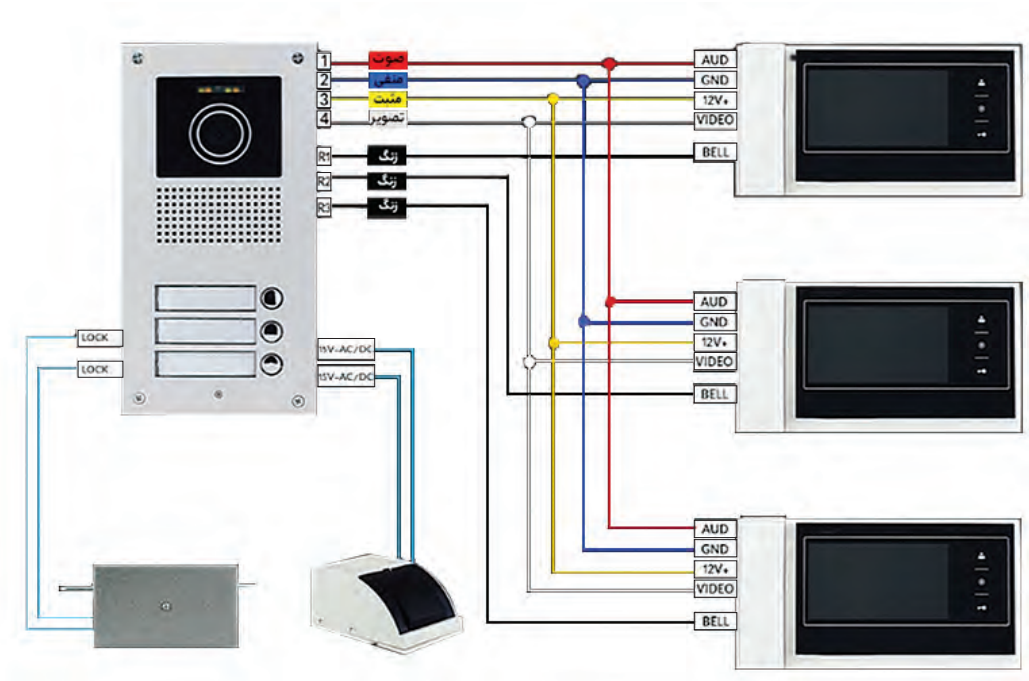
توجه

برای سیم‌کشی آیفون تصویری یک ساختمان دو واحدی کافیست در نقشه داده شده برای دوبلکس سیم زنگ طبقه دوم که با حرف **B** نشان داده می‌شود را به شستی زنگ طبقه دوم وصل کنیم.

سیم‌بندی آیفون تصویری ۱ واحدی دوبلکس (مدل پنجم)



شکل ۲۱۷



شکل ۲۱۸

قابل توجه هنرآموزان محترم
برای اینکه هنرجویان با نحوه سیم‌کشی آیفون‌های مختلف آشنا شوند پیشنهاد می‌شود در برنامه کاری برای اتصال حداقل دو نوع گوناگون از آیفون‌هایی که نقشه‌های آن در پودمان آموزش داده شده اقدام نمایید.

کار عملی

هدف: نصب و سیم‌کشی مدار آیفون تصویری دو مدل مختلف

مراحل اجرای سیم‌کشی مدار آیفون تصویری

۱ با توجه به جدول ۱۵ در موقعیت‌های مشخص شده تجهیزات نام برده شده را درنظر گرفته و نصب کنید.
۲ در تابلوی DP از فیوز ۱۰ آمپر مدارهای روشنایی برای مدار تغذیه ترانس آیفون انشعاب گرفته شود.
۳ سیم فاز، نول و ارت ورودی تابلو را با سیم مقطع ۲/۵ میلی‌متر مربع و با رنگ‌های مشکی، آبی، سبز و زرد سیم‌کشی کنید.
۴ براساس نقشه حقیقی و راهنمایی‌های مربی خود اقدام به سیم‌کشی کنید.

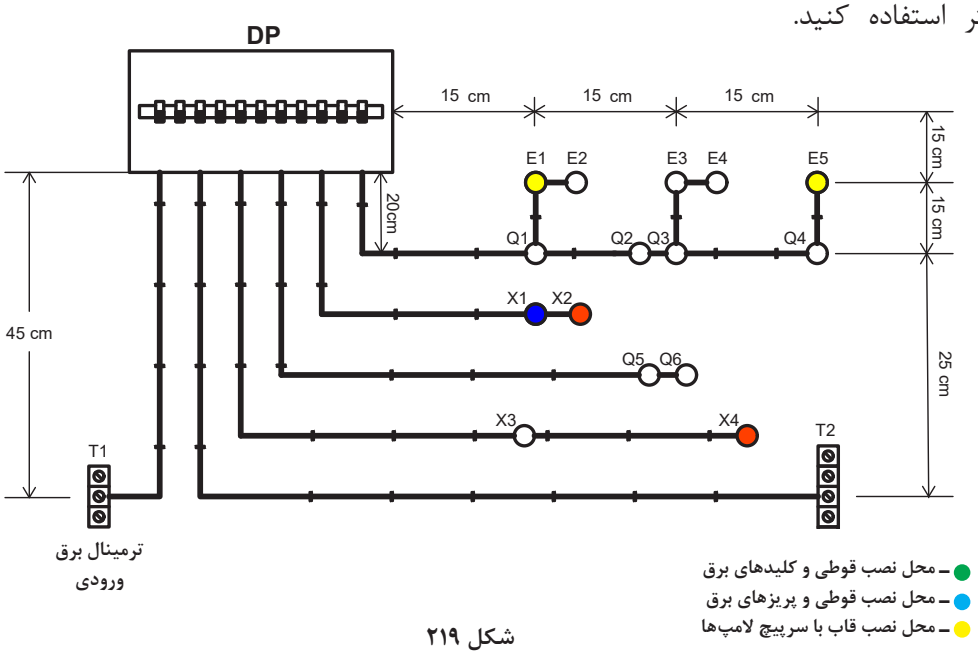
یادآوری

برای سیم‌کشی مدار پریز برق از سیم با سطح مقطع ۲/۵ میلی‌متر مربع و برای مدار آیفون از کابل ۵ زوج استفاده شود.

۵ پس از پایان کار سیم‌کشی حتماً با حضور مربی خود مدار را آزمایش کنید.
۶ نقشه‌های حقیقی و فنی مدار فوق را در دفتر گزارش کار خود رسم کنید.
۷ برای اطلاع از برقدار بودن مدار از فازمتر استفاده کنید.

جدول ۱۵ــ معرفی قطعات

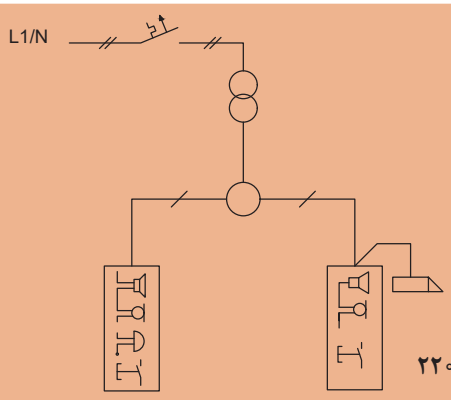
DP ـ تابلوی توزیع	X1 ـ پریز برق
E1 ـ محل نصب پنل جلوی در	X2 ـ محل نصب ترانس
E5 ـ محل نصب گوشی داخل ساختمان	X4 ـ محل نصب دربازکن



شکل ۲۱۹

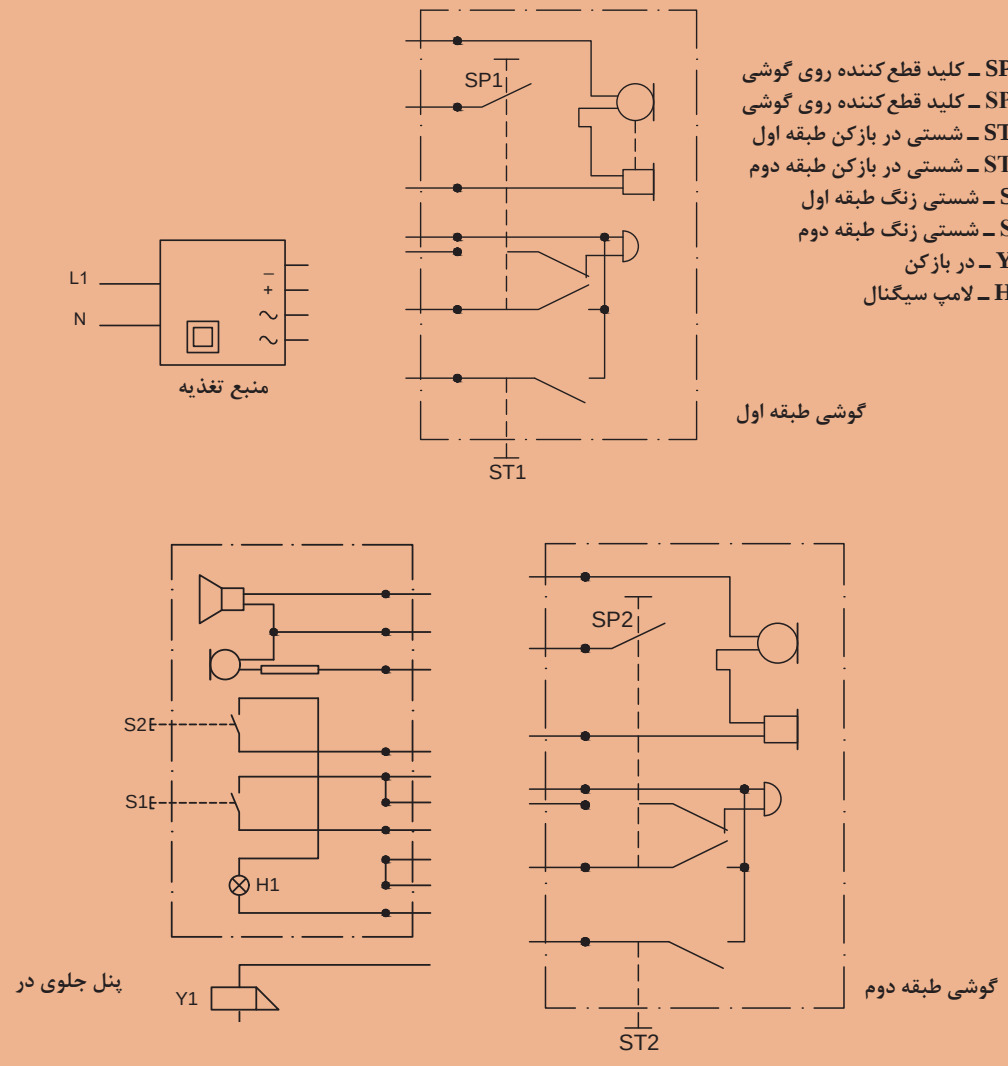
تمرین

۱ اولاً تعداد سیم را روی شمای فنی شکل ۲۲۰ مشخص کنید و ثانیاً، شمای حقیقی آن را در دفتر گزارش کار خود رسم کنید.



شکل ۲۲۰

۲ نقشه یک نمونه آیفون صوتی دو طبقه نشان داده شده در شکل ۲۲۱ را تکمیل کنید.



SP1 ـ کلید قطع کننده روی گوشی
SP2 ـ کلید قطع کننده روی گوشی
ST1 ـ شستی در بازکن طبقه اول
ST2 ـ شستی در بازکن طبقه دوم
S1 ـ شستی زنگ طبقه اول
S2 ـ شستی زنگ طبقه دوم
Y1 ـ در بازکن
H1 ـ لامپ سیگنال

شکل ۲۲۱

استاندارد ارزشیابی پیشرفت تحصیلی مبتنی بر شایستگی درس طراحی و ساخت مدارهای چاپی
پودمان دوم واحد یادگیری ۲

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی/ شایستگی/ (واحدهای یادگیری)	استاندارد عملکرد	نتایج مورد انتظار	شاخص تحقق
پودمان ۲: سیم‌کشی ساختمان	واحد یادگیری ۲: سیم‌کشی مدارهای روشنایی ساختمان	اجرای مدارهای روشنایی (تک‌پل و دوپل و تبدیل، تایمر، فتوسل، کلید کولر، آیفون تصویر و ...) با رعایت نقشهٔ فنی، و با اتصال صحیح کلیدها و تقسیم‌بندی بارها	بالاتر از حد انتظار	علاوه بر تحقق شاخص‌های در حد انتظار، انجام کلیه فعالیت‌های پودمان (مانند تحقیق کنید، فکر کنید، پژوهش کنید، جستجوکنید، بحث گروهی)
			درحد انتظار	۱ـ انواع سیم‌ها را با رعایت رنگ‌بندی استاندارد (فاز: قرمز/ قهوه‌ای، نول: آبی، زمین: سبز/زرد.) در نقشه مدارهای روشنایی و سیم‌کشی شناسایی و در اتصالات به کار ببرند. ۲ـ نصب انواع کلیدها و پریزهای توکار با اتصال صحیح سیم‌های مشترک ـ اتصال کامل، محکم و عایق شده هادی سیم به سرسیم، کابلشو با رعایت تناسب سایز، جنس و ابزار مناسب (به‌طوری که از گرمایش، جرقه یا برق گرفتگی جلوگیری شود) ۳ـ سیم‌کشی مدار الکتریکی کلیدها و پریزهای به کار رفته در مدارهای روشنایی ـ اجرای مدار مطابق نقشه (مسیرگذاری سیم‌ها در داکت) ۴ـ نصب و سیم کشی تجهیزات الکتریکی (فتوسل ـ دیمر ـ کلید کولرـ و آیفون تصویری) ۵ـ تست نهایی سیم‌کشی و عملکرد هر یک از تجهیزات الکتریکی (مدارهای روشنایی و فتوسل ـ دیمر ـ کلید کولر ـ آیفون تصویری) با آوامتر برای اطمینان از عدم اتصال کوتاه ـ محکم‌کردن پیچ‌های terminals بدون آسیب به عایق‌سیم
			پایین‌تر از حد انتظار	در صورتی‌که هنرجو همه شاخص‌های درحد انتظار را محقق نسازد، پایین‌تر از حد انتظار ارزشیابی می‌شود.
	لازم است تا کیفیت فرایند کسب شایستگی در طول زمان آموزش پودمان براساس انجام فعالیت‌های کلاسی و عملی، نظم، مشارکت در فعالیت‌های آموزشی و تربیتی، ابتکار در تکالیف عملکرد درسی و... درنظر گرفته شود.			
	شایستگی پودمان (بالاتر از حد انتظار، در حد انتظار، پایین‌تر از حد انتظار)			

شایستگی‌های غیرفنی و عمومی (ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی)

شاخص‌ها	ضریب کیفیت عملکرد	شایستگی عملکرد هنرجو
مدیریت کیفیت ـ جمع‌آوری و گرد آوری اطلاعات ـ رعایت زبان فنی ـ رعایت ارگونومی ـ کنترل مخاطرات احتمالی و حفاظت از تجهیزات کارگاه ـ ایجاد محتوای الکترونیک ـ صرفه‌جویی ـ طراحی خلاقانه پوسته گرافیکی و گرافیک متحرک ـ رعایت انضباط فردی و کلاسی ـ پوشش مناسب ـ احترام به استاد و هم‌کلاسی‌ها ـ حضور به موقع در کارگاه	۲	

شایستگی عملکرد هنرجو در واحد یادگیری	شایستگی‌های غیرفنی و عمومی			شایستگی‌های فنی		
	بالاتر از حد انتظار	در حد انتظار	کمتر از حد انتظار	بالاتر از حد انتظار	در حد انتظار	کمتر از حد انتظار

شایستگی عملکرد هنرجو از میانگین سطوح شایستگی کسب شده در مراحل کاری هر واحد یادگیری مشخص می‌شود. به شرط آنکه:

۱ سطح شایستگی هنرجو در هیچ مرحله‌ای کمتر از حد انتظار نباشد.

۲ هنرجو در شایستگی‌های غیرفنی و عمومی، شایستگی در حدانتظار یا بالاتر از حد انتظار را کسب کرده باشد.

توجه:

۱ اگر حتی در یک مرحله کاری شایستگی کمتر از حد انتظار کسب شود ، منجر به عدم کسب شایستگی واحد یادگیری می شود.

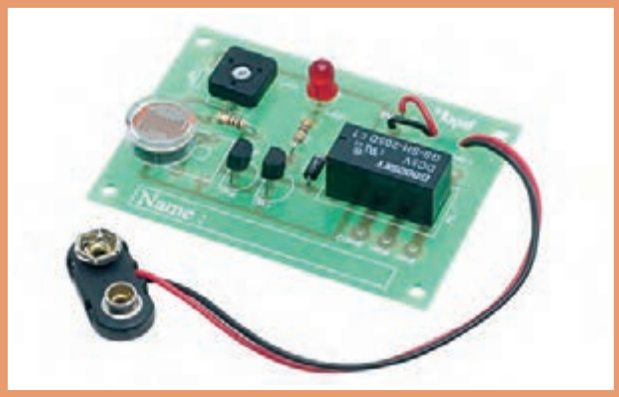
۲ اگر میانگین سطوح شایستگی ۲/۵ یا بیشتر باشد ، سطح شایستگی بالاتر از حد انتظار خواهد بود.

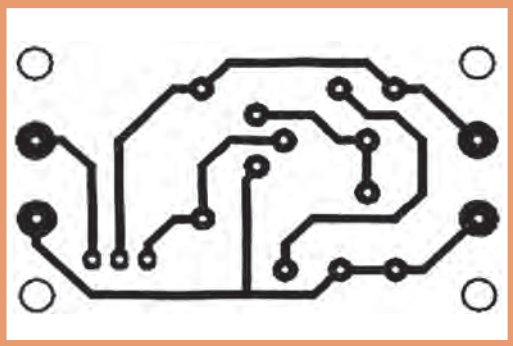
۳ با توجه به اینکه شایستگی‌های عمومی و غیرفنی از شرایط لازم برای کسب شایستگی می‌باشد؛ لذا در صورتی که شایستگی فنی را احراز کرده باشد اما در شایستگی غیرفنی و عمومی، سطح در حد انتظار کسب نشده باشد، به معنی عدم احراز شایستگی در واحد یادگیری است.

پودمان ۳

طراحی و شبیه‌سازی مدار چاپی







برای تولید، نظارت و کنترل کیفیت محصولات الکترونیکی ترسیم نقشه‌های الکترونیکی بسیار اهمیت دارد. نقشه‌های الکترونیکی شامل بلوک دیاگرام، نقشه فنی و طرح مدار چاپی است که براساس قوانین و استاندارد بین‌المللی برق و الکترونیک با دست یا نرم‌افزار ترسیم می‌شوند. ساخت مدارهای الکترونیکی دستگاه‌های مختلف با تهیه فیبر مدار چاپی امکان‌پذیر است. با آماده شدن فیبر، قطعات الکترونیکی با آرایش خاصی روی فیبر نصب (مونتاژ) می‌شوند. ارتباط الکتریکی این قطعات با خطوط مسی برقرار می‌شود. چگونگی چیدمان قطعات برروی فیبر مدار چاپی مهم است، زیرا چیدمان صحیح سبب صرفه‌جویی در هزینه‌های ساخت و تولید مدارها در دستگاه‌های الکترونیکی می‌شود. توجه داشته باشید وجود یک یا چند برد الکترونیکی در یک دستگاه مانند سیستم ارتباطی تصویری، سبب می‌شود فرمان‌های لازم برای عملکرد آن دستگاه شکل گیرد.

واحد یادگیری ۱
شایستگی طراحی دستی نقشه مدار چاپی

آیا تا به حال فکر کرده‌اید

- برای ساخت دستگاه‌های الکترونیکی از چه نقشه‌هایی استفاده می‌شود؟
- نصب قطعات الکترونیک و اتصال آن در دستگاه‌ها چگونه است؟
- چگونه تهیه فیبر مدار چاپی با نرم‌افزارسرعت تولید محصولات را افزایش می‌دهد؟
- روش‌های انتقال طرح مدار چاپی به فیبر چگونه اجرا می‌شود؟
- نصب (مونتاژ) قطعات بر روی برد مدار الکترونیکی چگونه و با چه ترتیبی به اجرا در می‌آید؟

قطعات الکترونیکی در کلیه دستگاه‌های مختلف روی برد مدار چاپی مونتاژ می‌شوند. بردهای مدار چاپی را به صورت یک لایه و چند لایه می‌سازند. وجود این ساختار سبب کوچک شدن ابعاد دستگاه‌های الکتریکی و الکترونیکی و افزایش کیفیت عملکرد آنها می‌شود.

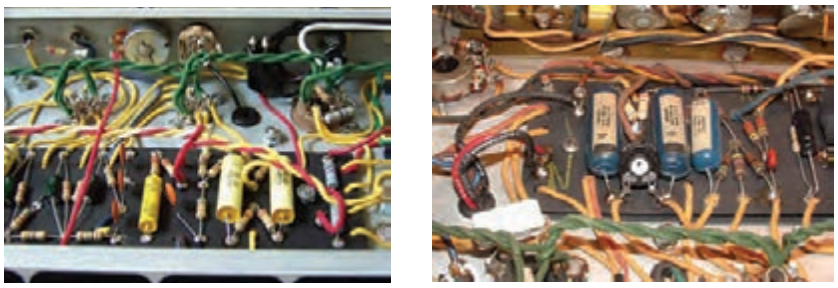
در این واحد یادگیری، ابتدا نقشه فنی مدارهای الکترونیکی را توسط نرم‌افزار ترسیم و شبیه‌سازی می‌کنید و صحت عملکرد آن را مورد تأیید قرار می‌دهید. سپس نقشه فنی را با استفاده از دست و نرم‌افزار به مدار چاپی تبدیل می‌نمایید. در تمام مراحل اجرای کار عملی رعایت نکات ایمنی و بهداشتی، توجه به سایر مهارت‌های غیرفنی مانند کار گروهی، رعایت نظم و ترتیب، مدیریت منابع، کاربرد فناوری و توجه به نکات زیست‌محیطی مهم و ضروری است، باید در تمام مراحل مورد توجه قرار گیرد و به‌طور دقیق به اجرا درآید.

استاندارد عملکرد

طراحی نقشه مدار چاپی تک‌لایه به‌صورت دستی با رعایت اصول ترسیم فنی، فاصله‌گذاری استاندارد بین مسیرها و پدها و نشانه‌گذاری صحیح قطعات.

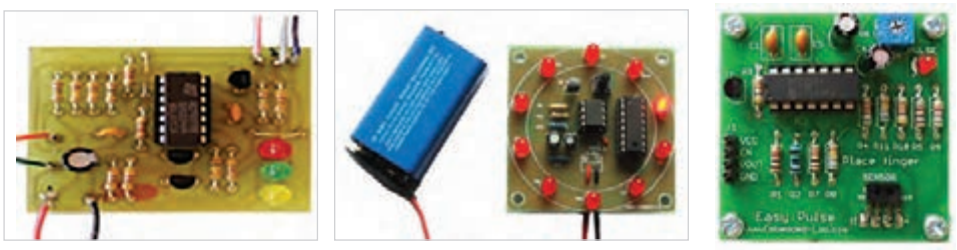
اصول تهیه طراحی مدار چاپی

در گذشته برای ساختن یک مدار الکترونیکی ابتدا نقشه مدار را روی فیبر مخصوص قرار می‌دادند، سپس جای پایه‌های المان‌های الکترونیکی را با سیم اتصال می‌دادند. این روش مطابق (شکل ۱) جای زیادی اشغال می‌کرد.



شکل ۱ـ نصب قطعات الکترونیکی در دستگاه‌های قدیمی

امروزه به علت پیشرفت علم الکترونیک و پیچیده‌تر شدن مدارهای الکترونیکی این طریقه سیم‌کشی نمی‌تواند کاربردی داشته باشد، لذا به جای آن از مدار چاپی شکل ۲ استفاده می‌شود.



شکل ۲ـ نصب قطعات الکترونیکی برروی فیبر مدارچاپی

برای ساختن یک دستگاه الکترونیکی، ابتدا باید با چگونگی عملکرد قسمت‌های مختلف دستگاه آشنا شویم. از این‌رو لازم است که قطعات الکتریکی و الکترونیکی مورد نیاز هر قسمت را شناسایی کنیم و نحوه ارتباط الکتریکی آنها را مشخص نمائیم. برای این منظور از نقشه بلوک دیاگرام و نقشه فنی استفاده می‌کنیم. با توجه به پیشرفت فناوری، امروزه انواع نقشه‌های مدارهای الکترونیکی را با رایانه تهیه می‌کنند.

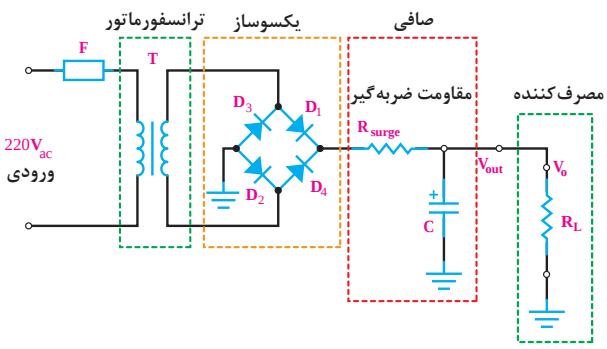
ترسیم نقشه‌های بلوکی (Block Diagram)

معمولاً برای نمایش عملکرد قسمت‌های مختلف مدار یک سیستم الکترونیکی از بلوک دیاگرام استفاده می‌کنند. در این فرایند مشخصات فنی و نام هر مدار را در داخل مستطیل یا بلوک مخصوص می‌نویسند و ورودی‌ها و خروجی‌های هر بلوک را مشخص می‌کنند. در (شکل ۳) بلوک دیاگرام یک منبع تغذیه ساده رسم شده است.

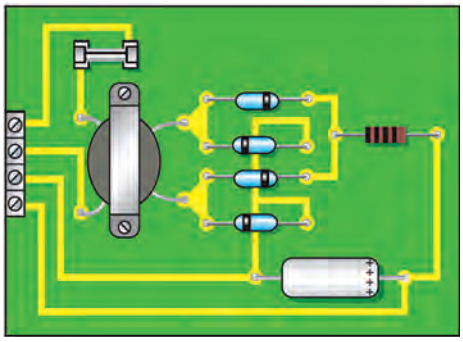


شکل ۳ـ بلوک دیاگرام یک منبع تغذیه ساده

شکل ۴ نقشه فنی الکترونیکی منبع تغذیه ساده را در ارتباط با بلوک دیاگرام شکل۳ نشان می‌دهد. در شکل۵ منبع تغذیه در اندازه واقعی روی فیبر مدار چاپی نشان داده شده است. در این نقشه، ورودی و خروجی مدار به ترمینالی در سمت چپ نقشه وصل شده است.



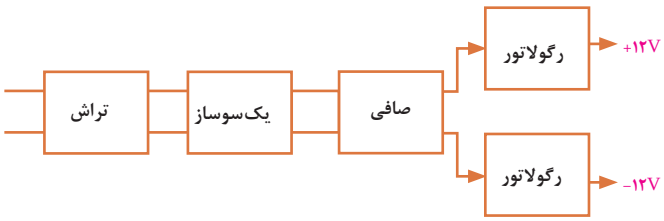
شکل۴ـ نقشهٔ مدار الکترونیکی یک منبع تغذیه ساده



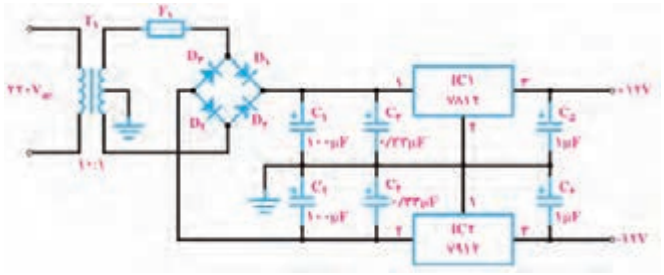
شکل ۵ـ نقشهٔ مدار چاپی و جای قطعات در اندازه واقعی

کارگروهی

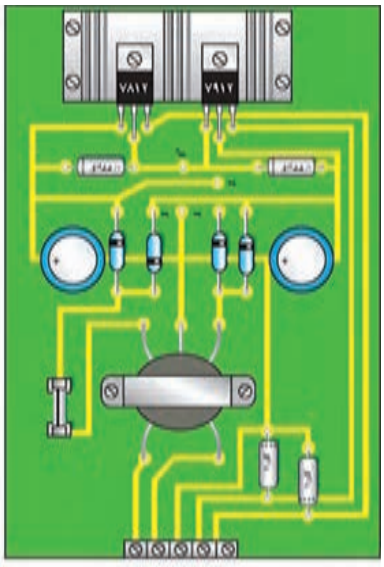
ابتدا بلوک دیاگرام شکل۶ را با نقشه فنی شکل۷ مطابقت دهید و بلوک‌ها را روی نقشه با خط‌چین رسم کنید. سپس در شکل۸ تلاش کنید ارتباط نقشه مدار چاپی را با نقشه فنی بیابید. نتیجه را به کلاس ارائه دهید.



شکل ۶ـ نمای بلوکی یک منبع تغذیه دوبل



شکل ۷ـ نقشهٔ الکترونیکی یک منبع تغذیهٔ دوبل



شکل ۸ـ برد مدار چاپی و جای قطعات در اندازه واقعی

ترسیم نقشه فنی مدارهای الکترونیکی

در مباحث گذشته درباره چگونگی ترسیم نقشه‌های فنی الکترونیکی صحبت کردیم. معمولاً در نقشه‌های استاندارد لازم است عناصر مدار با اندازه و مقیاس مناسب رسم شوند. همچنین باید قواعد و قراردادهای مربوط به آن نیز رعایت گردد. برخی از مهم‌ترین قراردادها برای ترسیم نقشه استاندارد الکترونیکی به شرح زیر است:

۱ ترسیم کلی مدارها باید از سمت چپ به سمت راست صورت گیرد.

۲ ورودی‌ها در سمت چپ صفحه و خروجی‌ها در سمت راست صفحه درنظرگرفته شود.

۳ متناسب با مراحل کار و عملکرد مدار باید عناصرو قطعات به ترتیب و به دنبال هم رسم شود.

۴ مقادیر ولتاژهای بیش‌تر در بالای صفحه و مقادیر ولتاژهای کم‌تر در پایین صفحه قرار گیرند. مثلاً مقادیر ولتاژهای مربوط به یک مدار ترانزیستوری به صورت ۱۲V+ در بالای صفحه و علامت زمین به صورت ⏚ در پایین صفحه مشخص شود.

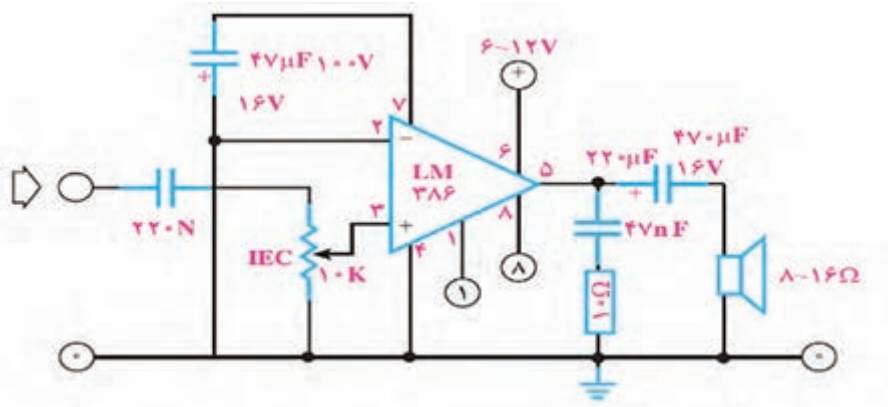
۵ مدارهایی که در نقشه موجودند ولی قسمت اصلی مدار را تشکیل نمی‌دهند مانند منبع تغذیه باید در نیمه پایینی صفحه رسم شوند.

۶ خطوط اتصال بین اجزای مدار باید به‌طور دقیق و کامل کشیده شود.

۷ تا آنجایی که مقدور است خطوط اتصال به صورت قائم (۹۰°) یکدیگر را قطع کنند.

۸ وقتی که خطوط یکدیگر را قطع می‌کنند و نقاط برخورد به یکدیگر وصل می‌شوند، باید براساس استاندارد IEC محل اتصال با یک نقطه توپُر مشخص شود.

در (شکل۹) ویژگی‌های کلی ترسیم یک نقشه الکترونیکی تا حدودی رعایت شده است.



شکل۹ـ نقشه مدار تقویت‌کننده صوت

کار عملی۱

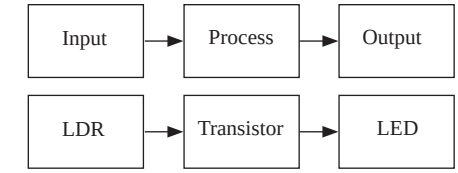
ترسیم نقشه بلوک دیاگرام و نقشه فنی

هدف: مهارت در نقشه‌خوانی و ترسیم نقشه بلوک دیاگرام و نقشه فنی مدارهای الکترونیکی

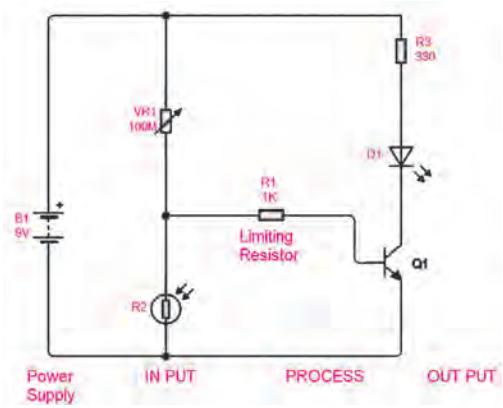
مواد، ابزار و تجهیزات: مداد، پاک‌کن، کاغذ، نقشه فنی مدار

مراحل اجرای کار

در شکل ۱۰ بلوک دیاگرام و نقشه فنی کنترل روشنایی با حسگر LDR ترسیم شده است. بلوک دیاگرام و نقشه فنی مدار را با رعایت استاندارد و قواعد مربوطه با مقیاس مناسب روی کاغذ میلی‌متری ترسیم کنید.



شکل الف) بلوک دیاگرام کنترل روشنایی



ب) نقشه فنی الکترونیکی کنترل روشنایی

شکل ۱۰ـ نقشه بلوک دیاگرام و فنی کنترل روشنایی

طراحی مدار چاپی با دست: در مدارهای چاپی یک لایه عناصر در یک‌طرف فیبر مدارهای چاپی قرار می‌گیرند. ارتباط بین قطعات به‌وسیله لایه نازک مسی که در طرف دیگر فیبر وجود دارد برقرار می‌شود. استفاده از مدار چاپی، حجم مدار را کوچک می‌کند، ضمن اینکه می‌توانیم ضخامت و فواصل خطوط عبور جریان را با توجه به میزان جریان و خازن پراکنده ترسیم کنیم. به‌طورکلی مزایای مدار چاپی در مقایسه با مدارهای سیم‌کشی به شرح زیر است:

- مانع شلوغی اتصالات و سیم‌کشی‌ها می‌شود.
- ابعاد مدارهای ساخته شده کوچک‌ترمی‌شود.
- در زمان تعمیردستگاه، دنبال کردن مسیرهای ارتباطی به سهولت انجام می‌شود.
- مونتاژ مدار سریع‌تر و آسان‌تر و مقرون به صرفه‌تر است.
- تولید دستگاه‌های الکترونیکی در شمارگان بالا آسان‌تر است.

مزایای فوق سبب شده است که تمام کارخانه‌های تولیدکننده لوازم الکترونیکی از مدار چاپی استفاده کنند.

بحث گروهی

درباره مزایای مدارچاپی با هم گروهی خود بحث کنید و نتیجه را جمع‌بندی نمایید.

استاندارد طراحی مدار چاپی: تبدیل یک نقشه الکترونیکی به نقشه مدار چاپی باید طبق استانداردهای موجود صورت پذیرد. مدار چاپی باید با رعایت فواصل پایه‌ها، حجم و اندازه حقیقی قطعات طراحی شود. همچنین موارد صفحه بعد نیز باید به اجرا درآید.

- طرح مدار چاپی به‌گونه‌ای باشد که ورودی‌های مدار در یک سمت و خروجی‌ها در سمت دیگر قرار گیرند.
- قطعات حرارتی مانند مقاومت‌ها و ترانزیستورهای پر وات نباید در کنار قطعات حساس به حرارت (مانند دیودها و ترانزیستورهای کوچک) قرار گیرد.
- قطعات به‌گونه‌ای در کنار هم چیده شوند که هنگام تعمیر به‌راحتی بتوان آنها را تعویض کرد.
- در فرایند طراحی باید برای محل قرار گرفتن قطعاتی مانند رادیاتور که در نقشه الکترونیکی دیده نمی‌شوند، جای پیچ درنظر گرفته شود.
- پهنای خطوط باید متناسب با جریان عبوری و نیز مقاومت آن درحد قابل قبول باشد.

بحث گروهی

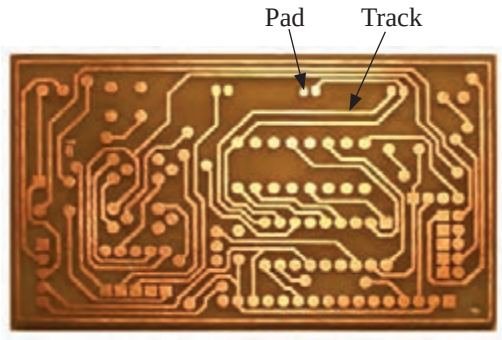
درباره استانداردهای مدارچاپی با هم گروهی خود بحث کنید و نتیجه را جمع‌بندی نمایید.

برخی اصطلاحات در طراحی مدار چاپی:

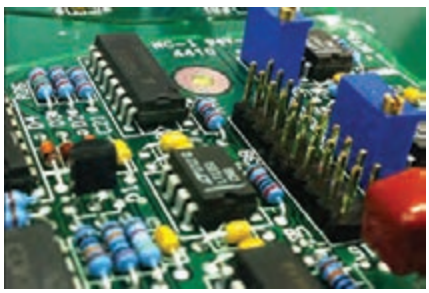
در طراحی مدار چاپی اصطلاحاتی وجود دارد که به اختصار به شرح برخی از آنها می‌پردازیم.

- **بُرد مدار چاپی (PCB = Printed Circuit Board)**: روی این برد قطعات الکترونیکی قرار گرفته و به‌هم متصل می‌شوند. گاهی به‌جای PCB از PWB (Printed Wiring Board) به مفهوم بُرد سیم‌کشی مدار چاپی هم استفاده می‌کنند. البته PCB به بُرد مدار چاپی مونتاژ نشده اشاره دارد. شکل ۱۱ این برد را نشان می‌دهد.

- **برد مدار چاپی مونتاژ شده (PCBA = PCB Assembly)**: برد مدار چاپی که قطعات روی آن مونتاژ شده‌اند PCBA نام دارد. شکل ۱۲ این برد را نشان می‌دهد.

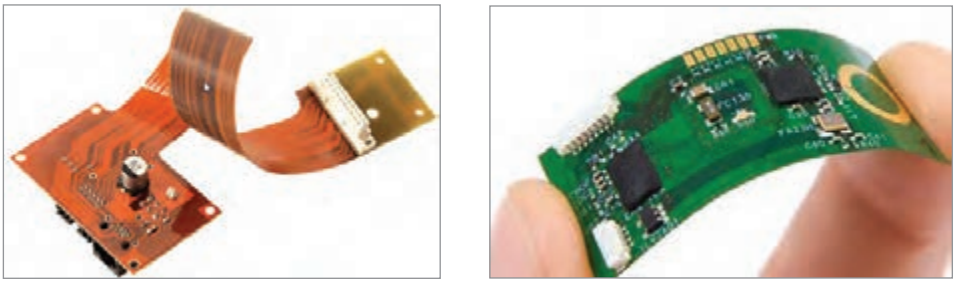


شکل ۱۱ـ PCB



شکل ۱۲ ـ PCBA

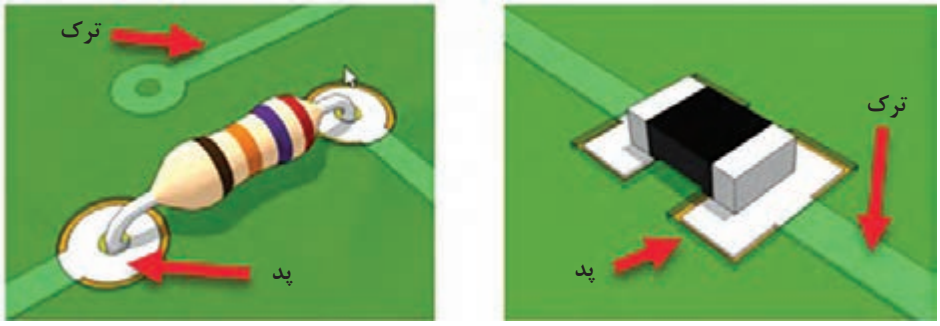
■ **بُرد مدار چاپی قابل انعطاف (Flex PCB = flexible PCB)**: برخی از بُردها مانند بردهای مورد استفاده در گوشی‌های هوشمند قابلیت انعطاف دارند. در شکل ۱۳ دو نمونه از این بُرد را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۳ـ دو نمونه برد انعطاف‌پذیر

■ **پَد (Pad)**: همان‌طور که قبلاً توضیح داده شد ناحیه‌ای از مس مسطح روی PCB و محل اتصال هر قطعه روی برد الکترونیکی است. هر قطعه دو یا چند پد دارد. پدها می‌توانند دارای سوراخ (Hole) یا بدون سوراخ باشند.

■ **مسیر مسی (Track)**: مسیر باریک مسی است که اتصال الکتریکی بین پدها را برقرار می‌کند. این مسیر سبب انتقال سیگنال یا جریان الکتریکی بین قطعات می‌شوند. (شکل ۱۴) Pad و Track را روی برد مدار چاپی نشان می‌دهد.



شکل ۱۴ـ پَد و ترک روی برد مدار چاپی

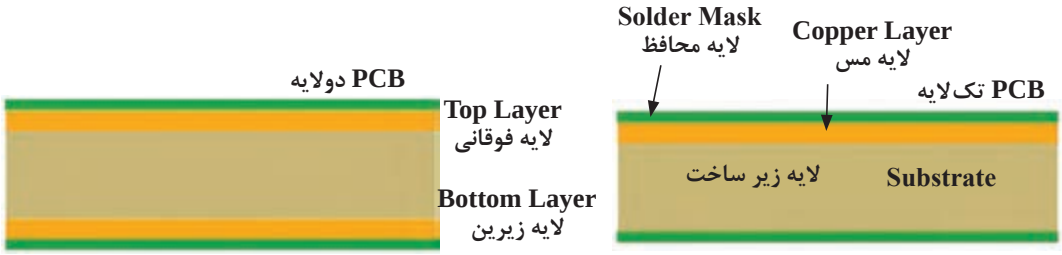
■ **ضخامت مس Copper thickness**: ضخامت مس براساس نیازهای طراحی، میزان جریان الکتریکی و کاربردهای خاص تعیین می‌شود. معمولاً ضخامت مس ۱۷/۵µm، ۳۵µm، ۷۰µm، ۱۰۵µm و ۱۴۰µm و بیش‌تر است.

ضخامت نرمال و پُر استفاده ۳۵ میکرومتر است.

در مدارات با جریان بالا باید مقاومت مسیر عبور جریان کم باشد لذا سطح مقطع مس باید افزایش یابد. لازم است از مس با ضخامت بالاتر (۷۰µm) استفاده شود.

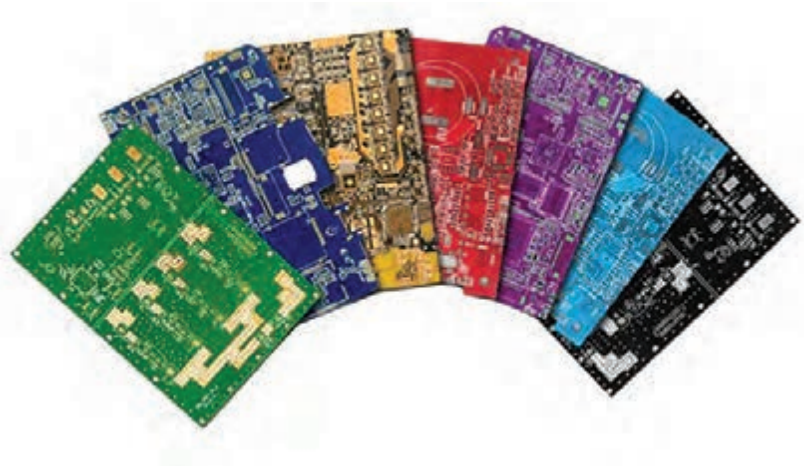
■ **لایه‌ها (Layers):** بُردهای الکترونیکی با توجه به میزان پیچیدگی می‌توانند یک لایه، دولایه یا چندلایه باشند. هر بُرد الکترونیکی دارای دو سطح رو و زیر است. این دو سطح محل قرارگیری قطعات هستند. قطعات ممکن است در یکی از لایه‌ها یا هردو لایه قرار گرفته و نصب شوند.

■ **لایه زیرساخت Substrate:** لایه استقامتی معمولاً از جنس فایبرگلاس یا فنلی است. این لایه باید از مواد نارسانا با عایقی خوب باشد. قطر این لایه معمولاً ۱/۶ میلی‌متر است. در بردهای انعطاف‌پذیر قطر کمتر از ۱ میلی‌متر است. فویل مسی روی این لایه چسبانده می‌شوند.
شکل ۱۵ برد تک‌لایه و دولایه و قسمت‌های مختلف یک بُرد را نشان می‌دهد.



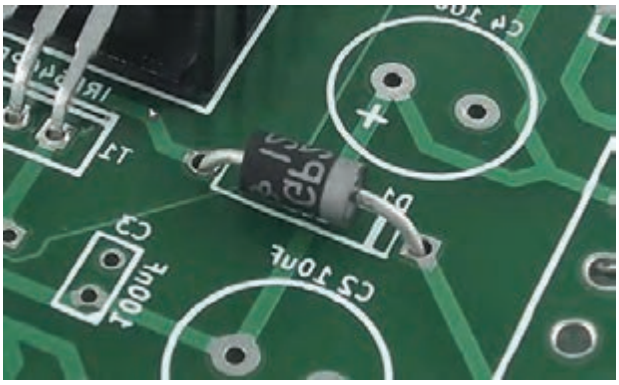
شکل ۱۵ــ قسمت‌های یک برد تک لایه و دولایه

■ **لایه محافظ Solder Mask:** لایه محافظ یا در اصطلاح چاپ سبز برای عایق کردن سطح بُرد است. این لایه برای حفاظت بُرد در مقابل لحیم‌کاری، رطوبت و اکسیدشدن و اتصال کوتاه لایه مسی و سایر عوامل محیطی به‌کار می‌رود. رنگ‌های سبز، آبی، قرمز و مشکی برای این لایه مورد استفاده قرار می‌گیرد. شکل ۱۶ رنگ‌های این لایه را روی بردهای مختلف نشان می‌دهد. روی نقاط مورد لحیم‌کاری نباید لایه محافظ قرار گیرد.



شکل ۱۶ــ لایه محافظ در رنگ‌های مختلف

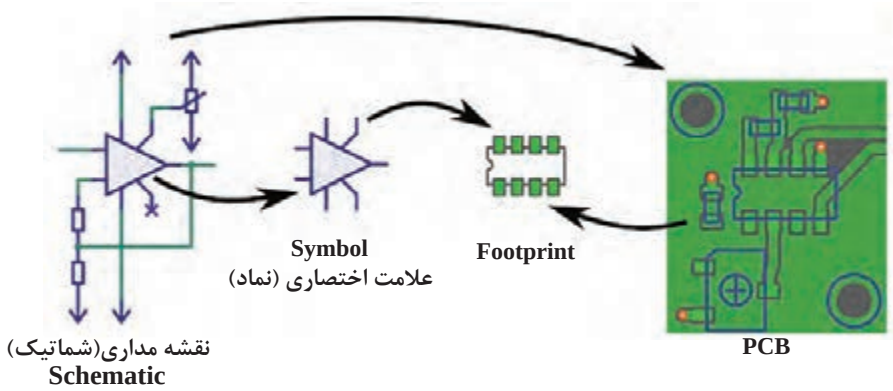
■ **مارکاژ یا چاپ راهنما (Silk Screen):** این لایه روی لایه لحیم شده (Solder) قرار می‌گیرد و معمولاً سفیدرنگ است. با استفاده از این لایه، اعداد، حروف، نشانه‌ها شامل شکل قطعات، نام یا شماره قطعه یا قطب (پلاریته) قطعه نوشته می‌شود. چاپ راهنما برای لایه رو (Top Layer، محل قرارگیری قطعات) هم استفاده می‌شود.



شکل ۱۷

■ **ابعاد و اندازه پایه قطعات Component Footprint:** فضای فیزیکی اشغال شده توسط یک قطعه روی PCB توسط footprint مشخص می‌شود. برای تولید بُرد باید ابعاد و محل دقیق پَدهای اتصال مشخص باشد.

Footprint باید با ابعاد و مشخصات فیزیکی قطعه دقیقاً تطابق داشته باشد تا قطعه بتواند به راحتی روی پَدهای برد قرار گیرد. شکل ۱۸ نقشه فنی، نماد مداری، فوت پرینت و طرح مدار چاپی قطعه‌ای را نشان می‌دهد.

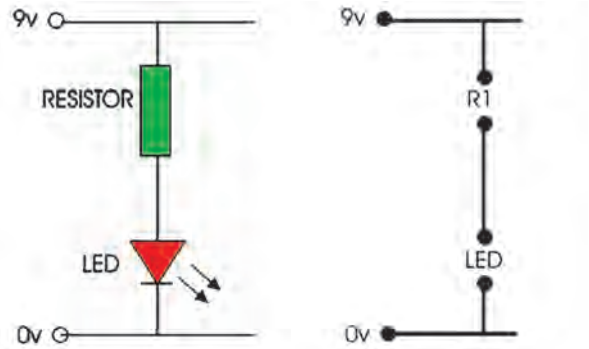


شکل ۱۸ـ نقشه مداری و نماد و Footprint یک آی‌سی

تهیه طرح مدار چاپی با دست

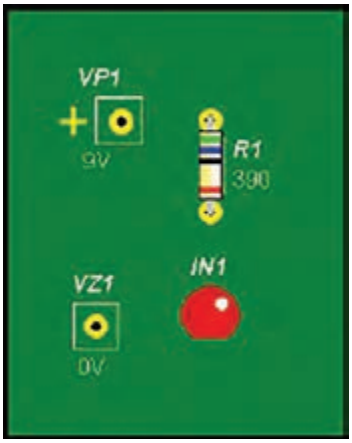
برای تهیه طرح اولیه مدار چاپی مراحل زیر به اجرا در می‌آید:

- با استفاده از نقشه مدار، روی یک صفحه کاغذ با ابعاد مناسب محل قرار گرفتن قطعات را مشخص می‌کنیم. ابعاد محل استقرار قطعات نباید از ابعاد واقعی قطعات کوچک‌تر باشد اما محل قرارگرفتن قطعات را می‌توان تغییر داد، (شکل۱۹).
- پس از ترسیم طرح اولیه، قطعات را روی برد، مکان‌یابی و بررسی کنید، (شکل ۲۰).
- در صورت نیاز مسیرها را تغییر می‌دهیم.



نقشه فنی مدار — مشخص کردن محل پایه‌های قطعات

شکل ۱۹ــ طرح اولیه مدار چاپی



شکل ۲۰ــ جای‌گذاری قطعات روی برد

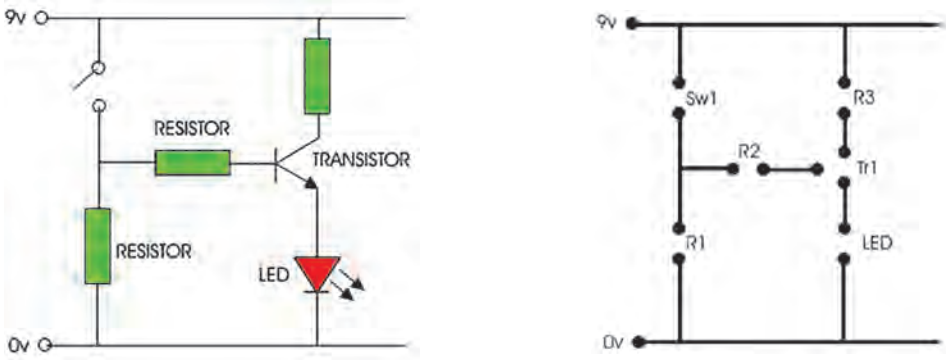
فعالیت

با توجه به توضیحات داده شده یک طرح اولیه واقعی برای یک مقاومت و دو LED سری و منبع تغذیه رسم کنید.

کامل کردن طرح مدار چاپی

پس از ترسیم طرح اولیه، مراحل زیر را اجرا می‌کنیم:

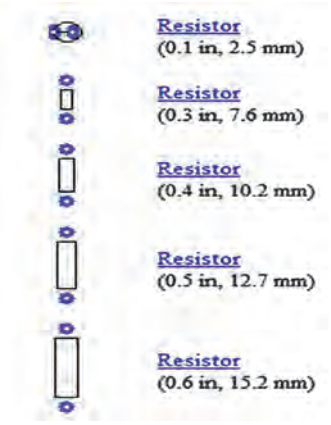
- برای پایه هر قطعه یک دایره منظور می‌کنیم. این دایره را پد (pad) می‌گویند. اگر در یک منطقه چندین پایه نزدیک به یکدیگر قرارگیرند باید برای هرپایه یک پد جداگانه منظور شود، (شکل۲۱) .



شکل۲۱ــ اختصاص دایره یا پد pad به هرپایه

■ فاصله پایه‌ها در فیبر مدار چاپی باید با ابعاد و فاصله پایه‌های قطعات در اندازه واقعی مطابقت داشته باشد. مثلاً اگر فاصله پایه‌های یک مقاومت ۲واتی که به‌طور افقی روی فیبر قرار می‌گیرد، ۱۵mm باشد باید در طراحی مدار چاپی نیز حداقل ۱۵ mm فاصله بین دو پایه درنظر گرفته شود.

در شکل۲۲ نمونه‌هایی از فاصله پایه‌های مقاومت نشان داده شده است.



شکل۲۲ـ فاصله پایه‌های مقاومت

■ لازم است پایه‌هایی که به سیم متصل می‌شوند کوتاه‌ترین فاصله را داشته باشند. اگر در مدار اصلی دو سیم از روی یکدیگر عبور کنند و به هم متصل نباشند، بر روی فیبر مدار چاپی نیز این دو سیم نباید به هم وصل شوند.

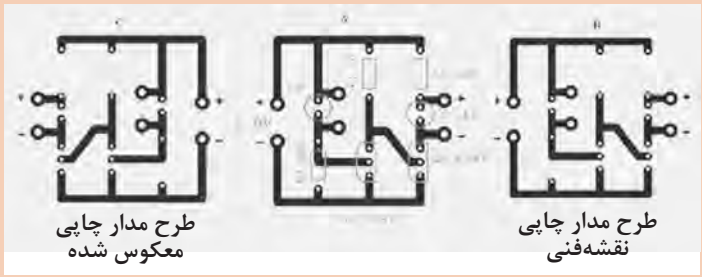
■ کامل کردن فرایند طراحی

■ چون در مدار چاپی یک لایه، قطعات مدار در یک طرف فیبر و مسیرهای مدار چاپی در طرف دیگر فیبر قرار می‌گیرند، باید طرح مدار چاپی که از روی نقشه به‌دست می‌آید معکوس شود.

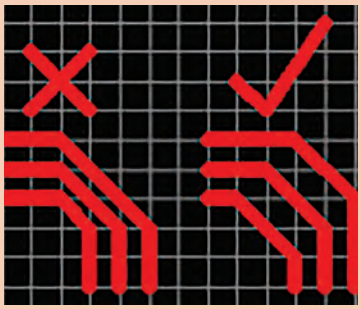
فعالیت

نقشه مدار چاپی شکل۲۳ را به منظور تمرین اولیه طراحی کنید. نقشه معکوس مداری را که طراحی کرده‌اید، با دست و بدون استفاده از ابزار رسم کنید.

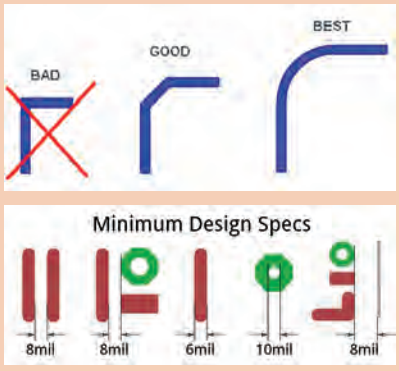
در شکل۲۴، نمونه‌هایی از نکات مربوط به ارتباط پایه‌ها در طراحی مدار نشان داده است:



شکل۲۳



شکل۲۴ـ نکات مهم درمدارچاپی



کمترین فاصله بین خطوط مسی و پد هر mil برابراست با $\frac{۱}{۱۰۰۰}$ اینچ

روش‌های انتقال طرح مدار چاپی روی فیبر

پس از تبدیل نقشه الکترونیکی به نقشه مدار چاپی باید آن را روی فیبر منتقل کنیم. انواع روش‌های زیر برای انتقال طرح روی فیبر وجود دارد:

۱ روش انتقال با ماژیک ضد اسید
۲ استفاده از حرارت اتو
۳ پوزیتیو (Positive ۲۰)
۴ چاپ سیلک اسکرین
۵ استفاده از لامینت

از آنجا که تنوع گسترده‌ای در انتقال طرح مدار چاپی روی فیبر وجود دارد در کار عملی۲، روش ماژیک را توضیح داده‌ایم، در این قسمت به شرح روش اتو می‌پردازیم.

روش استفاده از حرارت اتو

در این روش، نقشه مدار چاپی را که روی کاغذ گلاسه چاپ شده است، با استفاده از حرارت اتو روی فیبر مدار چاپی منتقل می‌کنیم، (شکل۲۵). در بخش‌های بعدی به یک کار عملی با استفاده از حرارت اتو می‌پردازیم.



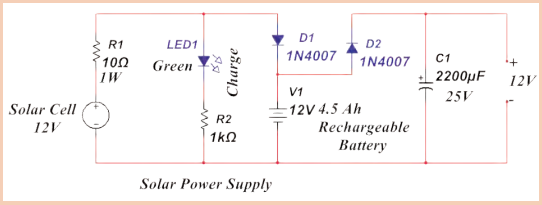
شکل۲۵ـ انتقال طرح مدار چاپی به روی فیبر با اتو

کار عملی۲

طراحی مدار چاپی منبع تغذیه و انتقال آن روی فیبر با ماژیک

هدف: کسب مهارت در طراحی چاپ و انتقال روی فیبر

مواد، ابزار و تجهیزات: مداد، پاک‌کن، کاغذ، کاربن، ماژیک، فیبر مدار چاپی، قطعات الکترونیکی مطابق با نقشه فنی مدار الکترونیکی (شکل۲۶) .



شکل ۲۶ـ نقشه فنی مدار الکترونیکی برای تهیه طرح مدار چاپی

مراحل اجرای کار

۱ ابتدا یک فیبر مدار چاپی به اندازه ۵×۵ سانتی‌متر با راهنمایی معلم برش دهید و آن را کاملاً تمیز کنید، (شکل۲۷).



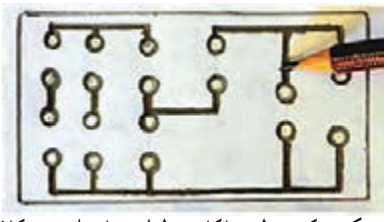
شکل ۲۷ـ شستشو و تمیزکردن فیبرمدار چاپی

۲ با استفاده از نقشه مدار الکترونیکی، روی یک صفحه کاغذ با ابعاد مناسب، با رعایت مراحل طراحی، طرح مدار چاپی را ترسیم کنید.

۳ نقشه مدار چاپی تهیه شده را به وسیله کاربن، معکوس کنید. برای این کار کافی است کاربن را وارونه روی کاغذ دیگر بگذارید و مسیرها را ترسیم کنید.

۴ به‌وسیله کاربن نقشه را روی فیبر مدار چاپی انتقال دهید. به این ترتیب که با کشیدن قلم روی خطوط و پایه‌های قطعات، اثر طرح، روی مس فیبر مدار چاپی منتقل می‌شود. یک نمونه طرح مدار چاپی را در شکل ۲۸ مشاهده می‌کنید.

۵ با استفاده از ماژیک ضد اسید، اثر به‌جا مانده از کاربُن را پر رنگ کنید، (شکل ۲۹).



معکوس کردن طرح با کاربن طراحی با مداد روی کاغذ



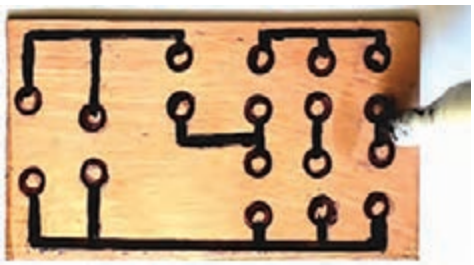
طراحی مدارچاپی و نقشه معکوس مدارچاپی
شکل ۲۸



شکل ۲۹ــ طرح معکوس روی فیبر مدار چاپی

۶ درصورت نیاز، عناصر را با شابلون دایره یا شابلون مخصوص مدار چاپی روی فیبر رسم کنید و با استفاده از خط‌کش، پایه‌ها را به یکدیگر وصل کنید. هنگام کار با ماژیک باید دقت کنید که ماژیک چند بار روی فیبر در جهت عکس یکدیگر کشیده نشود. خطوط ترسیم شده مانند شکل ۳۰ باید پررنگ باشد، زیرا درصورت کم رنگ بودن، اسید روی مس فیبر اثر می‌کند و مس‌های خطوط ارتباطی را از بین می‌برد.

۷ طرح مدار چاپی را جهت ارزشیابی به معلم خود نشان دهید. پس از ارزشیابی طرح اجرا شده را با الکل یا تینر، از روی فیبر پاک کنید.



شکل ۳۰ــ پررنگ کردن خطوط با ماژیک ضد اسید

کار عملی ۳

طراحی مدار چاپی تقویت‌کننده و انتقال آن روی فیبر با ماژیک

هدف: کسب مهارت در طراحی مدار چاپی و انتقال به روی فیبر

مواد، ابزار و تجهیزات: مداد، پاک‌کن، کاغذ، کاربن، ماژیک، فیبر مدار چاپی، قطعات الکترونیکی مطابق با نقشه فنی مدار الکترونیکی مورد نظر

توجه

نوع مدار تقویت‌کننده و قطعات مربوط به آن، با توجه به امکانات قابل تغییر است.

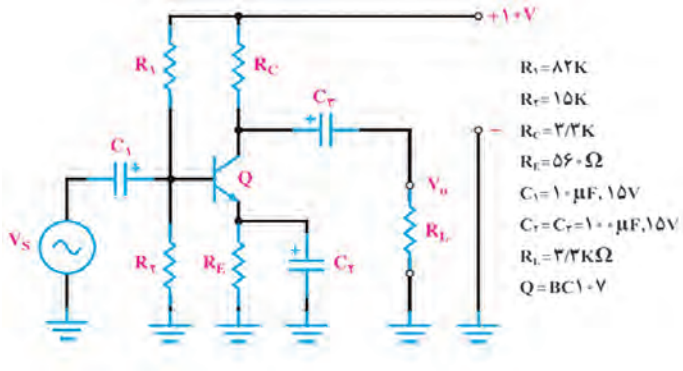
مراحل اجرای کار

۱ طرح مدار چاپی شکل ۳۱ را که یک تقویت‌کننده امیتر مشترک است، با توجه به ابعاد قطعات در کادر مناسب طراحی کنید. کلیه مقاومت‌ها $\frac{۱}{۴}$ وات هستند. در طراحی مدار چاپی، حتماً به ابعاد دقیق قطعات توجه نمایید.

۲ با سایر اعضای گروه در مورد طرح مدار چاپی مشاوره کنید و بهترین طرح را انتخاب و طرح خود را مطابق آن اصلاح کنید.

۳ یک فیبر مدار چاپی را با ابعاد مورد نیاز برش دهید. طرح انجام شده را پس از معکوس کردن به‌طور کامل روی آن انتقال دهید.

۴ طرح مدار چاپی را جهت ارزشیابی به معلم خود نشان دهید. پس از ارزشیابی، طرح اجراشده را از روی فیبر مدار چاپی پاک کنید.



شکل ۳۱ــ مدار تقویت‌کننده امیتر مشترک

کار عملی ۴

طراحی مدار چاپی حسگر صوتی و انتقال آن روی فیبر با ماژیک

هدف: کسب مهارت در طراحی، انتقال و چاپ آن روی فیبر

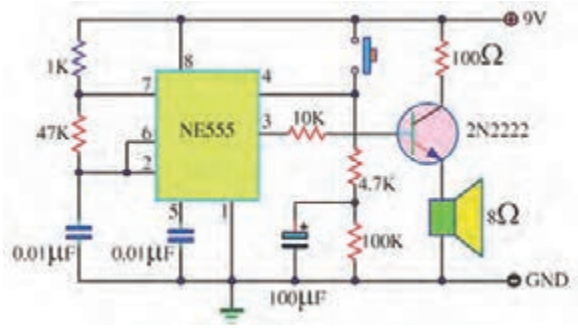
مواد، ابزار و تجهیزات: مداد، پاک‌کن، کاغذ، کاربن، ماژیک، فیبر مدار چاپی، قطعات الکترونیکی مطابق با نقشه فنی مدار الکترونیکی انتخاب شده

مراحل اجرای کار

۱ شکل ۳۲ مدار یک نمونه حسگر هشداردهنده (آلارم، آژیر) صوتی است. مدار چاپی این حسگر را در کادر مناسب طراحی کنید.

۲ طرح خود را جهت ارزیابی با سایر گروه‌ها تعویض کنید.

۳ طرح اصلاح شده و نهایی را معکوس کنید.



شکل ۳۲ــ مدار هشداردهنده صوتی

۴ یک فیبر مدار چاپی را در اندازه مناسب آماده کنید.

۵ طرح معکوس شده را با ماژیک روی فیبر مدار چاپی انتقال دهید. در هنگام طراحی مدار چاپی، به اندازه واقعی آی‌سی، ترانزیستور و کلید فشاری توجه کنید.

۶ در شکل ۳۳ شکل ظاهری ترانزیستور و آی‌سی و شماره پایه‌های آنها رسم شده است.

۷ طرح مدار چاپی را جهت ارزشیابی به معلم خود نشان دهید. پس از ارزشیابی، طرح اجرا شده را از روی فیبر پاک کنید.



شکل ۳۳ـ شکل ظاهری ترانزیستور وآی‌سی استفاده شده

خودارزیابی

۱ ترسیم طرح کلی مدارها باید از سمت راست به سمت چپ صورت گیرد.
صحیح □ غلط □

۲ برای آشنایی با چگونگی عملکرد قسمت‌های مختلف یک دستگاه از کدام نقشه استفاده می‌کنند؟

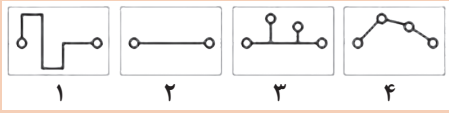
۳ چهار مورد از مزایای استفاده از مدار چاپی را بنویسید؟

۴ پهنای خطوط در مدار چاپی باید متناسب با ..... و ..... آن باید درحد قابل قبول باشد.

۵ کدام طرح مدار چاپی صحیح است؟ (شکل ۳۴)

۶ چرا طرح مدار چاپی باید معکوس شود؟

۷ روش‌های انتقال طرح مدار چاپی روی فیبر را نام ببرید.



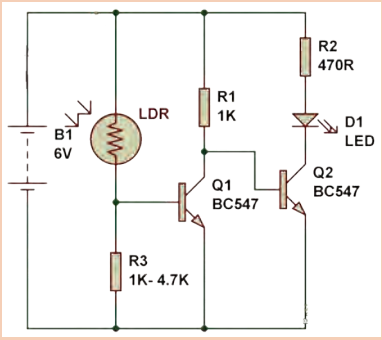
شکل ۳۴

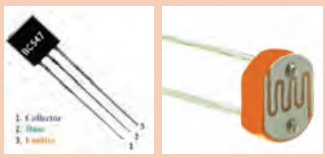
۸ طرح مدار چاپی قطعات شکل ۳۵ را رسم کنید. (فاصله پایه‌های قطعات را با توجه به شکل درحد قابل قبول انتخاب کنید).



شکل ۳۵

۹ طرح مدار چاپی نقشه شکل ۳۶ را در ابعاد ۴cm×۶cm رسم کنید. (با رعایت استاندارد)





شکل ۳۶

استاندارد ارزشیابی پیشرفت تحصیلی مبتنی بر شایستگی درس طراحی و ساخت مدارهای چاپی پودمان سوم، واحد یادگیری اول

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی/ شایستگی/ (واحدهای یادگیری)	استاندارد عملکرد	نتایج مورد انتظار	شاخص تحقق
پودمان ۳: طراحی و شبیه‌سازی مدار چاپی	**واحدیادگیری ۱:** طراحی دستی نقشه مدار چاپی	طراحی نقشه مدار چاپی تک‌لایه به‌صورت دستی با رعایت اصول ترسیم فنی، فاصله‌گذاری استاندارد بین مسیرها و پدها و نشانه‌گذاری صحیح قطعات.	**بالاتر از حد انتظار**	علاوه بر تحقق شاخص‌های درحد انتظار، انجام کلیه فعالیت‌های پودمان (مانند تحقیق کنید، فکر کنید، پژوهش کنید ،جستجوکنید، بحث گروهی)
			در حد انتظار	۱ـ ترسیم صحیح ابعاد برد متناسب با ابعاد نهایی محصول ۲ـ رعایت حداقل فاصله ۱/۵میلی‌متر بین مسیرهای مسی ۳ـ تعیین صحیح محل قرارگیری پدهای اتصال برای قطعات DIP ۴ـ نشانه‌گذاری واضح محل نصب قطعات و پلاریته آنها ۵ـ رعایت استانداردهای بین‌المللی در نشانه‌گذاری مدار
			پایین‌تر از حد انتظار	در صورتی‌که هنرجو همه شاخص‌های درحد انتظار را محقق نسازد، پایین‌تر از حد انتظار ارزشیابی می‌شود.
	لازم است تا کیفیت فرایند کسب شایستگی در طول زمان آموزش پودمان براساس انجام فعالیت‌های کلاسی و عملی، نظم، مشارکت در فعالیت‌های آموزشی و تربیتی، ابتکار در تکالیف عملکرد درسی و... درنظر گرفته شود.			
	شایستگی پودمان(بالاتر از حد انتظار، درحد انتظار، پایین‌تر از حد انتظار)			

شایستگی‌های غیرفنی و عمومی (ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی)

شاخص ها	ضریب کیفیت عملکرد	شایستگی عملکرد هنرجو
مدیریت کیفیت ـ جمع‌آوری و گرد آوری اطلاعات ـ رعایت زبان فنی ـ رعایت ارگونومی ـ کنترل مخاطرات احتمالی و حفاظت از تجهیزات کارگاه ـ ایجاد محتوای الکترونیک ـ صرفه‌جویی ـ طراحی خلاقانه پوسته گرافیکی و گرافیک متحرک ـ رعایت انضباط فردی و کلاسی ـ پوشش مناسب ـ احترام به استاد و هم‌کلاسی‌ها ـ حضور به موقع در کارگاه	۲	

شایستگی عملکرد هنرجو در واحد یادگیری	شایستگی‌های غیرفنی و عمومی			شایستگی‌های فنی		
	بالاتر از حد انتظار	درحد انتظار	کمتر از حد انتظار	بالاتر از حد انتظار	درحد انتظار	کمتر از حد انتظار

شایستگی عملکرد هنرجو از میانگین سطوح شایستگی کسب شده در مراحل کاری هر واحد یادگیری مشخص می‌شود. به شرط آنکه:

۱ سطح شایستگی هنرجو در هیچ مرحله‌ای کمتر از حد انتظار نباشد .

۲ هنرجو در شایستگی‌های غیرفنی و عمومی، شایستگی درحد انتظار یا بالاتر ازحد انتظار را کسب کرده باشد.

توجه :

۱ اگر حتی در یک مرحله کاری شایستگی کمتر از حد انتظار کسب شود ، منجر به عدم کسب شایستگی واحد یادگیری می‌شود.

۲ اگر میانگین سطوح شایستگی ۲/۵ یا بیشتر باشد، سطح شایستگی بالاتر از حد انتظار خواهد بود.

۳ با توجه به اینکه شایستگی‌های عمومی و غیرفنی از شرایط لازم برای کسب شایستگی می‌باشد؛ لذا در صورتی که شایستگی فنی را احراز کرده باشد اما در شایستگی غیرفنی و عمومی، سطح درحد انتظار کسب نشده باشد، به معنی عدم احراز شایستگی در واحد یادگیری است.

واحد یادگیری ۲
شایستگی شبیه‌سازی و ترسیم مدار چاپی با نرم‌افزار

آیا تا به حال فکر کرده‌اید

- چگونه می‌توان قبل از پیاده‌سازی سخت‌افزاری یک مدار الکترونیکی به صحت عملکرد آن پی‌برد؟
- به چه‌دلیل استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌ساز، از اتلاف وقت و هدر رفتن سرمایه ملی جلوگیری می‌کند؟
- چه نرم‌افزارهایی برای شبیه‌سازی مدارهای الکترونیکی وجود دارند؟
- برای طرح مدار چاپی مدارهای ساده و پیچیده الکترونیکی از چه نرم‌افزارهایی استفاده می‌کنند؟
- دقت و سرعت عملکرد نرم‌افزارها در ترسیم مدار چاپی در مقایسه با اجرای دستی آن‌چه تفاوت‌هایی دارد؟

با استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌ساز می‌توانید صحت عملکرد مدار را تأییدکرده و کمیت‌های مدار را اندازه بگیرید.همچنین قادر خواهید بود عملکرد مدار را تجزیه و تحلیل کنید. پس از تأیید نقشه و عملکرد آن، با استفاده از نرم‌افزار می‌توانید طرح مدار چاپی نقشه موردنظر را آماده سازید. در این واحد یادگیری ابتدا با استفاده از نرم‌افزار شبیه‌ساز مانند مولتی سیم یا هر نرم‌افزار کاربردی دیگر، نقشه‌های ساده الکترونیکی را شبیه‌سازی می‌کنید. سپس با استفاده از نرم‌افزارهایی مانند Circuit Wizard یا هر نرم‌افزار ساده طراحی مدار چاپی موجود، نقشه فنی را به طرح مدار چاپی تبدیل می‌کنید. لازم به یادآوری است که نرم‌افزار حرفه‌ای مانند آلتیوم دیزاینر در پودمان چهارم آموزش داده خواهد شد. در تمام مراحل اجرای کار، شایستگی‌های غیرفنی مانند دقت و تمرکز در اجرای کار، رعایت ارگونومی، کار ایمنی با رایانه و مشارکت فعال در گروه باید مورد توجه قرار گیرد و به‌طور دقیق اجرا شود.

استاندارد عملکرد

طراحی شماتیک، شبیه‌سازی و تهیه فایل خروجی طرح PCB با استفاده از نرم‌افزارهای Multisim و Circuit wizard.

معرفی نرم‌افزار شبیه‌سازی

امروزه قبل از اجرای پروژه و ساخت مدارهای الکترونیکی از نرم‌افزار استفاده می‌کنند. با استفاده از نرم‌افزار می‌توان برای تشخیص صحت عملکرد مدار و اندازه‌گیری کمیت‌ها، آن را شبیه‌سازی و تحلیل کرد. استفاده از نرم‌افزارهای مولتی‌سیم (Multisim) و پروتئوس(Proteus) برای شبیه‌سازی، بیشتر از سایر نرم‌افزارها متداول است. قبلاً با این‌گونه نرم‌افزارها آشنا شده‌اید.

کار عملی ۵

شبیه‌سازی مدار الکترونیکی چراغ چشمک زن

هدف: کسب مهارت شبیه‌سازی مدارهای الکترونیکی با نرم‌افزار

مواد، ابزار و تجهیزات: نرم‌افزار مرتبط ـ رایانه ـ نقشه فنی مدار موردنظر

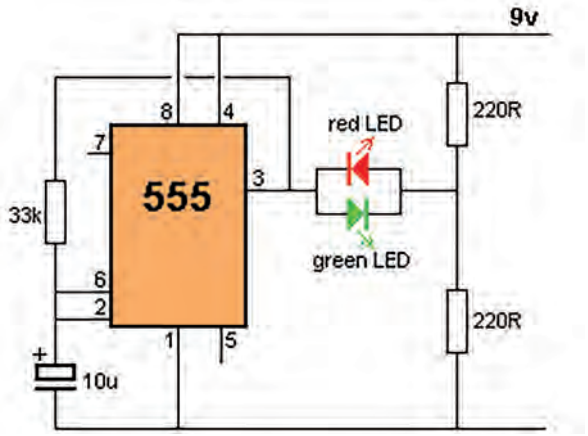
مراحل اجرای کار

۱ در صورتی که نرم‌افزار مولتی‌سیم (یا هر نرم‌افزار مرتبط دیگر) روی رایانه نصب نیست آن را نصب و راه‌اندازی کنید.

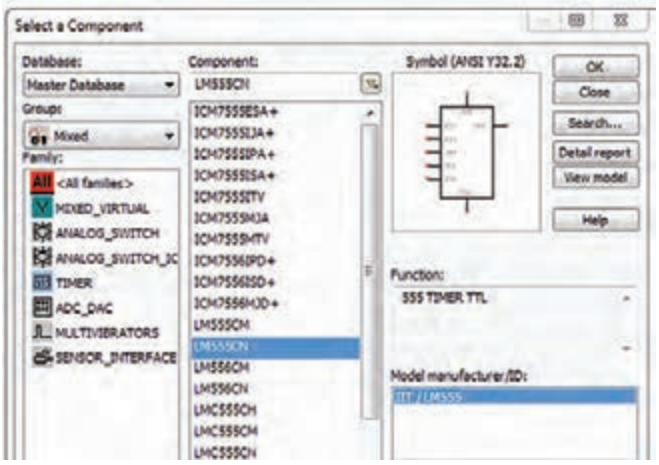
۲ مدار شکل ۳۷ را در نرم‌افزار مولتی‌سیم ببندید.

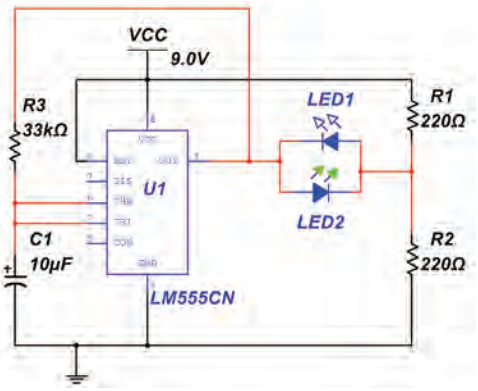
۳ برای استفاده از آی سی ۵۵۵ در نرم‌افزار، آن را از گروه Place Mixed و مسیر نشان داده شده در شکل ۳۸ به روی محیط کار نرم‌افزار بیاورید.

۴ فایل مدار چشمک‌زن را ذخیره کنید.



شکل ۳۷ـ مدار چشمک زن LED با آی سی ۵۵۵





شکل ۳۸ـ مسیر انتخاب آی‌سی ۵۵۵ و مدارچشمک زن با نرم‌افزار

تهیه طرح مدار چاپی با نرم‌افزار

نرم‌افزارهای طراحی مدار چاپی در بازار جهانی بسیار تنوع دارند. Altium Designer، Protel، DXP، Circuit maker، PCB Design، pad2pad، PCB Wizard، Circuit Wizard از جمله نرم‌افزارهایی هستند که برای طراحی مدار چاپی به‌کار می‌روند. در شکل ۳۹ چند نمونه از نرم‌افزارهای مدارچاپی را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۳۹ـ چند نمونه از نرم‌افزارهای طراحی مدارچاپی

توجه

در این واحد یادگیری با توجه به اینکه مدارهای ساده الکترونیکی انتخاب شده‌اند نرم‌افزار ساده‌ای مانند Circuit Wizard انتخاب و آموزش داده شده است. در پودمان بعدی، نرم‌افزار حرفه‌ای‌تر مانند آلتیوم‌دیزاینر آموزش داده خواهد شد.

معرفی نرم‌افزار Circuit Wizard

این نرم‌افزار یکی از نرم‌افزارهای کم حجم برای ترسیم نقشه فنی (شماتیک) مدارهای الکترونیکی و تبدیل آن به طرح مدار چاپی است. این نرم‌افزار دارای ویژگی‌هایی به شرح زیراست:

- در اینترنت به‌راحتی قابل دسترسی است و همچنین قابل حمل (پرتابل) و نصب بر روی رایانه است.
- راهنمای کار (Help) بسیار ساده و کامل دارد.
- نماد فنی و اندازه فیزیکی اکثر قطعات متداول الکتریکی و الکترونیکی، در کتابخانه آن موجود است.
- قابلیت تایپ متن فارسی برروی نقشه‌های فنی پروژه‌های درسی را دارد.
- امکانات کامل را برای طراحی مدار چاپی به‌صورت دستی Manually و اتوماتیک Automatic Routing دارد.
- امکان چاپ نقشه‌های فنی، طرح مدارچاپی به‌صورت معمولی و آیینه‌ای، جای‌گذاری قطعات بر روی برد فیبر مدار چاپی، شکل واقعی مدار مونتاژ شده برروی برد را دارد.
- برای تهیه این نرم‌افزار می‌توان به اینترنت مراجعه نمود.

- پس از ترسیم نقشه شماتیک می‌توان مدار را راه‌اندازی و شبیه‌سازی کرد و از عملکرد مدار اطمینان حاصل نمود.
- با راه‌اندازی مدار می‌توان مسیر عبور جریان (Current flow) را مشاهده نمود.
- پس از تهیه طرح مدار چاپی می‌توان با اتصال باتری و قطعات خروجی مانند LED به مدار از صحت عملکرد مدار چاپی اطمینان حاصل نمود.

کار عملی ۶

نصب نرم‌افزار Circuit Wizard

هدف: کسب مهارت بارگیری نرم‌افزار Circuit Wizard از اینترنت و نصب آن

مواد، ابزار و تجهیزات: نرم‌افزار مرتبط (رایانه) اینترنت

مراحل اجرای کار

۱ از آدرس‌های اینترنتی، نرم‌افزار را بارگیری کنید.

۲ پس از استخراج کردن (فایل) به‌کمک مربی کارگاه نرم‌افزار را نصب و راه‌اندازی کنید. شکل ۴۰ تصویر فعال بودن نرم‌افزار را نشان می‌دهد.



شکل ۴۰ـ تصویرفعال بودن نرم‌افزار Circuit Wizard

کار عملی ۷

رسم نقشه فنی حسگر تابع نور LDR با نرم‌افزار Circuit Wizard

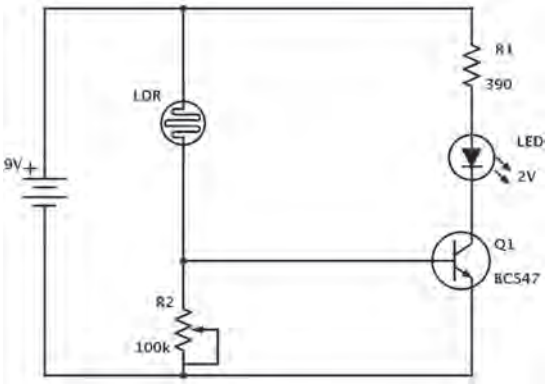
هدف: کسب مهارت تحلیل، شبیه‌سازی و رسم نقشه فنی مدارهای الکترونیکی با نرم‌افزار مولتی‌سیم و Circuit Wizard

مواد، ابزار و تجهیزات: نرم‌افزار مرتبط ـ رایانه ـ نقشه فنی مدار

فیلم

فیلمی از عملکرد مدار با حسگر نوری را مشاهده و نکات مهم آن را به خاطر بسپارید.

مدار شکل ۴۱ یک حسگر تشخیص روشنایی است که با تابیدن نور به مقاومت تابع نور (LDR)، مقاومت آن کاهش می‌یابد و سبب افزایش ولتاژ دوسر مقاومت ۱۰۰KΩ می‌شود. در این شرایط هدایت ترانزیستور بیشتر شده و به اشباع می‌رود و دیود نورانی روشن می‌شود.

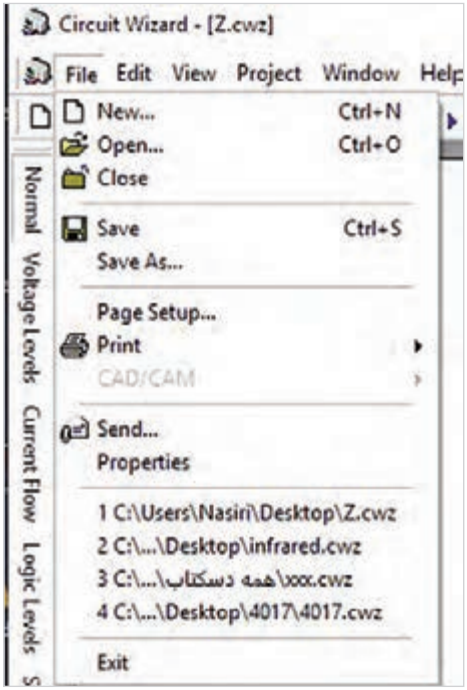


شکل ۴۱ـ مدار کنترل روشنایی با مقاومت تابع نور LDR

مراحل اجرای کار

فیلم

چگونگی ترسیم نقشه فنی را ببینید.



شکل ۴۲ـ ایجاد یک سند جدید در منوی File در نرم‌افزار Circuit Wizard

۱ نرم‌افزار Circuit Wizard را اجرا کنید. روی منوی فایل (FILE) شکل۴۲ کلیک کنید و یک سند جدید (New) بازکنید.

۲ فایل را ذخیره کنید.

۳ مدار شکل ۴۱ را با توجه به مراحل زیر رسم کنید:

ـ اضافه کردن قطعه از موزه Gallery به محیط کار نرم‌افزار

ـ اتصال قطعات به یکدیگر

ـ تغییر مقدار عناصر مدار

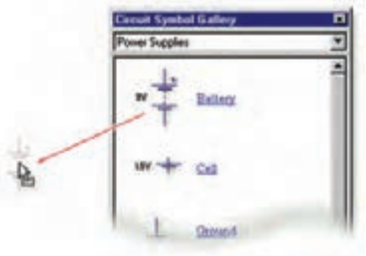
در مدار شبیه‌سازی شده مقاومت $R_۲$ را برابر ۱۰۰KΩ قرار دهید.

۴ اگر گالری نرم‌افزار باز نیست، می‌توانید با کلیک برروی Gallery نوار ابزار را باز کنید. (شکل ۴۳).
در شکل ۴۳ جای قطعات و ابزار در گالری نشان داده شده است.



شکل ۴۳ـ جای قطعات و ابزار در گالری

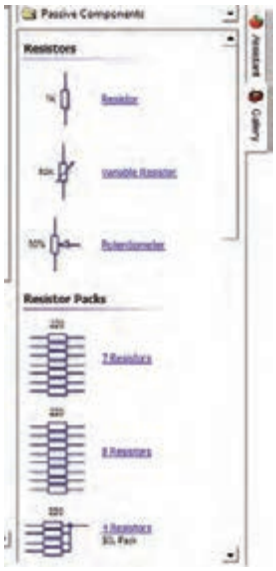
۵ از زبانه Power Supplies گالری، نماد باتری را انتخاب کنید. برای انجام این کار مکان‌نمای ماوس را روی نماد باتری ببرید و روی آن کلیک کنید و ماوس را حرکت دهید. نماد باتری را به همراه ماوس به محیط کار نرم‌افزار بکشید و دوباره کلیک چپ کنید تا باتری به‌طور ثابت روی میز کار نرم‌افزار قرارگیرد. در شکل ۴۴ نحوه انتخاب و انتقال باتری به محیط کار نرم‌افزار را مشاهده می‌کنید.



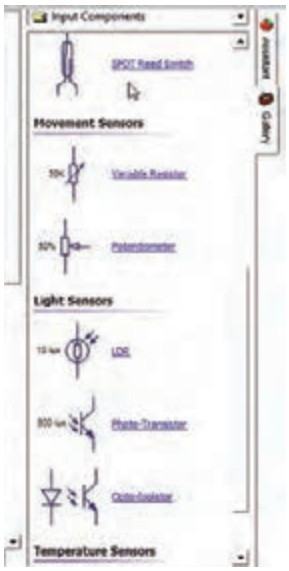
شکل ۴۴ـ انتخاب و انتقال باتری به محیط کار نرم‌افزار

۶ قطعات الکتریکی غیرفعال مانند مقاومت (R)، خازن (C) و سلف (L) از زبانه Passive Component شکل ۴۵ انتخاب می‌شود. یک مقاومت انتخاب کنید.

۷ مقاومت تابع نور LDR را از زبانه Input Components انتخاب کنید و روی میز کار بیاورید (شکل ۴۶).



شکل ۴۵ـ قطعات غیر فعال LCR



شکل ۴۶ـ عناصر ورودی مدار

سؤال ۱ـ زبانه ورودی (Input Components) گالری را باز کنید. نام قطعات موجود، در آن را بنویسید.

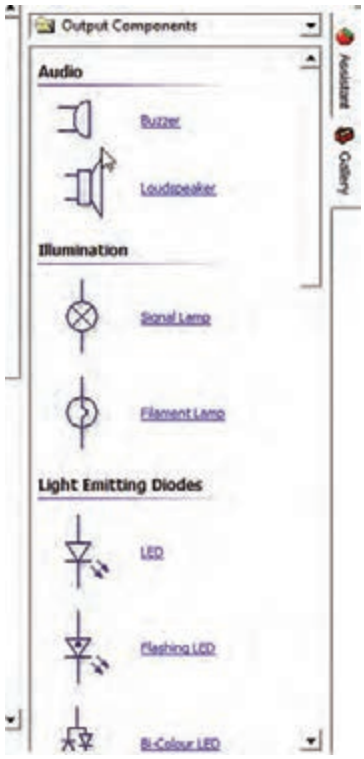
.....

۸ قطعات نیمه‌هادی شامل دیود معمولی، دیود زنر، پل دیود، و ترانزیستورمعمولی BJT، ترانزیستور FET,MOSFET و قطعات صنعتی مانند تریستوردر زبانه قطعات گسسته (Discrete Semiconductors) مطابق شکل۴۷ وجود دارد. یک ترانزیستور انتخاب کنید و روی میز کار بیاورید.

۹ دیود نورانی LED را از زبانه قطعات خروجی Output Components شکل۴۸ انتخاب کنید.



شکل ۴۷ـ زبانه قطعات نیمه‌هادی



شکل ۴۸ـ زبانه قطعات خروجی Output Components

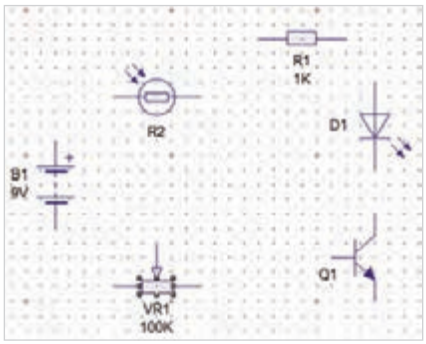
سؤال ۲ـ زبانه خروجی (Output Components) گالری را بازکنید. نام قطعات موجود، در آن را بنویسید.

.....

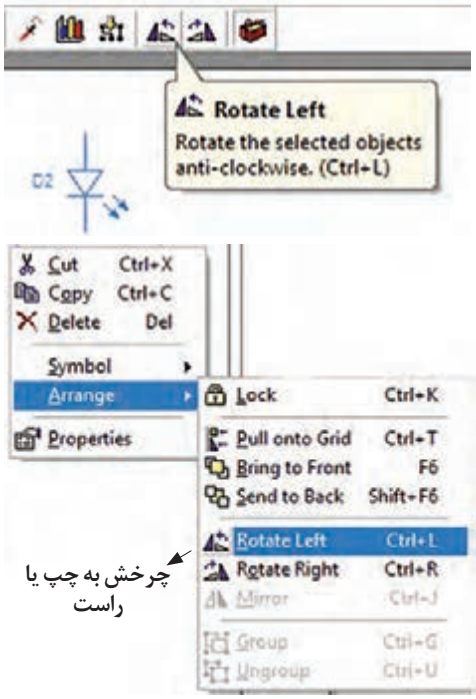
نکته

به گونه‌ای عناصر مدار را چیدمان کنید که آرایش مدار اصلی را داشته باشد.

شکل ۴۹ چیدمان قطعات روی میزکار نرم‌افزار را نشان می‌دهد. برای منظم کردن مدار و چیدمان افقی یا عمودی قطعات، ابتدا قطعه مورد نظر را انتخاب کنید. سپس از کلیدهای چرخش به چپ Rotate Left(Ctrl+L) و چرخش به راست Rotate Right(Ctrl+R) که در نوار ابزار شکل ۵۰ وجود دارد، استفاده کنید.



شکل ۴۹ــ چیدمان قطعات مدار بر روی میز کار نرم‌افزار

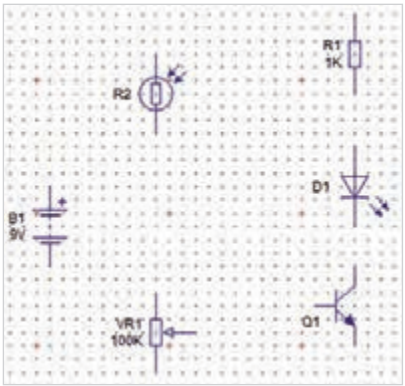


شکل ۵۰ــ کلید چرخش به چپ

همچنین می‌توانید پس از انتخاب قطعه روی آن راست کلیک کرده و گزینه Arrange را انتخاب کنید. سپس با توجه به مسیر نشان داده شده در شکل ۵۱ چرخش قطعه به راست یا چپ را انجام دهید.
پس از چیدمان قطعات به طور منظم طبق شکل ۵۲، نوبت به اتصال و سیم‌بندی عناصر مدار می‌رسد.



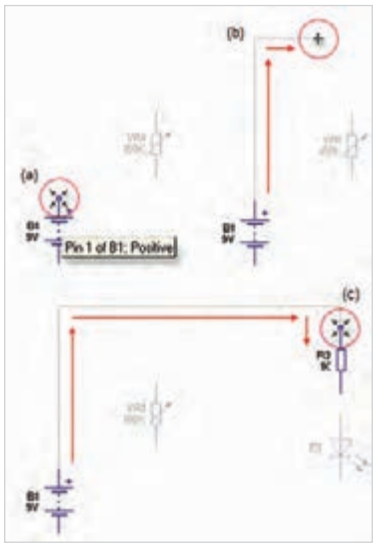
شکل ۵۱ــ مسیر چگونگی چرخش قطعه به چپ یا راست



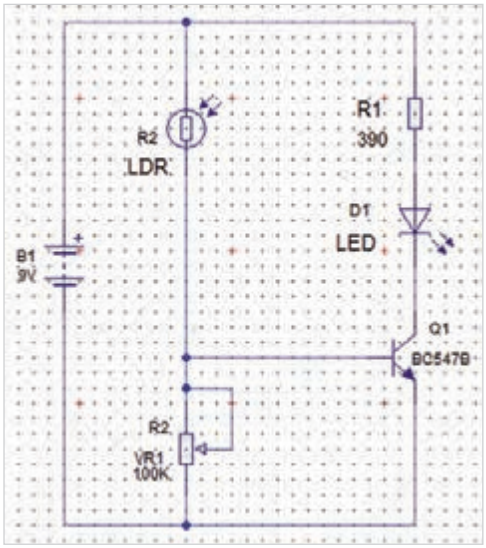
شکل ۵۲ــ چیدمان قطعات مطابق با نقشه فنی

۱۰ برای ترسیم اتصال خطوط بین قطعات، مکان‌نمای ماوس را روی پین مثبت باتری قرار دهید. در این‌حال علامت مکان‌نما به‌صورت نقطه توپر به‌همراه علامت ضربدر، تغییر شکل می‌دهد. هم‌زمان کلیک چپ ماوس را پایین نگه دارید و ماوس را حرکت دهید تا سیم کشیده شود تا به پایه قطعه برسد و به پین مورد نظر وصل شود. در شکل ۵۳ چگونگی اتصال سیم به قطعات نمایش داده شده است.

۱۱ مراحل را ادامه دهید تا طبق شکل ۵۴، اتصال خطوط بین پایه‌های قطعات کامل شود.



شکل ۵۳ــ نحوه اتصال خطوط به پایه‌های قطعات



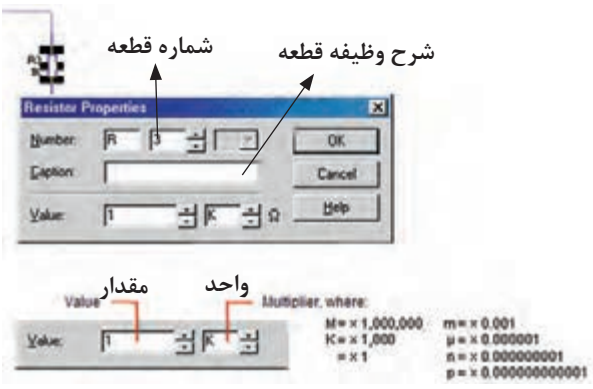
شکل ۵۴ــ ترسیم خطوط اتصال پایه‌های قطعات

۱۲ پس از ترسیم نقشه مدار می‌توانید مقادیر و مدل عناصر را تغییر دهید. روی ترانزیستور کلیک کنید و سپس کلیک راست را بزنید و از گزینه Models properties نام ترانزیستور را انتخاب کنید. در شکل ۵۵ چگونگی انتخاب ترانزیستور نشان داده شده است.

۱۳ برای تغییر مقدار قطعات R,C,L روی آنها دوبار کلیک کنید و با توجه به شکل ۵۶ شماره، نام و مقدار قطعه را به میزان مورد نظر تغییر دهید.

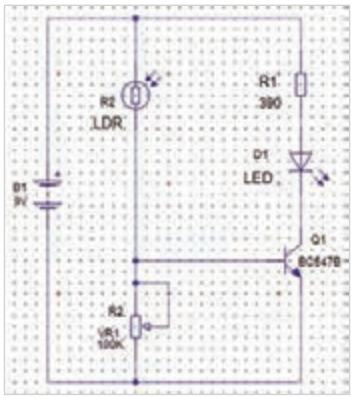


شکل ۵۵ــ نحوه انتخاب نام و مدل ترانزیستور

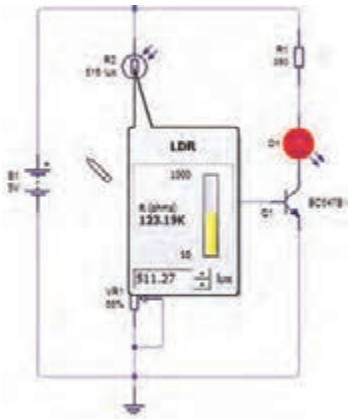


شکل ۵۶ــ تغییر شماره، نام و مقدار قطعه

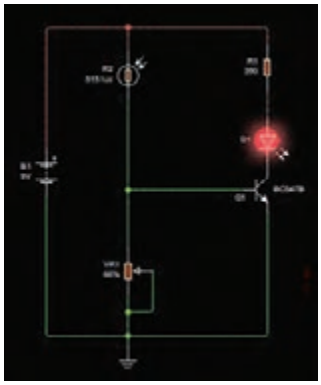
۱۴ پس از اتمام کار باید نقشه فنی مدار حسگر تشخیص روشنایی با توجه به شکل ۵۷ کامل باشد.
۱۵ با راه‌اندازی مدار و تغییر میزان روشنایی LDR مطابق شکل ۵۸ عملکرد صحیح مدار را بررسی کنید.
۱۶ با فعال کردن Current flow مسیر عبور جریان را مشاهده کنید (شکل ۵۹).
۱۷ فایل را ذخیره کنید.



شکل ۵۷



شکل ۵۸



شکل ۵۹

شکل‌های ۵۷ـ ۵۸ـ ۵۹ـ نقشه فنی کامل شده مدار حسگر روشنایی در نرم‌افزار Circuit Wizard

کار عملی ۸

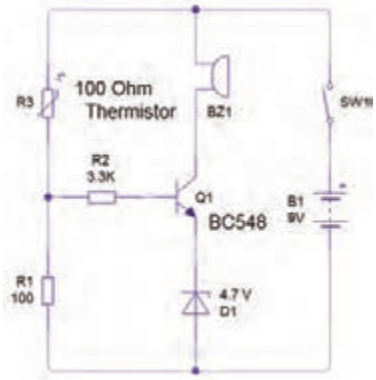
رسم نقشه فنی مدار کنترل دما و مدار راه‌انداز رله با ترانزیستور در نرم‌افزار Circuit Wizard

هدف: کسب مهارت تحلیل، شبیه‌سازی و رسم نقشه فنی مدارهای الکترونیکی با نرم‌افزار مولتی‌سیم و Circuit Wizard

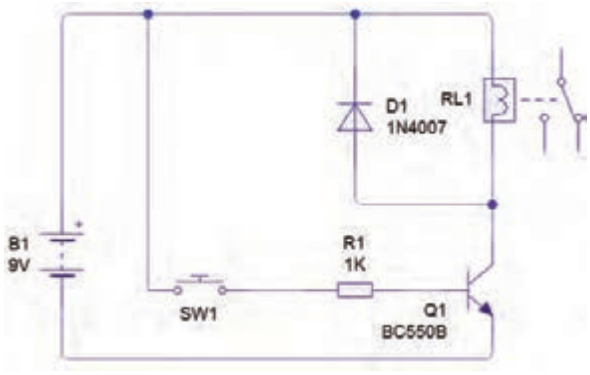
مواد، ابزار و تجهیزات: نرم‌افزار مرتبط ـ رایانه ـ نقشه فنی مدار

مراحل اجرای کار

۱ مدارهای شکل ۶۰ و شکل ۶۱ را با نرم‌افزار مولتی‌سیم شبیه‌سازی کنید.



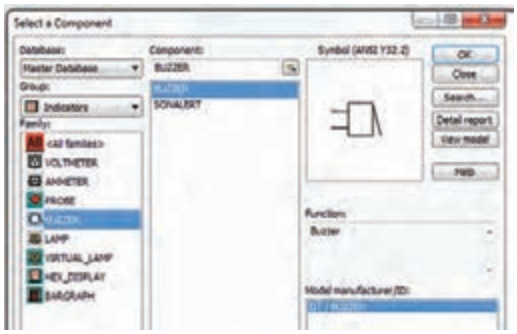
شکل ۶۰ـ مدار کنترل دما با مقاومت تابع حرارت (NTC)



شکل ۶۱ـ مدار راه‌انداز رله با ترانزیستور

توجه

۱ـ بی‌زر را از گروه Indicator به محیط کار نرم‌افزار مطابق شکل ۶۲ بیاورید. مقادیر فرکانس و ولتاژ کار بی‌زر را باتوجه به شکل ۶۳ تنظیم کنید.
۲ـ نقشه فنی مدارهای شکل ۶۰ و شکل ۶۱ را با نرم‌افزار circuit Wizard رسم کنید.



شکل ۶۲ـ مسیر انتخاب بی‌زر



شکل ۶۳ـ تنظیم فرکانس و ولتاژ کار بی‌زر

تبدیل نقشه فنی به مدار چاپی (نرم افزار دستی)

تبدیل نقشه فنی مدار به یک طرح مدارچاپی PCB به صورت دستی Manually

پس از ترسیم نقشه شماتیک مدار حسگر تشخیص روشنایی، فیبر مدار چاپی آن را طراحی می‌کنیم. می‌خواهیم طرح مدار چاپی را به صورت دستی رایانه‌ای طراحی کنیم. منظور از طراحی دستی رایانه‌ای این است که اتصال‌ها را خودمان با استفاده از ماوس ترسیم نمائیم.

کار عملی۹

رسم نقشه مدار چاپی با نرم‌افزار Circuit Wizard

هدف: کسب مهارت طراحی مدارچاپی با نرم‌افزار به روش دستی رایانه‌ای

مواد، ابزار و تجهیزات: نرم‌افزار مرتبط ـ رایانه ـ نقشه فنی مدار

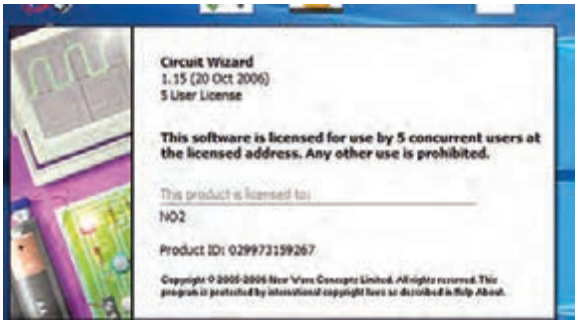
مراحل اجرای کار

۱ برای شروع کار، صفحه جدیدی را برای طراحی مدار چاپی باز کنید. با دوبار کلیک (دوبل کلیک) کردن روی نماد اجرای نرم‌افزار می‌توانید آن را باز کنید. چند لحظه صبرکنید تا شکل ۶۴ ظاهر شود.
یادآور می‌شود که نوارهای این نرم‌افزاردر حالت طراحی مدار چاپی همان نوارهای حالت نقشه‌کشی فنی (شماتیک) است و با سایر نرم‌افزارها از جمله نرم‌افزارهای ادیسون و مولتی‌سیم بسیار شباهت دارد. برای مثال نوار منوی این نرم‌افزار بسیار شبیه نوار منوی نرم‌افزار مولتی‌سیم است. برای طراحی مدار چاپی لازم است تنظیم‌های اولیه را انجام دهیم. تنظیم‌های اولیه مواردی مانند انتخاب ابعاد مدار چاپی، Grid/Snap,Origin را دربرمی‌گیرد.

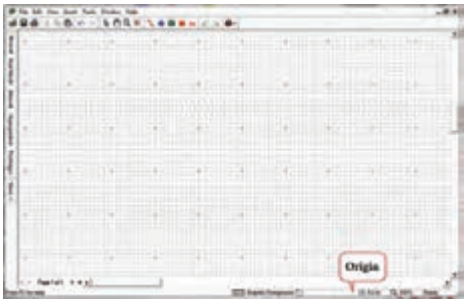
۲ تعیین ابعاد و مختصات نقشه مدارچاپی:

در پایین صفحه و سمت راست، یک دایره کوچکی وجود دارد که آن را نقطه مبدأ یا (Origin) می‌نامیم. معمولاً هنگام تعیین ابعاد فیبر مدار چاپی نقطه مبدأ (Origin) با مختصات X = ۰ و Y = ۰ به‌طور خودکار در پایین و سمت چپ انتخاب می‌شود. این ویژگی برای تمام نرم‌افزارهای مدار چاپی وجود دارد. در شکل۶۵ نقطه مبدأ (Origin) را مشاهده می‌کنید.

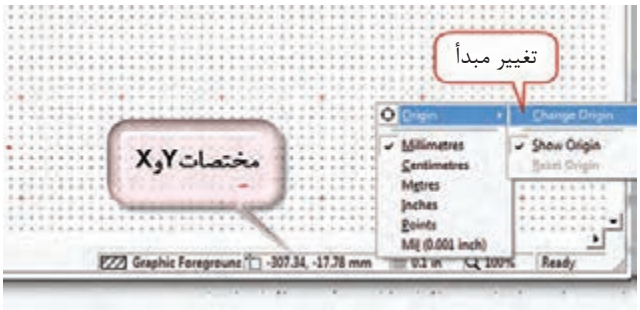
روی محل مبدأ(Origin)، شکل۶۶ کلیک راست کنید و واحد مختصاتX و Y را روی میلی‌متر قرار دهید.



شکل ۶۴ــ تصویر شروع به کار نرم‌افزار Circuit Wizard

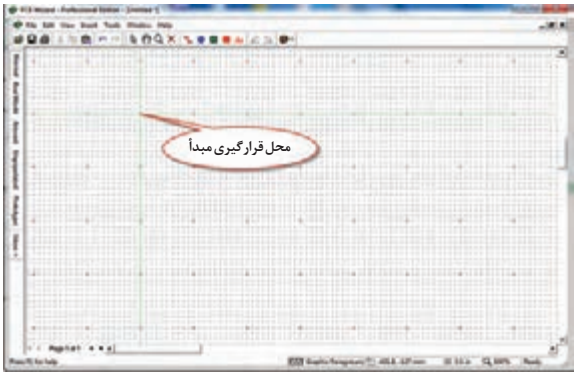


شکل ۶۵- نقطه مبدأ Origin



شکل۶۶ــ Origin و تعیین واحد مختصات X و Y

۳ روی تغییر مبدأ (Change Origin) کلیک کنید و نقطه مبدأ را مطابق شکل۶۷ در سمت چپ در نقطه X=۰ بالا قرار دهید. در این حالت مبدأ به‌طور خودکار مختصات X=۰ و Y=۰ تبدیل می‌شود. این فعالیت را چندین بار انجام دهید.

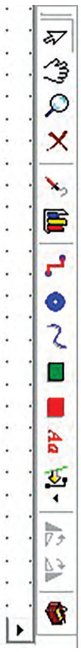


شکل ۶۷ــ محل قرارگیری مبدأ

معرفی جعبه ابزار نرم‌افزار

در شکل۶۸ جعبه ابزار نرم‌افزار را برای طرح مدار چاپی ملاحظه می‌کنید. درصورتی که مکان‌نما را روی زبانه مربوطه قرار دهید، توضیح مربوط به عملکرد آن به زبان اصلی نوشته می‌شود.

۴ در شکل۶۹ در مقابل هر زبانه، کار آن به‌طور خلاصه بیان شده است. مکان نما را روی هریک از نشانه‌ها بگذارید و متن ایجاد شده را با متن شکل۶۹ که ترجمه آن است، مقایسه کنید.



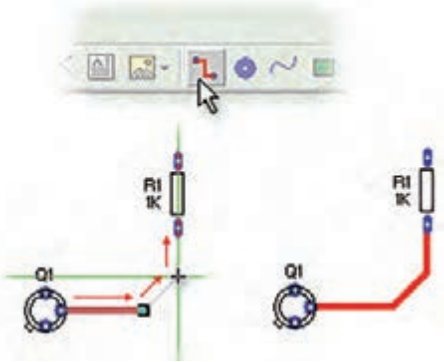
شکل ۶۸ـ جعبه ابزار



شکل ۶۹ـ توضیح زبانه‌ها

۵ ترسیم خطوط مسی (Track) برد مدار چاپی: برای رسم خطوط مسی روی زبانه Track کلیک چپ کنید. مکان نما به صورت دوخط+ سبز رنگ در می‌آید. مطابق شکل ۷۰ ابتدا روی پایه ترانزیستور کلیک چپ کنید تا اتصال برقرار شود سپس به پایه مقاومت اتصال دهید و کلیک کنید تا ارتباط مسی بین دو قطعه برقرار شود.

۶ با دو بار کلیک‌کردن روی هر نوار مسی شکل۷۱ ظاهر می‌شود. در این حالت می‌توانیم پهنای خطوط (Width)، لایه برد مدار چاپی (Layer) و کمترین فاصله بین دو نوارمسی (Gap) را تغییر دهیم. پهنای خطوط را تغییر دهید.



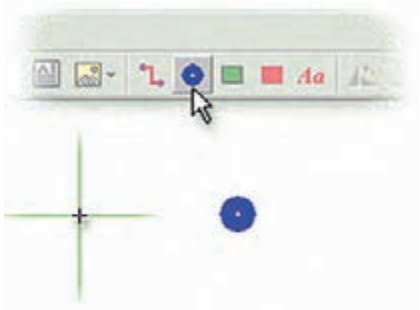
شکل ۷۰ـ نحوه اتصال خطوط مسی بین پایه قطعات



شکل ۷۱ـ تعیین ویژگی‌های خطوط مسی

۷ قرار دادن Pad (دایره) سوراخ روی برد مدار چاپی: Padها اتصال‌هایی هستند که با استفاده از آنها می‌توانیم سیم قطعات بزرگ مانند ترانسفورماتور و پایه قطعه را به طرف دیگر برد مدار چاپی لحیم کنیم. با ایجاد چهار سوراخ در چهار گوشه برد، می‌توانیم برد مدار چاپی را با پیچ بر روی بدنه دستگاه الکترونیکی نصب نمائیم. Padها را از جعبه ابزار شکل ۷۲ می‌توانید انتخاب کنید.

۸ برای تغییر ویژگی‌های (Properties) Padها مانند شکل ۷۳، پهنا، ارتفاع وکمترین فاصله دو سوراخ، لایه برد روی Pad، دو بارکلیک کنید. برای تعیین قطر سوراخ براساس پایه قطعات، مقدار Hole را تغییر می‌دهیم. پدها را انتخاب و ابعاد آن را تغییر دهید.



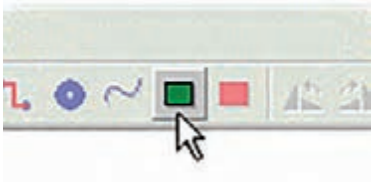
شکل ۷۲ـ انتخاب Pad از جعبه ابزار



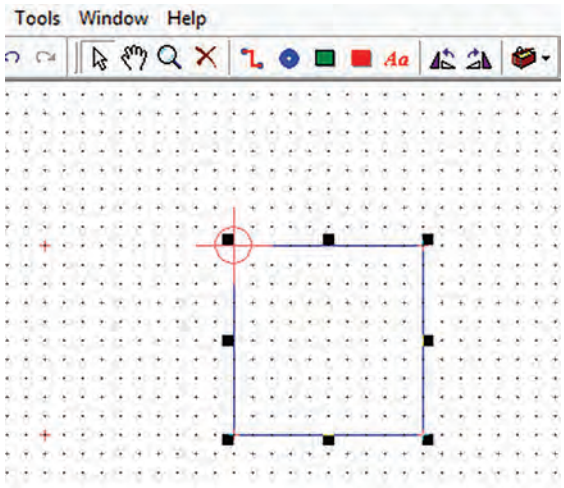
شکل ۷۳ـ تعیین ویژگی‌های Padها

۹ تعیین اندازه ابعاد برد مدار چاپی: برای تعیین ابعاد برد مدار مدار چاپی روی آیکون Circuit Board روی جعبه ابزار شکل ۷۴ کلیک کنید.

در این حالت مکان‌نما تغییر حالت می‌دهد و به‌صورت + و دو خط عمود برهم به رنگ سبز در می‌آید. مکان‌نما را به نقطه مبدأ روی صفحه محیط کار که قبلاً تعیین کردید، انتقال داده و کلیک کنید. ابعاد برد مطابق شکل ۷۵ بر روی صفحه ظاهر می‌شود.



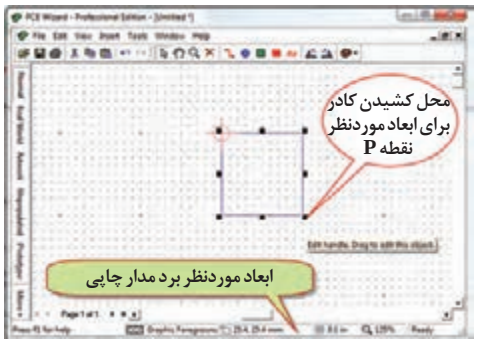
شکل ۷۴ـ آیکون ابعاد برد مدارچاپی Circuit Board



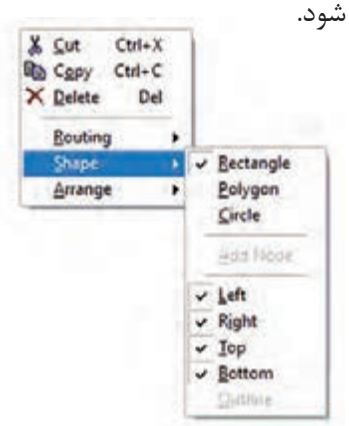
شکل ۷۵ـ چگونگی رسم ابعاد برد مدار چاپی

۱۰ برای تعیین دقیق ابعاد برد می‌توانید روی نقطه P شکل ۷۶ کلیک چپ کنید و آن را پایین نگه دارید (Drag) و بکشید تا به ابعاد موردنظر خود برسید.

۱۱ برای تغییر شکل کادر برد مدار چاپی از مستطیل شکل به چند ضلعی یا دایره‌ای شکل، روی کادر ابتدا کلیک چپ کنید، سپس کلیک راست کنید تا شکل ۷۷ ظاهر شود.



شکل ۷۶ــ نحوه تعیین اندازه برد مدار چاپی

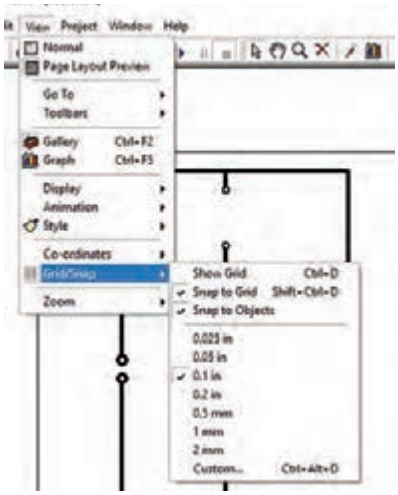


شکل ۷۷ــ نحوه تغییر شکل کادر برد مدار چاپی

۱۲ با کلیک کردن روی زبانه View در نوار منو، فهرست مربوطه را باز کنید. روی زبانه Grid/Snap کلیک کنید. منوی نوارهای مختلف باز می‌شود، (شکل ۷۸). ابعاد و شکل مورد نظررا انتخاب کنید و تمرین نمایید.

۱۳ گزینه‌ای به نام Snap/Grid وجود دارد. این گزینه میزان جابه‌جایی خطوط و قطعات را به ازای هر پله حرکت ماوس واره یا صفحه کلید تعیین می‌کند. هرقدر این عدد کوچک‌تر باشد، جابه جایی با دقت بیشتری انجام می‌شود. Snap/Grid را روی ۰/۵ میلی‌متر (توجه ابعاد روی اینچ قراردارد) قرار دهید. در این‌صورت در هر مرحله از جابجایی قطعه در برابر هر حرکت قطعه به اندازه ۰/۵میلی‌مترجابجا می‌شود. برای تنظیم Grid/Snap می‌توانید از مسیر دیگر مطابق شکل ۷۹ از نوار منو پایین صفحه نرم‌افزار مقدار آن را تعیین کنید. واحدهای میلی‌متر و اینچ با گریدهای مختلف را تغییر دهید.

۱۴ مدار شکل ۸۰ را در فیبری با ابعاد ۶×۵ ترسیم کنید.



شکل ۷۸ــ بازکردن نوارهای مختلف Grid/Snap



شکل ۷۹ــ مسیر تنظیم Grid/Snap

کار عملی ۱۰

طراحی مدارچاپی برد حسگر تشخیص نور

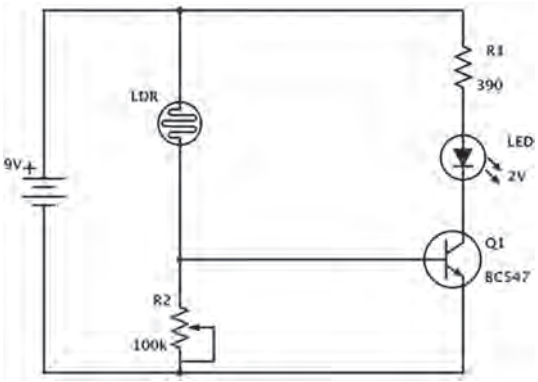
هدف: کسب مهارت طراحی مدار چاپی با نرم‌افزار به روش دستی رایانه‌ای

مواد، ابزار و تجهیزات: نرم‌افزار مرتبط ـ رایانه ـ نقشه فنی مدار

مراحل اجرای کار

طراحی مدار چاپی مدار شکل ۸۰ را با اجرای مراحل زیر انجام می‌دهیم.

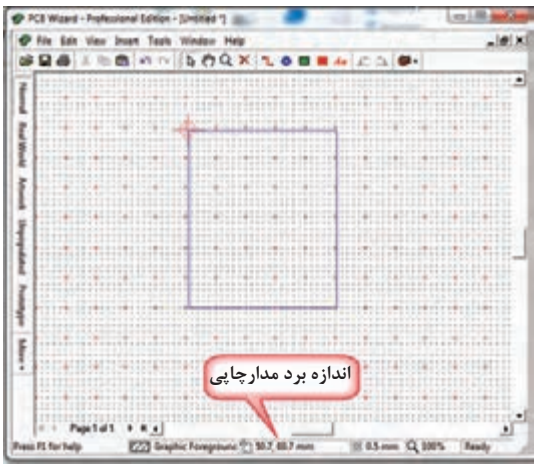
- تعیین اندازه برد مدار چاپی
- قراردادن Pad سوراخ در چهارگوشه برد مدارچاپی
- اضافه کردن نماد قطعات در مدار چاپی PCB Component
- اتصال ارتباط مسی بین پایه قطعات
- اضافه کردن لایه مسی برروی سطح مدار چاپی در صورت نیاز



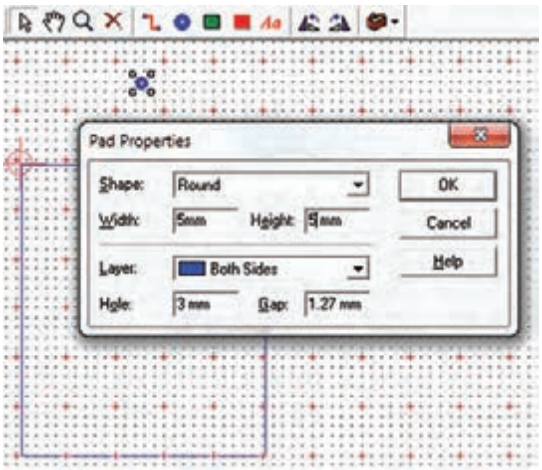
شکل ۸۰ـ مدار حسگر تشخیص نور

۱ اندازه برد را برای این مدار ۶×۵ سانتی‌متر (۶۰×۵۰ میلی‌متر) درنظر می‌گیریم. پس از تعیین نقطه Origin روی نماد circuit board کلیک می‌کنیم، شکل ۸۱ و کادر برد مدار چاپی را رسم می‌کنیم.

۲ معمولاً برای نصب برد مدار چاپی به بدنه دستگاه، از سوراخ‌های چهارگوشه برد، قطر ۳ میلی‌متر درنظر می‌گیرند. یک pad انتخاب و روی آن دوبار کلیک کنید. سپس پهنا Width و ارتفاع Pad Height را روی ۵ میلی‌متر و سوراخ (Hole) آن را روی ۳ میلی‌متر بگذارید (شکل ۸۲).



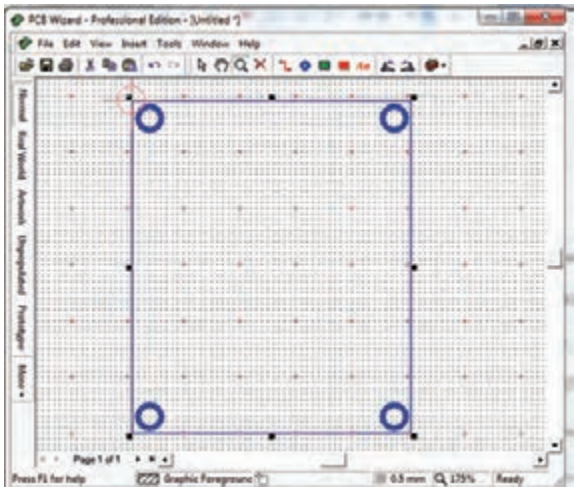
شکل ۸۱ ـ اندازه برد مدارچاپی ۶۰×۵۰ میلی‌متر



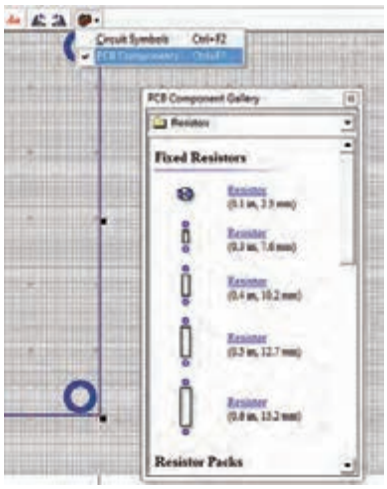
شکل ۸۲ـ تغییر اندازه Pad گوشه‌های برد مدارچاپی

۳ حال ۳ مرتبه از pad تنظیم شده Copy بگیرید و در فاصله ۳میلی‌متری از لبه‌های چهار طرف برد قرار دهید. برای copy کردن مانند سایر نرم‌افزارها روی pad کلیک راست کنید و گزینه Copy را انتخاب کنید و یا از کلیدهای میانبر ctrl+c استفاده کنید. برای چسباندن کلیک راست کنید و Paste را انتخاب کنید یا از کلیدهای ctrl+V استفاده شود. طرح شما باید مشابه طرح نشان داده شده در شکل۸۳ باشد.

۴ در زبانه PCB Component→ Gallery شکل۸۴ فهرست اندازه استاندارد فیزیکی (ابعاد واقعی) قطعات (Footprint) آورده می‌شود. از این فهرست مقاومت‌ها را با اندازه پایه‌های میلی‌متر انتخاب کنید.

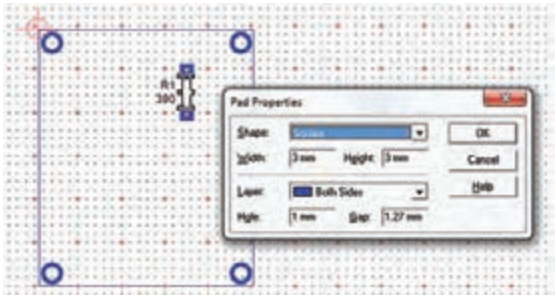


شکل۸۳ــ چهار سوراخ گوشه‌های برد



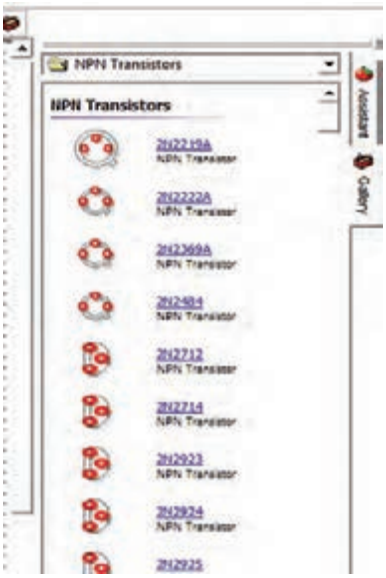
شکل ۸۴ــ فهرست قطعات PCB Component Gallery

۵ برای افزایش استحکام pad مربوط به پایه‌های قطعات در برابرخوردگی اسید حلال مس‌های اضافی بهتراست ابعاد آن را افزایش دهید. روی قطعه کلیک راست کنید. Pads را انتخاب کنید و پهنا و ارتفاع را به ۳میلی‌متر تغییر دهید. قطر مناسب سوراخ برای پایه قطعاتی مانند مقاومت، خازن، دیود و ترانزیستور ۱میلی‌متر است. بنابراین (Hole) سوراخ padها را روی ۱ قرار دهید (شکل ۸۵).

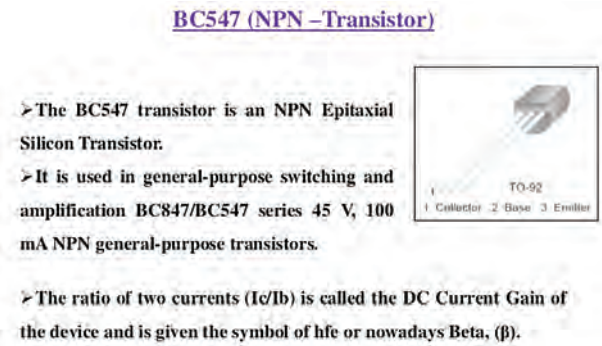


شکل۸۵ــ تغییر شکل و اندازه Pad پایه‌های مقاومت

۶ پتانسیومتر و مقاومت تابع نور (LDR) را از زبانه input component و باتری را از power supplies انتخاب کنید و در محل‌های مورد نظر بگذارید. یک دیود نورانی را از زبانه 5mm LEDs انتخاب کنید. ترانزیستور را با توجه به برگه اطلاعاتی آن در شکل ۸۶ نوع To۹۲ در نظر بگیرید. مدل پایه‌های ترانزیستور را از زبانه NPN Transistor یا PNP Transistor انتخاب کنید. در شکل ۸۷ مسیر انتخاب نوع پایه‌های ترانزیستور را مشاهده می‌کنید.



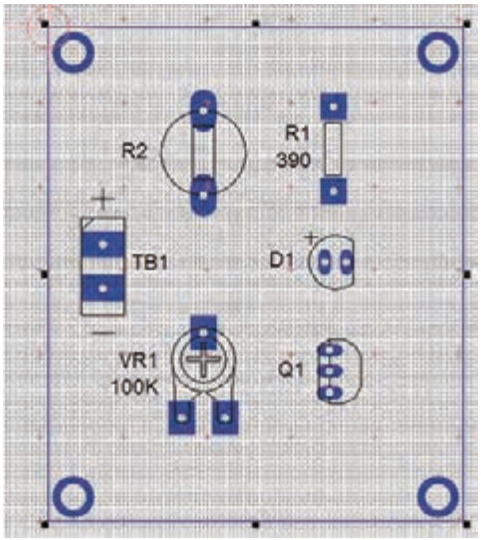
شکل ۸۷ــ انتخاب پایه‌های ترانزیستور BC۵۴۷



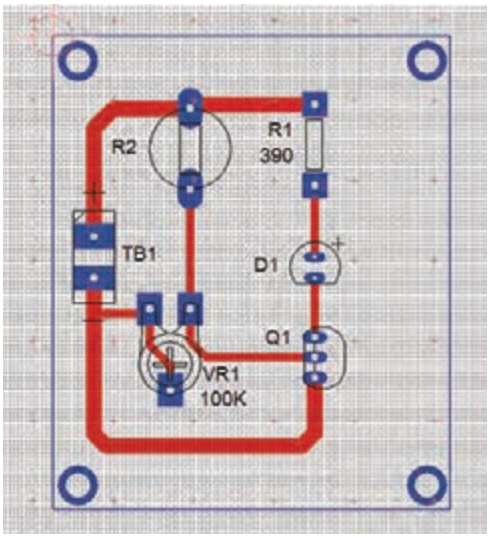
شکل ۸۶ــ برگه اطلاعاتی ترانزیستور BC۵۴۷

۷ بعد از انتخاب قطعات می‌توانید اندازه و شکل Padهای مربوط به پایه قطعات را، مشابه مقاومت R۱ تغییر دهید. یک نمونه تغییرات را در شکل۸۸ ملاحظه می‌کنید.

۸ حال نوبت ارتباط مسی بین قطعات است. ارتباط خطوط مسی ولتاژ +V و زمین باید از سایر خطوط پهن‌تر باشد. با کلیک روی  ارتباط مسی بین پایه‌ها را برقرار کنید. برای آنکه بین مقاومت R۱ و پایه مثبت LED و پتانسیومتر با LDR اتصال مسی بهتری برقرار باشد، پتانسیومتر را ۱۸۰درجه و LED را ۹۰ درجه به راست چرخش دهید. پس از اتمام ارتباط مسی بین پایه‌ها باید شکل۸۹ حاصل شود.

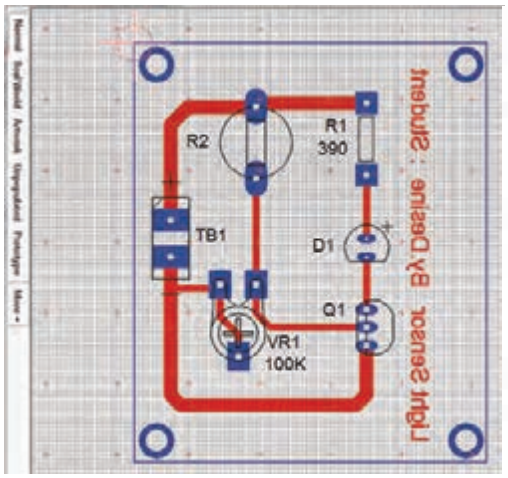


شکل ۸۸ــ تغییر شکل پایه‌های قطعات

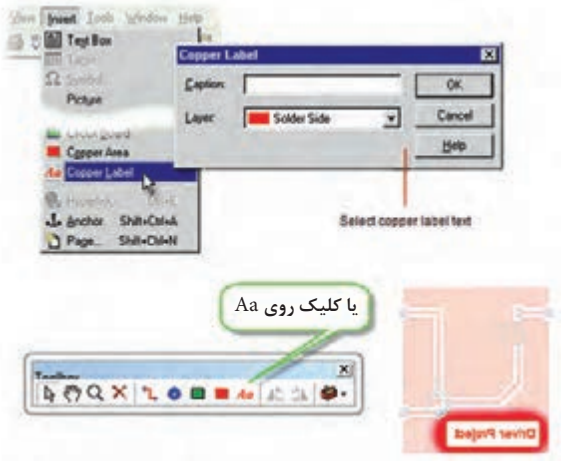


شکل ۸۹ــ ارتباط مسی پایه‌های قطعات

۹ نام مدار و مشخصات (Name Student: By. Design) طراح مدار چاپی را می‌توانیم با برچسب (متن) مسی بر روی برد بنویسیم. متن‌ها در فیبر به‌صورت معکوس درج می‌شود. در شکل ۹۰ مسیر انتخاب برچسب مسی را نشان می‌دهد. طبق شکل ۹۱ درج متن نام مدار و طراح مدارچاپی را بنویسید.



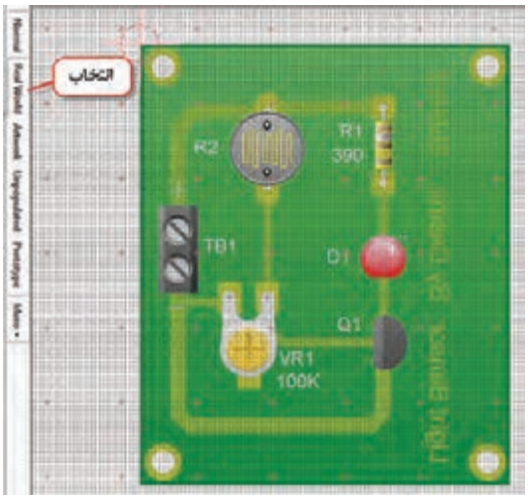
شکل ۹۱ـ نوشتن متن مسی نام مدار و طراح مدار چاپی



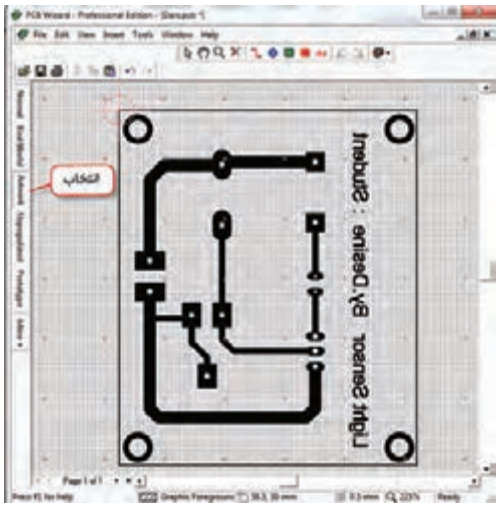
شکل ۹۰ـ مسیر انتخاب برچسب مسی

۱۰ روی دکمه Real word (دنیای واقعی) کلیک کنید، باید مطابق صفحه شکل ۹۲ تصویر واقعی فیبر مدار چاپی به همراه قطعات ظاهرشود.

۱۱ با کلیک روی دکمه Artwork طرح مدار چاپی را مشاهده خواهید کرد، (شکل ۹۳).

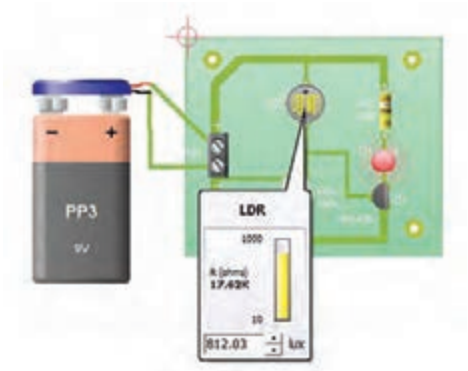


شکل ۹۲ـ تصویر واقعی فیبر مدار چاپی

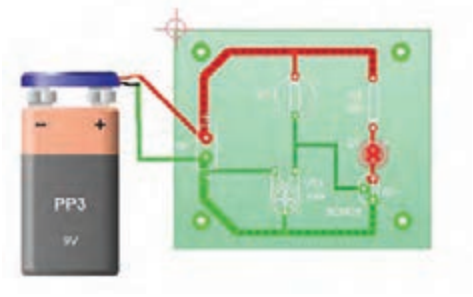


شکل ۹۳ـ طرح مدارچاپی مدار حسگر روشنایی

۱۲ با اتصال باتری به‌طرح مدار چاپی مطابق شکل۹۴ و تنظیم میزان نور به LDR عملکرد مدار را مطابق شکل ۹۵ تست کنید.



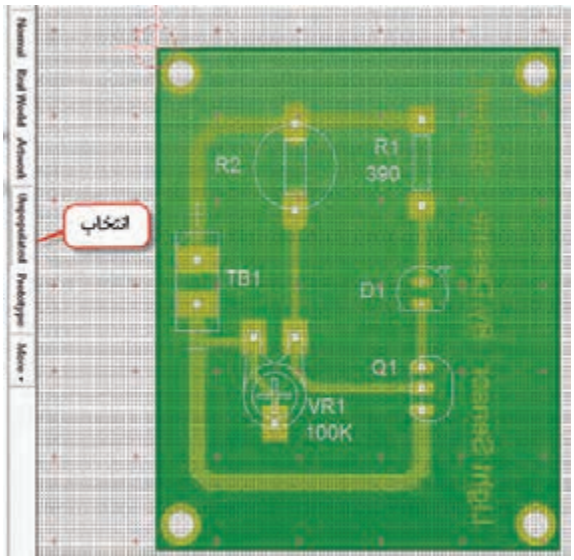
شکل ۹۴ـ اتصال باتری به مدار و تنظیم نور به LDR



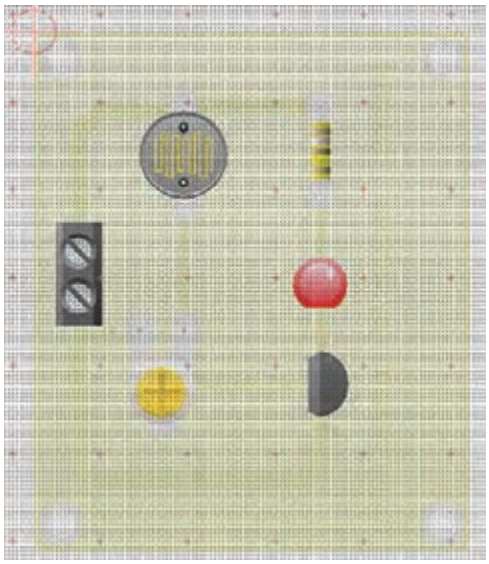
شکل ۹۵ـ تست عملکرد مدار

۱۳ پس از چاپ طرح با یکی از روش‌های انتقال که فراگرفتید، طرح را روی یک فیبر واقعی انتقال دهید. اگر روی دکمه Unpopulated نشان داده شده در شکل۹۶ کلیک کنید. نقشه چیدمان قطعات (Placement) ظاهر می‌شود. این نقشه در موقع مونتاژ قطعات به‌عنوان راهنما به‌کار می‌رود.

۱۴ با کلیک روی دکمه prototype نمونه اولیه ساخت مدار چاپی طبق شکل۹۷ برای بایگانی ایجاد می‌شود.



شکل ۹۶ـ نقشه چیدمان قطعات



شکل۹۷ـ نمونه بایگانی فیبر مدارچاپی

کار عملی۱۱

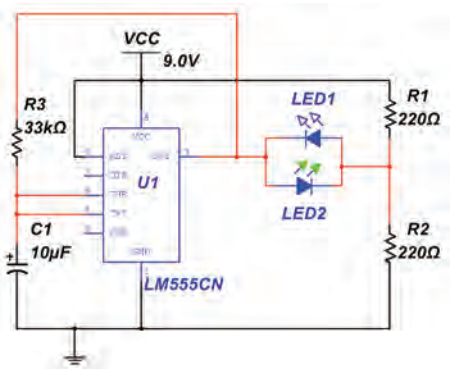
طراحی مدار چاپی مدار چراغ چشمک زن

هدف: کسب مهارت طراحی مدار چاپی با نرم‌افزار به روش دستی رایانه‌ای

مواد، ابزار و تجهیزات: نرم‌افزار مرتبط ـ رایانه ـ نقشه فنی مدار

مراحل اجرای کار

۱ فیبر مدار چاپی مدار شکل ۹۸ را در ابعاد ۶۰×۷۰ طراحی کنید.



شکل ۹۸ـ مدار چشمک زن با آی سی ۵۵۵

طراحی مدار چاپی با نرم‌افزار به صورت خودکار

کار عملی ۱۲

طراحی مدارچاپی به صورت خودکار

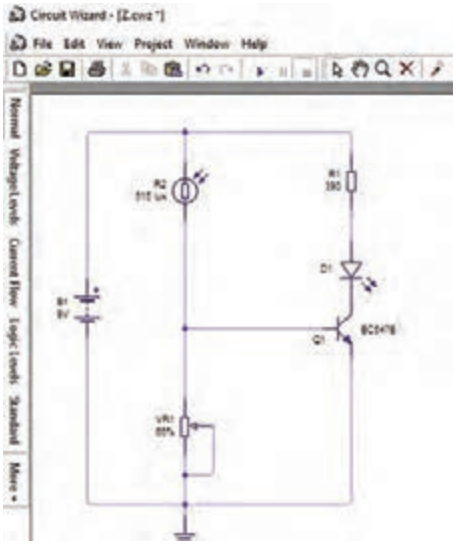
هدف: کسب مهارت طراحی مدار چاپی با نرم‌افزار به روش خودکار

مواد، ابزار و تجهیزات: نرم‌افزار مرتبط ـ رایانه ـ نقشه فنی مدار

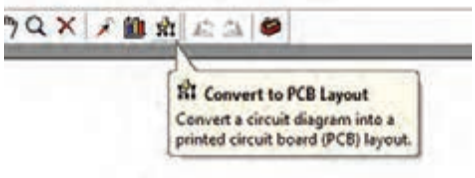
مراحل اجرای کار

در این روش ابتدا نقشه فنی مدار رسم می‌شود. سپس به‌صورت خودکار (Automatic) نقشه فنی به طرح مدار چاپی تبدیل می‌شود، (شکل ۹۹).

۱ باکلیک روی زبانه Tools و انتخاب Convert مطابق شکل ۱۰۰، عملیات تبدیل نقشه فنی الکترونیکی مدار به طرح مدار چاپی آغاز می‌شود.



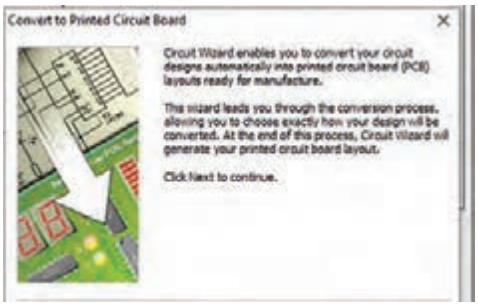
شکل ۹۹ـ ترسیم نقشه فنی مدار حسگر روشنایی



شکل ۱۰۰ـ زبانه تبدیل نقشه فنی به فیبر مدار چاپی

۲ در شروع فرایند تبدیل بعد از انتخاب Convert شکل ۱۰۱ ظاهرمی‌شود. این پیام بیان می‌کند که Circuit Wizard در فرایند تبدیل راهنمایی‌های لازم را انجام می‌دهد تا قادر به تبدیل خودکار نقشه شماتیک به مدار چاپی باشیم.

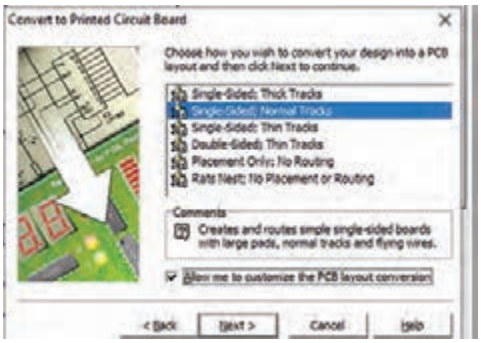
۳ روی گزینه Next کلیک کنید. در صفحه بعد نرم‌افزار آمادگی خود را برای فرایند تبدیل اعلام می‌کند.



شکل ۱۰۱

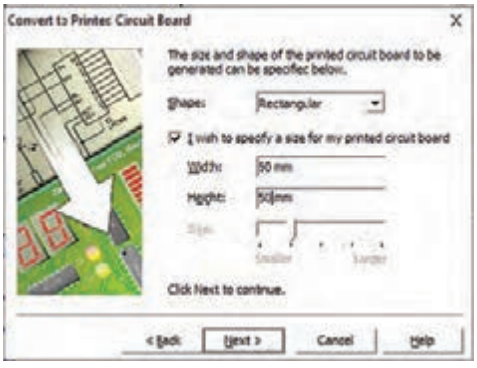
۴ در پنجره بعدی شکل ۱۰۲ نحوه تبدیل طرح به طرح مدار چاپی انتخاب شده و سپس روی Next کلیک می‌کنیم. گزینه‌های انتخابی به این شرح است.

برد یک‌طرفه با ترک ضخیم، نرمال یا نازک یا برد دوطرفه با ترک‌های نازک یا فقط جایگذاری بدون مسیریابی یا آوردن قطعات بدون جایگذاری و مسیریابی .



شکل ۱۰۲

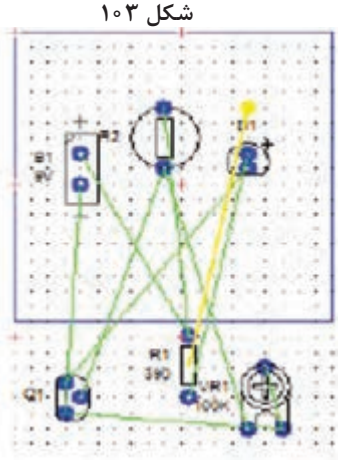
۵ اگر تیک «به من اجازه دهید تا طرح PCB را سفارشی کنم» را نزنیم در پنجره بعدی اندازه طول و عرض و شکل برد مدار چاپی تعیین می‌شود (شکل ۱۰۳).



شکل ۱۰۳

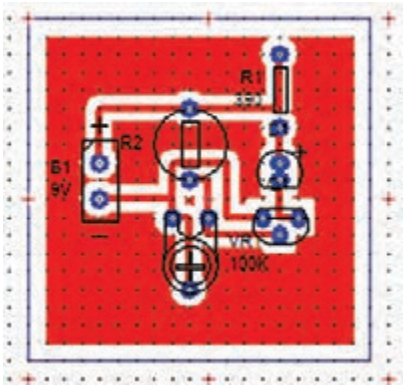
۶ روی گزینه Convert کلیک کنید. در این لحظه چیدمان قطعات و اتصال پایه‌ها روی فیبر مدار چاپی مطابق شکل ۱۰۴ به‌صورت خودکار انجام می‌شود.

۷ در انتهای اجرای عملیات، متن «مسیریابی خودکار و اتصالات به طور ۱۰۰٪ با موفقیت اجراشد» برروی صفحه ظاهر می‌شود (شکل ۱۰۵).

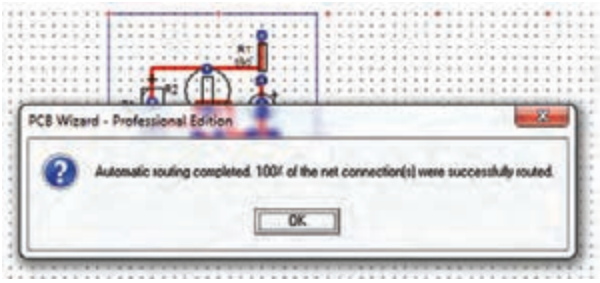


شکل ۱۰۴ــ چیدمان قطعات واتصال پایه روی فیبرمدار چاپی

۸ شکل ۱۰۶ لایه مسی که به برد اضافه شده است را نشان می‌دهد.



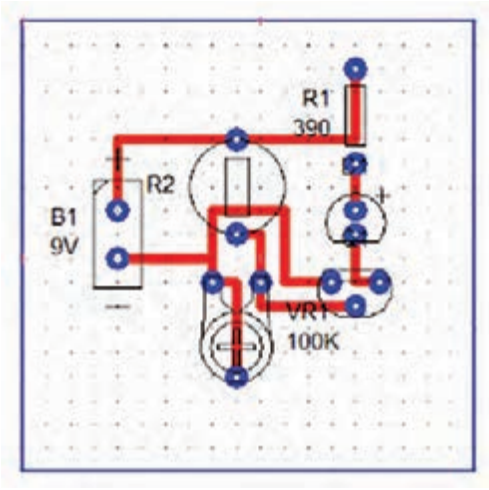
شکل ۱۰۶ــ اضافه شدن لایه مسی به برد مدارچاپی



شکل۱۰۵ــ مسیریابی خودکار و اتصالات به طور ۱۰۰٪ با موفقیت اجراشد.

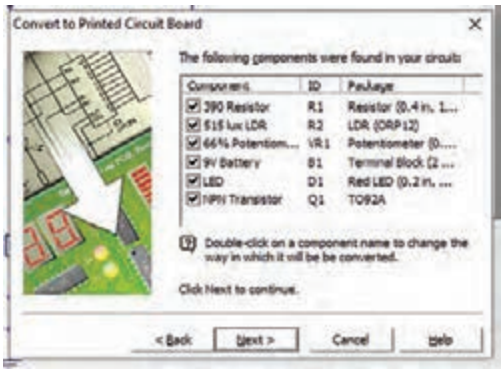
۹ روی لایه مسی کلیک کنید تا انتخاب شود. سپس آن را حذف (Delete) کنید. در این صورت شکل۱۰۷ به‌وجود می‌آید. نرم‌افزار به‌طور خودکار برای طرح مدار چاپی، اندازه برد را برحسب تعداد قطعات، با حداقل فاصله نوارهای چاپی، انتخاب می‌کند.

۱۰ با انتخاب حالت‌های فیبر مدار چاپی در واقعیت (Real word)، طرح مدارچاپی(Artwork) و نقشه جای‌گذاری قطعات (Unpopulated) شکل۹۶ و شکل۹۷ و شکل۱۰۷ که به‌صورت خودکار طراحی شده‌اند را با حالت طراحی دستی که در بخش قبل طراحی شده‌اند مقایسه کنید.



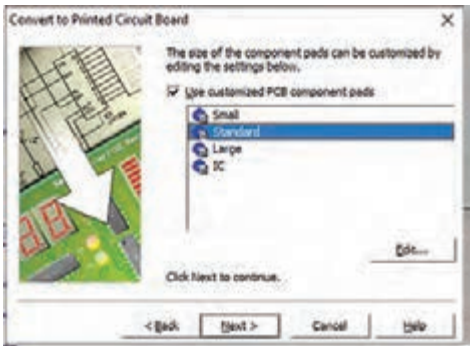
شکل ۱۰۷ــ حذف لایه مسی و طرح مدار چاپی

اگر در شکل ۱۰۲ تیک «به من اجازه دهید تا طرح PCB را سفارشی کنم» را بزنیم پنجره تنظیم شکل برد و اندازه آن ظاهر می‌شود. شکل ۱۰۳ پس از تنظیم و کلید روی Next پنجره شکل ۱۰۸ ظاهر می‌شود.



شکل ۱۰۸

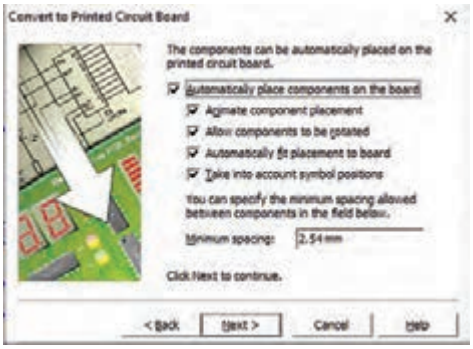
در این پنجره با دو بار کلیک روی نام هر قطعه، می‌توان نحوه تبدیل قطعه را تغییر داد. در پنجره بعدی اندازه پدهای قطعه را می‌توان ویرایش و تنظیم نمود (شکل ۱۰۹).



شکل ۱۰۹

در پنجره بعدی چگونگی قرار گرفتن قطعات به‌طور خودکار روی PCB و تنظیم حداقل فاصله بین اجزاء تنظیم می‌شود. (شکل ۱۱۰)

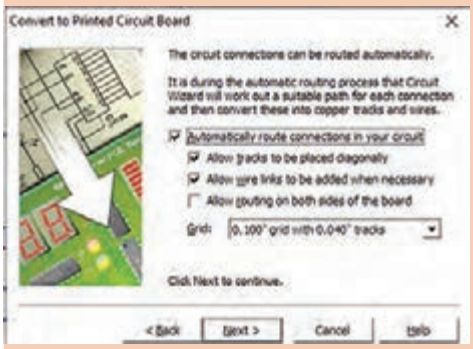
در پنجره شکل۱۱۱چگونگی مسیریابی مدار به‌صورت خودکار تنظیم می‌شود چون طراحی برد یک لایه است تیک امکان مسیریابی دوطرفه را نمی‌زنیم.



شکل ۱۱۰

فعالیت گروهی

باهم‌گروهی خود انتخاب‌های شکل‌های ۱۱۰ و ۱۱۱ را به فارسی ترجمه کنید. در مراحل اجرای کار عملی هریک از گزینه‌ها را فعال و غیرفعال کنید و نتایج را به‌صورت یک گزارش ارائه دهید.



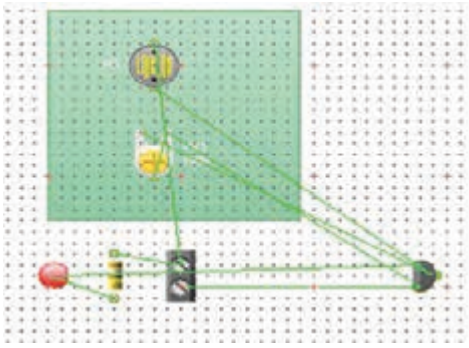
شکل ۱۱۱

در پنجره شکل ۱۱۲ نواحی مس جامد را می‌توان به‌طور خودکار به برد مدار چاپی اضافه یا حذف نمود.



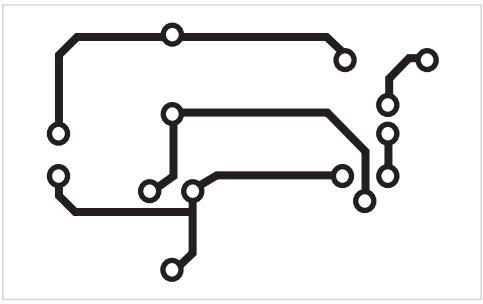
شکل ۱۱۲

با کلیک روی Next و Convert نقشه شماتیک به طرح مدار چاپی تبدیل می‌شود. (شکل ۱۱۳)



شکل ۱۱۳

با کلیک روی Artwork طرح نهایی برای انتقال روی فیبر مدار چاپی را در شکل ۱۱۴ مشاهده می‌کنید.

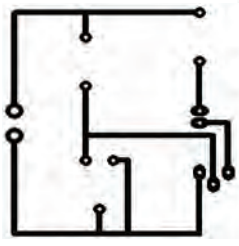


شکل ۱۱۴

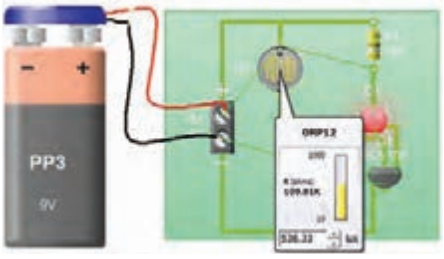
اگر طرح مدار چاپی و چیدمان قطعات موردنظر نیست می‌توان چیدمان و طراحی را به‌طور دستی اصلاح نمود شکل‌های ۱۱۵ و ۱۱۶ اصلاح چیدمان و اصلاح مدار چاپی را نشان می‌دهد. با اتصال باتری به طرح مدار چاپی مطابق شکل ۱۱۷ و تنظیم نور LDR از صحت عملکرد مدار چاپی می‌توان اطمینان حاصل نمود.



شکل ۱۱۵



شکل ۱۱۶



شکل ۱۱۷

تعمیق و تثبیت یادگیری (۱)

تذکر: برای تعمیق و تثبیت یادگیری و حتی ارزشیابی استفاده عملی از نرم‌افزار و انجام پروژه الزامیست.

۱ در نرم‌افزار Circuit Wizard کلیدهای میان‌بر Ctrl+F۲ برای باز کردن فهرست نماد فنی قطعات است.

صحیح □ غلط □

۲ مقاومت تابع نور LDR از نوار فهرست Out put Componnents انتخاب می‌شود.

صحیح □ غلط □

۳ دیود نورانی LED از نوار فهرست Out put Componnents انتخاب می‌شود.

صحیح □ غلط □

۴ نماد Aa در جعبه ابزار نرم‌افزار، برای قرار دادن ..... روی طرح فیبرمدارچاپی است. (با مراجعه به نرم‌افزار پاسخ دهید)

۵ قرار دادن مس جامد روی برد مدارچاپی چگونه انجام می‌گیرد؟

۶ میزان جابجایی خطوط و قطعات در نرم‌افزار را Grid/snap تعیین می‌کند. صحیح □ غلط □

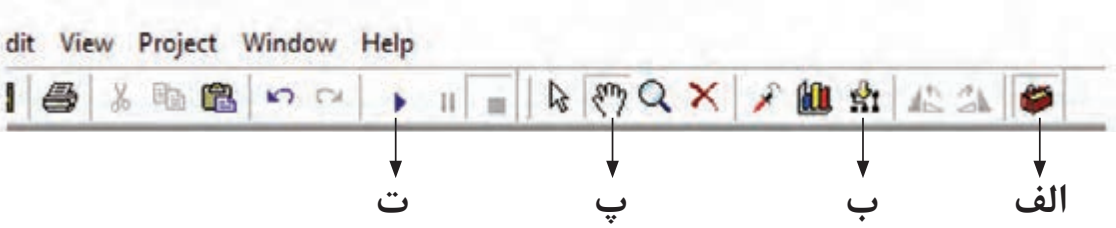
۷ برای چاپ طرح مدار چاپی کدام گزینه را باید انتخاب کرد.

الف) Real word ب) Artwork

پ) Unpopulated ت) Prototype

۸ با کلیک کردن روی Convert چه فرایندی انجام می‌شود؟ شرح دهید.

۹ در نرم‌افزار Circuit Wizard در نوار شکل ۱۱۸ عملکرد هرقسمت را شرح دهید.



شکل ۱۱۸

۱۰ آیا با نرم‌افزار Circuit Wizard می‌توانید فهرست قطعات به‌کار رفته در مدار را تهیه کنید؟ مراحل تهیه فهرست قطعات را بنویسید.

صحیح □ غلط □

۱۱ معنای فارسی هر یک از لغات زیررا بنویسید. هریک از این واژگان در کدام قسمت نرم‌افزار کاربرد دارند؟

الف): Origin

ب) Convert :

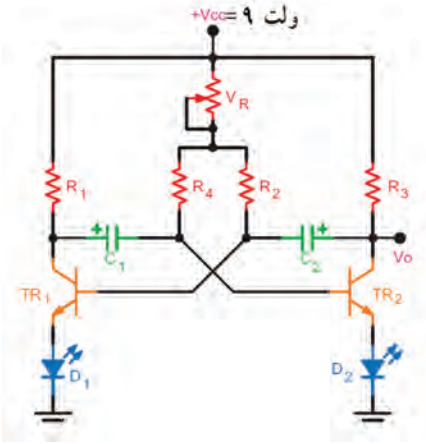
پ) Track :

ت) Artwork:

تعمیق و تثبیت یادگیری (۲)

۱ طرح مدار چاپی مدار شکل ۱۱۹ را با استفاده از نرم افزار Circuit Wizard به‌صورت دستی رایانه‌ای طراحی کنید.

کلیه مقاومت‌ها $\frac{۱}{۴}$ وات هستند. در طراحی مدار چاپی، به اندازه دقیق قطعات توجه کنید.



$R_۱ = R_۳ = ۳۳۰\Omega$ $V_R = ۱۰۰K\Omega$

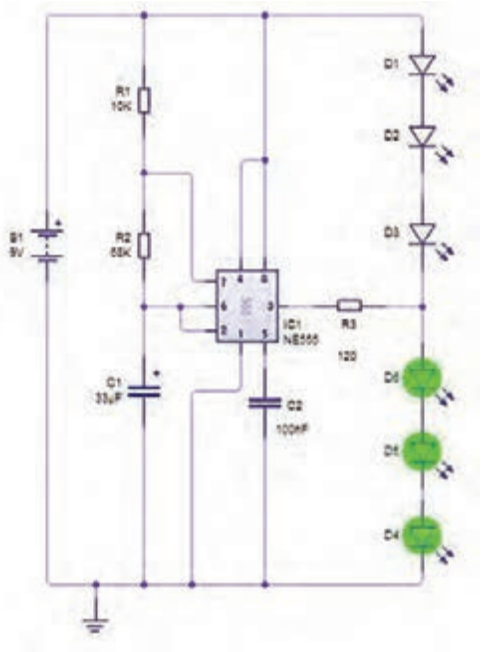
$R_۲ = R_۴ = ۴۷k\Omega$ $V_{CC} = ۹$ Volt

$C_۱ = C_۲ = ۲۲\mu F$ $D_۱ = D_۲ = LED$

$TR_۱ = TR_۲ = BC۱۰۷$

شکل ۱۱۹ــ مدار چشمک‌زن با ترانزیستور

۲ نقشه شماتیک شکل ۱۲۰ را با استفاده از نرم‌افزار Circuit Wizard ترسیم کنید و مدار را راه‌اندازی نمایید.



شکل ۱۲۰

استاندارد ارزشیابی پیشرفت تحصیلی مبتنی بر شایستگی درس طراحی و ساخت مدارهای چاپی پودمان سوم، واحد یادگیری ۲

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی/ شایستگی/ (واحدهای یادگیری)	استاندارد عملکرد	نتایج مورد انتظار	شاخص تحقق
پودمان ۳: طراحی و شبیه‌سازی مدار چاپی	**واحد یادگیری ۲:** شبیه‌سازی و ترسیم مدارچاپی با نرم‌افزار	طراحی شماتیک، شبیه‌سازی و تهیه فایل خروجی طرح PCB با استفاده از نرم‌افزارهای Multisim و Circuit Wizard	**بالاتر از حد انتظار**	علاوه بر تحقق شاخص‌های درحد انتظار، انجام کلیه فعالیت‌های پودمان (مانند تحقیق کنید، فکر کنید، پژوهش کنید، جستجوکنید، بحث گروهی)
			در حد انتظار	۱ـ طراحی شماتیک: ـ ترسیم صحیح نقشه مدار با انتخاب نمادهای استاندارد از کتابخانه قطعات و تنظیم مقادیر پارامترها (مقاومت، ظرفیت،خازن و...) مطابق با نیاز مدار ۲ـ شبیه‌سازی اولیه: ـ اجرای تحلیل‌های پایه (AC، DC) و تأیید عملکرد مدار با استفاده از ابزارهای اندازه‌گیری مجازی (اسیلوسکوپ، مولتی‌متر) - تشخیص و رفع خطاهای مفهومی (مثل اتصال کوتاه، مدار باز) ۳ـ طراحی PCB : ـ چیدمان بهینه قطعات با رعایت فاصله‌های ایمن و مسیرهای سیگنال و تعیین‌گذرگاه‌های مسی Track با عرض مناسب ۴ـ تبدیل به: PCB ـ تبدیل خودکار شماتیک به PCB در Circuit Wizard ـ تنظیم پارامترهای فنی: ـ فاصله مسیرها (Min: ۰/۲mm) ـ اندازه پدها (متناسب با پایه قطعات) ـ عرض مسیرها With Tracks (برای جریان‌های کم Min: ۰/۳mm) ۵ـ خروجی‌گیری: ـ ساخت گزارش شبیه‌سازی شامل نمودارهای ولتاژ/جریان عبوری از مدار ـ تولید فایل‌های ساخت: Bill of Materials (BOM)- prototype - Placement-Artwork طرح مدار چاپی Real word- - Drill Files
			پایین‌تر از حد انتظار	در صورتی‌که هنرجو همه شاخص‌های درحد انتظار را محقق نسازد، پایین‌تر از حد انتظار ارزشیابی می‌شود.
لازم است تا کیفیت فرایند کسب شایستگی در طول زمان آموزش پودمان براساس انجام فعالیت‌های کلاسی و عملی، نظم، مشارکت در فعالیت‌های آموزشی و تربیتی، ابتکار در تکالیف عملکرد درسی و... درنظر گرفته شود.				
شایستگی پودمان(بالاتر از حد انتظار، درحد انتظار، پایین‌تر از حد انتظار)				

شایستگی‌های غیرفنی و عمومی (ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی)

شاخص ها	ضریب کیفیت عملکرد	شایستگی عملکرد هنرجو
مدیریت کیفیت ـ جمع‌آوری و گرد آوری اطلاعات ـ رعایت زبان فنی ـ رعایت ارگونومی ـ کنترل مخاطرات احتمالی و حفاظت از تجهیزات کارگاه ـ ایجاد محتوای الکترونیک ـ صرفه‌جویی ـ طراحی خلاقانه پوسته گرافیکی و گرافیک متحرک ـ رعایت انضباط فردی و کلاسی ـ پوشش مناسب ـ احترام به استاد و هم‌کلاسی‌ها ـ حضور به موقع در کارگاه	۲	

شایستگی عملکرد هنرجو در واحد یادگیری	شایستگی‌های غیرفنی و عمومی			شایستگی‌های فنی		
	بالاتر از حد انتظار	درحد انتظار	کمتر از حد انتظار	بالاتر از حد انتظار	درحد انتظار	کمتر از حد انتظار

شایستگی عملکرد هنرجو از میانگین سطوح شایستگی کسب شده در مراحل کاری هر واحد یادگیری مشخص می‌شود. به شرط آنکه:

۱ سطح شایستگی هنرجو در هیچ مرحله‌ای کمتر از حد انتظار نباشد .

۲ هنرجو در شایستگی‌های غیرفنی و عمومی، شایستگی درحد انتظار یا بالاتر ازحد انتظار را کسب کرده باشد.

توجه :

۱ اگر حتی در یک مرحله کاری شایستگی کمتر از حد انتظار کسب شود، منجر به عدم کسب شایستگی واحد یادگیری می‌شود.

۲ اگر میانگین سطوح شایستگی ۲/۵ یا بیشتر باشد، سطح شایستگی بالاتر از حد انتظار خواهد بود.

۳ با توجه به اینکه شایستگی‌های عمومی و غیرفنی از شرایط لازم برای کسب شایستگی می‌باشد؛ لذا در صورتی که شایستگی فنی را احراز کرده باشد اما در شایستگی غیرفنی و عمومی، سطح درحد انتظار کسب نشده باشد، به معنی عدم احراز شایستگی در واحد یادگیری است.

پودمان ۴

طراحی مدار چاپی با نرم‌افزار تجاری



Altium Designer یک نرم‌افزار طراحی نقشه الکترونیکی (**Schematic**) و برد مدار چاپی (**PCB**) می‌باشد که توسط شرکت **Altium Limited** توسعه یافته است. این نرم‌افزار از قابلیت‌ها و امکانات بسیاری برخوردار است که به مهندسان الکترونیک کمک می‌کند تا مدارات پیچیده را به‌طور دقیق و بهینه طراحی کنند.

آلتیوم دیزاینر در دهه ۱۹۸۰ میلادی به نام **Protel** شروع به کار کرد و از آن زمان به‌صورت مداوم بهبود یافته است. در سال ۲۰۰۵، نام آن به **Altium Designer** تغییر یافت و امکانات و قابلیت‌های آن نیز به‌طور چشمگیری افزایش پیدا کرد.

آلتیوم دیزاینر امکان طراحی شماتیک مدارات الکترونیکی، طراحی **PCB**، شبیه‌سازی و بررسی‌های تحلیلی مانند آنالیز حرارتی و امکانات مدیریت پروژه را فراهم می‌کند. این نرم‌افزار به توسعه‌دهندگان الکترونیک، مهندسان **PCB** و صاحبان کسب و کار در ایجاد مدارات پیچیده و پیشرفته کمک می‌کند. به همین دلیل در این پودمان، نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر برای آموزش طراحی مدار چاپی درنظر گرفته شده است.

پس از آموزش این نرم‌افزار، هنرجو توانایی لازم را برای طراحی مدار چاپی مدارهای الکترونیکی ساده یک لایه و دو لایه کسب خواهد کرد.

واحد یادگیری ۱
شایستگی راه اندازی نرم‌افزار تجاری و اجرای یک نقشه

آیا تا به حال فکر کرده‌اید

- بردهای مدار چاپی دستگاه‌های الکترونیکی نظیر رایانه، دستگاه‌های صوتی تصویری و تلفن همراه با چه نرم‌افزاری طراحی شده است؟
- چگونه می‌توان یک نقشه الکترونیکی را به طرح مدار چاپی تبدیل کرد؟
- منظور از بردهای چند لایه چیست و چگونه می‌توان مدار چاپی دو لایه یا چند لایه را طراحی کرد؟
- یک نرم‌افزار مطلوب تجاری از چه ویژگی‌هایی باید برخوردار باشد؟

استفاده از نرم‌افزارهای طراحی مدار چاپی برای انجام کارهای طراحی و شبیه‌سازی مدارهای الکترونیکی بسیار مفید است. در ادامه تعدادی از دلایل استفاده از این نرم‌افزارها آورده شده است:

۱ سهولت استفاده: نرم‌افزارهای طراحی مدار چاپی برای افرادی که در زمینه الکترونیک آشنا هستند، بسیار قابل فهم و ساده هستند.

۲ زمان طراحی کوتاه‌تر: استفاده از این نوع نرم‌افزارها منجر به کاهش زمان طراحی مدارها، شبیه‌سازی و انجام تغییرات به‌سرعت بسیار زیادی می‌شود.

۳ بهینه‌سازی عملکرد: با استفاده از این نرم‌افزارها، می‌توان به‌راحتی عملکرد مدارهای الکترونیکی را بهبود بخشید.

۴ انجام شبیه‌سازی‌های دقیق: این نوع نرم‌افزارها امکان انجام شبیه‌سازی‌های دقیق و آزمایش‌های متعدد بر روی مدارها را فراهم می‌کنند.

۵ کاهش خطاها: با استفاده از این نرم‌افزارها، احتمال بروز خطاها در طراحی مدارها به حداقل ممکن می‌رسد.

به‌طور کلی استفاده از نرم‌افزارهای طراحی مدار چاپی در صنعت الکترونیک، باعث بهبود عملکرد و کاهش هزینه‌های طراحی و تولید مدارهای الکترونیکی می‌شود.

در این واحد یادگیری به آموزش نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر می‌پردازیم که در بازار کار و صنعت هم از آن استفاده می‌شود.

پس از آموزش از فرا گیرنده انتظار می‌رود که بتواند نرم‌افزارهای طراحی مدار چاپی را بشناسد، طریقه نصب و کار با نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر را فرا بگیرد، نقشه یک مدار الکترونیکی را در محیط شماتیک رسم کرده و آن را به محیط PCB ببرد و نقشه مدار چاپی را طراحی کند.

استاندارد عملکرد

رسم نقشه مدار چاپی مدارهای الکترونیکی به کمک نرم‌افزار تجاری آلتیوم دیزاینر

تجهیزات و ابزار موردنیاز کارگاه

رایانه رو میزی، چاپگر لیزری، نرم‌افزارهای موردنیاز

فضای آموزش و تجهیزات مربوط به آن:

سیستم تهویه، ویدئو پروژکتور، رایانه، وایت برد

معرفی نرم‌افزارهای پیشرفته طراحی مدار چاپی

نرم‌افزارهای زیادی به بازار عرضه شده‌اند که به کمک آنها می‌توان مدار چاپی مدارهای الکترونیکی را طراحی کرد. ولی در عمل تعداد کمی از این نرم‌افزارها توسط طراحان حرفه‌ای مدار چاپی مورد استفاده قرار می‌گیرند که مهم‌ترین و پرکاربردترین آنها به شرح زیر می‌باشد:



شکل ۱ـ نرم‌افزار OrCAD

OrCAD: اورکد یکی از قدیمی‌ترین و قدرتمندترین نرم‌افزارهای رسم شماتیک، طراحی مدارهای الکترونیکی، شبیه‌سازی طرح الکترونیکی و طرح فیبر مدار چاپی است.

امکانات نرم‌افزار OrCAD:

- دسترسی به کتابخانه این نرم‌افزار با بیش از ۳۰۰۰ قطعه
- رسم شماتیک در محیط OrCad Capture
- ایجاد کتابخانه‌ها و المان‌های جدید در این نرم‌افزار
- شبیه‌سازی طرح موردنظر به‌وسیله pspice simulation , Orcad signal explorer
- قرار دادن مدار بر روی فیبر مدار چاپی به‌صورت دستی یا به‌صورتی که نرم‌افزار ارائه می‌کند.
- رسم اتصالات بین قطعات PCB با روش‌های سیم‌کشی خودکار و نیمه خودکار
- مشاهده نهایی برد ایجاد شده به‌صورت گرافیکی و از نماهای مختلف
- امکان ارتباط و تبادل داده این نرم‌افزار با نرم‌افزار MATLAB

Proteus: پروتئوس با نام کامل Proteus Design Suite نرم‌افزاری است که برای ایجاد شماتیک مدار، شبیه‌سازی آن و طراحی بردهای مدار چاپی (PCB) استفاده می‌شود. از قابلیت‌های مهم این نرم‌افزار می‌توان به شبیه‌سازی میکروکنترلرها و میکروپروسسورها اشاره کرد.

این نرم‌افزار به‌دلیل داشتن قطعات و ابزارهای اندازه‌گیری مشابه قطعات و ابزارهای واقعی، می‌توان مدارهای الکترونیکی را مشابه دنیای واقعی شبیه‌سازی کرده و بعد از رفع اشکالات احتمالی برای آن PCB طراحی کرد.

قابلیت‌های نرم‌افزار Proteus:

- طراحی مدارات الکترونیکی
- مدل‌سازی دستگاه‌ها و قطعات قابل برنامه‌ریزی
- طراحی مسیریابی‌های پیشرفته
- صرفه‌جویی در وقت و هزینه طراحی مدار
- شبیه‌سازی مدارات میکروکنترلری در سطح حرفه‌ای
- دارا بودن کلیه المان‌های اندازه‌گیری واقعی نظیر اسیلوسکوپ، سیگنال ژنراتور، ولت متر، آمپر متر و...
- امکان افزودن کتابخانه‌های قدرتمند و دارا بودن کلیه قطعات الکترونیک
- امکان طراحی PCB برای مدار شبیه‌سازی شده بدون نیاز به تغییر دادن مدار



شکل ۲ـ نرم‌افزار Proteus

EAGLE: یکی از قدرتمندترین نرم‌افزارهای طراحی مدارهای چاپی و بردهای الکترونیک می‌باشد که یکی از مزایای آن حجم پایین و سرعت بالای آن است. نرم‌افزار EAGLE دارای کتابخانه‌های قدرتمندی می‌باشد. همچنین یکی از دلایلی که باعث محبوبیت آن در بین کاربران شده است نمایش سه‌بعدی برد شما به‌صورت مجازی و شبیه‌سازی شده از قطعات واقعی می‌باشد.

قابلیت‌های نرم‌افزار EAGLE:

- امکان مشاهده تصویر سه‌بعدی برد مدار چاپی بعد از سیم‌کشی
- سیم‌کشی خودکار و دستی، امکان چیدن قطعات به‌صورت دستی و خودکار
- امکان ساختن قطعه جدید در کمترین زمان
- دارای کتابخانه‌های قدرتمند که در آن تمامی قطعات کاربردی الکترونیکی یافت می‌شوند
- دارای کتابخانه‌های کاربردی



شکل ۳ـ نرم‌افزار EAGLE

Altium Designer: یکی از پرکاربردترین نرم‌افزارها برای طراحی بردهای مدار چاپی (PCB) است. با توجه به اینکه در بازار کار ایران این نرم‌افزار توسط اکثر طراحان و سازندگان بردهای مدار چاپی مورد استفاده قرار می‌گیرد، یادگیری نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر برای افرادی که قصد اشتغال در زمینه الکترونیک را دارند، امری ضروری است و اگر تسلط مناسبی بر این نرم‌افزار داشته باشند، به‌راحتی وارد بازار کار خواهند شد.

یکی از مزایای نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر دسته‌بندی مناسب کتابخانه‌ها به نحوی است که با صرف زمان کوتاهی قطعه موردنظر را می‌توان یافت. آنالیز مدارهای آنالوگ در آلتیوم، توسط تحلیلگر Pspice انجام می‌شود. محیط طراحی PCB در آلتیوم، به‌دلیل داشتن کتابخانه‌هایی کامل و بدون نقص معروف است و این امر سبب راحتی بیشتر کاربر در حین طراحی انواع بردهای مدار چاپی با این نرم‌افزار خواهد شد.
آخرین نسخه نرم‌افزار آلتیوم که تا کنون به بازار عرضه شده است Altium Designer 25 می‌باشد که در این درس نیز از این نسخه برای آموزش استفاده می‌شود. البته تفاوت زیادی بین این نسخه و نسخه‌های قدیمی‌تر وجود ندارد و با توجه به اینکه نسخه‌های جدیدتر به سخت افزار قوی‌تری نیاز دارند، اگر رایانه شما دارای سخت افزار ضعیفی است می‌توانید از نسخه‌های قدیمی‌تر استفاده کنید.

پژوهش

با دوستان خود درباره ویژگی‌های یک نرم‌افزار مناسب برای طراحی مدار چاپی بحث کنید و نتایج را در کلاس ارائه دهید.

پژوهش

با مراجعه به سایت آلتیوم دیزاینر به نشانی www.altium.com مشخصات سیستم مورد نیاز برای نصب نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر نسخه ۲۵ را استخراج کنید.

نصب و راه‌اندازی نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر



شکل ۴ـ اجرای نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر

پس از نصب نرم‌افزار آلتیوم نسخه ۲۵، آیکون آن بر روی صفحه نمایش ظاهر می‌شود. با کلیک بر روی آیکون  این نرم‌افزار اجرا می‌شود. (شکل ۴)

فیلم

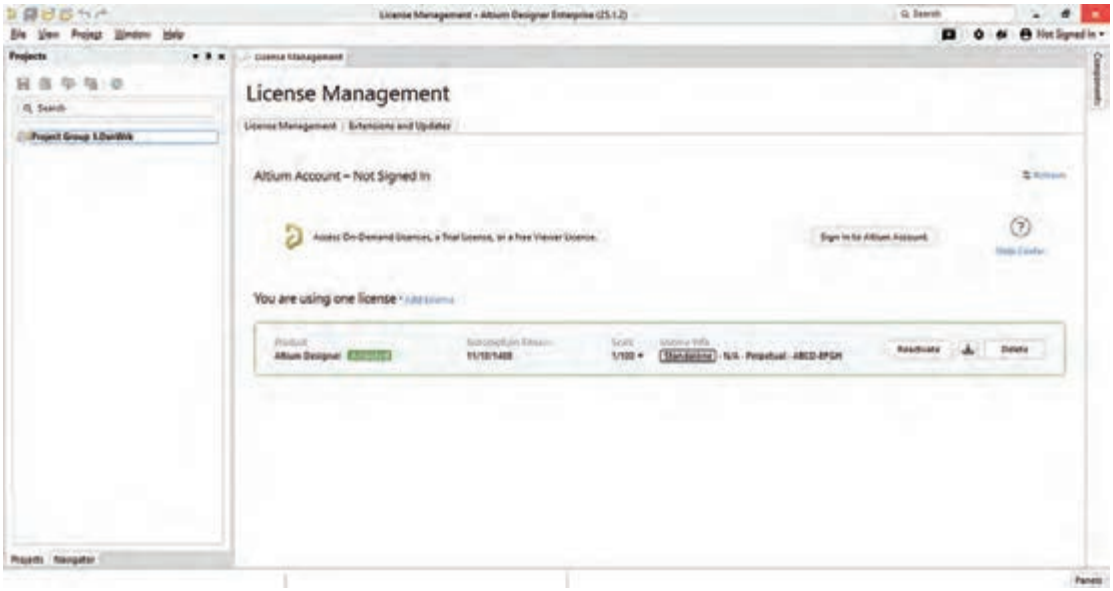
فیلمی از روش نصب نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر را در کلاس مشاهده کنید.

نکته

چنانچه رایانه شما قابلیت نصب این نسخه را ندارد، می‌توانید از نسخه‌های قدیمی‌تر استفاده کنید.

معرفی محیط نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر

پس از دوبار کلیک کردن بر روی آیکون نرم‌افزار وارد محیط اصلی نرم‌افزار خواهیم شد که در شکل ۵ نمایش داده شده است. همان‌طور که در پنجره License Management مشاهده می‌شود، این نرم‌افزار فعال‌سازی (Activate) شده و تاریخ اعتبار آن را هم می‌توان مشاهده کرد. در صورت فعال نشدن نرم‌افزار بسیاری از قابلیت‌های نرم‌افزار غیر فعال شده و عملاً نمی‌توان از آن استفاده کرد.



شکل ۵ــ محیط اصلی نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر

لازم به ذکر است که هر فضای طراحی در این نرم‌افزار، نوار ابزار مربوط به خود را دارد. شکل ۶ نوار ابزار اولیه نرم‌افزار Altium Designer را بدون اینکه فایل و یا پروژه‌ای را باز کرده باشیم نشان می‌دهد.



شکل ۶ــ نوار ابزار اولیه نرم‌افزار آلتیوم

کار عملی۱

نصب و فعال‌سازی نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر

هدف: کسب مهارت در نصب نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر و فعال سازی آن

مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه، نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر نسخه ۲۰۲۵

مراحل اجرای کار:

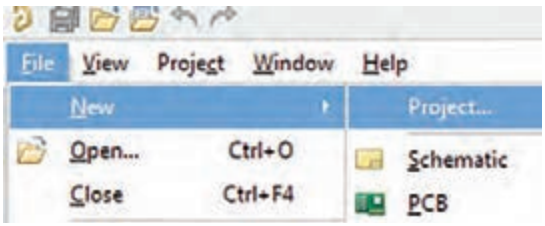
پس از مشاهده فیلم روش نصب نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر، این نرم‌افزار را بر روی رایانه کارگاه نصب کرده و فعال‌سازی کنید.

ایجاد یک پروژه مدار چاپی

برای طراحی یک مدار چاپی، ابتدا باید یک پروژه تعریف کنیم. این پروژه شامل چندین محیط کاری مختلف مانند شماتیک، PCB و غیره می‌باشد که از طریق این پروژه به هم مرتبط می‌شوند.

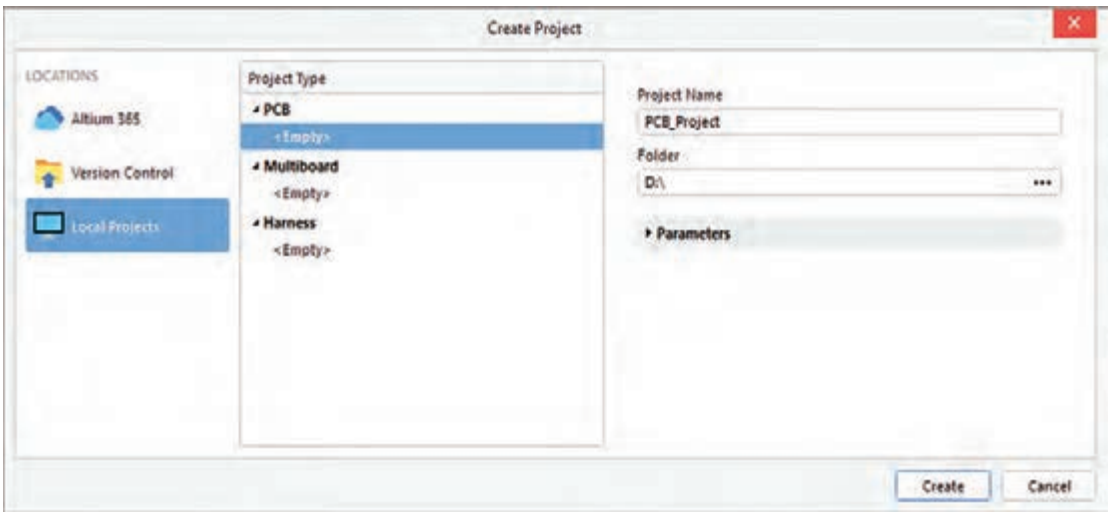
برای تعریف یک پروژه جدید مطابق شکل ۷ مسیر زیر را طی می‌کنیم:

File > New > Project



شکل ۷ـ مسیر طراحی یک پروژه جدید

با این کار پنجره ساخت پروژه باز می‌شود. (شکل ۸) در این پنجره، نام پروژه و پوشه محل ذخیره شدن پروژه را تعیین کرده و سپس بر روی دکمه Create کلیک می‌کنیم.



شکل ۸ـ ایجاد یک پروژه جدید

نکته

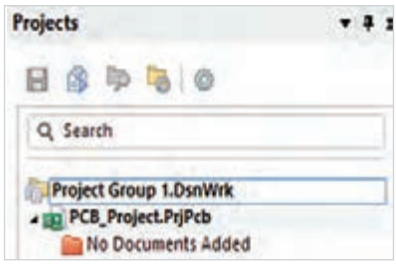
با کلیک راست در فضای خالی پنل Projects که در سمت چپ صفحه قرار دارد، و انتخاب گزینه Add New Project نیز می‌توان پروژه جدید ایجاد کرد.

با ایجاد پروژه جدید، در پنل Projets یک پروژه با نام پیش فرض PCB_Project.PrjPcb مشاهده می‌شود که هنوز هیچ محیط کاری به آن الحاق نشده است. (شکل ۹)

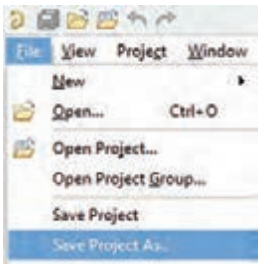
برای ذخیره کردن پروژه، مانند شکل ۱۰ از منوی File گزینه Save Project As را انتخاب می‌کنیم. سپس در پنجره باز شده، محل ذخیره پروژه و نام پروژه را تعیین می‌کنیم.

پس از تعریف پروژه، باید ابتدا وارد محیط شماتیک شویم تا نقشه الکترونیکی پروژه مورد نظر را رسم کنیم. برای این کار مسیر زیر را مطابق شکل ۱۱ طی می‌کنیم:

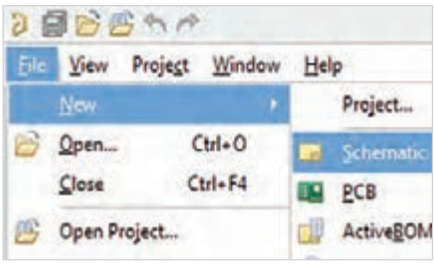
File > New > Schematic



شکل ۹ــ نام پیش فرض پروژه



شکل ۱۰ــ ذخیره یک پروژه



شکل ۱۱ــ ایجاد یک محیط شماتیک جدید

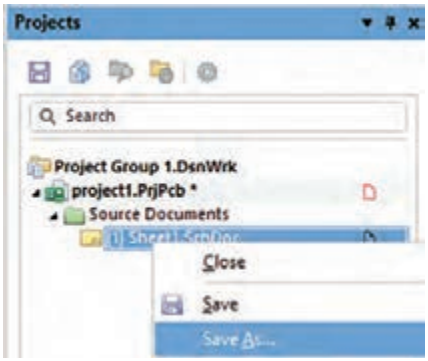
نکته

با کلیک راست بر روی پروژه در پنل Projects و انتخاب گزینه Add New Project و سپس انتخاب Schematic نیز می‌توان صفحه شماتیک جدید ایجاد کرد.

پس از ایجاد صفحه شماتیک، فضای کاری آن بر روی صفحه نمایش داده می‌شود. (شکل ۱۲)
نام صفحه شماتیک به‌صورت پیش‌فرض Sheet1 می‌باشد.



شکل ۱۲ــ فضای کاری صفحه شماتیک



شکل ۱۳ــ ذخیره محیط شماتیک جدید

برای تغییر نام و همچنین ذخیره فایل شماتیک، مطابق شکل ۱۳ ابتدا بر روی نام صفحه شماتیک در پنجره Projects کلیک راست کرده و از کادر باز شده گزینه Save As را انتخاب می‌کنیم. سپس در پنجره باز شده، نام و محل ذخیره شدن صفحه شماتیک را می‌توان تعیین کرد.
بعد از هرگونه تغییری در نقشه‌های یک پروژه، علاوه بر ذخیره کردن آن نقشه، باید پروژه هم ذخیره شود. برای این کار می‌توان پروژه را به‌صورت جداگانه ذخیره کرد یا با انتخاب Save All از منوی File، همه موارد را ذخیره نمود.

نوار ابزار محیط شماتیک:

به کمک نوار ابزارهای محیط شماتیک، می‌توان یک نقشه شماتیک را ترسیم کرده، خطاهای طرح را برطرف نموده و سپس آن را برای رسم نقشه مدار چاپی در محیط PCB آماده کرد. برخی از نوار ابزارهای مهم به شرح زیر می‌باشد:

الف) نوار ابزار منوی شماتیک، که شامل گزینه‌های File، Edit، View و چند گزینه کاربردی دیگر می‌باشد. (شکل ۱۴)



شکل ۱۴ــ نوار ابزار منوی شماتیک

ب) نوار ابزار استاندارد شماتیک، که شامل آیکون‌های پرکاربرد منوی شماتیک جهت باز کردن پروژه و فایل و ذخیره کردن آنها، مشاهده و بزرگ‌نمایی نقشه و غیره می‌باشد. (شکل ۱۵)



شکل ۱۵ــ نوار ابزار استاندارد شماتیک

پ) نوار ابزار سیم‌بندی، که شامل ابزارهای سیم‌بندی مانند رسم سیم (Wire)، گذرگاه (Bus)، پورت (Port) و غیره است. (شکل ۱۶)



شکل ۱۶ــ نوار ابزار سیم‌بندی

ت) نوار وضعیت که در قسمت پایین صفحه قرار دارد، جهت نمایش مختصات مکان نما و نیز اندازه شبکه (Grid) است (شکل ۱۷). همچنین از منوی پنل که در سمت راست این نوار ابزار قرار دارد به پنجره‌های تنظیمات (Properties)، پروژه (Project)، قطعات (Component) و غیره می‌توان دسترسی پیدا کرد.



شکل ۱۷ــ نوار وضعیت

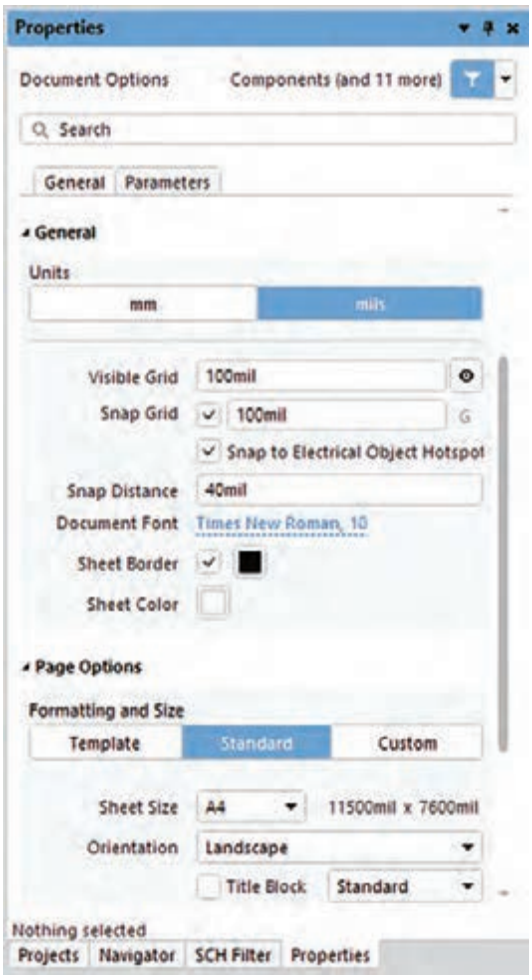
از مسیر زیر می‌توان نوار وضعیت را فعال یا غیر فعال کرد:

View > Status bar

تنظیمات صفحه طراحی شماتیک (Properties)

انتخاب ابعاد محیط طراحی شماتیک، شطرنجی کردن صفحه، تنظیم ابعاد و رنگ آن، واحد اندازه‌گیری و... گزینه‌های قابل تنظیم در قسمت تنظیمات صفحه طراحی شماتیک (Properties) هستند که از مسیر زیر می‌توان آن را باز کرد:

Panels > Properties



شکل ۱۸ـ پنجره تنظیمات صفحه طراحی شماتیک

- پنجره Properties (شکل ۱۸) دارای دو بخش مهم General و Page Options است.
- در بخش General مشخصات ظاهر صفحه شماتیک را می‌توان تنظیم کرد که مهم‌ترین آنها عبارتند از:
- واحد اندازه‌گیری که می‌تواند میلی‌متر (mm) یا میلی‌اینچ (mil) باشد. (هر اینچ برابر با ۲۵/۴ میلی‌متر است)
- مقدار فاصله خطوط شطرنجی (Visible Grid)
- مقدار اندازه گام حرکت مکان‌نما و یا ماوس (Snap Grid)
- رنگ زمینه صفحه (Sheet Color)
- در بخش Page Options گزینه‌هایی از قبیل ابعاد صفحه (Sheet Size) و افقی (Landscape) یا عمودی (Portraite) بودن یا اصطلاحاً جهت صفحه (Orientation) را می‌توان تنظیم کرد.
- همچنین در این بخش بلوک تنظیم مشخصات طراحی (Title Block) که در قسمت پایین ـ سمت راست صفحه قرار گرفته است را می‌توان فعال و یا حذف کرد.

پژوهش

بلوک تنظیم مشخصات طراحی (Title Block) چه کاربردی دارد و معمولاً چه مشخصاتی از یک طرح را در این قسمت درج می‌کنند؟

کار عملی ۲

ایجاد یک پروژه و صفحه شماتیک جدید

هدف: کسب مهارت در ایجاد یک پروژه مدار چاپی و صفحه شماتیک و ذخیره کردن پروژه

مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه‌ای که بر روی آن نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر نصب شده باشد.

مراحل اجرای کار:

۱ در درایو D پوشه‌ای با نام altiumprj ایجاد کنید.
۲ نرم‌افزار آلتیوم را اجرا کنید.
۳ یک پروژه جدید ایجاد کنید و آن را با نام prj1 در پوشه altiumprj ذخیره کنید.
۴ برای این پروژه، یک صفحه شماتیک با نام sch1 ایجاد کنید.
۵ صفحه شماتیک ایجاد شده را در پوشه altiumprj ذخیره کنید.
۶ پروژه را ببندید.
۷ نرم‌افزار را ببندید.

دانلود و نصب کتابخانه قطعات شماتیک:

برای اینکه بانک قطعات کامل‌تری داشته باشیم، می‌توانیم کتابخانه قطعات را از سایت آلتیوم دریافت کنیم.

نکته

یکی از آدرس‌هایی که می‌توان از آن قطعات استاندارد نرم‌افزار آلتیوم را دریافت کرد، لینک زیر می‌باشد:

http://techdocs.altium.com/display/ADOH/Download+Libraries

با ورود به این آدرس کتابخانه‌های متعددی جهت دانلود در دسترس قرار می‌گیرد. از بین آنها دو آدرس زیر شامل کتابخانه‌های مهم‌تری هستند که با دانلود آنها می‌توان کتابخانه جامعی در اختیار داشت.

در آدرس اول لیست کاملی از کتابخانه‌ها را به‌صورت یکجا یا تک‌تک (براساس کارخانه سازنده قطعه) می‌توان دریافت کرد:

https://valhalla.s3.amazonaws.com/AD10-Libraries/Libraries.zip

در آدرس دوم نیز چند کتابخانه وجود دارد که مهم‌ترین آنها کتابخانه‌های قطعات عمومی (Miscellaneous Devices) و کانکتورهای عمومی (Miscellaneous Connectors) می‌باشد:

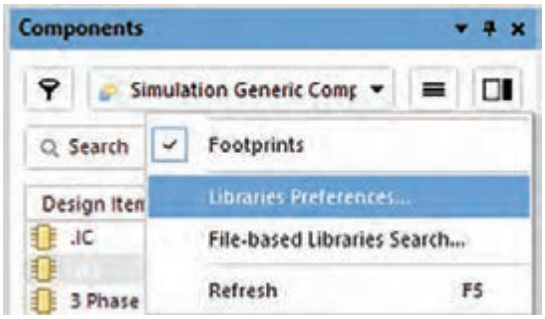
https://www.altium.com/documentation/other_installers#altium_designer_23-2_libraries

پس از بارگذاری کتابخانه قطعات، پوشه کتابخانه را از حالت فشرده خارج کرده و محتویات آن را در مسیر زیر کپی می‌کنیم:

C:\Users\Public\Documents\Altium\AD25\Library

نصب کتابخانه قطعات:

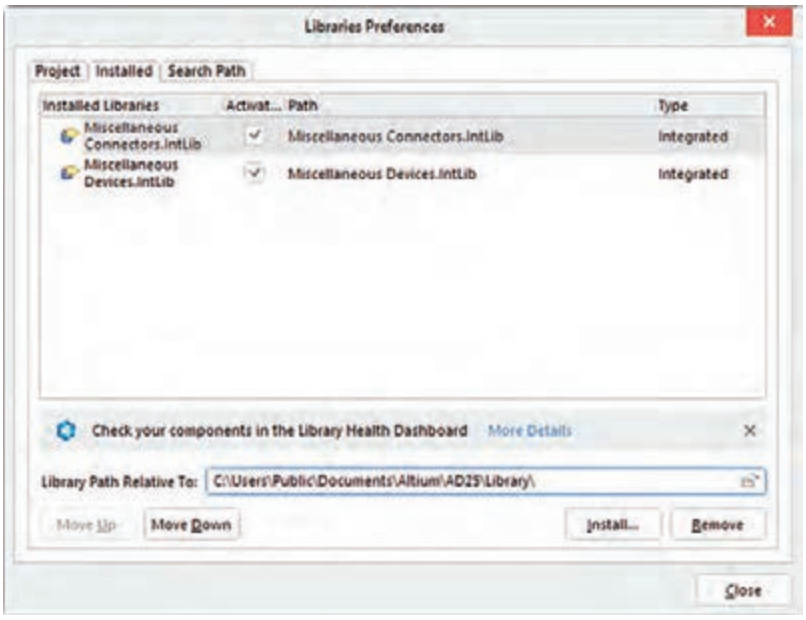
برای نصب هر یک از کتابخانه‌ها، در پنجره قطعات شکل ۱۹ بر روی آیکون ▪ کلیک کرده و گزینه Libraries Preferences را انتخاب می‌کنیم.



شکل ۱۹ـ پنجره قطعات

سپس در پنجره باز شده شکل ۲۰ با انتخاب گزینه Install، کتابخانه مورد نظر را از بین پوشه‌های مختلف انتخاب کرده و به کتابخانه‌های قابل دسترس اضافه می‌کنیم.

همچنین برای حذف یک کتابخانه از لیست کتابخانه‌های نصب شده، ابتدا آن کتابخانه را انتخاب کرده و سپس بر روی گزینه Remove کلیک می‌کنیم.



شکل ۲۰ـ انتخاب و نصب کتابخانه



شکل ۲۱ـ مشاهده قطعات کتابخانه

پس از نصب کتابخانه، می‌توان آن را در پنجره قطعات، از بین کتابخانه‌های نصب شده انتخاب کرده و قطعات موجود در آن را مشاهده کرد.

توصیه می‌شود حتماً دو کتابخانه قطعات عمومی (Miscellaneous Devices) و کانکتورهای عمومی (Miscellaneous Connectors) را دانلود و نصب کنید.

در کتابخانه Miscellaneous Devices، لیست جامعی از قطعات الکتریکی و الکترونیکی شامل انواع مقاومت، خازن، سلف، ترانسفورماتور و... نیز نمونه‌هایی از قطعات الکترونیکی شامل انواع دیود، ترانزیستور،آی‌سی و... را می‌توان مشاهده کرد.

همچنین در کتابخانه Miscellaneous Connectors، انواع مختلف کانکتورها وجود دارند.
در شکل ۲۱ نحوه مشاهده قطعات کتابخانه دیودهای موتورولا (Motorola Discrete Diode) که در مرحله قبل نصب شده است، نشان داده شده است.

کار عملی ۳

دانلود و نصب کتابخانه قطعات

هدف: کسب مهارت در دانلود و نصب کتابخانه قطعات نرم‌افزار آلتیوم

مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه‌ای که بر روی آن نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر نصب شده باشد، اینترنت

مراحل اجرای کار:

۱ با ورود به آدرس اینترنتی زیر فایل فشرده شده شامل دو کتابخانه Miscellaneous Devices و Miscellaneous Connectors را دانلود کنید.

https://www.altium.com/documentation/other_installers#altium_designer_23-2_libraries

۲ فایل را از حالت فشرده (Zip) خارج کنید.

۳ دو فایل Miscellaneous Devices.IntLib و Miscellaneous Connectors.IntLib را در مسیر زیر کپی کنید:

C:\Users\Public\Documents\Altium\AD25\Library

۴ نرم‌افزار آلتیوم را اجرا کنید.

۵ پروژه prj1 که در کار عملی ۲ ایجاد کردید را باز کنید. برای این کار از منوی File گزینه Open را انتخاب کنید. سپس در پنجره باز شده درایو D و پوشه altiumprj را باز کرده و فایل prj1.PrjPcb را انتخاب کنید.

۶ در پروژه prj1 صفحه شماتیک که با نام sch1 ایجاد کرده بودید را باز کنید.

۷ دو کتابخانه ذکر شده را نصب کنید

۸ در پنجره Components، قطعات دو کتابخانه را مشاهده کنید و تعداد و نوع قطعات دو کتابخانه را بررسی کنید.

۹ بدون ذخیره کردن پروژه، آن را ببندید و سپس نرم‌افزار را نیز ببندید.

خودارزیابی

۱ یکی از قابلیت‌های مهم نرم‌افزار ..... شبیه‌سازی میکروکنترلرها و میکروپروسسورها می‌باشد.
۲ نوار وضعیت چه کاربردی دارد و چگونه می‌توان آن را فعال یا غیرفعال کرد؟
۳ ابعاد محیط طراحی شماتیک را در کدام قسمت و چگونه می‌توان تغییر داد؟
۴ در کتابخانه ..... لیست جامعی از قطعات الکتریکی و الکترونیکی را می‌توان مشاهده کرد.

قرار دادن قطعه در محیط شماتیک:

برای قرار دادن یک قطعه در محیط شماتیک، از پنجره قطعات (Components) کتابخانه موردنظر را انتخاب می‌کنیم. اگر این پنجره باز نباشد، از مسیر زیر می‌توان پنجره مربوط به کتابخانه قطعات (Components) را باز کرد.

Place > Part

نکته

با انتخاب آیکون از نوار ابزار سیم‌بندی نیز می‌توان پنجره قطعات را باز کرد.

پس از انتخاب کتابخانه موردنظر، برای پیدا کردن یک قطعه باید نام آن را در کادر Search وارد کنیم. (شکل ۲۲)

در اغلب موارد وارد کردن قسمتی از نام قطعه نیز برای جست‌وجوی قطعه کفایت می‌کند.

پس از جست‌وجوی نام قطعه موردنظر و پیدا کردن آن، با کلیک دوبل بر روی نام آن، قطعه را در محیط طراحی قرار می‌دهیم.



شکل ۲۲ـ پیدا کردن یک قطعه در کتابخانه قطعات

قبل از قرار دادن قطعه در محیط می‌توان قطعه را با زاویه ۹۰ درجه در جهت عقربه‌های ساعت و یا به‌صورت آینه‌ای در جهت افقی یا عمودی چرخاند.

- برای چرخش ۹۰ درجه‌ای کلید Space را فشار می‌دهیم.
- برای چرخش آینه‌ای افقی کلید X و برای چرخش آینه‌ای عمودی کلید Y را فشار می‌دهیم.

لازم به ذکر است که برای چرخاندن قطعه‌ای که در صفحه قرار داده شده، ابتدا بر روی قطعه کلیک چپ می‌کنیم و همزمان که کلید چپ ماوس را پایین نگه داشته‌ایم، کلید موردنظر را فشار می‌دهیم.

برای تغییر دادن جای قطعه نیز باید بر روی قطعه کلیک چپ کنیم و همزمان که کلید چپ ماوس را پایین نگه داشته‌ایم؛ با حرکت دادن ماوس، قطعه را جابه‌جا کنیم.

نکته

برای اینکه یک قطعه قابل انتقال از محیط شماتیک به محیط PCB باشد، باید برای آن قطعه، Footprint تعریف شده باشد. Footprint به معنای ساختار فیزیکی شامل شکل فیزیکی قطعه، ابعاد قطعه و تعداد و ترتیب پایه‌ها است.

شکل ۲۳ یک مقاومت را که از کتابخانه Miscellaneous Devices، انتخاب و در صفحه شماتیک قرار داده شده است، نشان می‌دهد. این مقاومت با نام Res1 در کتابخانه معرفی شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، این قطعه دارای Footprint است.

برای شماره‌گذاری یا مقداردهی به یک قطعه، بر روی قطعه دو بار کلیک می‌کنیم . در نتیجه پنجره مشخصات (Properties) آن قطعه باز می‌شود. در پنجره باز شده می‌توان مشخصات قطعه را به طور کامل مشاهده و ویرایش کرد.

در شکل ۲۴ پنجره مشخصات مقاومت Res1 نشان داده شده است. شماره قطعه و مقدار آن را در محل تعیین شده می‌توان وارد کرد.



شکل ۲۳ـ انتخاب یک مقاومت از کتابخانه و قرار دادن آن در صفحه شماتیک



شکل ۲۴ـ پنجره مشخصات (Properties) مقاومت Res1

کار عملی ۴

قرار دادن قطعه در محیط شماتیک

هدف: کسب مهارت در جست‌وجوی قطعات و قرار دادن آنها در محیط شماتیک

مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه‌ای که بر روی آن نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر نصب شده باشد.

مراحل اجرای کار:

۱ نرم‌افزار آلتیوم را اجرا کنید.

۲ پروژه prj1 که در کار عملی ۲ ایجاد کردید را باز کنید. برای این کار از منوی File گزینه Open را انتخاب کنید. سپس در پنجره باز شده درایو D و پوشه altiumprj را باز کرده و فایل prj1.PrjPcb را انتخاب کنید.

۳ در پروژه prj1 صفحه شماتیک که با نام sch1 ایجاد کرده بودید را باز کنید.

۴ قطعات مشخص شده در جدول ۱ را در صفحه شماتیک قرار دهید و جدول را کامل کنید. مقدار قطعات خواسته شده را مانند جدول تنظیم کنید و همه قطعات را شماره‌گذاری کنید.

جدول ۱

ردیف	نام قطعه	نام قطعه در کتابخانه قطعات	مقدار	نام Footprint	کتابخانه مربوطه
۱	مقاومت	Res1	10KΩ		
۲	خازن	Cap	100nF		
۳	خازن الکترولیتی	Cap pol1	220UF		
۴	سلف	Inductor	20mH		
۵	مقاومت متغیر	Rpot	470Ω		
۶	دیود معمولی	1N4001	-		
۷	دیود زنر	DZener	-		
۸	پل دیودی	Bridge1	-		
۹	ترانزیستور NPN	2N3904	-		
۱۰	ترانزیستور PNP	2N3906	-		
۱۱	کانکتور ۴ پایه	Header4	-		
۱۲	کانکتور ۱۵ پایه	Connector15	-		

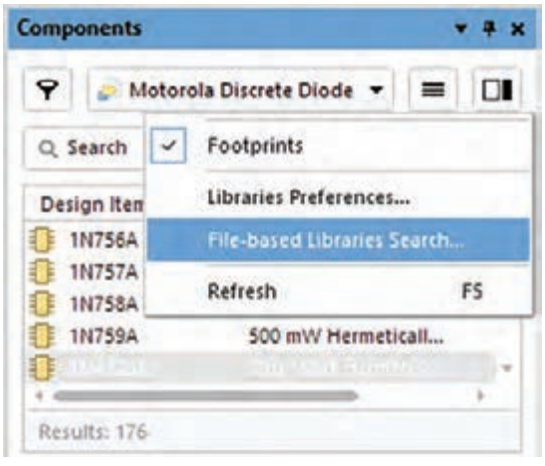
۵ پروژه را بدون ذخیره کردن ببندید.

۶ نرم‌افزار را ببندید.

جست‌وجوی قطعات در کتابخانه قطعات:

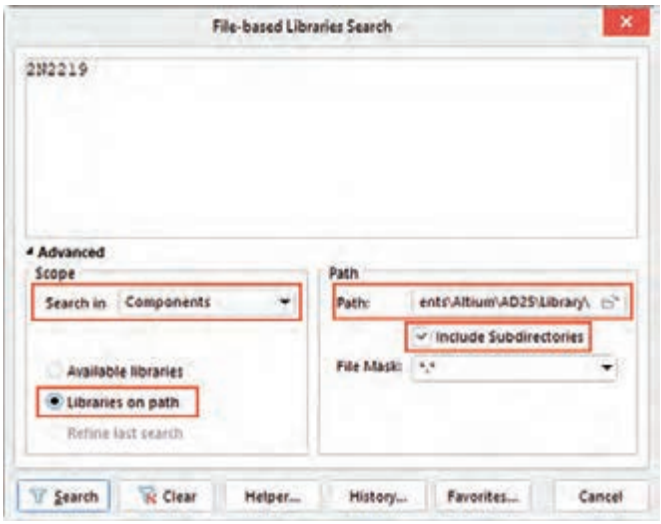
اگر به‌دنبال قطعه‌ای می‌گردیم که نمی‌دانیم در کدام کتابخانه قرار دارد، برای جست‌وجوی آن قطعه در بین تمام کتابخانه‌ها، در پنجره قطعات بر روی آیکون کلیک کرده و گزینه File_based Libreries Search را انتخاب می‌کنیم. (شکل ۲۵)

در پنجره باز شده، با کلیک بر روی Advanced و تغییر حالت آن، حالت جست‌وجوی ساده را انتخاب می‌کنیم. سپس تنظیمات بخش‌های مشخص شده را مطابق شکل انجام می‌دهیم. مسیر کتابخانه، همان مسیری است که قبلاً پوشه library را در آن کپی کرده بودیم.

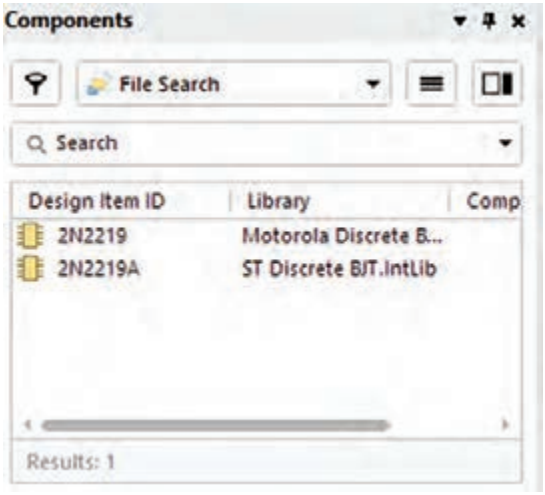


شکل ۲۵ـ جست‌وجوی قطعه در بین کتابخانه‌ها

نام کامل قطعه مورد نظر یا بخشی از نام آن را در کادر جست‌وجو وارد می‌کنیم و سپس بر روی دکمه Search کلیک می‌کنیم.
در شکل ۲۶ جست‌وجو برای ترانزیستور 2N2219 نشان داده شده است.



شکل ۲۶ــ تنظیمات جست‌وجوی قطعه در کتابخانه



شکل ۲۷ــ نتیجه جست‌وجوی قطعه

نتیجه جست‌وجو در شکل ۲۷ نشان داده شده است.
همان‌طور که مشاهده می‌شود، در سه کتابخانه این ترانزیستور وجود دارد که ممکن است ویژگی‌ها یا شکل ظاهری آنها متفاوت باشد و می‌توان براساس مشخصات و ویژگی‌های موردنیاز، یکی از آنها را انتخاب کرد.
پس از انتخاب قطعه موردنظر، سؤالی مبنی بر تمایل به نصب کتابخانه مربوط به آن قطعه پرسیده می‌شود که در صورت نیاز می‌توان کتابخانه آن قطعه را نیز نصب کرد.

رسم نقشه شماتیک

پس از قرار دادن قطعات مدار مورد نظر بر روی صفحه شماتیک، نوبت به رسم اتصالات بین قطعات مختلف می‌رسد.
برای رسم سیم مراحل زیر را طی می‌کنیم:
۱ ابتدا با استفاده از دستور زیر ابزار سیم‌کشی را فعال می‌کنیم:

Place > Wire

۲ با قرار دادن نشانگر ماوس بر روی پایه‌هایی که باید به هم وصل شوند و فشردن کلید چپ ماوس، ابتدا و انتهای مسیر سیم‌کشی را مشخص می‌کنیم.
۳ پس از رسم سیم با یک بار راست کلیک، به ترسیم سیم پایان می‌دهیم و به سراغ رسم سیم دیگر می‌رویم.
۴ پس از اتمام سیم‌کشی با دو بار راست کلیک، به دستور ترسیم سیم پایان می‌دهیم.

نکته

- با استفاده از Backspace می‌توان برای حذف آخرین اتصال ترسیم شده استفاده کرد.
- اگر به هنگام رسم سیم، کلید TAB زده شود، می‌توان خصوصیات سیم را تغییر داد.
- به هنگام استفاده از این ابزار با استفاده از کلیدهای Shift + Space می‌توان نوع قرار گرفتن سیم را تغییر داد. قرار گرفتن سیم در محیط ویرایشگر به چهار صورت «۹۰ درجه»، «۴۵ درجه»، «تمام زاویه‌ای» و «خودکار» است.
- استفاده از کلید Space Bar در هنگام به‌کارگیری این ابزار، موجب تغییر نوع اتصال در حالت‌های ۴۵ و ۹۰ درجه می‌شود.

برچسب گره (Net Label):

از نت لیبل برای نام‌گذاری گره‌ها استفاده می‌شود. این کار معمولاً وقتی صورت می‌گیرد که پایه‌هایی که باید به هم وصل شوند با یکدیگر فاصله زیادی دارند و سیم‌کشی بین آنها باعث شلوغی مدار می‌شود. با قرار دادن لیبل بر روی پایه‌هایی که به هم وصل می‌شوند و نام‌گذاری یکسان آنها، نرم‌افزار این پایه‌ها را متصل درنظر می‌گیرد.
برای قرار دادن لیبل بر روی یک پایه، با استفاده از دستور زیر ابزار Net Label را فعال می‌کنیم:
Place > Net Label

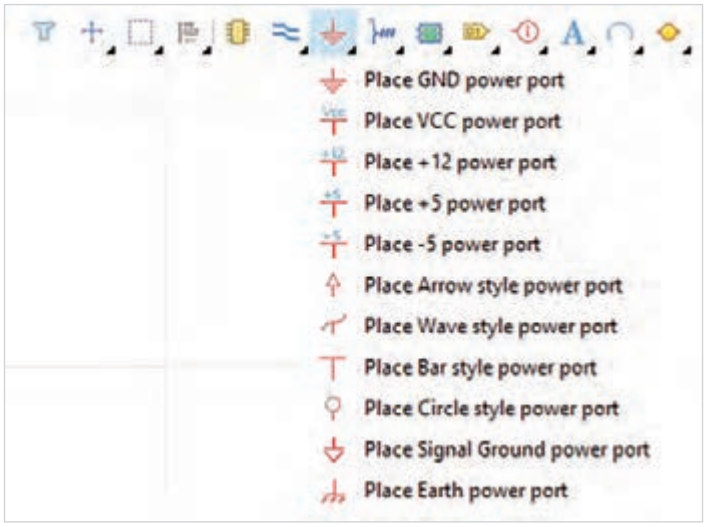
سپس نت لیبل را بر روی گره‌ها یا سیم‌های متصل به گره قرار می‌دهیم. می‌توان برای لیبل نام دلخواهی درنظر گرفت. باید توجه داشت که همه لیبل‌های یک گره، نام یکسانی داشته باشند.

پورت‌های تغذیه:

پورت‌های تغذیه عملکردی شبیه نت لیبل دارند و فقط به خاطر تشخیص راحت‌تر پایه‌های تغذیه، از نمادهای استاندارد برای انواع پورت‌های تغذیه استفاده می‌شود.
استفاده از پورت‌های تغذیه باعث می‌شود که سیم‌کشی مدار راحت‌تر و خلوت‌تر شود. مثلاً با استفاده از پورت زمین (GND) دیگر نیازی نیست تمام نقاطی از مدار که اتصال زمین دارند با سیم به هم وصل شوند.
برای استفاده از پورت تغذیه، با استفاده از دستور زیر ابزار Power Port را فعال می‌کنیم:
Place > Power Port

برای تغییر نماد یا نام پورت، بر روی آن دو بار کلیک می‌کنیم. سپس در پنجره ویرایشگر (Properties)، نام (Name) و نماد (Style) آن را تغییر می‌دهیم. معمولاً تغذیه مثبت را با نام «VCC+»، تغذیه منفی را با نام «VCC-» و اتصال زمین (صفر ولت) را با نام «GND » نام‌گذاری می‌کنند.

روش دیگر برای فعال کردن پورت‌های تغذیه این است که مانند شکل۲۸ ماوس را بر روی آیکون پورت تغذیه در نوار ابزار سیم‌بندی برده و کلید چپ آن را پایین نگه داریم. سپس در پنجره باز شده، پورت مناسب را انتخاب کنیم. (شکل ۲۸)



شکل ۲۸ـ پورت‌های تغذیه

در هنگام رسم نقشه شماتیک یک مدار باید نکات زیر را مورد توجه قرار داد:

- ولتاژ تغذیه مثبت در بالا و تغذیه منفی در قسمت پایین مدار قرار گیرد.
- مسیر سیگنال مدار از سمت چپ به راست باشد، یعنی ورودی مدار در سمت چپ و خروجی مدار در سمت راست نقشه قرار گیرد.
- اگر مدار دارای چند طبقه یا بلوک (مانند طبقه تغذیه، طبقه توان پایین، طبقه توان بالا، طبقه فرکانس بالا و...) باشد، تا جایی که ممکن است، قطعات مربوط به هر طبقه مدار در کنار هم قرار گیرند.

پژوهش

با دوستان خود درباره تفاوت سه نوع اتصال زمین نشان داده شده در شکل ۲۸ یعنی GND Power، Signal Ground Power و Earth Power بحث کنید و نتایج را در کلاس ارائه دهید.

کار عملی۵

رسم نقشه شماتیک

هدف: کسب مهارت در رسم نقشه الکترونیکی یک مدار در نرم‌افزار آلتیوم

مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه‌ای که بر روی آن نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر نصب شده باشد.

مراحل اجرای کار:

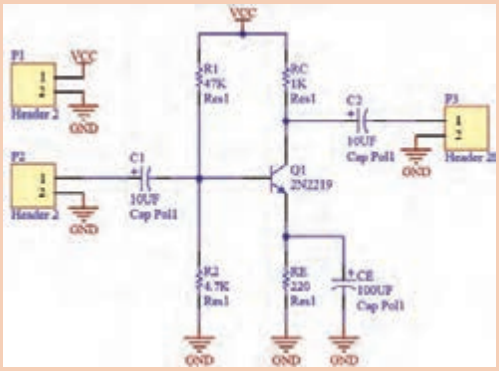
۱ نرم‌افزار آلتیوم را اجرا کنید.

۲ پروژه prj1 که در کار عملی ۲ ایجاد کردید را باز کنید. سپس صفحه شماتیک sch1 را که در داخل این پروژه ایجاد کرده بودید باز کنید.

۳ نقشه شماتیک مدار شکل ۲۹ را رسم کنید. برای ولتاژ تغذیه و سیگنال‌های ورودی و خروجی سه کانکتور دو ورودی با نام Header2 در نظر بگیرید.

۴ فایل شماتیک و پروژه را ذخیره کنید.

۵ نرم‌افزار را ببندید.



شکل ۲۹ـ نقشه شماتیک کار عملی ۵

خودارزیابی

۱ برای چرخش قطعات به صورت ..... کلید X و برای چرخش ..... کلید Y را فشار می‌دهیم.

۲ برای مقدار دهی به یک مقاومت چه عملی را باید انجام داد؟

۳ اگر به‌دنبال قطعه‌ای می‌گردیم که نمی‌دانیم در کدام کتابخانه قرار دارد، چگونه باید آن قطعه را جست‌وجو کنیم؟

۴ برای فعال‌سازی ابزار سیم‌کشی از کدام دستور استفاده می‌کنیم؟

۵ استفاده از پورت‌های تغذیه چه مزیتی دارد؟

۶ در هنگام رسم نقشه شماتیک یک مدار چه نکاتی را باید مورد توجه قرار داد؟

طراحی نقشه مدار چاپی

نوار ابزار محیط PCB:

برخی از نوار ابزارهای مهم محیط PCB به شرح زیر می‌باشد:

الف) نوار ابزار منوی PCB، که شامل گزینه‌های File، Edit، View و چند گزینه کاربردی دیگر می‌باشد. (شکل ۳۰)



شکل ۳۰ـ نوار ابزار منوی PCB

ب) نوار ابزار استاندارد PCB، که شامل آیکون‌های پرکاربرد منوی PCB جهت باز کردن پروژه و فایل و ذخیره کردن آنها، مشاهده و بزرگ‌نمایی نقشه و غیره می‌باشد. (شکل ۳۱)



شکل ۳۱ـ نوار ابزار استاندارد PCB

پ) نوار ابزار سیم‌بندی، که شامل ابزارهایی جهت جای‌گذاری یا جابه‌جایی قطعات، Via، Polygon و متن و همچنین ابزارهای سیم‌کشی می‌باشد. (شکل ۳۲)



شکل ۳۲ـ نوار ابزار سیم‌بندی

ابزار ویرایش (Edit):

در منوی Edit گزینه‌های متعددی وجود دارد که برخی از آنها مشابه بقیه نرم‌افزارها می‌باشد. علاوه بر آن، گزینه‌های اختصاصی دیگری وجود دارد که مهم‌ترین آنها عبارت‌اند از:

✓ Select (انتخاب) و Deselect (خروج از حالت انتخاب): به کمک این گزینه‌ها می‌توان اشیای نقشه (Objects) که شامل عناصر، Via، Track و دیگر اجزای نقشه است را انتخاب کرده یا از حالت انتخاب خارج کرد. در جدول ۲ چند حالت مهم برای Select یا Deselect معرفی شده‌اند.

جدول ۲ـ چند حالت مهم برای Select یا Deselect

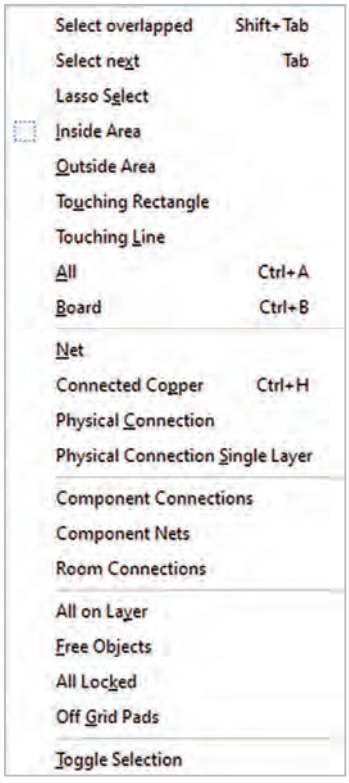
گزینه Select یا Deselect	توضیح
All	تمامی عناصر موجود در صفحه
Inside Area	عناصر درون محدوده
Outside Area	عناصر خارج محدوده
Board	عناصر موجود در محدوده برد
Net	تمام اتصالات به نت انتخاب شده
Component Nets	تمام اتصالات به عنصر انتخاب شده

در شکل ۳۳ انواع حالت‌های انتخاب اشیای مربوط به گزینه Select نشان داده شده است.

Origin (تعیین مبدأ مختصات): به‌طور پیش‌فرض مبدأ مختصات صفحه طراحی PCB در گوشه سمت چپ و پایین آن تعریف شده است. اما از مسیر زیر می‌توان مختصات مبدأ مختصات را به مکان دلخواه منتقل کرد:

Edit > Origin > Set

همچنین با انتخاب گزینه Reset در همان مسیر قبلی می‌توان مبدأ مختصات را به نقطه پیش‌فرض برگرداند.



شکل ۳۳ـ گزینه‌های منوی Select

فعالیت

هریک از حالت‌های گزینه Select که در شکل ۳۳ نشان داده شده است را مورد بررسی قرار دهید و به‌صورت عملی در منزل امتحان کرده و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

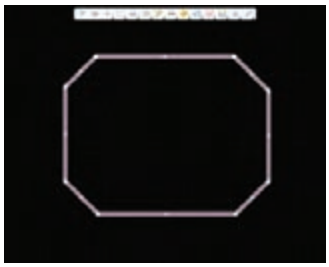
تنظیم ابعاد فضای طراحی فیبر مدار چاپی:

برای ایجاد یک فضای کاری دلخواه بر روی فیبر مدار چاپی ابتدا به کمک ابزارهای طراحی مانند Track، Arc (کمان) و... یک فضای بسته ایجاد کرده و سپس آن فضای بسته را انتخاب (Select) می‌کنیم. (شکل ۳۴)

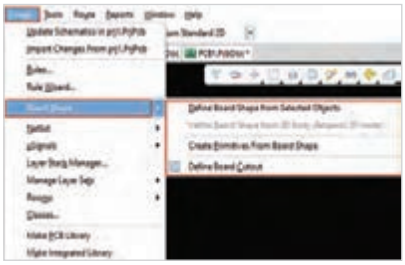
به کمک دستور Design > Board Shape به روش‌های تغییر شکل فضای طراحی فیبر مدار چاپی دسترسی پیدا می‌کنیم. (شکل ۳۵)

با اجرای گزینه Define from selected objects، فضای داخل ناحیه انتخاب شده به‌عنوان فضای کاری درنظر گرفته می‌شود و نواحی دیگر حذف می‌شوند. (شکل ۳۶)

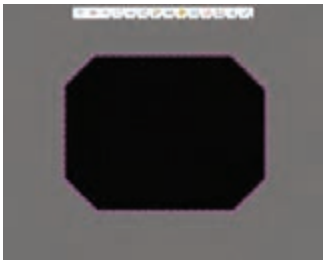
همچنین با اجرای گزینه Define Board Cutout فضای خارج ناحیه انتخاب شده به‌عنوان فضای کاری درنظر گرفته می‌شود.



شکل ۳۴ـ تنظیم ابعاد فضای طراحی فیبر مدار چاپی



شکل ۳۵ـ روش تغییر شکل فضای طراحی فیبر مدار چاپی



شکل ۳۶ـ انتخاب فضای داخل ناحیه به‌عنوان فضای کاری

لایه‌ها و رنگ‌های برد مدار چاپی:

یکی دیگر از گزینه‌های پرکاربرد در طراحی فیبر مدار چاپی، انتخاب یا تغییر رنگ لایه‌ها، محیط کار و ... به دلخواه طراح می‌باشد. این امکان با انتخاب گزینه View Configuration از منوی Panels قابل دسترس است. (شکل ۳۷)

همان‌طور که مشاهده می‌شود، این پنجره شامل بخش‌های مربوط به تنظیم رنگ و فعال‌سازی لایه‌های الکتریکی و لایه‌های مکانیکی به‌منظور نمایش دادن مدل‌های سه‌بعدی، لایه‌های پوشش‌دهنده، لایه‌های راهنمای برد مدار چاپی و ... می‌باشد.



شکل ۳۷ـ پنجره View Configuration

Signal And Plane Layers: در این قسمت امکان تنظیم نمایش یا عدم‌نمایش لایه‌های سیگنال (Signal Layers) و همچنین تغییر رنگ این لایه‌ها وجود دارد که البته تغییر رنگ این لایه‌ها در اغلب موارد پیشنهاد نمی‌گردد. تعداد لایه‌های سیگنال به‌صورت پیش‌فرض دولایه است که با توجه به نوع طراحی ممکن است لازم باشد تعداد آنها را افزایش دهیم. (شکل ۳۸)



شکل ۳۸ـ لایه‌های سیگنال

لازم به ذکر است که تنظیمات مربوط به سیم‌کشی یک لایه یا دو لایه در این بخش انجام نمی‌شود، بلکه فقط تنظیمات نمایش این لایه‌ها در این قسمت انجام می‌گردد. تنظیمات نوع سیم‌کشی (یک لایه یا دو لایه بودن) از طریق منوی Design > Rules انجام می‌شود.

Component Layer Pairs: این بخش که در شکل ۳۹ نشان داده شده است، شامل لایه‌های زیر می‌باشد:

الف) لایه‌های Top Overlay و Bottom Overlay که لایه‌های راهنمای مونتاژ برد برای لایه بالا و لایه پایین هستند. این لایه‌ها در واقع همان چاپ سفید رنگ نام قطعات و توضیحات پیرامون بخش‌های مختلف برد می‌باشد.

ب) لایه‌های محافظ (معروف به لایه چاپ سبز) با نام‌های Top Solder و Bottom Solder و نیز Top Paste و Bottom Paste که برای ایجاد الگوی راهنما برای فرایند مونتاژ خودکار می‌باشد.



شکل ۳۹ـ لایه‌های راهنمای مونتاژ برد

Mechanical Layers: در این بخش لایه‌های مکانیکی طراحی نشان داده می‌شود. (شکل ۴۰)
تعداد این لایه‌ها مانند لایه‌های سیگنال بستگی به نوع طراحی دارد و ممکن است بیشتر از یک لایه باشد. لایه‌های مکانیکی در تعیین ابعاد برد و مشخصات مکانیکی برد کاربرد دارد. معمولاً در طراحی‌های ساده تنها ابعاد برد توسط لایه‌های مکانیکی تعیین می‌شود اما در طراحی‌های دقیق‌تر لازم است که مشخصات مکانیکی بیشتری تعیین شود که این کار توسط لایه‌های مختلف مکانیکی صورت می‌پذیرد.



شکل ۴۰ـ لایه‌های مکانیکی

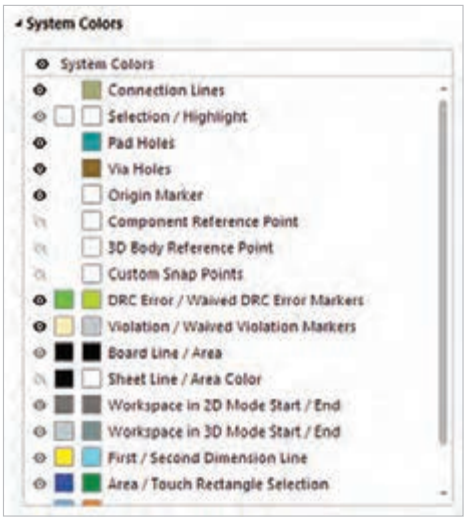
■ **Other Layers**: در بخش Other Layers که در شکل ۴۱ نشان داده شده است، لایه‌هایی با کاربردهای مختلف قرار گرفته است. لایه‌های Drill Guide و Drill Drawing به منظور تعیین مشخصات سوراخ‌کاری برد استفاده می‌شود. لایه Keep-Out Layer به منظور تعیین محدوده ترسیم خطوط مدار استفاده می‌شود. البته گاهی از این لایه به منظور تعیین ابعاد برد نیز استفاده می‌شود. لایه Multi-Layer تنها لایه‌ای است که در همه لایه‌های برد قرار می‌گیرد. یکی از مهم‌ترین کاربرد های این لایه تعیین ابعاد Pad ها یا پایه‌های قطعات است.



شکل ۴۱ـ Other Layers

■ **System Colors**: در این قسمت می‌توان رنگ‌های مورد استفاده در نرم‌افزار که معمولاً در طراحی برد کاربرد ندارند را ویرایش کرد (شکل۴۲). به‌عنوان مثال DRC Error Markers به منظور اعلام خطا به کاربر در مورد قوانین طراحی می‌باشد. مثلاً اگر فاصله بین دو قطعه، دو لایه سیم‌کشی و یا یک Pad و یک لایه سیم‌کشی از مقداری که در Rules تعریف شده، کمتر باشد آن اجزا به رنگ سبز درآمده و از این طریق به کاربر هشدار داده می‌شود.

از جمله رنگ‌های مهم دیگر این بخش Visible Grid 1 & 2 می‌باشند که خطوط شطرنجی صفحه طراحی را مشخص می‌کنند. رنگ Pad Holes مربوط به سوراخ پایه‌های قطعات و Via Holes مربوط به سوراخ Viaها می‌باشد.



شکل ۴۲ـ System Colors

کار عملی ۶

تنظیمات برد مدار چاپی

هدف: کسب مهارت در کار با محیط PCB و تنظیم مشخصات برد

مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه‌ای که بر روی آن نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر نصب شده باشد.

مراحل اجرای کار:

۱ نرم‌افزار آلتیوم را اجرا کنید.

۲ با استفاده از دستور زیر یک صفحه طراحی مدار چاپی (PCB) باز کنید:

Files > New > PCB

۳ مبدأ مختصات را در یک نقطه دلخواه روی برد قرار دهید.

۴ ابعاد برد را به ۳۰mm × ۵۰mm تغییر دهید.

۵ ابتدا فایل PCB و سپس نرم‌افزار را بدون ذخیره کردن ببندید.

خودارزیابی

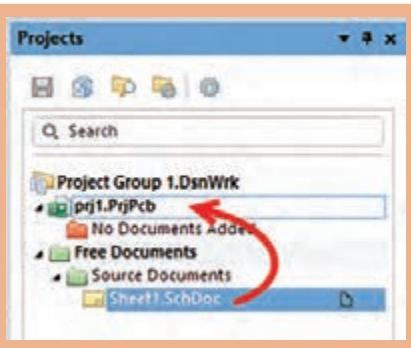
۱ به کمک گزینه ..... از منوی ..... می‌توان اشیای نقشه را از حالت «انتخاب» خارج کرد.
۲ چگونه می‌توان مبدأ مختصات را به مکان دلخواه منتقل کرد؟
۳ با اجرای گزینه Define from selected objects، فضای خارج ناحیه انتخاب شده به عنوان فضای کاری درنظر گرفته می‌شود.
صحیح ☐ غلط ☐
۴ لایه‌های ..... و ..... در واقع همان چاپ سفید رنگ نام قطعات و توضیحات پیرامون بخش‌های مختلف برد می‌باشد.
۵ در بخش Other Layers چه لایه‌هایی وجود دارد و هر کدام چه کاربردی دارند؟

تبدیل نقشه شماتیک به نقشه مدار چاپی (PCB):

قبلاً گفته شد که برای طراحی نقشه مدار چاپی حتماً باید یک پروژه PCB ایجاد کرده و در داخل این پروژه فایل‌های شماتیک و PCB تعریف کنیم.

نکته

اگر تا این مرحله، پروژه PCB ایجاد نشده است، با روشی که قبلاً گفته شد ابتدا باید پروژه را ایجاد کنیم و فایل شماتیک ایجاد شده را به داخل پروژه انتقال دهیم. برای انتقال فایل به داخل پروژه، در پنجره Projects بر روی نام فایل کلیک چپ کرده و در همان حال که کلید چپ ماوس پایین است، آن را به سمت نام پروژه کشیده و رها می‌کنیم. (شکل ۴۳)

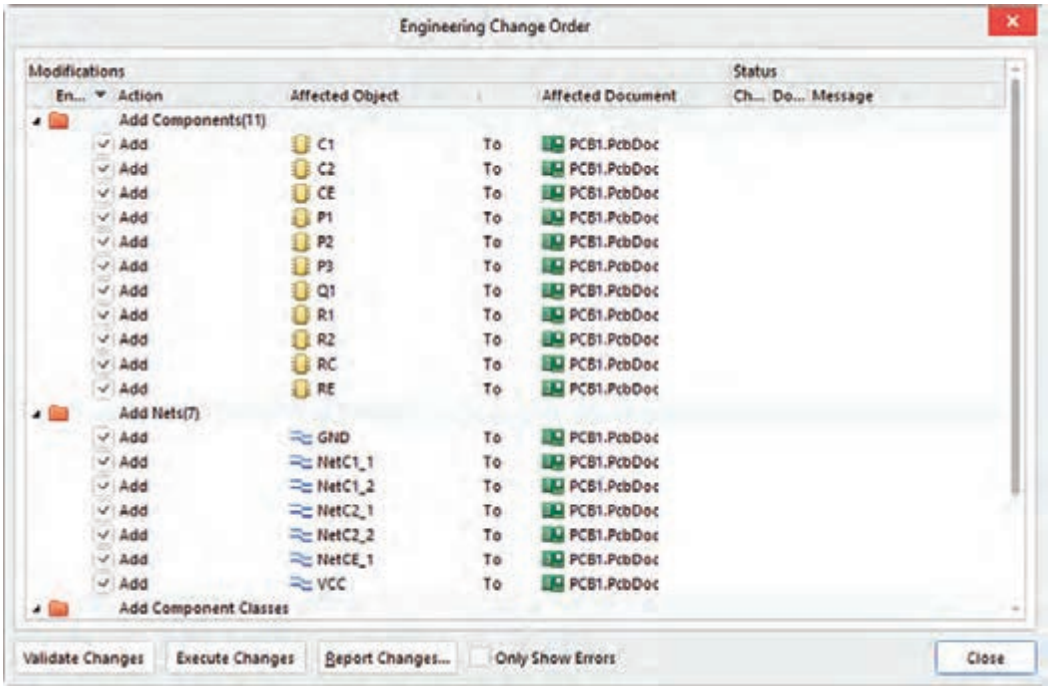


شکل ۴۳ـ انتقال فایل شماتیک به داخل پروژه

برای انتقال طرح به محیط PCB ابتدا یک فایل PCB به پروژه اضافه می‌کنیم. برای این کار با کلیک راست بر روی نام پروژه در پنل Projects و انتخاب گزینه Add New to Project و سپس انتخاب PCB، صفحه نقشه مدار چاپی ایجاد می‌شود.
پس از ایجاد صفحه PCB، فضای کاری آن بر روی صفحه نمایش داده می‌شود. نام نقشه PCB به‌صورت پیش‌فرض PCB1 می‌باشد. محیط نقشه PCB را به همین نام یا هر نام دلخواه دیگر ذخیره کنید. سپس پروژه را هم ذخیره کنید.
حال به محیط شماتیک برمی‌گردیم و از نوار ابزار منوی شماتیک، دستور زیر را اجرا می‌کنیم:

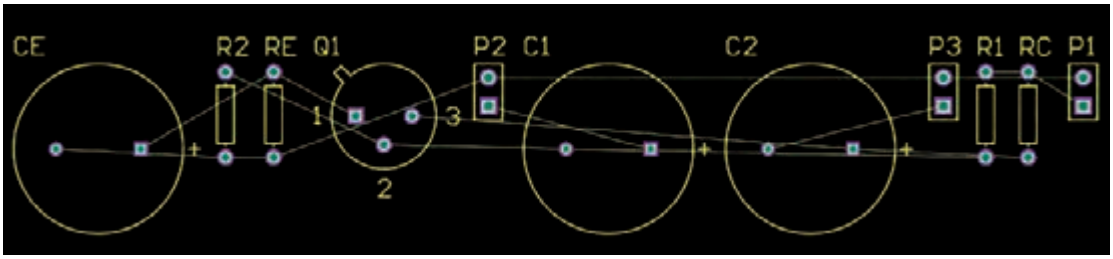
Design > Update PCB Document …

با اجرای این دستور، پنجره Engineering Change Order مطابق شکل ۴۴ ظاهر می‌شود. همان‌طورکه مشاهده می‌شود، قطعاتی که قرار است به فضای PCB منتقل شوند، فهرست شده‌اند. کافی است با فشردن دکمه Execute Changes عمل انتقال را انجام دهیم.



شکل ۴۴ـ پنجره Engineering Change Order

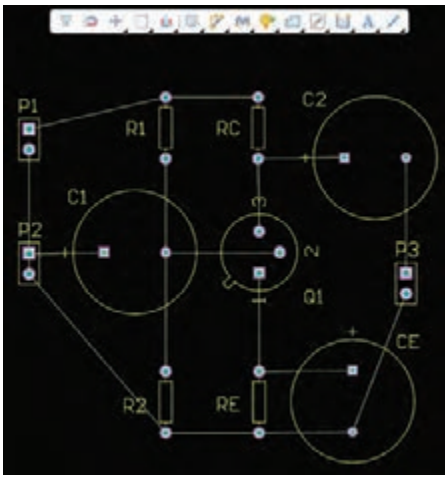
اگر در رسم نقشه یا قطعات انتخاب شده اشکالی وجود داشته باشد، در پنجره Engineering Change Order می‌توان خطاها را مشاهده کرد. پس از رفع خطاها مجدداً مراحل فوق را انجام داده و نقشه شماتیک را به محیط PCB انتقال می‌دهیم. شکل ۴۵ اجرای انتقال قطعات شماتیک به فضای PCB را نشان می‌دهد.



شکل ۴۵ـ قطعات انتقال یافته به محیط PCB

نکته

با انتقال طرح به محیط PCB، مشاهده می‌شود که به کمک خطوط نازکی که خطوط راهنما نام دارند، اتصالات بین قطعات برقرار شده است. این خطوط در چیدن قطعات و نیز در سیم‌کشی مدار به طراح کمک می‌کنند تا به‌راحتی اتصالات بین قطعات را تشخیص دهد.



شکل ۴۶ـ چیدمان قطعات در محیط PCB

چیدن قطعات در محیط PCB:

بعد از انتقال قطعات شماتیک به فضای PCB، نوبت به مرحله چیدمان قطعات متناسب با اندازه مدار می‌رسد که این کار باید توسط طراح صورت گیرد. درصورتی که تعداد قطعات کم باشد، این کار به‌صورت دستی امکان‌پذیر می‌باشد. اما اگر تعداد قطعات زیاد باشد، انجام این کار زمان زیادی لازم خواهد داشت. برای حل این مشکل، می‌توان از ابزار Auto Placement نرم‌افزار استفاده کرد. البته نباید فراموش کرد که ممکن است چیدمان انجام شده توسط نرم‌افزار با سلیقه طراح و حتی با اصول طراحی واقعی مدار متفاوت باشد.

دستورات جابه‌جایی قطعات در محیط PCB مشابه محیط شماتیک می‌باشد. همچنین نکاتی که در مورد رسم نقشه شماتیک گفته شد، در هنگام چیدن قطعات در محیط PCB نیز باید مورد توجه قرار گیرد. علاوه بر آن باید به نکات زیر نیز توجه کرد:

- در هنگام چیدن قطعات نباید از دستورات چرخش آینه‌ای افقی و عمودی استفاده کرد.
- قطعات با توان بالا که حرارت زیادی تولید می‌کنند نباید در کنار قطعات حساس به دما قرار گیرند.

پژوهش

در طراحی مدار چاپی علاوه بر نکات گفته شده، چه موارد دیگری را باید مورد توجه قرار داد؟ در این مورد تحقیق کرده و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

شکل ۴۶ یک نمونه چیدمان قطعات در محیط PCB را برای نقشه شماتیک شکل ۲۹ نشان می‌دهد.

نکته

اگر شکل یا ابعاد یک قطعه مشابه قطعه واقعی نباشد می‌توان Footprint قطعه را تغییر داد یا حتی آن را ویرایش کرد که در قسمت‌های بعدی در مورد چگونگی انجام این کار توضیح خواهیم داد.

کار عملی ۷

انتقال طرح شماتیک به محیط PCB و چیدن قطعات

هدف: کسب مهارت در انتقال طرح شماتیک به محیط PCB و چیدن قطعات

مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه‌ای که بر روی آن نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر نصب شده باشد.

مراحل اجرای کار:

۱ نرم‌افزار آلتیوم را اجرا کنید.

۲ پروژه prj1 و نقشه شماتیک sch1 را که در کار عملی ۵ طراحی کرده بودید را باز کنید.

۳ یک فایل PCB به پروژه اضافه کنید. نام این فایل به صورت پیش فرض PCB1 است که می‌توان به دلخواه آن را تغییر داد. فایل PCB و پروژه را ذخیره کنید.

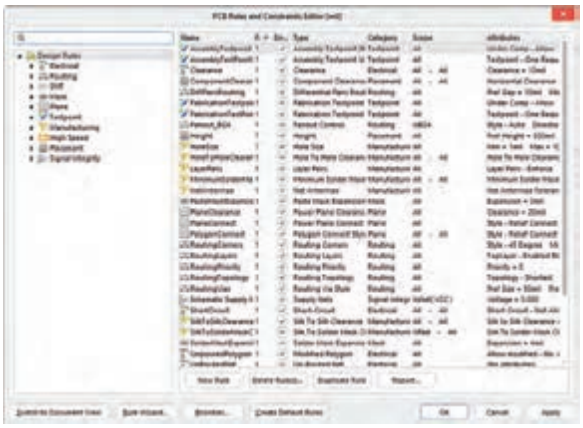
۴ به صفحه شماتیک رفته و از منوی Design گزینه Update PCB Document را انتخاب کنید. سپس مراحل کار را طبق توضیحات داده شده انجام داده و طرح شماتیک را به محیط PCB انتقال دهید.

۵ با رعایت نکات و قواعدی که در چیدمان قطعات باید در نظر گرفته شود، قطعات مدار را در جای مناسب قرار دهید.
۶ پس از اتمام کار، فایل‌های PCB و شماتیک و همچنین پروژه را ذخیره کنید.
۷ نرم‌افزار را ببندید.

قواعد طراحی (Rules)

پس از اینکه قطعات را در محل مناسب قرار دادیم نوبت به رسم سیم‌های مدار می‌رسد، ولی قبل از آن باید قواعد مربوط به سیم‌بندی را متناسب با طراحی مورد نظر تنظیم کنیم. برای تنظیم قوانین طراحی از مسیر زیر، پنجره تنظیم قواعد طراحی شکل ۴۷ را باز می‌کنیم:

Design > Rules



شکل ۴۷ـ پنجره تنظیم قواعد طراحی

لازم به ذکر است که با وجود اینکه این قوانین متنوع و تنظیمات آن تا حدودی پیچیده است ولی در این قسمت تنها به چند مورد پرکاربرد در بخش‌های Electrical و Routing می‌پردازیم.

بخش Electrical:

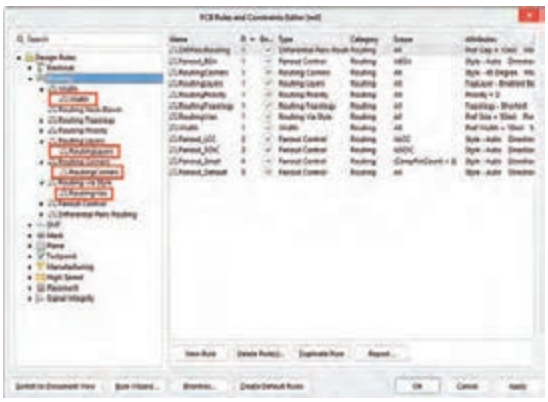
با باز کردن زبانه Electrical و انتخاب Clearance، حداقل فاصله بین مسیر سیم‌کشی‌ها، پدها و Viaها را در سیم‌کشی دستی و خودکار می‌توان تنظیم کرد. (شکل ۴۸)

بخش Routing:

مهم‌ترین تنظیمات بخش Routing، مربوط به ضخامت خطوط سیم‌کشی، لایه‌های سیم‌کشی و مشخصات Via می‌باشد. (شکل ۴۹)



شکل ۴۸ـ تنظیم حداقل فاصله بین مسیر سیم‌کشی‌ها



شکل ۴۹ـ تنظیمات سیم‌کشی

تنظیم ضخامت یا پهنای مسیرهای مسی (Width):

برخی اوقات نیاز است که ضخامت تعدادی از مسیرهای مسی از سایر مسیرها، بیشتر و یا کمتر باشد. این کار با تنظیم مقادیر حداقل، حداکثر و مقدار دارای اولویت (Preferred) ضخامت خطوط صورت می‌پذیرد. (شکل ۵۰)



شکل ۵۰ــ تنظیم ضخامت مسیرهای مسی

تنظیم لایه‌های مسیریابی (Routing Layer):

تعداد لایه‌های طراحی فیبر مدار چاپی برای طراحی خودکار در این بخش انجام می‌پذیرد. همان‌طورکه در شکل ۵۱ مشاهده می‌شود، دو لایه برای مسیریابی فیبر مدار چاپی وجود دارد. طبق قرارداد استاندارد، لایه Bottom Layer که به رنگ آبی است برای سیم‌بندی زیر برد و لایه Top Layer که به رنگ قرمز است برای سیم‌بندی روی برد مورد استفاده قرار می‌گیرد.برای طراحی خودکار مدار یک لایه، لایه رویی (Top Layer) را باید غیرفعال کرد.



شکل ۵۱ــ تنظیم لایه‌های مسیریابی

تعیین زاویه چرخش مسیر مسی (Routing Corners):

تنظیم زاویه چرخش سیم‌کشی‌ها در گوشه‌ها (نقاط تغییر جهت سیم‌ها) در این بخش صورت می‌گیرد که به‌صورت ۹۰ درجه، ۴۵ درجه و گرد قابل تنظیم است. (شکل ۵۲)

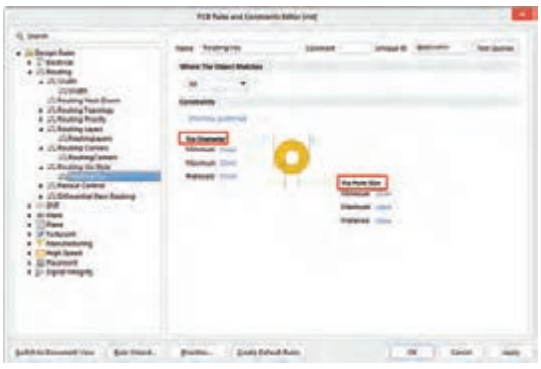


شکل ۵۲ــ تعیین زاویه چرخش مسیر مسی

تنظیم مشخصات Viaهای مسیریابی (Routing Via):

مقادیر حداقل، حداکثر و پیش‌فرض قطرهای داخلی و خارجی Via، در این قسمت قابل تنظیم است. (شکل ۵۳)

Via به سوراخ‌هایی گفته می‌شود که روی فیبر مدار چاپی ایجاد می‌شود و قادر است لایهٔ بالایی فیبر مدار چاپی را به لایهٔ پایین فیبر ارتباط دهد. در ساخت فیبرهای دو لایه با قرار دادن لایه متالیزه (استوانه فلزی) در داخل Via ارتباط بین لایه بالا و پایین انجام می‌شود. این عمل در هنگام تولید فیبر مدار چاپی انجام می‌گیرد.



شکل ۵۳ــ تنظیم مشخصات Via

مسیریابی (سیم بندی) در محیط PCB

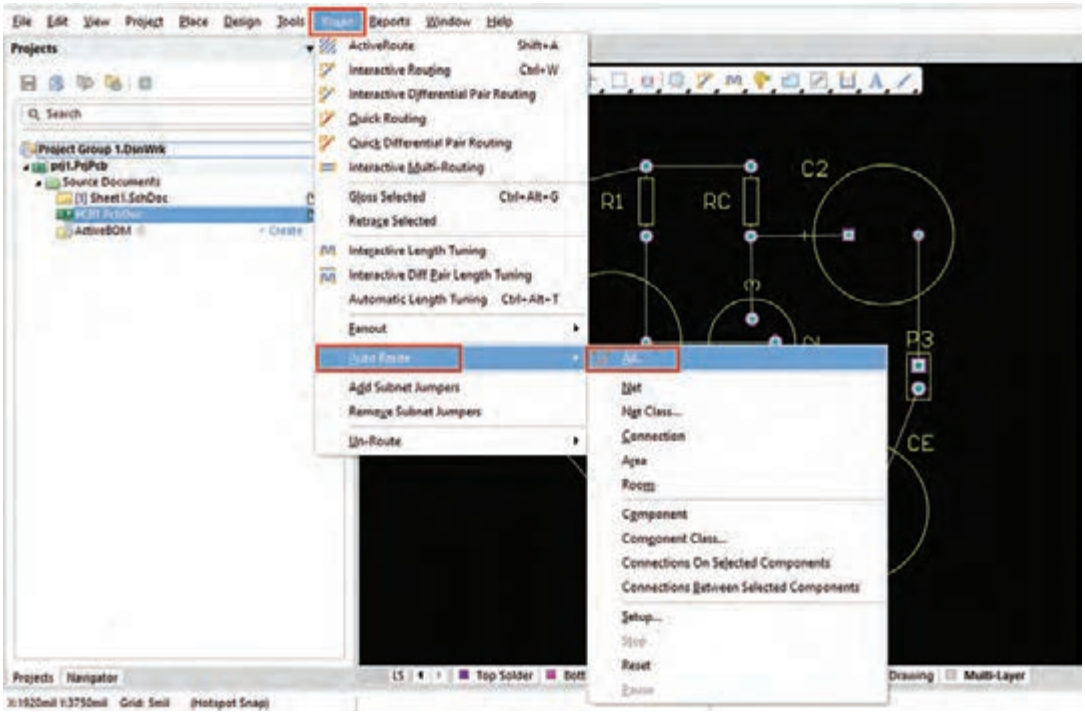
پس از تنظیم قواعد مسیریابی، نوبت به مرحله اجرای مسیریابی می‌رسد. مسیریابی به دو صورت دستی و خودکار صورت می‌پذیرد.

مسیریابی خودکار:

در این روش می‌توان مسیریابی را به‌طور کاملاً خودکار انجام داد یا براساس معیارهایی چون سیم‌های مربوط به یک گره، سیم‌های متصل به یک قطعه، سیم‌های یک ناحیه مشخص و... مسیریابی به‌صورت نیمه‌خودکار انجام شود.

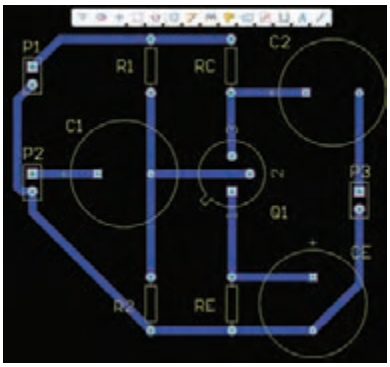
اگر بخواهیم سیم‌کشی به‌طور کاملاً خودکار انجام شود از دستور زیر استفاده می‌کنیم: (شکل ۵۴)

Route > Auto Route > All



شکل ۵۴ــ مسیریابی خودکار

سپس در پنجره باز شده، گزینه Route All را انتخاب می‌کنیم تا نرم‌افزار براساس تنظیمات انجام شده نقشه مدار چاپی را رسم کند.

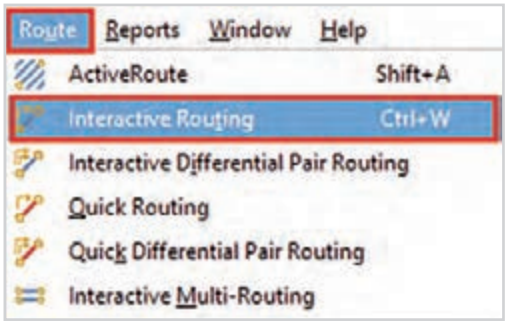


شکل ۵۵ـ رسم نقشه مدار چاپی به‌صورت خودکار

شکل ۵۵ نقشه مدار چاپی مدار شکل ۲۹ را که به‌صورت خودکار طراحی شده است را نشان می‌دهد. در تنظیمات قواعد طراحی، حالت یک لایه انتخاب شده است. همچنین حداقل فاصله ۴۰ mil (حدود ۱ mm)، حداقل ضخامت سیم ۳۰ mil، حداکثر ضخامت سیم ۱۰۰ mil و مقدار ترجیح داده شده (Preferred) ۵۰ mil انتخاب شده است. (mil معادل میلی‌اینچ است)

در سیم‌کشی به روش نیمه خودکار، از منوی Route، گزینه Auto Route را انتخاب کرده و سپس با توجه به معیار موردنظر یکی از روش‌ها را انتخاب می‌کنیم. چهار حالت مهم در سیم‌کشی نیمه خودکار عبارتند از:

- سیم‌کشی براساس گره (Net): با انتخاب Net و کلیک بر روی یکی از نت‌ها، فقط سیم‌کشی پایه‌های متصل به آن نت انجام می‌شود.
- سیم‌کشی براساس اتصال (Connection): با انتخاب Connection و کلیک بر روی یکی از سیم‌هایی که اتصال بین دو گره را برقرار کرده است، فقط سیم‌کشی آن اتصال انجام می‌شود.
- سیم‌کشی براساس قطعه (Component): با انتخاب Component و کلیک بر روی یکی از قطعات، سیم‌کشی همه پایه‌های آن قطعه انجام می‌شود.
- سیم‌کشی براساس ناحیه (Area): با انتخاب Area و انتخاب یک ناحیه دلخواه، فقط سیم‌کشی گره‌هایی انجام می‌شود که همه اتصالات آن گره در داخل ناحیه انتخاب شده وجود داشته باشند.



شکل ۵۶ـ رسم نقشه مدار چاپی به‌صورت خودکار

- **مسیریابی دستی:** همانند چیدمان دستی، بسیاری از طراحان مسیریابی دستی را نیز به مسیریابی خودکار ترجیح می‌دهند. برای اجرای این نوع طراحی، کافی است که از مسیر زیر، «سیم‌کشی تعاملی ـ Interactive Routing» را فعال کرده تا با کلیک روی هر نِت، مسیر اتصال را به‌صورت دستی تعیین کنیم: (شکل ۵۶)

Route > Interactive Routing

پس از انجام مرحله سیم‌کشی، مراحل طراحی نقشه مدار چاپی به پایان می‌رسد و یک نقشه PCB آماده در اختیار داریم.

در ادامه کار باید نقشه طراحی شده با استفاده از یک چاپگر لیزری بر روی کاغذ گلاسه یا طلق ترانسپرنت چاپ شود و به کمک یکی از روش‌های تهیه فیبر مدار چاپی، طرح چاپ شده را بر روی فیبر مسی انتقال دهیم.

تحقیق

در مورد عملکرد گزینه‌های دیگر منوی Route شکل ۵۶ تحقیق کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

نکته

همان‌طور که می‌دانید قطعات الکتریکی و الکترونیکی به دو شکل THD و SMD ساخته می‌شوند. در این واحد یادگیری طراحی مدار چاپی برای قطعات THD آموزش داده شد. اگر در یک مدار قطعات SMD وجود داشته باشد، باید توجه کرد که برای این قطعات Footprint صحیح که به شکل SMD باشد انتخاب شود.

فعالیت

برای یک مدار الکترونیکی دلخواه که در آن از قطعات SMD استفاده شده، نقشه شماتیک و PCB آن را در منزل طراحی کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

کار عملی ۸

سیم‌کشی دستی و خودکار نقشه مدار چاپی

هدف: کسب مهارت در سیم‌کشی خودکار و دستی نقشه مدار چاپی

مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه‌ای که بر روی آن نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر نصب شده باشد.

مراحل اجرای کار:

۱ نرم‌افزار آلتیوم را اجرا کنید.

۲ پروژه prj1 که در کار عملی ۷ ذخیره کرده بودید را باز کنید.

۳ به محیط PCB رفته و از منوی Design گزینه Rules را انتخاب کنید. سپس تنظیمات سیم‌کشی را مانند آنچه در درس گفته شد انجام دهید.

۴ سیم‌کشی را به‌صورت خودکار و نیز نیمه خودکار و با تمرین حالت‌های مختلف شرح داده شده انجام دهید.

پس از انتخاب هر حالت، با استفاده از منوی Edit و انتخاب گزینه Undo نقشه PCB را به حالت اولیه برگردانید. با استفاده از کلید ترکیبی Ctrl + Z نیز می‌توانید این کار را انجام دهید.

۵ سیم‌کشی را به‌صورت دستی انجام دهید.

۶ پس از اتمام کار، فایل‌های PCB و شماتیک و همچنین پروژه را ذخیره کنید.

۷ نرم‌افزار را ببندید.

خودارزیابی

۱ برای انتقال طرح به محیط PCB، پس از ایجاد صفحه PCB چه مراحلی را باید طی کرد؟ به‌ترتیب بنویسید.

۲ در هنگام چیدن قطعات در محیط PCB می‌توان از دستورات چرخش ۹۰ درجه‌ای و نیز چرخش آینه‌ای افقی و عمودی استفاده کرد.

صحیح ☐ غلط ☐

۳ برای تنظیم ضخامت سیم‌کشی در پنجره Rules چه مراحلی را باید طی کرد؟

۴ طبق قرارداد استاندارد، لایه Bottom Layer که به رنگ ..... است برای سیم‌بندی ..... برد و لایه Top Layer که به رنگ ..... است برای سیم‌بندی ..... برد مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۵ اگر بخواهیم سیم‌کشی خودکار فقط برای پایه‌های یک قطعه انجام شود چه مراحلی را باید طی کرد؟

استاندارد ارزشیابی پیشرفت تحصیلی مبتنی بر شایستگی درس طراحی و ساخت مدارهای چاپی پودمان چهارم، واحد یادگیری ۱

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی شایستگی/ (واحدهای یادگیری)	استاندارد عملکرد	نتایج مورد انتظار	شاخص تحقق
پودمان ۴: طراحی مدار چاپی با نرم‌افزار تجاری	واحدیادگیری ۱: راه‌اندازی نرم‌افزار تجاری و اجرای یک نقشه	رسم نقشه مدار چاپی مدارهای الکترونیکی به کمک نرم‌افزار تجاری Altium Designer	بالاتر از حد انتظار	علاوه بر تحقق شاخص‌های در حد انتظار، انجام کلیه فعالیت‌های پودمان (مانند تحقیق کنید، فکر کنید، پژوهش کنید ،جست‌وجوکنید، بحث گروهی)
			در حد انتظار	۱ـ نصب و پیکربندی: ـ نصب و فعال‌سازی نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر و تنظیمات اولیه نرم‌افزار ـ ایجاد پروژه جدید با ساختار صحیح ۲ـ طراحی شماتیک: ـ جست‌وجوی قطعات در کتابخانه‌های استاندارد و قرار دادن آنها در محیط شماتیک ـ اتصال صحیح پایه‌ها با استفاده از ابزار سیم‌کشی و استفاده از پورت‌های تغذیه و برچسب گره (Net Label) ۳ـ انتقال طرح به محیط PCB: ـ انتقال طرح به محیط PCB ـ تنظیم صفحه‌بندی (Board Outline) مطابق با ابعاد طراحی. ـ تنظیم قواعد طراحی (Rules) متناسب با استانداردها و نیازهای طرح (تنظیم فاصله اشیا، ضخامت مسیرها، تعداد لایه‌های سیم‌کشی، زاویه چرخش مسیر مسی و مشخصات Via) ۴ـ استفاده از ابزارهای طراحی: ـ استفاده از ابزار Select، Deselect و Origin ـ تنظیمات لایه‌ها و رنگ‌ها در محیط PCB ۵ـ طراحی PCB: ـ چیدن قطعات در محیط PCB به‌صورت دستی و با رعایت استانداردها ـ سیم‌کشی خودکار کل نقشه مدار چاپی یا بخشی از آن براساس گره، اتصال، قطعه یا ناحیه ـ سیم‌کشی دستی با رعایت استانداردهای طراحی
			پایین‌تر از حد انتظار	در صورتی‌که هنرجو همه شاخص‌های درحد انتظار را محقق نسازد، پایین‌تر از حد انتظار ارزشیابی می‌شود.
لازم است تا کیفیت فرایند کسب شایستگی در طول زمان آموزش پودمان براساس انجام فعالیت‌های کلاسی و عملی، نظم، مشارکت در فعالیت‌های آموزشی و تربیتی، ابتکار در تکالیف عملکرد درسی و... درنظر گرفته شود.				
شایستگی پودمان (بالاتر از حد انتظار، در حد انتظار، پایین‌تر از حد انتظار)				

شایستگی های غیرفنی و عمومی (ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی)

شاخص ها	ضریب کیفیت عملکرد	شایستگی عملکرد هنرجو
مدیریت کیفیت ـ جمع‌آوری وگردآوری اطلاعات ـ رعایت زبان فنی ـ رعایت ارگونومی ـ کنترل مخاطرات احتمالی و حفاظت از تجهیزات کارگاه ـ صرفه‌جویی ـ طراحی خلاقانه پوسته گرافیکی و گرافیک متحرک ـ رعایت انضباط فردی و کلاسی ـ پوشش مناسب ـ احترام به استاد و همکلاسی‌ها ـ حضور به موقع در کارگاه و ...	۲	

شایستگی عملکرد هنرجو در واحد یادگیری	شایستگی‌های غیرفنی و عمومی			شایستگی‌های فنی		
	بالاتر از حد انتظار	درحد انتظار	کمتر از حد انتظار	بالاتر از حد انتظار	درحد انتظار	کمتر از حد انتظار

شایستگی عملکرد هنرجو از میانگین سطوح شایستگی کسب شده در مراحل کاری هر واحد یادگیری مشخص می‌شود. به شرط آنکه:

۱ سطح شایستگی هنرجو در هیچ مرحله‌ای کمتر از حد انتظار نباشد.

۲ هنرجو در شایستگی‌های غیرفنی و عمومی، شایستگی درحد انتظار یا بالاتر ازحد انتظار را کسب کرده باشد.

توجه :

۱ اگر حتی در یک مرحله کاری شایستگی کمتر از حد انتظار کسب شود ، منجر به عدم کسب شایستگی واحد یادگیری می‌شود.

۲ اگر میانگین سطوح شایستگی ۲/۵ یا بیشتر باشد، سطح شایستگی بالاتر از حد انتظار خواهد بود.

۳ با توجه به اینکه شایستگی‌های عمومی و غیرفنی از شرایط لازم برای کسب شایستگی می‌باشد؛ لذا در صورتی که شایستگی فنی را احراز کرده باشد اما در شایستگی غیرفنی و عمومی، سطح درحد انتظار کسب نشده باشد، به معنی عدم احراز شایستگی در واحد یادگیری است.

واحد یادگیری ۲
شایستگی اجرای دستورهای ویژه در نرم‌افزار تجاری (Altium Designer)

آیا تا به حال فکر کرده‌اید

- چگونه می‌توان مشخصات یک گروه از اشیا در محیط شماتیک یا PCB را به‌طور همزمان تغییر داد؟
- چرا در برخی از بردهای مدار چاپی فضاهای خالی با لایه مسی پر شده است و چگونه این کار انجام می‌شود؟
- چگونه می‌توان یک طرح مدار چاپی طراحی شده با نرم‌افزار را بر روی فیبر مدار چاپی انتقال داد؟

در واحد یادگیری قبلی چگونگی رسم نقشه الکترونیکی در محیط شماتیک و انتقال آن به محیط PCB را در نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر فرا گرفتید. همچنین یاد گرفتید که چگونه می‌توان نقشه مدار چاپی را در محیط PCB رسم کرد.

اما قابلیت‌ها و امکانات نرم‌افزار آلتیوم بسیار بیشتر از آنچه که در واحد یادگیری قبلی گفته شد می‌باشد.

به‌عنوان مثال با استفاده از ابزار نام‌گذاری خودکار قطعات در محیط شماتیک یا ابزار تغییر مشخصات گروهی اشیای مشابه می‌توان طراحی مدار چاپی را با دقت و سرعت بیشتری انجام داد. همچنین با استفاده از ابزارهای رسم کثیرالاضلاع (Polygon) می‌توان فضاهای خالی روی فیبر را با سطح مسی پر کرد یا به کمک ابزار قطره چکان (Teardrops) اتصالات بین سیم‌ها و پایه‌ها را قوی‌تر نمود و در نتیجه کیفیت طرح مدار چاپی را بهبود بخشید.

در این واحد یادگیری با توجه به محدودیت زمانی، برخی از این قابلیت‌ها که کاربرد بیشتری دارند آموزش داده می‌شوند.

پس از آموزش این واحد یادگیری از فرا گیرنده انتظار می‌رود که بتواند با به‌کار بردن قابلیت‌هایی از نرم‌افزار که در این درس آموزش می‌بیند، با دقت، کیفیت و سرعت بیشتری مدارهای چاپی را طراحی کند و نقشه PCB طراحی شده را بر روی کاغذ یا طلق مخصوص چاپ کند.

استاندارد عملکرد

استفاده از امکانات و ابزارهای پیشرفته نرم‌افزار (Altium Designer) برای بهینه‌سازی مدار چاپی

تجهیزات و ابزار موردنیاز کارگاه

رایانه رومیزی، پرینتر لیزری، نرم‌افزارهای مورد نیاز

فضای آموزش و تجهیزات مربوط به آن؛

سیستم تهویه، ویدئو پروژکتور، رایانه، ماشین حساب، پرده نمایش، وایت برد.

در این واحد یادگیری موضوعات جزئی‌تری از نرم‌افزار Altium Designer بیان خواهد شد تا با در نظر گرفتن آنها، طراحی‌ها تخصصی‌تر انجام گیرد.

نام‌گذاری خودکار در محیط ویرایشگر شماتیک

همان‌طور که قبلاً گفته شد، با دو بارکلیک روی قطعه می‌توان نام آن را اصلاح کرد، اما بعد از جایگذاری تمام قطعات نیز می‌توان آنها را به‌صورت خودکار نام‌گذاری کرد. این کار موجب می‌شود که قطعات دارای نام‌های منظم گشته و شاهد خطای تشابه اسمی نباشیم. در ادامه به نحوه نام‌گذاری خودکار در محیط ویرایشگر شماتیک می‌پردازیم.

برای نام‌گذاری خودکار قطعات ابتدا از مسیر زیر پنجره تنظیمات Annotate را باز می‌کنیم:

Tools > Annotation > Annotate Schematics

در پنجره باز شده می‌توان روش نام‌گذاری را انتخاب کرد که به چهار صورت زیر می‌باشد:

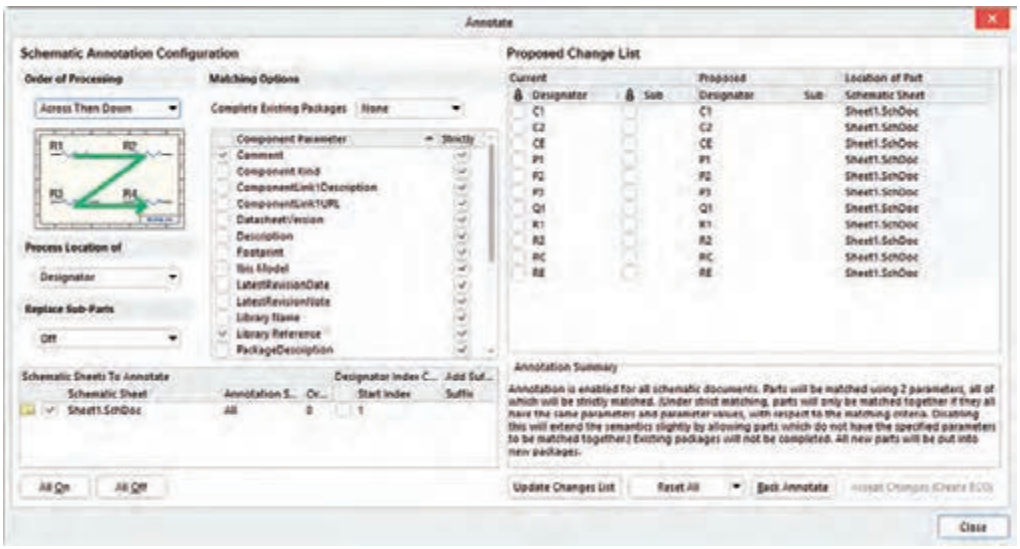
عرضی سپس رو به پایین (Across Then Down) که به‌طور پیش‌فرض انتخاب شده است. (شکل ۵۷)

عرضی سپس رو به بالا (Across Then Up)

رو به پایین سپس عرضی (Down Then Across)

رو به بالا سپس عرضی (Up Then Across)

پس از انتخاب روش نام‌گذاری، در صورتی که قطعات قبلاً نام‌گذاری شده بودند، ابتدا گزینه Reset All را انتخاب می‌کنیم تا نام‌گذاری قبلی حذف شود.



شکل ۵۷ــ نام‌گذاری خودکار در محیط شماتیک

سپس با انتخاب گزینه Update Changes List و تأیید آن با Accept Changes، تمامی قطعات موجود در صفحه طراحی شماتیک با نام‌گذاری جدید در قسمت Designator نمایش داده شده و پنجره Engineering Change Order باز می‌شود که با کلیک بر روی گزینه Execute Changes، مراحل نام‌گذاری قطعات تکمیل می‌شود.

کار عملی ۹

نام‌گذاری خودکار قطعات در محیط شماتیک

هدف: کسب مهارت در نام‌گذاری خودکار قطعات در محیط شماتیک

مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه‌ای که بر روی آن نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر نصب شده باشد.

مراحل اجرای کار:

۱ نرم‌افزار آلتیوم را اجرا کنید.

۲ پروژه prj1 که در کار عملی ۸ ذخیره کرده بودید را باز کنید.

۳ صفحه شماتیک را باز کرده و سپس پنجره تنظیمات Annotate را باز کنید.

۴ چهار حالت مختلف نام‌گذاری قطعات را تمرین کنید. پس از امتحان هر حالت، گزینه Reset All را انتخاب کنید تا نام‌گذاری قبلی حذف شود.

۵ بدون ذخیره کردن تغییرات انجام شده، فایل‌ها و پس از آن نرم‌افزار را ببندید.

جست‌وجو و ویرایش هم‌زمان اشیا در محیط PCB

یکی از امکانات قابل توجه نرم‌افزار Altium Designer اصلاح و ویرایش هم‌زمان اشیایی است که ویژگی مشابهی دارند.

با استفاده از دستور Find Similar Objects می‌توان برای ویرایش یک‌باره یک ویژگی خاص که چندین شیء دارای آن ویژگی هستند، استفاده کرد. این ویژگی می‌تواند مشخصات پایه قطعات (Pad)، ضخامت سیم‌کشی یک نت (گره) خاص یا موارد دیگر باشد. مثلاً می‌توان ضخامت همه سیم‌هایی که به گره زمین وصل هستند را به 100mil تغییر داد یا ابعاد همه پدهایی که دارای ابعاد 60mil×60mil هستند را به 90mil×90mil افزایش داد.



شکل ۵۸ــ دستور Find Similar Objects

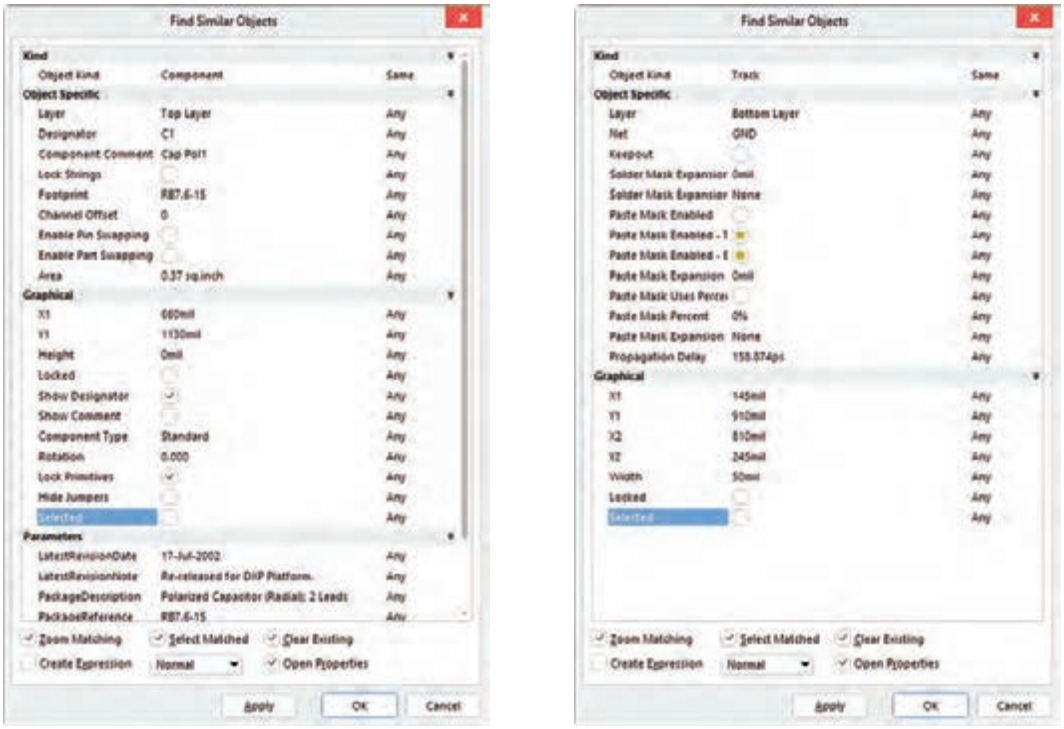
برای این کار از دستور زیر استفاده می‌کنیم:

Edit > Find Similar Objects

سپس بر روی شیئی که می‌خواهیم ویرایش شود (شیء مرجع) کلیک می‌کنیم.

همچنین می‌توانیم بر روی شیء مرجع رفته و بر روی آن کلیک راست کنیم. سپس اولین گزینه یعنی Find Similar Objects را انتخاب کنیم. (شکل ۵۸)

پنجره‌ای که باز می‌شود معمولاً دارای سه بخش نوع (Kind)، ویژگی شیء (Object Specific) و مشخصات گرافیکی (Graphical) است. در شکل ۵۹ این پنجره برای یک سیم و نیز یک خازن نشان داده شده است.



شکل ۵۹ـ دستور Find Similar Objects برای سیم (شکل الف) و خازن (شکل ب)

همان‌طورکه مشاهده می‌شود این پنجره دارای سه ستون است که پارامترهای هر ستون به نوع شیء انتخاب شده بستگی دارد:

در ستون سمت چپ نام تمام ویژگی‌های شیء مرجع انتخاب شده و در ستون میانی مقدار آن نوشته شده است.

ستون سمت راست لیست کشویی از گزینه‌های مورد استفاده برای مشخص کردن نحوه استفاده از ویژگی مرتبط برای یافتن اشیای مشابه می‌باشد. این گزینه‌ها عبارتند از:

- **Any (هر)**: انتخاب اشیای مشابه شیء مرجع با هر مقداری از این ویژگی
- **Same (یکسان)**: انتخاب اشیای مشابه شیء مرجع که مقدار تعیین شده برای این ویژگی آنها با مقدار تعیین‌شده برای شیء مرجع یکسان باشد.
- **Different (متفاوت)**: انتخاب اشیای مشابه شیء مرجع با مقادیر متفاوت برای این ویژگی نسبت به شیء مرجع.

پس از انتخاب ویژگی یا ویژگی‌های مورد نظر، ابتدا بر روی دکمه Apply کلیک می‌کنیم تا همه اشیایی که دارای آن ویژگی هستند انتخاب (Select) شوند. سپس بر روی دکمه Ok کلیک می‌کنیم. سپس در پنجره Properties مقدار مشخصات جدید آن شیء را وارد می‌کنیم.

نکته

برای تغییر مشخصات چند قطعه مشابه، در پنجره Find Similar Objects و در قسمت Component، به‌جای شماره قطعه علامت * قرار می‌دهیم.

مثلاً اگر بخواهیم ابعاد پایه‌های همه مقاومت‌های مدار را تغییر دهیم، ابتدا بر روی پایه یکی از مقاومت‌های مدار رفته و بر روی آن کلیک راست می‌کنیم. پس از انتخاب Find Similar Objects، گزینه Pad را انتخاب می‌کنیم. در کادر باز شده در قسمت Component به‌جای شماره مقاومت، علامت * قرار می‌دهیم، یعنی به‌صورت R* می‌نویسیم. در مرحله بعد، به‌ترتیب بر روی دکمه‌های Apply و Ok کلیک می‌کنیم تا همه PADها انتخاب شوند. سپس در پنجره Properties و در بخش Pad Stack مقدار جدید ابعاد PADها را وارد می‌کنیم.

کار عملی ۱۰

ویرایش همزمان اشیا در محیط PCB

هدف: کسب مهارت در ویرایش هم‌زمان اشیا در محیط PCB

مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه‌ای که بر روی آن نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر نصب شده باشد.

مراحل اجرای کار:

۱ نرم‌افزار آلتیوم را اجرا کنید.

۲ پروژه prj1 که در کار عملی ۸ ذخیره کرده بودید را باز کنید.

۳ صفحه PCB را باز کنید.

با استفاده از دستور Find Similar Objects ابعاد پایه (Pad) تمام مقاومت‌های مدار را به ۸۰mil×۸۰mil تغییر دهید.

۴ با استفاده از دستور Find Similar Objects ضخامت سیم اتصال زمین (GND) را به ۱۰۰mil تغییر دهید.

۵ بدون ذخیره کردن تغییرات انجام شده، فایل‌ها و پس از آن نرم‌افزار را ببندید.

قرار دادن کثیرالاضلاع (Polygon) در نقشه PCB

با استفاده از ابزار رسم کثیرالاضلاع می‌توان نواحی خالی فیبر مدار چاپی را با لایه مسی پر کرد. استفاده از کثیرالاضلاع مزایایی مانند توزیع زمین در کل محدوده مدار طراحی شده و کاهش نویز پذیری را دارد. همچنین با این کار اسید کمتری برای پاک کردن مس‌های اضافی مصرف می‌شود. با استفاده از دستور زیر می‌توان در ناحیه دلخواهی از فیبر Polygon رسم کرد:

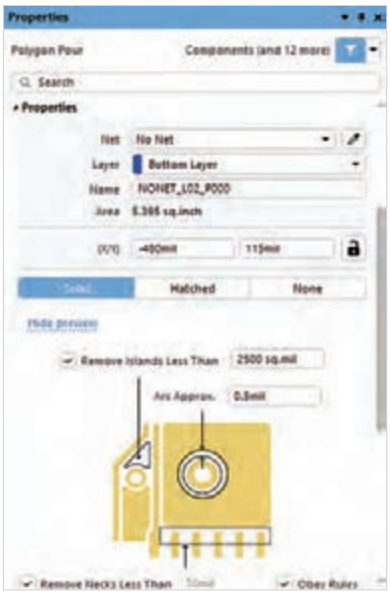
Place > Polygon Pour

پس از رسم کثیرالاضلاع، در پنجره تنظیمات می‌توان نوع پرشدن داخل کثیرالاضلاع، جنس لایه پرکننده (مثلاً Top Layer یا Bottom Layer)، تعیین اتصال لایه مسی Polygon به یک گره خاص مثلاً زمین، ضخامت خطوط Polygon و غیره را تنظیم کرد. (شکل ۶۰)

سه روش برای پر کردن فضای داخلی کثیرالاضلاع وجود دارد که عبارتند از:

- Solid (Copper Regions) که به‌صورت یک محدوده توپر است. (شکل ۶۱)
- Hatched که به‌صورت یک ناحیه هاشور زده می‌باشد. (شکل ۶۲)
- None (Outlines Only) که به‌صورت یک ناحیه توخالی است و فقط برای تعیین محدوده به‌کار می‌رود. (شکل ۶۳)

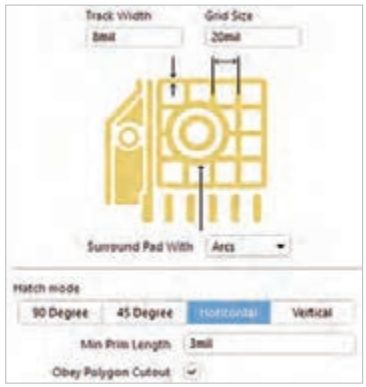
با انتخاب هر روش، تنظیمات مربوط به آن روش را نیز می‌توان به دلخواه تغییر داد.



شکل ۶۰ـ پنجره Polygon



شکل ۶۳ـ حالت None



شکل ۶۲ـ حالت Hatched



شکل ۶۱ـ حالت Solid

پژوهش

در مورد کاربرد هریک از روش‌های پرکردن فضای داخلی کثیرالاضلاع تحقیق کرده و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

کار عملی ۱۱

قرار دادن کثیرالاضلاع (Polygon) در نقشه PCB

هدف: کسب مهارت در قرار دادن کثیرالاضلاع (Polygon) در نقشه PCB

مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه‌ای که بر روی آن نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر نصب شده باشد.

مراحل اجرای کار:

۱ نرم‌افزار آلتیوم را اجرا کنید.

۲ پروژه prj1 که در کار عملی ۸ ذخیره کرده بودید را باز کنید.

۳ صفحه PCB را باز کنید. سپس با استفاده از ابزار Polygon فضای خالی نقشه PCB را به هر سه روش پر کنید.

۴ تنظیمات هر روش را تغییر داده و نتایج را مشاهده کنید.

۵ بدون ذخیره کردن تغییرات انجام شده، فایل‌ها و پس از آن نرم‌افزار را ببندید.

خودارزیابی

۱ پنجره تنظیمات نام‌گذاری خودکار قطعات را با استفاده از چه دستوری می‌توان باز کرد؟
۲ دو روش استفاده از ابزار ویرایش هم‌زمان اشیا در محیط PCB را شرح دهید.
۳ گزینه Same در پنجره Find Similar Objects به معنای انتخاب اشیای مشابه شیء مرجع با هر مقداری از این ویژگی می‌باشد.
صحیح ☐ غلط ☐
۴ استفاده از ابزار کثیرالاضلاع (Polygon) چه مزایایی دارد؟

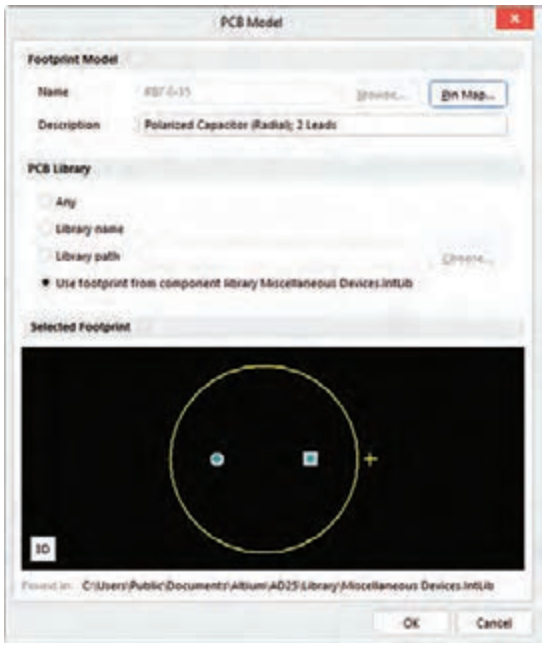
تغییر Footprint قطعات در محیط شماتیک

گاهی اوقات لازم است Footprint یک قطعه را با یک Footprint مناسب جایگزین کرد. برای انجام این کار در محیط شماتیک، مراحل زیر را انجام می‌دهیم:

- بر روی قطعه دو بار کلیک می‌کنیم تا پنجره تنظیمات (Properties) باز شود. (شکل ۶۴)
- در پنجره باز شده و در قسمت Parameters (شکل ۶۵) ابتدا بر روی سطر Footprint و سپس بر روی آیکون ویرایش ( ) کلیک می‌کنیم تا پنجره PCB Model باز شود.
- برای انتخاب Footprint جدید از کتابخانه قطعات، در قسمت Pcb Library گزینه Any یا Library Patch را انتخاب می‌کنیم.
- سپس در قسمت Footprint Model بر روی دکمه Browse کلیک می‌کنیم تا پنجره Browse Library باز شود.
- در پنجره Browse Library کتابخانه مناسب را انتخاب می‌کنیم و یا اگر نام Footprint را می‌دانیم، آن را جست‌وجو می‌کنیم.
- پس از یافتن Footprint موردنظر، با فشردن دکمه Ok، آن را انتخاب می‌کنیم.



شکل ۶۴ــ تغییر Footprint قطعات در محیط شماتیک

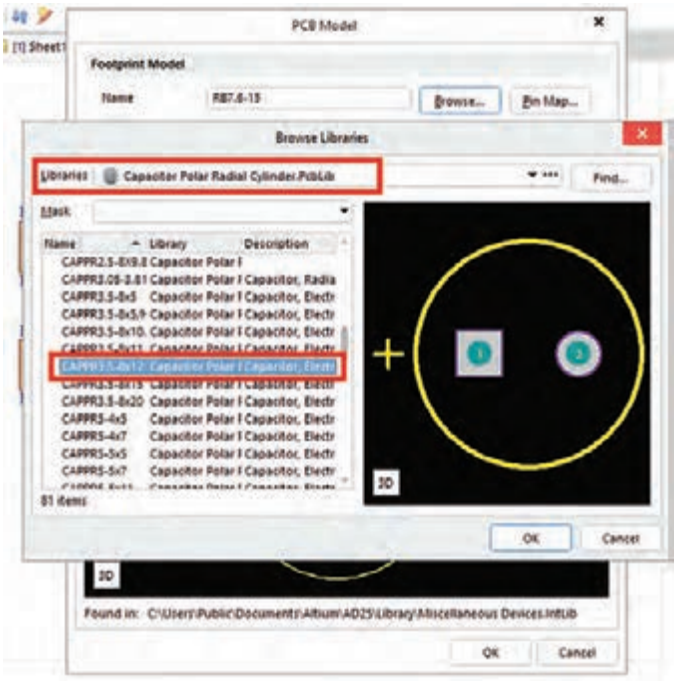


شکل ۶۵ــ جست‌وجوی Footprint موردنظر

برای پیدا کردن Footprint مناسب برای قطعات پرکاربرد، یکی از بهترین کتابخانه‌ها، کتابخانه PCB می‌باشد که از مسیر زیر می‌توان به آن دسترسی پیدا کرد:

C:\Users\Public\Documents\Altium\AD25\Library\PCB

به‌عنوان مثال همان‌طورکه در شکل ۶۶ مشاهده می‌شود، ابتدا از پوشه PCB کتابخانه Capacitor Polar Radial Cylinder.PcbLib انتخاب گردید و سپس از این کتابخانه، Footprint خازن که RB7.6-15 بوده با Footprint جدید که نام آن CAPPR3.5-8x12 می‌باشد، جایگزین شده است.



شکل ۶۶ـ انتخاب Footprint مورد نظر

کار عملی ۱۲

تغییر Footprint یک قطعه در محیط شماتیک

هدف: کسب مهارت در تغییر Footprint یک قطعه در محیط شماتیک

مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه‌ای که بر روی آن نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر نصب شده باشد.

مراحل اجرای کار:

۱ نرم‌افزار آلتیوم را اجرا کنید.

۲ پروژه prj1 که در کار عملی ۸ ذخیره کرده بودید را باز کنید.

۳ صفحه شماتیک را باز کنید. سپس با استفاده از توضیحات داده شده، Footprint ترانزیستور Q1 را به مقدار مناسب دیگری (مثلاً 05-29) تغییر دهید.

۴ بدون ذخیره کردن تغییرات انجام شده، فایل‌ها و پس از آن نرم‌افزار را ببندید.

تغییر Footprint قطعات در محیط PCB

برای تغییر Footprint یک قطعه در محیط PCB، مراحل زیر را انجام می‌دهیم:

- بر روی قطعه دو بار کلیک می‌کنیم تا پنجره تنظیمات (Properties) باز شود. (شکل ۶۷)
- در پنجره باز شده و در قسمت Footprint بر روی علامت سه نقطه در کادر Footprint Name کلیک می‌کنیم تا پنجره Browse Library باز شود.

ادامه مراحل یافتن Footprint مناسب، مشابه مراحل تغییر Footprint در محیط شماتیک است که قبلاً توضیح داده شد. اگر بخواهیم تغییرات ایجاد شده، در نقشه شماتیک نیز اعمال شود، از منوی Design گزینه Update Shematics را انتخاب می‌کنیم. سپس در پنجره باز شده، ابتدا بر روی Execute Changes و سپس بر روی دکمه Ok کلیک می‌کنیم.



شکل ۶۷ــ تغییر Footprint قطعات در محیط PCB

کار عملی ۱۳

تغییر Footprint یک قطعه در محیط PCB

هدف: کسب مهارت در تغییر Footprint یک قطعه در محیط PCB

مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه‌ای که بر روی آن نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر نصب شده باشد.

مراحل اجرای کار:

۱ نرم‌افزار آلتیوم را اجرا کنید.

۲ پروژه prj1 که در کار عملی ۸ ذخیره کرده بودید را باز کنید.

۳ صفحه PCB را باز کنید. سپس با استفاده از توضیحات داده شده، Footprint مقاومت RE را به AXIAL-0.4 تغییر دهید.

۴ برای اینکه Footprint همه قطعات مشابه را یک‌باره تغییر دهید، می‌توانید از ابزار Find Similar Objects استفاده کنید.

برای این کار ابتدا بر روی یکی از مقاومت‌ها رفته و بر روی آن کلیک راست کنید. سپس گزینه Find Similar Objects را انتخاب کنید. در کادر باز شده و در قسمت Designator نام مقاومت را به R* تغییر دهید.

در مرحله بعد، به‌ترتیب بر روی دکمه‌های Apply و Ok کلیک می‌کنیم تا همه مقاومت‌ها انتخاب شوند. سپس در پنجره Properties و در بخش Footprint نام جدید Footprint را از کتابخانه نرم‌افزار پیدا کرده و انتخاب کنید.

۵ بدون ذخیره کردن تغییرات انجام شده، فایل‌ها و پس از آن نرم‌افزار را ببندید.

ویرایش Footprint قطعات در محیط PCB

یکی از قابلیت‌های نرم‌افزار Altium این است که می‌توان Footprint قطعات را ویرایش کرد، یعنی تغییراتی را در ابعاد و شکل قطعه یا پایه‌های آن (Pad) ایجاد کرد.

برای این کار مراحل زیر را انجام می‌دهیم:

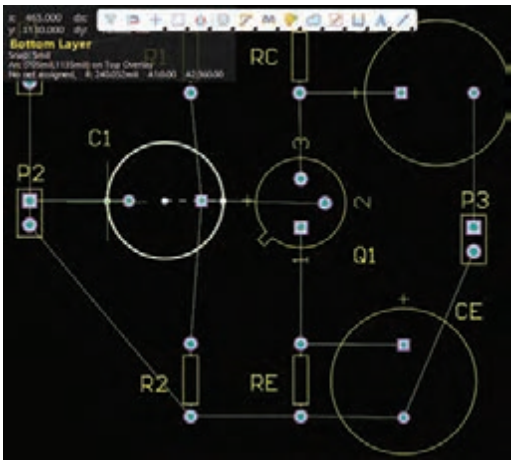
- بر روی قطعه دو بار کلیک می‌کنیم تا پنجره تنظیمات (Properties) باز شود. (شکل ۶۸)
- در پنجره باز شده و در قسمت Properties بر روی علامت قفل مقابل Primitives کلیک می‌کنیم تا قفل به حالت باز درآید.
- مجدداً بر روی قطعه موردنظر رفته و با کلیک دوبل بر روی خطوط زرد رنگ قطعه آنها را به‌صورت قابل ویرایش درآورده و تغییرات موردنظر را ایجاد می‌کنیم.



شکل ۶۸ـ ویرایش Footprint قطعات در محیط PCB

همچنین با کلیک بر روی پایه‌های قطعه می‌توان جای آنها را نیز تغییر داد. در شکل ۶۹ خازن C1 در حالت ویرایش قرار گرفته و شعاع دایره قاعده این خازن تغییر داده شده است.

- پس از انجام تغییرات موردنیاز مجدداً در قسمت Properties بر روی علامت قفل مقابل Primitives کلیک می‌کنیم تا قفل به حالت بسته درآید.



شکل ۶۹ـ ویرایش Footprint یک خازن

نکته

تغییرات ایجاد شده در Footprint باید به‌گونه‌ای باشد که محل Pad ها یا شکل Footprint دقیقاً مشابه شکل واقعی قطعه باشد.

کار عملی ۱۴

ویرایش Footprint یک قطعه در محیط PCB

هدف: کسب مهارت در ویرایش Footprint یک قطعه در محیط PCB

مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه‌ای که بر روی آن نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر نصب شده باشد.

مراحل اجرای کار:

۱ نرم‌افزار آلتیوم را اجرا کنید.

۲ پروژه prj1 که در کار عملی ۸ ذخیره کرده بودید را باز کنید.

۳ صفحه PCB را باز کنید. سپس با استفاده از توضیحات داده شده، Footprint خازن C1 را مطابق جدول ۳ تغییر دهید.

جدول ۳

پارامتر	مقدار اولیه	مقدار جدید
قطر مقطع خازن	600mil (15.24mm)	350mil (8.89mm)
فاصله PADها	300mil (7.62mm)	200mil (5.08mm)

۴ پس از انجام تغییرات مجدداً در قسمت Properties بر روی علامت قفل مقابل Primitives کلیک کنید تا قفل به‌حالت بسته درآید.

۵ بدون ذخیره کردن تغییرات انجام شده، فایل‌ها و پس از آن نرم‌افزار را ببندید.

استفاده از ابزار قطره چکان (Teardrops)

از ابزار قطره چکان به منظور تقویت محل اتصال پدها و مسیر مسی استفاده می‌شود. این ابزار محل اتصال پد و مسیر مسی را کمی پهن می‌کند. این کار باعث می‌شود پدها و اتصال‌ها دارای سطح تماس بیشتری با فیبر مدار چاپی داشته باشند. در نتیجه از جدا شدن آنها از فیبر مدار چاپی جلوگیری به‌عمل آید.

برای دست‌یابی به ابزار قطره چکان می‌توان از دستور زیر استفاده کرد:

Tools > Teardrops



شکل ۷۰ـ ابزار قطره چکان

پس از انتخاب ابزار قطره چکان، پنجره Teardrops باز می‌شود. (شکل ۷۰)

در این پنجره می‌توان میزان حالت قطره چکانی را برای هر یک از اتصالات زیر تنظیم کرد:

- اتصال Pad یا Via به سیم (Track)
- اتصال Pad به سیم در بردهای SMD
- اتصال سیم‌ها با پهنای متفاوت به یکدیگر
- اتصال سیم‌ها در حالت عمودی (اتصال T)

فعالیت

هریک از حالت‌های ابزار قطره‌چکان را به‌صورت عملی در منزل امتحان کرده و تغییرات ایجاد شده در اتصالات را مورد بررسی قرار دهید.

گرفتن گزارش از پروژه

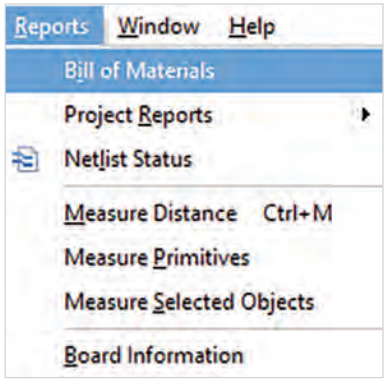
کسب اطلاعاتی از قبیل ابعاد فیبر مدار چاپی، فهرست اقلام به‌کار رفته در پروژه و حتی گزارش تعداد اشیای به‌کار رفته در پروژه (خط، دایره، پد و...) از امکانات نرم‌افزار آلتیوم می‌باشد. برای دسترسی به این امکانات از منوی Reports استفاده می‌کنیم. (شکل ۷۱)

تهیه فهرست اقلام (Bill of Material)

یکی از موارد ضروری در تهیه گزارش پروژه، تهیه فهرست اقلام می‌باشد. جهت تهیه فهرست اقلام به‌کار رفته در مدار می‌توان از دستور زیر استفاده کرد:

Reports > Bill of Material

بدین‌ترتیب، فهرست قطعات به‌کار برده شده به‌صورت کلی و دسته بندی نشده ظاهر می‌گردد. شکل ۷۲ از فهرست اقلام می‌توان خروجی با فرمت‌های متفاوت از قبیل PDF یا Excel تهیه کرد.



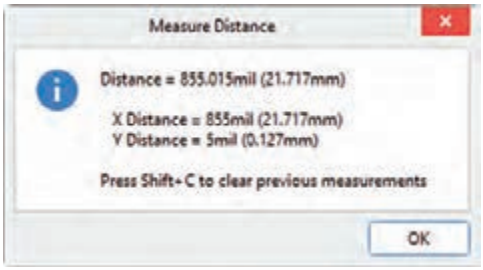
شکل ۷۱ـ گرفتن گزارش از پروژه



شکل ۷۲ـ تهیه فهرست اقلام

اندازه‌گیری ابعاد طرح (Measure Distance):

با انتخاب گزینه Measure Distance از منوی Reports می‌توان فاصله بین دو نقطه دلخواه را اندازه‌گیری کرد. برای این کار باید بر روی نقاط ابتدا و انتهای محدوده موردنظر کلیک کرد. (شکل ۷۳)



شکل ۷۳ـ اندازه‌گیری فاصله

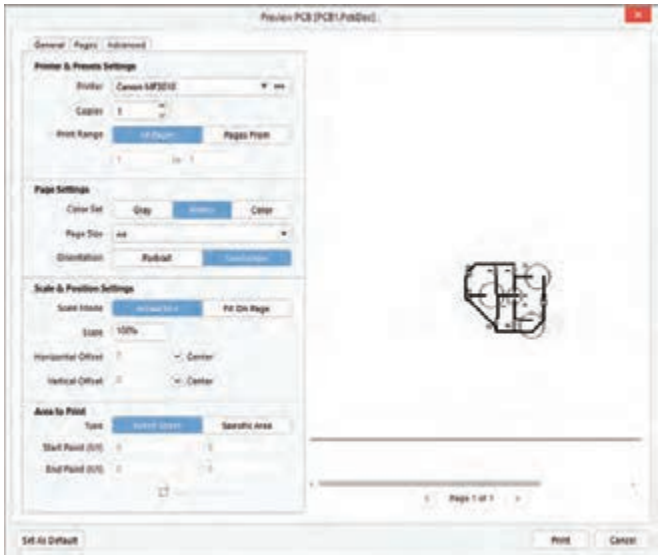
چاپ طرح مدار چاپی

یکی از مهم‌ترین قسمت‌های طراحی فیبر مدار چاپی، چاپ فایل PCB است. زیرا برای ساخت برد مدار چاپی، فایل PCB باید به سازنده برد ارائه شود.

برای چاپ طرح PCB از منوی File گزینه Print را انتخاب می‌کنیم. با انجام این کار پنجره پیش نمایش چاپ (Preview PCB) باز می‌شود. (شکل ۷۴)

زبانه General: در این قسمت می‌توان تنظیمات مربوط به نوع چاپگر (Printer)، نوع چاپ (رنگی یا سیاه و سفید)، ابعاد کاغذ (Paper Scale)، ابعاد چاپ (Scale) و موارد دیگر را انجام داد.
در قسمت Printer & Presets Settings نوع چاپگر و تعداد کپی‌ها را انتخاب می‌کنیم.
در قسمت Page Settings رنگ چاپ، ابعاد کاغذ و افقی (Landscape) یا عمودی (Portraite) بودن کاغذ را می‌توان تنظیم کرد. معمولاً رنگ چاپ به‌صورت تک رنگ (Mono) انتخاب می‌شود.
در قسمت Scale & Position Settings برای آنکه ابعاد فایل چاپ شده بر روی کاغذ یا طلق کاملاً با ابعاد واقعی برابر باشد باید Scale Mode در حالت Actual Size و ابعاد چاپ (Scale) بر روی ۱۰۰٪ تنظیم شود.

زبانه Pages: در این زبانه و در قسمت Displayer Layers می‌توان تنظیمات مربوط به انتخاب لایه‌های مورد نیاز برای چاپ را انجام داد. (شکل ۷۵)



شکل ۷۴ــ پنجره پیش‌نمایش چاپ



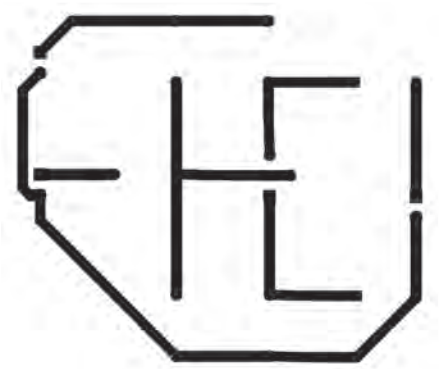
شکل ۷۵ــ تنظیمات پنجره چاپ

مثلاً برای فیبرهای دولایه، با توجه به اینکه چاپ دو لایه Top Layer و Bottom Layer باید به‌صورت جداگانه انجام شود، برای چاپ هر لایه، لایه مقابل را غیرفعال می‌کنیم. همچنین لایه Top Overlay که مربوط به چاپ شکل Footprint قطعات و نیز شماره قطعات و توضیحات دیگر است نیز باید غیر فعال شود.
شکل ۷۶ خروجی چاپ را برای فیبر طراحی شده در نقشه مدار چاپی شکل ۵۵ نشان می‌دهد.
برای چاپ شکل و شماره قطعات بر روی برد، لایه Top Overlay را فعال و بقیه لایه‌ها را غیر فعال می‌کنیم. (شکل ۷۷)

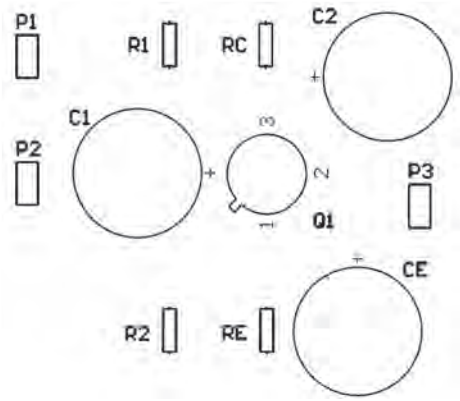
پژوهش

در مورد چاپ لایه‌های مختلف و کاربرد هریک از آنها با دوستان خود در کلاس بحث کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

پس از اینکه تنظیمات لازم انجام شد، با فشردن کلید F5 تغییرات انجام شده را اعمال کرده و با فشردن دکمه Print چاپ نقشه PCB را انجام می‌دهیم.



شکل ۷۶ـ چاپ لایه Bottom Layer



شکل ۷۷ـ چاپ لایه Top Overlay

کار عملی ۱۵

چاپ طرح مدار چاپی بر روی کاغذ

هدف: کسب مهارت در چاپ طرح مدار چاپی بر روی کاغذ

مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه‌ای که بر روی آن نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر نصب شده باشد ـ چاپگر لیزری

مراحل اجرای کار:

۱ دستگاه چاپگر لیزری را به رایانه وصل کنید. اطمینان حاصل کنید که چاپگر توسط سیستم عامل ویندوز شناسایی شده باشد.

۲ نرم‌افزار آلتیوم را اجرا کنید.

۳ پروژه prj1 که در کار عملی ۸ ذخیره کرده بودید را باز کنید.

۴ صفحه PCB را باز کنید.

۵ از منوی فایل گزینه Print را انتخاب کنید تا پنجره پیش نمایش چاپ باز شود. سپس تنظیمات مورد نیاز را مطابق توضیحات داده شده انجام دهید.

۶ تنظیمات چاپ را مطابق توضیحات داده شده در درس انجام داده و نقشه طراحی شده را چاپ کنید.

۷ نرم‌افزار را ببندید.

خودارزیابی

۱ اگر بخواهیم تغییرات ایجاد شده در Footprint یک قطعه در نقشه شماتیک نیز اعمال شود چه باید کرد؟

۲ استفاده از ابزار قطره چکان (Teardrops) چه مزیتی دارد؟

۳ جهت تهیه فهرست اقلام به‌کاررفته در مدار می‌توان از دستور ..... استفاده کرد.

۴ در قسمت Scale & Position Settings برای آنکه ابعاد فایل چاپ شده بر روی کاغذ یا طلق کاملاً با ابعاد واقعی برابر باشد باید Scale Mode در حالت ..... و ابعاد چاپ (Scale) بر روی ..... تنظیم شود.

۵ برای چاپ شکل و شماره قطعات بر روی برد باید لایه Multi Layer را فعال و بقیه لایه‌ها را غیرفعال کنیم.

صحیح ☐ غلط ☐

کار عملی ۱۶

طراحی PCB یک مدار الکترونیکی به طور کامل

هدف: کسب مهارت در طراحی PCB یک مدار

مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه‌ای که بر روی آن نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر نصب شده باشد ـ چاپگر لیزری

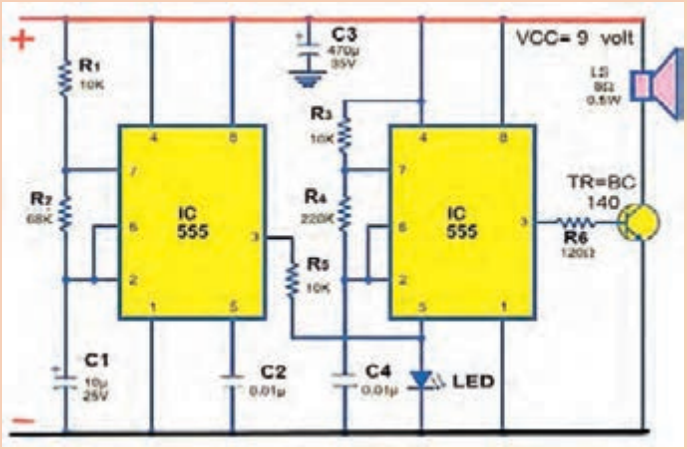
مراحل اجرای کار:

۱ نرم‌افزار آلتیوم را اجرا کنید.

۲ یک پروژه جدید در پوشه altiumprj ایجاد کنید و آن را با نام prj2 ذخیره کنید.

۳ برای این پروژه، یک صفحه شماتیک با نام sch2 ایجاد کنید.

۴ نقشه شماتیک مدار شکل ۷۸ را رسم کنید.



شکل ۷۸ـ نقشه شماتیک کار عملی

۵ فایل شماتیک و پروژه را ذخیره کنید.

۶ یک فایل PCB به پروژه اضافه کنید و آن را با نام PCB2 ذخیره کنید. ابعاد برد مدار چاپی را ۸۰mm×۱۰۰mm درنظر بگیرید.

۷ نقشه شماتیک را به محیط PCB انتقال داده و با رعایت نکات و قواعدی که در چیدمان قطعات باید درنظر گرفته شود، قطعات مدار را در جای مناسب قرار دهید.

۸ سیم‌کشی را به دلخواه به‌صورت دستی یا خودکار انجام دهید و پس از اتمام کار، فایل‌های PCB و شماتیک و همچنین پروژه را ذخیره کنید.

۹ در صورت نیاز از ابزارها و امکانات معرفی شده در این واحد یادگیری استفاده کرده و نقشه مدار چاپی را ویرایش و اصلاح کنید.

۱۰ تنظیمات چاپ را مطابق توضیحات داده شده در درس انجام داده و نقشه طراحی شده را چاپ کنید.

۱۱ نرم‌افزار را ببندید.

تعمیق و تثبیت یادگیری (۱)

تذکر: برای تعمیق و تثبیت یادگیری و حتی ارزشیابی استفاده عملی از نرم‌افزار الزامیست.

۱ پس از ایجاد یک پروژه، چگونه می‌توان از پنل Projects یک صفحه شماتیک جدید ایجاد کرد؟

۲ دلیل استفاده از Net Label چیست؟

۳ در محیط شماتیک، با اجرای دستور زیر چه عملی انجام می‌شود:

Edit > Select > Inside Area

۴ لایه سیگنال به صورت پیش فرض دارای ..... لایه با نام‌های ..... است.

۵ لایه Keep-Out Layer به منظور ..... استفاده می‌شود.

۶ برای طراحی خودکار مدار یک لایه، معمولاً کدام لایه باید فعال باشد؟

الف) Bottom Layer ☐ ب) Top Layer ☐

۷ به سوراخ‌هایی که روی فیبر مدار چاپی ایجاد می‌شود و قادر است لایهٔ بالایی فیبر مدار چاپی را به لایهٔ پایین فیبر ارتباط دهد ..... می‌گویند.

الف) Pad ☐ ب) Hole ☐ پ) Via ☐

۸ نام‌گذاری خودکار به روش Down Then Across معادل کدام گزینه است؟

الف) عرضی سپس روبه پایین ☐ ب) عرضی سپس روبه بالا ☐

پ) رو به پایین سپس عرضی ☐ ت) رو به بالا سپس عرضی ☐

۹ چهار مورد از کاربردهای ابزار قطره چکان را نام ببرید.

۱۰ با استفاده از دستور ..... می‌توان فاصله بین دو نقطه دلخواه را اندازه‌گیری کرد.

۱۱ در پنجره Preview PCB و در قسمت Page Settings چه تنظیماتی را می‌توان انجام داد؟

تعمیق و تثبیت یادگیری (۲)

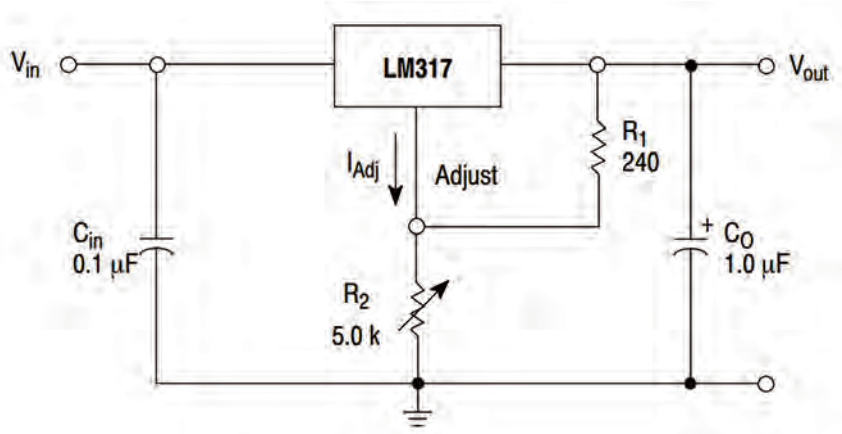
مراحل اجرای کار:

۱ نرم‌افزار آلتیوم را اجرا کنید.

۲ یک پروژه جدید در پوشه altiumprj ایجاد کنید و آن را با نام prj3 ذخیره کنید.

۳ برای این پروژه، یک صفحه شماتیک با نام sch3 ایجاد کنید.

۴ نقشه شماتیک مدار شکل ۷۹ را رسم کنید.



شکل ۷۹ـ نقشه شماتیک

۵ فایل شماتیک و پروژه را ذخیره کنید.

۶ یک فایل PCB به پروژه اضافه کنید و آن را با نام PCB3 ذخیره کنید. ابعاد برد مدار چاپی را ۵۰mm×۵۰mm در نظر بگیرید.

۷ نقشه شماتیک را به محیط PCB انتقال داده و با رعایت نکات و قواعدی که در چیدمان قطعات باید در نظر گرفته شود، قطعات مدار را در جای مناسب قرار دهید.

۸ سیم‌کشی را به‌صورت دستی انجام دهید و پس از اتمام کار، فایل‌های PCB و شماتیک و همچنین پروژه را ذخیره کنید.

۹ در صورت نیاز از ابزارها و امکانات معرفی شده در این واحد یادگیری استفاده کرده و نقشه مدار چاپی را ویرایش و اصلاح کنید.

۱۰ تنظیمات چاپ را مطابق توضیحات داده شده در درس انجام داده و نقشه طراحی شده را چاپ کنید.

۱۱ نرم‌افزار را ببندید.

استاندارد ارزشیابی پیشرفت تحصیلی مبتنی بر شایستگی درس طراحی و ساخت مدارهای چاپی، پودمان چهارم، واحد یادگیری ۲

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی شایستگی/ (واحدهای یادگیری)	استاندارد عملکرد	نتایج مورد انتظار	شاخص تحقق
پودمان ۴: طراحی مدار چاپی با نرم‌افزار تجاری	واحدیادگیری ۲: اجرای دستورهای ویژه در نرم‌افزار تجاری (**Altium Designer**)	استفاده از امکانات و ابزارهای پیشرفته نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر برای بهینه‌سازی مدار چاپی	بالاتر از حد انتظار	علاوه بر تحقق شاخص‌های درحد انتظار، انجام کلیه فعالیت‌های پودمان (مانند تحقیق کنید، فکر کنید، پژوهش کنید، جست‌وجو کنید، بحث گروهی)
			در حد انتظار	۱ـ نام‌گذاری خودکار قطعات: ـ باز کردن پنجره Annotate در محیط شماتیک و نام‌گذاری قطعات به روش‌های مختلف ۲ـ جست‌وجو و ویرایش هم‌زمان اشیا: ـ استفاده از دستور «Find Similar Objects» برای تغییر مشخصات اشیا در محیط PCB (مانند تغییر ابعاد پایه همه مقاومت‌های مدار یا تغییر ضخامت همه سیم‌های متصل به یک گره خاص و... ۳ـ استفاده از ابزارهای خاص: ـ استفاده از ابزار Polygon جهت کاهش نویزپذیری مدار و نیز صرفه‌جویی در مصرف اسید ـ استفاده از ابزار قطره‌چکان جهت تقویت محل اتصال ۴ـ تغییر و ویرایش Footprint: ـ تغییر Footprint قطعات در محیط شماتیک ـ تغییر Footprint قطعات در محیط PCB ـ ویرایش Footprint قطعات در محیط PCB ۵ـ گزارش‌گیری و چاپ طرح PCB: ـ تهیه فهرست اقلام (Bill of Material) ـ اندازه‌گیری ابعاد طرح مدار چاپی ـ انجام تنظیمات مربوط به چاپ و چاپ نقشه PCB بر روی کاغذ یا طلق مخصوص
			پایین‌تر از حد انتظار	در صورتی‌که هنرجو همه شاخص‌های درحد انتظار را محقق نسازد، پایین‌تر از حد انتظار ارزشیابی می‌شود.
لازم است تا کیفیت فرایند کسب شایستگی در طول زمان آموزش پودمان براساس انجام فعالیت‌های کلاسی و عملی نظم، مشارکت در فعالیت‌های آموزشی و تربیتی، ابتکار در تکالیف عملکرد درسی و... درنظر گرفته شود.				
شایستگی پودمان (بالاتر از حد انتظار، در حد انتظار، پایین‌تر از حد انتظار)				

شایستگی های غیرفنی و عمومی (ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی)

شاخص ها	ضریب کیفیت عملکرد	شایستگی عملکرد هنرجو
مدیریت کیفیت ـ جمع‌آوری وگردآوری اطلاعات ـ رعایت زبان فنی ـ رعایت ارگونومی ـ کنترل مخاطرات احتمالی و حفاظت از تجهیزات کارگاه ـ صرفه‌جویی ـ طراحی خلاقانه پوسته گرافیکی و گرافیک متحرک ـ رعایت انضباط فردی و کلاسی ـ پوشش مناسب ـ احترام به استاد و همکلاسی‌ها ـ حضور به موقع در کارگاه و ...	۲	

شایستگی عملکرد هنرجو در واحد یادگیری	شایستگی‌های غیرفنی و عمومی			شایستگی‌های فنی		
	بالاتر از حد انتظار	درحد انتظار	کمتر از حد انتظار	بالاتر از حد انتظار	درحد انتظار	کمتر از حد انتظار

شایستگی عملکرد هنرجو از میانگین سطوح شایستگی کسب شده در مراحل کاری هر واحد یادگیری مشخص می‌شود. به شرط آنکه:

۱ سطح شایستگی هنرجو در هیچ مرحله‌ای کمتر از حد انتظار نباشد.

۲ هنرجو در شایستگی‌های غیرفنی و عمومی، شایستگی درحد انتظار یا بالاتر ازحد انتظار را کسب کرده باشد.

توجه :

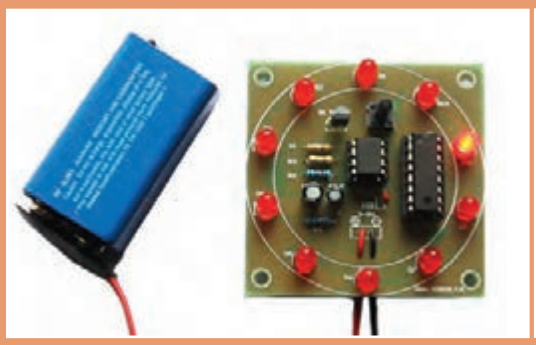
۱ اگر حتی در یک مرحله کاری شایستگی کمتر از حد انتظار کسب شود، منجر به عدم کسب شایستگی واحد یادگیری می‌شود.

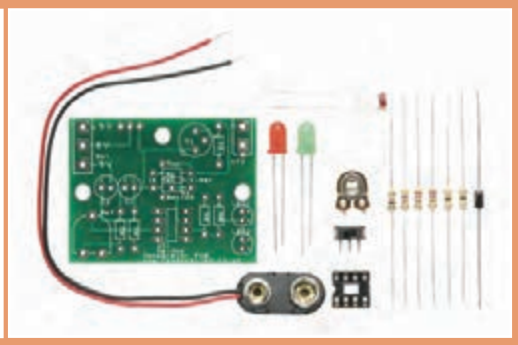
۲ اگر میانگین سطوح شایستگی ۲/۵ یا بیشتر باشد، سطح شایستگی بالاتر از حد انتظار خواهد بود.

۳ با توجه به اینکه شایستگی‌های عمومی و غیرفنی از شرایط لازم برای کسب شایستگی می‌باشد؛ لذا در صورتی که شایستگی فنی را احراز کرده باشد اما در شایستگی غیرفنی و عمومی، سطح درحد انتظار کسب نشده باشد، به معنی عدم احراز شایستگی در واحد یادگیری است

پودمان ۵

مونتاژ و راه اندازی بردهای الکترونیکی





بردهای الکترونیکی جزء جدایی‌ناپذیر هر دستگاه الکترونیکی هستند که می‌توانند در یک بُرد کوچک یا یک سامانه هوشمند الکترونیکی پیچیده به کار برده شوند. اجزای پیچیده به هم پیوسته آن متشکل از مقاومت‌ها، دیودها، خازن‌ها و آی سی و موارد دیگر به دستگاه اجازه می‌دهد تا ساعت‌ها کار کند. به یک معنا مانند «مغز» یک دستگاه الکترونیکی است. فرایند تولید یک برد مدار چاپی (PCB) مراحل متعددی را طی می‌کند تا طرح اولیه نقشه شماتیک مدار الکترونیکی را به یک برد حرفه‌ای و قابل اجرا تبدیل کند. این فرایند شامل گام های برنامه‌ریزی، طراحی، خرید یا سفارش قطعات و آماده‌سازی مواد، ابزار و تجهیزات لحیم‌کاری و مونتاژ و مستندسازی کارهای عملی مرتبط است که در قالب یک پروژه صورت می‌پذیرد. در این پودمان هنرجو باید در بازه زمان تعیین شده سه پروژه را به اجرا در آورد. پروژه‌ها می‌توانند همان پروژه پیشنهادی در کتاب یا پروژه‌هایی باشد که به تأیید هنرآموز کارگاه برسد.

واحد یادگیری ۱
شایستگی آماده سازی فیبر مدار چاپی

آیا تا به حال فکر کرده‌اید

- گام‌های طراحی و نقشه اجرایی و ثبت، ذخیره اطلاعات کارهایی که باید انجام شود چه مفهومی دارد؟
- اجرای فعالیت‌ها در یک زمان محدود، با هزینه مشخص و کیفیتی معین بیانگر چه مفهومی است؟
- مستندسازی و برنامه‌ریزی و زمان‌بندی صحیح اجرای کار در پروژه‌ها چه ویژگی را رشد می‌دهد؟
- کیفیت کارکرد دستگاه الکترونیکی به چه عواملی بستگی دارد؟
- فعالیت تحقیقی، شبیه‌سازی و نمونه‌سازی چه اثری در اجرای پروژه دارند؟
- ویژگی‌های فردی و شایستگی‌های فنی چه تأثیری در فرایند اجرایی کار و محصول نهایی دارند؟
- برای ارائه و دفاع از پروژه چه اقداماتی باید صورت گیرد؟

در این پودمان مونتاژ و راه‌اندازی بردهای الکترونیکی به عنوان یک پروژه در نظر گرفته شده است.
اجرای پروژه می‌تواند موجب ارتقای سطح علمی هنرجویان شود و زمینه مناسبی را برای ارتباط آنان با بازار کار فراهم آورد. پروژه باید به‌گونه‌ای باشدکه حتماً در یک زمان با هزینه مشخص به نتیجه برسد و اجرایی شود. تنها در این شرایط است که حس اعتماد و پشتکار را در فراگیرنده افزایش می‌دهد و آنها را برای اجرای پروژه‌های کاربردی پیچیده‌تر در سال‌های بعد آماده می‌کند. در این واحد یادگیری علاوه بر طراحی فیبر مدار چاپی مستندسازی پروژه نیز صورت می‌گیرد. مستندسازی به معنای ثبت و نگهداری اطلاعات مربوط به یک پروژه است.
هدف اصلی این مستندسازی، افزایش قابلیت اطمینان و دسترسی به اطلاعات است تا بتوان بهترین تصمیم‌ها را برای اجرای پروژه گرفت تا با کیفیت مطلوب به ثمر برسد.

استاندارد عملکرد

انتقال طرح مدار چاپی روی فیبر با برآورد هزینه، برنامه‌ریزی زمان‌بندی اجرا و مستندسازی.

۱ــ مواد، ابزار و تجهیزات موردنیاز

لوازم‌التحریر ـ رایانه ـ نمون برگ‌های مرتبط ـ فضای آموزشی و تجهیزات مرتبط با آن

مستندسازی

فرایند جمع‌آوری، ثبت، ذخیره و ارتقای اطلاعات مربوط به یک پروژه را مستندسازی می‌گویند. مستندات باید کامل و جامع باشند، به این معنی که تمامی اطلاعات مربوط به فرایند یا پروژه موردنظر به‌صورت دقیق و کامل ثبت شوند. مستندسازی می‌تواند به صورت نوشتاری، تصویری یا صوتی باشد و ممکن است از ابزارهای مختلفی مانند فایل‌های متنی، عکس، ویدیو، صدا و غیره استفاده شود. هدف اصلی از مستندات ثبت اطلاعات قابل اعتماد است بتوان به آنها اطمینان کرد تا بهترین تصمیمات را گرفت. مزایای مستندسازی انتقال دانش و تجربیات به سایر افراد مرتبط به پروژه است و خطاهای احتمالی در حین اجرای پروژه را کاهش می‌دهد.

این فعالیت مؤثر و مفید در حوزه مهندسی برای ثبت و نگهداری اطلاعات مربوط به طراحی، ساخت و نگهداری دستگاه‌ها، شامل نقشه‌ها، دفترچه راهنما، گزارش‌ها و غیره می‌باشد. چنانچه هر فردی که نیاز به اطلاعات پروژه برای ساخت مجدد برد الکترونیکی (مونتاژ و راه‌اندازی بردهای الکترونیک) داشته باشد بتواند به راحتی به آنها دسترسی پیدا کند و پس از اجرای آن اطلاعات را با توجه به تغییرات فعلی فرایند ساخت پروژه، مستندات را به‌روزرسانی، ثبت و ذخیره کند.

مستندسازی برای چه کسانی مفید است و کاربرد دارد

۱ کاربران ـ با مراجعه به مستندات آسان‌تر می‌توانند از محصول استفاده کنند و قابلیت اعتماد آنها بالا می‌رود.

۲ تیم‌های حمایت‌کننده، تعمیرکنندگان، نصابان و سرویس‌دهندگان با استفاده از مستندات می‌توانند سرویس بهتر و آسان‌تری را ارائه کنند.

۳ تولیدکنندگان ـ وجود مستندات مانع ایجاد کارها و پرسش‌های اضافی از طرف کاربران و حمایت‌کنندگان می‌شود.

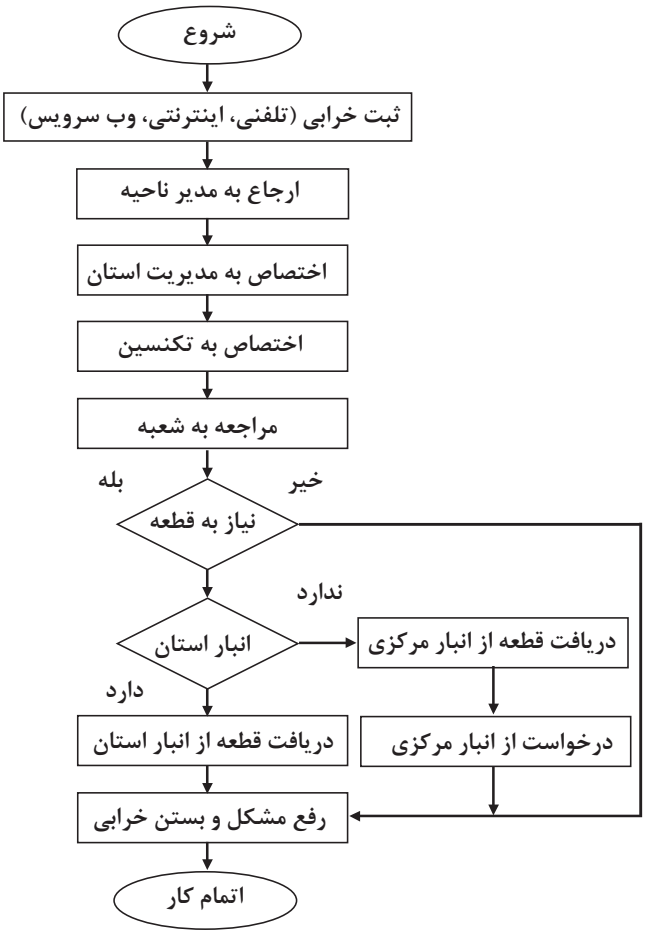
۲ــ چارچوب تدوین گزارش کار

ضرورت تدوین گزارش کار



یکی از فرایندهای اجرای هر نوع فعالیتی، تنظیم گزارش کار است. همیشه برای افراد این سؤال مطرح است که اصولاً گزارش کار چه ساختار و ویژگی‌هایی باید داشته باشد؟ چگونه متناسب با نوع کاری که انجام می‌دهیم گزارش کاری ویژه آن فعالیت را تدوین کنیم؟ از آنجا که در این درس بیشتر به فعالیت‌های کارگاهی، آزمایشگاهی و پروژه‌ای پرداخته‌ایم، باید بتوانیم برای هر موضوع گزارش کار نیز تهیه

کنیم. همان‌طور که می‌دانید در کتاب درسی طراحی ساخت مدارهای چاپی تعدادی پروژه کاربردی به‌اجرا درمی‌آید. همچنین برای اجرای مفاهیم مرتبط با پروژه ضرورت دارد تعدادی فعالیت آزمایشگاهی، کارگاهی و نرم‌افزاری نیز اجرا شود. ازاین‌رو چارچوب ما در این واحد یادگیری، آموزش چگونگی تدوین گزارش کار مطلوب و نزدیک به استاندارد در زمینه‌های مرتبط با موضوع درسی است. از سوی دیگر شما در فرایند اجرای کار، تاکنون گزارش‌هایی را به‌صورت فعالیت مستقل یا درهم تنیده برای برخی از فعالیت‌های مرتبط با پروژه‌ها تهیه کرده‌اید. یادآوری می‌شود که مبحث تنظیم گزارش کار یکی از مباحث مرتبط با شایستگی‌های غیرفنی است که در زندگی روزمره به آن نیاز دارید. مثلاً اگر بخواهید درخواستی برای شروع به‌کار در یک مرکز دولتی یا خصوصی بدهید، از شما رزومه یا مجموعه سوابق آموزشی و کاری را که داشته‌اید می‌خواهند. در این شرایط شما باید بتوانید آن را در قالب یک گزارش تدوین و ارائه دهید (شکل ۱).



شکل ۱ــ روندنما یا فلوچات پشتیبانی دستگاه خودپرداز

ویژگی‌های پروژه، کار عملی و آزمایش

برای درک چگونگی تنظیم یک گزارش کار لازم است ابتدا شرح وظایف را داشته باشیم. به‌عبارت دیگر روندنما یا فرایند اجرای کار باید از پیش تعریف شود تا بر مبنای آن بتوانیم گزارش کار مربوطه را تدوین کنیم (شکل ۱).

تعریف پروژه و فرایند اجرای آن: همان‌طور که اشاره کردیم، این واحد یادگیری تأکید بر گزارش کار پروژه دارد. ازاین‌رو چارچوب و ملاک را بر تدوین گزارش کار پروژه قرار می‌دهیم. پروژه دارای ویژگی‌هایی است که بر اساس نیاز و ضرورت تعریف می‌شود. تمام پروژه‌ها دارای چارچوب کلی مشترک هستند. در جدول ۱ چارچوب و ساختار کلی پروژه آمده است.

بارش فکری

از طریق بارش فکری با توجه به نمودار ۱ برای فرایند اجرای یکی از پروژه‌ها، فلوچارت تهیه کنید.

جدول ۱ـ چارچوب و ساختار پروژه
۱۴XX /۰۲/XX الی ۱۴XX /۰۳ /۱

ردیف	عنوان	مثال
۱	نام پروژه	ساخت برد الکترونیکی
۲	تاریخ اجرای پروژه	از ۱۴XX/۰۷/۰۱ الی ۱۴XX/۰۸/۰۱
۳	هدف کلی پروژه	تأمین نیازهای صنعتی کارخانه، کارگاه یا محیط آموزشی
۴	هدف جزئی پروژه	ساخت برد کنترل با استفاده از رله جامد برای دستگاه ...
۵	نقشه فنی پروژه	نقشه فنی مدار کنترل با استفاده از رله جامد به‌صورت استاندارد
۶	نقشه مدار چاپی	نقشه مدار چاپی شامل نقشه رو، پشت و مدار چاپی طبق استاندارد تعریف شده
۷	دریافت تأییدیه برای اجرای پروژه	نسخه تأیید شده و به امضا رسیده توسط مسئول مربوطه
۸	تشریح عملکرد مدار پروژه	نسخه تایپ شدهٔ تشریح عملکرد پروژه به‌صورت کلی و خلاصه شده
۹	فهرست قطعات مورد نیاز	فهرست قطعات مورد نیاز با مشخصات فنی دقیق و قطعات معادل برای اجزایی که امکان چند انتخاب وجود دارد.
۱۰	برآورد هزینه پروژه و انطباق با بازار	فهرست کاملی از قیمت تک‌تک قطعات و مواد مورد نیاز و جمع کلی هزینه پروژه
۱۱	طرح مدار چاپی	فایل الکترونیکی مدار چاپی که قابل ارائه برای چاپ به بازار باشد.
۱۲	مشخصات عوامل اجرایی پروژه	نام، نام خانوادگی، سمت و موارد مشابه دیگر از عوامل اجرای پروژه و عوامل سفارش دهنده
۱۳	قرارداد اجرای پروژه	قرارداد بر مبنای مقررات قانونی، معمولاً در سه نسخه تنظیم می‌شود.

مثال

تعریف کار عملی و آزمایشگاهی و فرایند اجرای آن: در طی آموزش مباحث مختلف این کتاب، تعدادی فعالیت‌های آزمایشگاهی و عملی را در قالب فعالیت‌های کوچک انجام داده‌اید. ساختار، چارچوب و ویژگی‌های فعالیت آزمایشگاهی و کار عملی در قالب یک مثال در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲ـ ساختار، چارچوب و ویژگی‌های فعالیت آزمایشگاهی

ردیف	عنوان	مثال
۱	شماره و نام آزمایش یا کار عملی	کار عملی ۷ـ ساخت سیم‌های رابط دو سر گیره سوسماری
۲	هدف کلی آزمایش	کسب مهارت در ساخت ملزومات موردنیاز
۳	پاسخ سؤالات مربوط به مراحل اجرای آزمایش	پاسخ به سؤالات نظری و مبتنی بر کارهای عملی
۴	نمودارها و شکل موج‌ها	محلی برای ترسیم نمودارها و شکل موج‌ها
۵	نتایج حاصل از آزمایش	محلی برای درج خلاصه جمع‌بندی اجرای آزمایش عملی مشخص شود.

کار عملی ۱

دو نمونه از آزمایش یا کار عملی را که تاکنون انجام داده‌اید انتخاب کنید و برای آنها جدولی مشابه جدول ۲ در قالب Word تنظیم نمایید.

ویژگی‌های گزارش کار

گزارش کار باید در راستای تعریف موضوع و فرایند اجرایی آن تنظیم شود. یک گزارش کار نباید حاوی مطالب اضافی غیر مفید باشد. از سوی دیگر از نظر محتوا باید جامع و کامل باشد و تمام فرایند اجرایی را پوشش دهد.

مثال

جدول ۳ ویژگی‌های گزارش کار پروژه را در قالب یک مثال نشان می‌دهد.

جدول ۳ـ ویژگی‌های گزارش کار پروژه

ردیف	عنوان	مثال
۱	مشخصات پروژه	شامل نام پروژه، تاریخ اجرای پروژه و هدف کلی پروژه است که براساس فرایند اجرای پروژه تنظیم می‌شود.
۲	ترسیم نقشه	نقشه باید به‌طور کامل با استفاده از نرم‌افزار ترسیم و به‌صورت فایل و پرینت ارائه شود.
۳	تصاویر و فیلم از مراحل اجرای پروژه	در فرایند اجرای پروژه لازم است تصاویر و فیلم‌هایی از مراحل کار، طراحی مدار چاپی، نصب قطعات و مونتاژ آنها و راه‌اندازی مدار تهیه و به‌صورت پرینت و فایل ارائه گردد.
۴	شرح چگونگی عملکرد مدار	چگونگی عملکرد مدار به‌طور خلاصه تشریح شود. در قالب پرینت و فایل Word ارائه گردد.
۵	پاورپوینت جهت ارائه و دفاع از پروژه	یک پاورپوینت با تعدادی اسلاید برای ارائه پروژه تنظیم شود. در این PP تمام مراحل اجرای پروژه به‌طور خلاصه می‌آید.
۶	تهیه بروشور	یک بروشور شامل چگونگی استفاده از محصول پروژه برای کاربر می‌باشد. این بروشور به‌صورت طرح پالتویی(سه لایه در طول) و در یک صفحه A_4 دو رو تنظیم شود. بروشور حتماً باید مصور و رنگی باشد و در قالب فایل رایانه‌ای ارائه شود.
۷	پاسخ به سؤالات و پرسش‌ها	در گزارش کار پروژه باید به تمام سؤالات مرتبط با پروژه پاسخ داده شود.
۸	جمع‌بندی نتایج پروژه	بیان فرایند اجرای پروژه به‌طور خلاصه و مشکلات و نتایج حاصل شده.

کار عملی ۲

بر اساس یکی از آزمایش‌های انجام شده، یکی از کارهای عملی و نتایج حاصل از کار عملی انجام شده، گزارش کار برای فعالیت آزمایشگاهی تدوین کنید و جهت ارزیابی به مربی خود ارائه دهید (شکل ۲).

تکمیل جداول و نمودارها

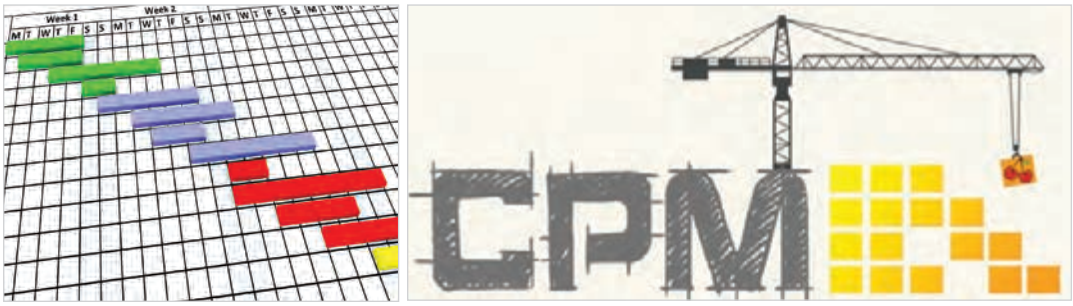
در تمام فرایندهای اجرایی فعالیت‌های آزمایشگاهی، کار عملی و پروژه باید جداول و نمودارها به‌طور دقیق تکمیل و راستی‌آزمایی شود. به‌عبارت دیگر پس از تکمیل جداول لازم است یک بار دیگر جداول مربوط را بازبینی و اصلاح نمایید و نهایتاً آن‌را به تأیید مربی یا مسئول مربوطه برسانید.



شکل ۲

تدوین فرایند پیشرفت کار، بررسی مشکلات و جمع‌بندی

در طی اجرای پروژه لازم است فرایند اجرای کار و پیشرفت آن تنظیم شود. برای اجرای هر پروژه لازم است CPM (Critical Project Management) داشته باشید. CPM به‌معنی مدیریت پروژه در بحرانی‌ترین و دقیق‌ترین شرایط است. CPM یک برنامه از پیش تعیین شده است که بر اساس آن فرایند اجرای کار پیش‌بینی می‌شود. CPM دارای بازه زمانی روزانه، هفتگی، ماهانه یا سالانه یا ترکیبی از آنها بوده و موارد مرتبط با انجام کار دقیقاً در CPM قید می‌شود (شکل ۳).



شکل ۳

فعالیت

با مراجعه به رسانه‌های مختلف، در ارتباط با CPM اطلاعات جامع‌تری را به‌دست آورید و چگونگی تنظیم CPM را در قالب یک گزارش به کارگاه ارائه دهید.

پژوهش

با مراجعه به رسانه‌های مختلف، جست‌وجو کنید که آیا برای تدوین CPM، نرم‌افزاری وجود دارد که به وسیله آن بتوان فرایند اجرای پروژه را پیگیری کرد.

در تدوین فرایند پیشرفت کار لازم است مشکلات به‌وجود آمده مانند راه‌اندازی نشدن مدار، پیدا نکردن قطعه و مشکلات غیر مترقبه که باعث تأخیر در اجرای کار شده است، با عنوان «نتیجه‌گیری و جمع‌بندی» به‌طور خلاصه ذکر شود.

فهرست وارسی

نمون برگ فهرست وارسی (چک لیست Check List) ابزاری برای جمع‌بندی، تحلیل، تفسیر و عملی کردن مسئولیت، وظایف و کارهای محوله به یک فرد در محیط کار است. در واقع منظور نهایی از تهیه فهرست وارسی آن است که با تهیه فهرستی از کارهای محوله، بتوانیم آنها را با مدیریت زمان و مکان به نحوی اجرا کنیم، تا نتایج کیفی از اجرای کارها حاصل شود و بهره‌وری و کارایی بالا رود. فهرست وارسی را به نام‌های چک لیست، سیاههٔ رفتار، فهرست بررسی و فهرست بازبینی نیز می‌نامند. شما هم می‌توانید یک فهرستی از کارهای روزانه و تحصیلی خود تهیه کنید، تا نتایج بهتری را بتوانید در پایان یک روز کاری یا دورهٔ تحصیلی کسب کنید.

چگونگی تولید یک فهرست وارسی (لیست شرح وظایف)

نمون برگ فهرست وارسی دارای اجزا و عناصر مختلفی است. برای تولید یک فهرست وارسی خوب، رعایت سه نکته باید مورد توجه قرار گرفته و رعایت شود.

۱ عنوان یا موضوع

۲ مشخصات فردی

۳ تاریخ و امکان اجرای کار

در شکل ۴ یک نمونه فهرست وارسی برای ارزشیابی فرایند اجرای کار عملی برای یک پروژه را مشاهده می‌کنید. کار عملی در نظر گرفته شده، ساخت یک بُرد مدار چاپی برای پروژه است. هنرجو با تهیه این فهرست وارسی یک نظارت مستمر بر وضعیت اجرای کار و پیشرفت پروژه دارد. به‌این ترتیب، با برنامه‌ریزی منظم، هر مرحله از فهرست را به ترتیب انجام می‌دهد. همچنین در صورت بروز اشکال آن را بررسی و در کمترین زمان ممکن اصلاح می‌کند. اجرای این امر مانع بروز مشکلات جدی در فرایند کار می‌شود.

فهرست وارسی شامل یک فهرست (لیست List) برنامه‌ریزی از فعالیت‌ها در محیط‌های کار آموزشی، پژوهشی، اداری و صنعتی است. انجام این فعالیت‌ها در شرکت‌های تولیدی کالا، محصول تولیدی یا تعمیری را در نظم کاری خوب نگه می‌دارد و مانع بروز مشکلات و خرابی در دستگاه‌های تولیدی می‌شود. چک لیست در حقیقت یک راهنمایی کلی، برای بهبود کیفیت کالا است.



ساخت پروژهٔ بُرد مدار چاپی دستگاه الکترونیکی عنوان پروژه: کنترل روشنایی محیط

نام: ..... نام خانوادگی: ..... رشته : الکترونیک پایه تحصیلی: دهم

ردیف	وظایف و کارهای محوله	تاریخ	مکان		اجرا	عدم اجرا	توضیحات
۱	تحقیق و مطالعه در رابطه با عنوان پروژه	از روز ..... ۲/۱۰/ ... تا ۲/۱۵/	کتابخانه هنرستان منزل	☑ ☑ ☑	✓		
۲	طراحی و ترسیم نقشه‌های پروژه	در روز.....۲/۱۳/... تا ../۲/...	کتابخانه هنرستان منزل	☐ ☐ ☑	✓		
۳	خرید ابزار و قطعات پروژه	روز..... /۲/...	مراجعه به بازار قطعات الکترونیک و فروشگاه‌های مرتبط		✓		
۴	آماده‌سازی فیبرمدار چاپی	از روز ..... /۲/ ... تا /۲/	مراجعه به شرکت‌های تهیه فیبر مدار چاپی		✓		
			هنرستان منزل	☑ ☑			
۵	مونتاژ قطعات روی بُرد و راه‌اندازی پروژه	در روز..... /۲/...	هنرستان منزل	☑ ☑	✓		
۶	تهیه مستندات و گزارش کار پایان پروژه	از روز ..... /۲/ ... لغایت /۲/...	کتابخانه هنرستان منزل	☑ ☐ ☑	✓		
۷	ارائه پروژه پایانی	در روز..... /۳/...	کارگاه هنرستان				

شکل ۴ــ نمون برگ فهرست وارسی

ثبت اطلاعات به‌صورت کتبی و رایانه‌ای

یکی از موارد بسیار مهم در تدوین گزارش کار برای هر فعالیتی، مستندسازی آن است. مستندات باید کامل و قابل دسترسی باشد، همچنین باید به‌گونه‌ای تنظیم شود که امکان ویرایش و تدوین نسخه‌های بعدی در آن مهیا شود. مستندسازی به‌صورت نسخه چاپی یا نسخه دستی تهیه می‌شود. امروزه به‌دلیل صرفه‌جویی در کاغذ و حفاظت از محیط زیست، نسخه الکترونیکی آن ترجیح داده می‌شود.

بر این اساس فرد مجری پروژه باید مهارت لازم در تهیه و تکمیل نمون برگ‌های مستندات انجام پروژه را نیز کسب کند. این نمون برگ‌ها می‌تواند شامل فرم‌های استعلام یا سفارش خرید کالا، سفارش تهیه فیبر مدار چاپی و فرم درخواست کالا و حواله خروج از انبار یک شرکت یا کارگاه باشد.

سفارش کالا: برای تولید یک بُرد الکترونیکی، ابتدا باید قطعات مورد نیاز را پس از انتخاب و تأیید، سفارش داده شود. در شکل ۵ یک نمونه نمون‌برگ درخواست خرید کالا نشان داده شده است.

درخواست خرید

شماره :　　تاریخ : / / ۱۴

ردیف	ردیف و شمارهٔ درخواست	تاریخ درخواست	شرح	تعداد	واحد	تأخیر	کمبود	توضیح

مدارکات : (امضا)

نظر رئیس کارگاه :

تاریخ و امضاء :

توافقات و اقدامات نهائی :

تاریخ اجرای اقدامات :

تاریخ و امضاء :

توزیع نسخ : ۱ - واحد متقاضی ۲ - رئیس کارگاه

شکل ۵ــ نمونه نمون برگ درخواست خرید کالا

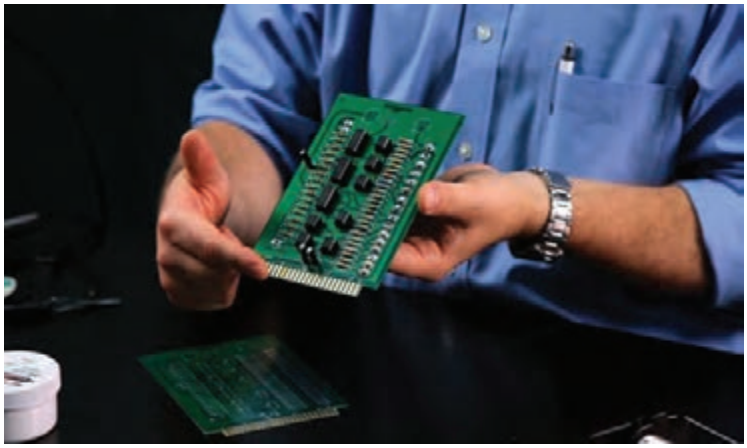
فعالیت گروهی

یک نمونه فرم درخواست خرید برای یک عدد مولتی متر، یک عدد هویه قلمی و ۱۰۰ گرم لحیم مفتولی تهیه کنید. هر یک از اعضای گروه فرم را پر کند، سپس فرم‌های تهیه شده را به بحث بگذارید و اشکالات را برطرف کنید. نتیجه را در قالب گزارش به کلاس ارائه دهید.

ثبت سفارش تهیه فیبر مدار چاپی

چنانچه قصد تولید و ساخت تعداد زیادی از یک مدار الکترونیکی پروژه را داشته باشید، می‌توانید برای کاهش هزینه، افزایش سرعت انجام کار، کاهش خطای ساخت و کیفیت مطلوب، فیبر مدار چاپی را به شرکت‌هایی که برد مدار چاپی PCB می‌سازند سفارش دهید.

هزینه تولید مدار چاپی به عوامل بسیار متنوعی مانند تعداد سوراخ‌ها (Pads) و شکل هندسی بُرد فیبر مدار چاپی بستگی دارد. عموماً برای سفارش فیبرهای مدار چاپی هزینه‌های زیر در نظر گرفته می‌شود (شکل ۶).



شکل ۶ـ سفارش طراحی فیبر مدار چاپی

هزینه تهیه فیلم: برای هر لایه فیبر مدار چاپی یک فیلم جداگانه تهیه می‌شود. برای تیراژ تولید مختلف فیبر مدار چاپی فقط یک بار فیلم آماده می‌شود. نرخ فیلم بر اساس طول و عرض بُرد بر حسب سانتی‌متر، یعنی مساحت فیبر تعیین می‌شود.

هزینه تولید یک فیبر نمونه: هزینه تولید فیبر نمونه با توجه به نوع فیبر مدار چاپی (فنولی ـ فایبر گلاس)، تعداد و چاپ رو و پشت آن تعیین می‌شود.

هزینه چاپ راهنمای نصب قطعات روی بُرد و لاک محافظ: چاپ راهنمای نصب قطعات، در هنگام جای‌گذاری قطعات روی فیبر سرعت مونتاژ بُرد فیبر مدار چاپی را افزایش می‌دهد.

هزینه سوراخ‌کاری: سوراخ‌کاری بُرد در تیراژ بالا با دستگاه خودکار CNC انجام می‌شود.

سفارش چاپ فیبر به دو صورت : شامل، سفارش طراحی بُرد مدار چاپی با نقشه و سفارش مونتاژ بُرد مدار چاپی انجام می‌شود.

در شکل ۷ یک نمونه از فرم اینترنتی ثبت سفارش فیبر مدار چاپی را ملاحظه می‌کنید. مشخصات و اطلاعات مشتری که شامل نام، نام‌خانوادگی و شماره تماس می‌باشد. در این مرحله می‌توان مشخصات کامل‌تری مانند کد ملی شخص یا آدرس ایمیل برای مکاتبات بعدی را نیز ثبت نمود.



شکل ۷ـ نمونه فرم ثبت سفارش ساخت PCB به‌صورت اینترنتی

فعالیت

با مراجعه به سایت‌های اینترنتی مرتبط، چگونگی پر کردن فرم ثبت سفارش ساخت و استعلام هزینه را بیابید و آن را در قالب یک گزارش به کلاس ارائه دهید.

چگونگی پر کردن فرم ثبت سفارش PCB اینترنتی

با توجه به نیاز و مورد سفارش، مشتری مشخصات بُرد سفارشی و تعداد سفارش را ثبت می‌نماید. نوع فیبر و نیز یک رو یا دو رو بودن فیبر را انتخاب می‌کند. در صورتی که شماتیک مدار توسط مشتری تهیه شده باشد در بخشی از این فرم امکان بارگذاری (UPLOAD) نمودن این نقشه وجود دارد. در بخش راهنما می‌توان حداکثر اندازه فایل مورد قبول و فرمت آن را متذکر شد. در پایان تعداد سفارش مورد نظر مشتری درج می‌گردد. پس از اتمام مراحل تکمیل فرم، پیامی به‌صورت پیامک یا ایمیل برای مشتری ارسال می‌گردد که از اتمام مراحل سفارش و نحوه قیمت‌دهی خبر می‌دهد. در بعضی از فرم‌های اینترنتی با توجه به ابعاد و تعداد سفارش امکان قیمت‌دهی فوری به همان صورت اینترنتی وجود دارد.

شرکت‌های معتبر از نرم‌افزارهای ویژه برای ثبت مشخصات مشتری و ارائه کدپیگیری استفاده می‌کنند که اطمینان بیشتری برای مشتری ایجاد می‌کند. قبل از سفارش ساخت فیبر مدار چاپی بهتر است یک استعلام هزینه طراحی و ساخت فیبر مدار چاپی از شرکت‌های مرتبط تهیه کنید. این کار را می‌توانید با حضور در محل شرکت انجام دهید. همچنین به‌صورت غیرحضوری با مکالمه تلفنی با سفارش گیرنده شرکت یا مراجعه به آدرس وب گاه شرکت هزینه سفارش خود را جویا شوید.

نکته

صفحات طراحی شده برای ثبت سفارش و مراحل آن متفاوت بوده و هر مؤسسه‌ای الگوی خاص خود را دارد.

کار عملی ۳

تکمیل فرم استعلام هزینه یک فیبر مدار چاپی

هدف: کسب مهارت در آشنایی با واحدهای طراحی ساخت فیبر مدار چاپی و استعلام هزینه

مواد، ابزار و تجهیزات: لوازم التحریر، خط تلفن، رایانه، اینترنت

مراحل اجرای کار :

۱ با مراجعه به بازار قطعات الکترونیک شهر محل اقامت خود، شرکت یا واحدهای تجاری طراحی و ساخت فیبر مدار چاپی را شناسایی کنید. آدرس، شماره تلفن، آدرس اینترنتی و کارت شناسایی خدمات آنها را بگیرید. سپس اطلاعات خواسته شده در جدول ۴ را بنویسید.

جدول ۴

ردیف	نام شرکت یا واحد تجاری	نوع خدمات به مشتری	آدرس	شماره تلفن	آدرس اینترنتی
۱					
۲					
۳					
۴					

۲ با حضور در بخش فروش واحدهای طراحی و ساخت فیبر مدار چاپی اطلاعات درج شده در جدول ۵ را از آنها بپرسید و در جدول یادداشت کنید.

جدول ۵

ردیف	اطلاعات و خدمات به مشتری		تعداد	هزینه	زمان تحویل	ضمانت یا گارانتی در کیفیت کار
۱	طراحی نقشه فیبر مدارچاپی	یک رو				
		دو رو				
۲	چاپ راهنمای قطعه و لاک محافظ و سوراخ‌کاری	یک رو				
		دو رو				
		متالیزه				
۳	مونتاژ قطعات روی فیبر	یک رو				
		دو رو				
۴	سرویس و تعمیر دستگاه یا بُردهای الکترونیکی					
۵	مشاوره در طراحی و ساخت پروژه‌های الکترونیکی					

۳ برای هر واحد تجاری جدول ۵ را کامل کنید. با مشاوره و راهنمایی معلم کارگاه برای سفارش ساخت فیبر مدار چاپی با تعداد بالا یا سایر خدمات، واحد تجاری مناسب را تعیین کنید.

توجه

چنانچه در شهر محل اقامت شما کارگاه تولید فیبر مدار چاپی وجود ندارد، از دوستان و بستگان خود کمک بگیرید و جداول ۴ و ۵ را براساس اطلاعاتی که آنان می‌دهند پر کنید.

کار عملی ۴

تکمیل یک نمونه فرم استعلام قیمت

هدف: کسب مهارت در ارتباط با تهیه و تنظیم نمون برگ‌های مختلف مورد نیاز

مواد، ابزار و تجهیزات: لوازم التحریر، رایانه ، اینترنت

مراحل اجرای کار:

۱ با مراجعه به بازار قطعات الکترونیک و فروش رایانه و لوازم جانبی شهر محل اقامت خود، برای وسایل و دستگاه‌های خواسته شده در جدول ۶ استعلام قیمت خرید تهیه کنید. سپس اطلاعات خواسته شده در جدول ۶ را بنویسید.

جدول ۶

ردیف	نام وسیله یا دستگاه	مدل و نام شرکت سازنده	قیمت	گارانتی ـ وارانتی	مدت گارانتی
۱	هویه قلمی و پایه هویه			دارد ☐ ندارد ☐	
۲	منبع تغذیه ۳۰ تا ۰ ولت با تغذیه ثابت ۵ ولتی			دارد ☐ ندارد ☐	
۳	دریل شارژی			دارد ☐ ندارد ☐	
۴	قلع کش			دارد ☐ ندارد ☐	
۵	مولتی متر دیجیتالی			دارد ☐ ندارد ☐	
۶	جعبه ابزار الکترونیک			دارد ☐ ندارد ☐	

۲ با مراجعه به سایت‌های اینترنتی سه نمونه پیش فاکتور برای قطعات و دستگاه‌های مندرج در جدول ۶ دریافت کنید. سپس در گروه کاری خود، پیش فاکتورها را به بحث بگذارید و کامل‌ترین و مناسب‌ترین پیش فاکتور را با ذکر دلیل در قالب یک گزارش کوتاه ارائه کنید.

نکته

در هنگام سفارش دادن برای خرید یک دستگاه الکترونیکی به این مورد توجه نمایید، که آن کالا حتماً ضمانت‌نامه یا گارانتی داشته باشد.

کارت گارانتی (ضمانت‌نامه) و وارانتی

احتمالاً بارها عبارات گارانتی و وارانتی را از فروشنده‌های مختلف شنیده‌اید یا نام آنها را روی محصولات مختلف دیده‌اید، شکل ۸ یک نمونه واقعی برگه گارانتی را نشان می‌دهد. کلمات گارانتی و وارانتی علاوه بر شباهت اسمی‌دارای عملکردی شبیه به هم هستند اما تفاوت بزرگی نیز دارند. برخی از محصولات به دلخواه فروشنده و تولیدکننده دارای گارانتی یا وارانتی و یا هر دوی آنها هستند تا اطمینان مشتری را بیشتر جلب کنند. گارانتی در واقع قولی است که فروشنده یا تولیدکننده به عنوان ضمانت کیفیت کالای تولید شده یا مورد فروش به مشتری می‌دهد، تا اگر شرایط خاصی اتفاق افتاد این قول عملی شود. وقتی شما محصولی را خریداری می‌کنید که دارای گارانتی است، به این معنی است که تا زمان مشخصی محصول شما بایستی به‌درستی کار کند و در صورت خرابی، اصل پول به شما بازگردانده می‌شود و یا محصول خراب با یک محصول مشابه نو و سالم جایگزین می‌گردد. گارانتی معمولاً رایگان است و الزام‌آور نیست مگر در قرارداد ذکر شود. گارانتی بیشتر جنبه تبلیغات و اعتمادسازی دارد.



شکل ۸ــ کارت گارانتی

در وارانتی، محصول در زمان مشخصی که بیشتر از دوره گارانتی است با همان مشخصات اولیه تضمین می‌شود. همچنین اگر در این زمان محصول با مشکلی روبه‌رو شد هزینه تعمیر و تعویض قطعات به عهده فروشنده و ارائه دهنده خدمات است (شکل ۹).



شکل ۹ــ کارت وارانتی

ویژگی‌های برگه گارانتی و وارانتی: در هنگام ارائه و تکمیل کارت گارانتی و وارانتی مشخصات کالای تولید شده یا مورد فروش به‌صورت کامل و با دقت روی کارت توسط ارائه دهنده خدمات ذکر می‌گردد. تاریخ شروع و انقضای گارانتی یا وارانتی، تعداد دفعات مراجعه در مدت زمان گارانتی و محدودیت دفعات مراجعه و موارد خارج از گارانتی حتماً روی کارت یا فرم گارانتی ذکر و ممهور می‌شود. موارد خارج از گارانتی می‌تواند به شرح زیر باشد:

۱ استفاده غیر اصولی از دستگاه
۲ نوسانات برق
۳ عدم درج تاریخ خرید و مهر ارائه دهنده خدمات روی کارت گارانتی یا وارانتی
۴ دست کاری بُرد یا دستگاه توسط تعمیرکاران غیر مجاز
۵ تغییر دادن یا مخدوش نمودن شماره سریال یا دیگر مندرجات کارت گارانتی یا وارانتی
۶ هرگونه خرابی ناشی از ضربه، شکستگی و کسری لوازم

بارش فکری

به نظر شما چه مواردی می‌تواند گارانتی یا وارانتی یک دستگاه را باطل کند؟ در مورد آنها جست‌وجو کنید و نتیجه را از طریق بارش فکری در کارگاه به بحث بگذارید.

معرفی پروژه

اجرای پروژه می‌تواند موجب ارتقاء سطح علمی هنرجویان شود و زمینه مناسبی را برای ارتباط آنان با بازارکار فراهم آورد. پروژه باید به گونه‌ای باشدکه حتماً به نتیجه برسد و اجرایی شود.تنها در این شرایط است که حس اعتماد و پشتکار در فراگیرنده را افزایش می‌دهد، و آنها را برای اجرای پروژه‌های کاربردی پیچیده‌تر در سال‌های بعد آماده می‌کند.

اجرای پروژه‌های کاربردی عملی سبب می‌شود که هنرجویان از اجرای کار عملی هراسی نداشته باشند و به‌راحتی بتوانند در محیط‌های متنوع وگسترده بازار کار به صورت فعال و خلاق عمل کنند.

در این واحد یادگیری هنرجو باید دربازه زمان تعیین شده سه پروژه را به اجرا درآورد.پروژه‌ها می‌توانند، همان پروژه پیشنهادی در کتاب یا پروژه‌هایی باشدکه به تأیید معلم کارگاه برسد.

در تمام مراحل ساخت پروژه ، توجه به شایستگی‌های غیرفنی مانند، مدیریت منابع،ارتباط مؤثر، کار تیمی، ویژگی‌های شخصی و اخلاقی و تفکیک و معدوم کردن زباله‌های تولید شده اهمیت ویژه‌ای دارد و باید مورد توجه قرار گیرد.

نکته

هنگام انتخاب مدار پروژه، سعی کنید مداری را انتخاب کنید که با دانش مخاطب یعنی هنرجویان هماهنگ شود و قابل اجرا و نهایی شدن باشد. به طور کلی پروژه زمانی به نتیجه می‌رسد که فرایند صفحهٔ بعد در مراحل اجرا کاملاً رعایت شود.

- نقشه پروژه انتخابی باید به تأیید مربی کارگاه برسد.
- قبل از شروع کار باید مدار پروژه در حد نیاز تحلیل شود.
- شبیه‌سازی پروژه با نرم‌افزار مناسب مواردی است که در به نتیجه رسیدن پروژه اثرگذار است.
- بعد از تأیید پروژه باید قطعات تهیه و برای خرید به بازار مراجعه شود.
- تمام قطعات باید آزمایش شود و مدار روی برد بُرد به اجرا درآید.
- پس از دریافت پاسخ پروژه باید فیبر مدار چاپی طراحی و ساخته شود.
- نصب (مونتاژ) قطعات روی بُرد مدار چاپی پس از طی مراحل بالا صورت می‌گیرد.
- پس از نصب قطعات پروژه راه‌اندازی می‌شود.
- چنانچه پروژه راه اندازی نشد باید براساس استانداردهای تعریف شده ، عیب‌یابی و رفع عیب شود.
- تهیه گزارش کار از پروژه و مستندسازی آن از مواردی است که نمی‌شود از آن صرف‌نظر کرد. این گزارش کار به‌صورت الکترونیکی تهیه می‌شود.
- پس از تهیه گزارش کار باید یک یا دو پرینت تهیه کنیدوطی یک ارائه کوتاه ، نتایج را ارائه دهید.

فعالیت

با مراجعه به رسانه‌های مختلف ازجمله فضای مجازی یا مشاوره با هنرآموز کارگاه، یک پروژه مناسب را انتخاب و نام پروژه را در دفتر هنرآموز ثبت کنید.

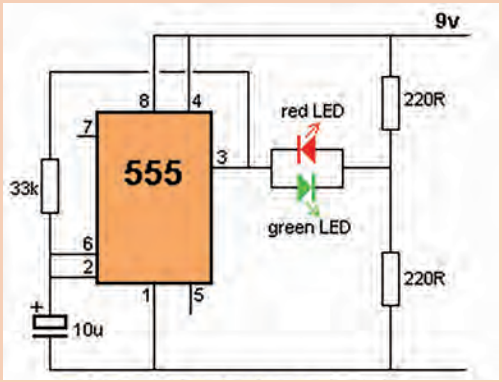
ساخت پروژه ۱

کار عملی ۵

شبیه‌سازی، طراحی مدارچاپی وساخت پروژه مدار چشمک زن

هدف: کسب مهارت در شبیه‌سازی، طراحی مدار چاپی، اجرای ساخت پروژه

مواد، ابزار و تجهیزات: مداد ـ پاک کن ـ کاغذ، رایانه ـ نرم‌افزار مرتبط فیبرمدارچاپی ـ کاغذ گلاسه ـ اتو ـ چاپ‌گر لیزری ـ قیچی ـ اسیدپرکلوردوفر ـ لوازم اسیدکاری ـ لوازم لحیم‌کاری ـ قطعات الکترونیکی مطابق با نقشه فنی مدار چشمک‌زن نشان داده شده در (شکل ۱۰).



شکل ۱۰ـ مدار چشمک زن LED با آی سی ۵۵۵

مراحل اجرای پروژه

۱ نقشه پروژه موردنظر را تهیه کنید و به تأیید معلم خود برسانید؛ سپس نقشهٔ پروژه را بررسی کنید و نقش قطعات و اجزای آن و ارتباط قطعات آن را باهم به طورخلاصه شرح دهید و نتایج را بنویسید.

۲ با استفاده از نرم افزار مولتی‌سیم (یا هر نرم‌افزارمرتبط دیگر) مدار شکل ۱۰ را در نرم‌افزار ببندید.

مدار را به‌طور کامل اجرا و شبیه‌سازی کنید و نتایج حاصل را به‌طور خلاصه ثبت کنید.

.....

.....

۳ فهرست قطعات موردنیاز را تهیه کنید و برای خرید به بازار مراجعه کنید.

نکات ایمنی

هنگام خرید قطعات، قیمت‌ها را از چند محل سؤال کنید تا بتوانید قطعات را با بهترین کیفیت و مناسب‌ترین قیمت خریداری نمایید، در ضمن همواره درکلیه شرایط مراقب کیف پول خود باشید (شکل ۱۱).
هنگام خرید قطعات از سالم بودن قطعات اطمینان حاصل کنید و هنگام نصب روی مدار چاپی، مجدداً آنها را آزمایش کنید (شکل ۱۲).


شکل ۱۱ـ مراقبت از کیف خود


شکل ۱۲ـ اطمینان از سالم بودن قطعات



شکل ۱۳ـ بستن مدار روی بردبرد وآزمایش آن

۴ مدار پروژه انتخاب شده را برروی بردبرد ببندید و آن را آزمایش کنید (شکل ۱۳).
۵ نقشه الکترونیکی مدار را در نرم‌افزار آلیتوم دیزاینر رسم کنید.
۶ نقشه الکترونیکی مدار را به محیط PCB نرم‌افزار آلیتوم دیزاینر انتقال دهید سپس با رعایت استانداردها و نکات طراحی، نقشهٔ PCB آن را رسم کنید.

نکته

فرایند چگونگی عملکرد و علت انتخاب چاپ‌گر لیزری برای انتقال طرح مدار چاپی روی کاغذ گلاسه در کتاب همراه هنرجو آمده است.

۷ با قرار دادن کاغذ گلاسه از نوع مرغوب دردستگاه چاپ‌گر لیزری، طرح مدار چاپی پروژه چشمک‌زن را چاپ کنید (شکل ۱۴). چاپ طرح باید کاملاً با کیفیت و پررنگ باشد.
۸ فیبر را به اندازه مناسب طرح برش دهید، آن را بشویید تا سطح آن کاملاً تمیز، براق و شفاف شود. در شکل ۱۵ مراحل برش و شست‌وشوی فیبر مدار چاپی را به ترتیب مشاهده می‌کنید.


شکل ۱۴ـ چاپ طرح مدار چاپی با دستگاه چاپ گر



الف) تعیین اندازه فیبر



ب) انداختن خط روی فیبر



پ) شست‌وشو و تمیز کردن فیبر

شکل ۱۵ــ مراحل برش و شست‌وشوی فیبر مدار چاپی

فیلم

فیلمی از نکات ایمنی مربوط به برش فیبر و چگونگی بریدن آن را مشاهده کنید.

ایمنی

هنگام خط انداختن و بریدن فیبر مراقب دست‌های خود باشید.

یادآوری

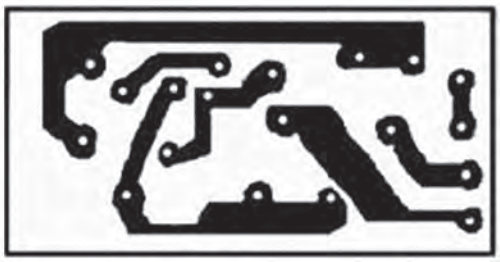
روش‌های متفاوتی مانند استفاده از قیچی اهرمی، خط‌کشی روی فیبر ـ خط انداختن با تیغه تیز و ضربه‌زدن به آن و استفاده از دستگاه‌های خاص وجود دارد. ساده‌ترین روش خط انداختن روی فیبر و قرار دادن محل برش روی لبه تیز و ضربه‌زدن است.

۹ قسمت طرح مدار چاپی را با قیچی از کاغذ جدا کنید (شکل۱۶).

۱۰ طرح مدار چاپی را روی فیبر آماده شده بگذارید. به منظور جلوگیری از جابه‌جایی طرح با یک لایه نوار چسب شفاف ، نقطه‌ای از طرح را به فیبر مدار چاپی گیر دهید؛ سپس یک کاغذ A4 روی آن قرار دهید. در شکل ۱۷ یک نمونه طرح مدار چاپی را مشاهده می‌کنید.



شکل۱۶ــ برش طرح مدار چاپی از کاغذ



شکل۱۷ــ طرح مدارچاپی

۱۱ مجموعه را روی میز چوبی یا آهنی قرار دهید.

۱۲ طبق شکل ۱۸ اتو را با درجه حرارت نسبتاً بالا روی کاغذ A4 قسمتی که فیبر مدار چاپی قرار دارد بکشید. فرایند اتوکشی را آنقدر ادامه دهید که رنگ کاغذ کمی تیره شود و کاغذ حالت چسبیده به فیبر را پیدا کند، توجه داشته باشید که اتو باید به طور یکنواخت به تمامی نواحی فیبر گرما برساند، برای این منظور لازم است اتو را به آرامی حرکت دهید.



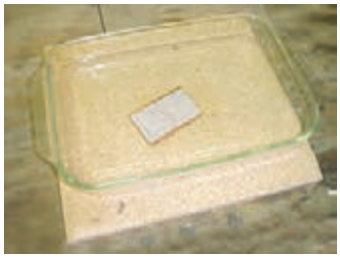
شکل ۱۸ـ کشیدن اتو روی کاغذ و فیبر

ایمنی

هنگام کار با اتو مراقب دست و لباس و سیم‌های رابط اتو باشید.
فیبر مسی در این زمان دارای حرارت نسبتاً زیادی است. لذا هنگام جابه‌جایی آن مراقب باشید تا به دست شما آسیب نرسد.

۱۳ فیبر مسی گرم را با کاغذ چسبیده به آن برای مدتی کمتر از ۱۰ دقیقه در آب قرار دهید (شکل ۱۹).

۱۴ بعد از خیس شدن کامل کاغذ چسبیده به فیبر، آن را به آرامی جدا کنید. انگشت خود را به آرامی روی کاغذها حرکت دهید تا فقط قسمت‌های مدار که روی برد چاپ شده است باقی بماند (شکل ۲۰).



شکل۱۹ـ قراردادن فیبر با کاغذ چسبیده در آب جوش





شکل ۲۰ـ جدا کردن کاغذ از سطح روی فیبر

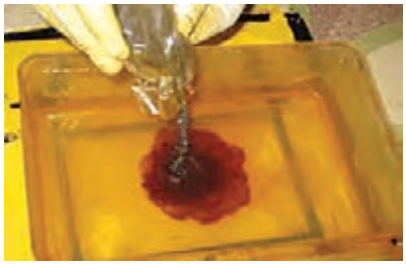
۱۵ محلول اسید را برای حل کردن مس‌های اضافی فیبر مدار چاپی تهیه کنید. اسید مورد استفاده معمولاً پرکلروردوفراست. این اسید به صورت مایع و جامد در بازارعرضه می‌شود.

۱۶ برای اسید کاری موارد زیر را حتماً رعایت کنید.

- از دستکش، ماسک و پیش‌بند استفاده کنید (شکل ۲۱).
- اسید را در ظروف شیشه‌ای، لعابی، چینی یا پلاستیکی آماده بریزید (شکل ۲۲).



شکل ۲۱ـ استفاده از دستکش، ماسک و پیش‌بند موقع اسیدکاری

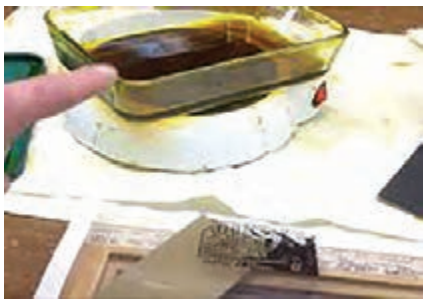


شکل ۲۲ـ استفاده از ظروف شیشه‌ای، لعابی، چینی یا پلاستیکی

- میزان حجم اسید به اندازه‌ای باشد تا با قراردادن فیبر در داخل آن، محلول حدود ۲ میلی‌متر بالاتر از سطح فیبر قرار گیرد (شکل ۲۳).
- به پرکلروردوفر به اندازه‌ای آب اضافه کنید که محلولی تقریباً غلیظ به دست آید.
- حتماً آب را گرم کنید یا آب گرم را در ظرف بریزید. اگر از ظرف پیرکس استفاده می‌کنید ظرف را روی حرارت خیلی کم اجاق برقی نگه دارید (شکل ۲۴).
- فیبر مدار چاپی را در داخل محلول قرار دهید و محلول را به آرامی تکان دهید (شکل ۲۵).
- پس از خورده شدن مس‌های اضافی، فیبر را از محلول خارج کنید و آن را با آب بشویید تا اسیدهای آن پاک شود (شکل ۲۶).



شکل ۲۳ـ اندازه سطح محلول اسید و آب ۲میلی‌متر بالاتر از فیبر

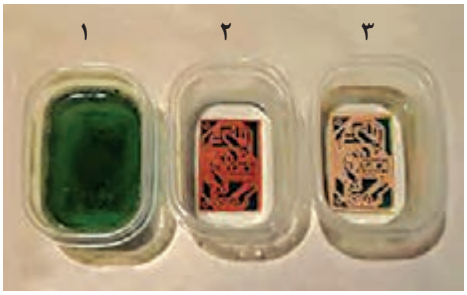


شکل ۲۴ـ استفاده از اجاق برقی برای حرارت دادن محلول اسید کاری



شکل ۲۵ـ تکان دادن محلول برای خورده شدن مس اضافی فیبر





شکل ۲۶ـ شست‌وشوی فیبر پس از اسید کاری

۱۷ پس از آماده نمودن فیبر مدار چاپی باید جای پایه قطعات را با دریل، و مته‌ای با قطر مناسب یک تا دو میلی‌متر، سوراخ کنید (شکل ۲۷).
- مته مناسب برای پایه قطعاتی مانند مقاومت، خازن، دیود و ترانزیستور و آی سی مته شماره یک است.
- هنگام سوراخ کاری زیر فیبر یک چوب یا یونولیت فشرده قراردهید.



شکل ۲۷ـ سوراخ کاری پایه قطعات با مته مناسب

استاندارد ارزشیابی پیشرفت تحصیلی مبتنی بر شایستگی درس طراحی و ساخت مدارهای چاپی، پودمان پنجم، واحد یادگیری ۱

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی / شایستگی / (واحدهای یادگیری)	استاندارد عملکرد	نتایج مورد انتظار	شاخص تحقق
پودمان۵: مونتاژ و راه‌اندازی بردهای الکترونیکی	واحدیادگیری ۱: آماده‌سازی فیبر مدار چاپی	انتقال طرح مدار چاپی روی فیبر با برآورد هزینه و برنامه‌ریزی زمان‌بندی اجرا و مستندسازی	بالاتر از حد انتظار	علاوه بر تحقق شاخص‌های در حد انتظار،انجام کلیه فعالیت‌های پودمان (مانند تحقیق کنید، فکر کنید، پژوهش کنید، جستجوکنید، بحث گروهی)
			در حد انتظار	۱ـ آماده‌سازی PCB: ـ تعیین ابعاد فیبر متناسب با طرح نهایی و تراکم مدار. ـ انتخاب قطعات مبتنی بر کاربرد آنها در مدار برای جانمایی و نصب برروی فیبر ۲ـ مستندسازی پروژه (CPM): ـ تدوین و تکمیل جداول زمان‌بندی مراحل طراحی، تأمین قطعات، مونتاژ. ـ آماده‌سازی گزارش پروژه. ۳ـ برآورد هزینه و خرید: ـ استعلام قیمت قطعات از ۳ منبع معتبر و تدوین BOM ـ محاسبه هزینه نهایی با احتساب فیبر مدار چاپی و قطعات. ۴ـ طراحی و تأیید نهایی: ـ تأیید شبیه‌سازی مدار الکترونیکی پروژه توسط نرم‌افزارهای مرتبط ـ ترسیم نقشه فنی PCB با رعایت فاصله‌گذاری استاندارد با نرم‌افزارهای مرتبط ۵ـ انتقال طرح PCB پس از انتقال طرح PCB با اتو، اسید کاری و سوراخکاری، مدار نهایی باید بدون اتصال کوتاه (Short) یا قطعی (Open Circuit) باشد و با نقشه طراحی اولیه مطابقت کامل داشته باشد.
			پایین‌تر از حد انتظار	در صورتی‌که هنرجو همه شاخص‌های درحد انتظار را محقق نسازد، پایین‌تر از حد انتظار ارزشیابی می‌شود.
لازم است تا کیفیت فرایند کسب شایستگی در طول زمان آموزش پودمان براساس انجام فعالیت‌های کلاسی و عملی، نظم، مشارکت در فعالیت‌های آموزشی و تربیتی، ابتکار در تکالیف عملکرد درسی و... درنظر گرفته شود.				
شایستگی پودمان (بالاتر از حد انتظار، در حد انتظار، پایین‌تر از حد انتظار)				

شایستگی‌های غیرفنی و عمومی (ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی)

شاخص‌ها	ضریب کیفیت عملکرد	شایستگی عملکرد هنرجو
مدیریت کیفیت ـ جمع‌آوری وگردآوری اطلاعات ـ رعایت زبان فنی ـ رعایت ارگونومی ـ کنترل مخاطرات احتمالی و حفاظت از تجهیزات کارگاه ـ صرفه‌جویی ـ طراحی خلاقانه پوسته گرافیکی و گرافیک متحرک- رعایت انضباط فردی و کلاسی ـ پوشش مناسب ـ احترام به استاد و همکلاسی‌ها - حضور به موقع در کارگاه.	۲	

شایستگی عملکرد هنرجو در واحد یادگیری	شایستگی‌های غیرفنی و عمومی			شایستگی‌های فنی		
	بالاتر از حد انتظار	درحد انتظار	کمتر از حد انتظار	بالاتر از حد انتظار	درحد انتظار	کمتر از حد انتظار

شایستگی عملکرد هنرجو از میانگین سطوح شایستگی کسب شده در مراحل کاری هر واحد یادگیری مشخص می‌شود. به شرط آنکه:

۱ سطح شایستگی هنرجو در هیچ مرحله‌ای کمتر از حد انتظار نباشد.

۲ هنرجو در شایستگی‌های غیرفنی و عمومی، شایستگی در حدانتظار یا بالاتر از حد انتظار را کسب کرده باشد.

توجه :

۱ اگر حتی در یک مرحله کاری شایستگی کمتر از حد انتظار کسب شود، منجر به عدم کسب شایستگی واحد یادگیری می‌شود.

۲ اگر میانگین سطوح شایستگی ۲/۵ یا بیشتر باشد، سطح شایستگی بالاتر از حد انتظار خواهد بود.

۳ با توجه به اینکه شایستگی‌های عمومی و غیرفنی از شرایط لازم برای کسب شایستگی می‌باشد؛ لذا در صورتی که شایستگی فنی را احراز کرده باشد اما در شایستگی غیرفنی و عمومی، سطح در حد انتظار کسب نشده باشد، به معنی عدم احراز شایستگی در واحد یادگیری است.

واحد یادگیری ۲
شایستگی مونتاژ بدون خطا و راه‌اندازی بُرد

آیا تا به حال فکر کرده‌اید

- برای مونتاژ یک برد الکترونیکی چه کارهای باید انجام داد؟
- مونتاژ قطعات مدار الکترونیکی بر روی فیبر مدار چاپی اصول و قواعدی دارد؟
- عملکرد صحیح یک برد الکترونیکی پس از مونتاژ قطعات به چه عواملی بستگی دارد؟
- آسیب رسیدن به فیبر مدار چاپی در هنگام مونتاژ قطعات به چه دلیلی است؟





در صنایع تولیدی الکترونیک مونتاژ قطعات یک مدار الکترونیکی فرایند پیچیده‌ای است، اما می‌توان آن را به مراحل قابل فهم تقسیم کرد.

مونتاژ الکترونیکی قطعات برروی فیبر مدار چاپی و راه‌اندازی مدار را می‌توانیم به سادگی به عنوان فرایند انتخاب، تهیه و جمع‌آوری قطعات، لحیم کاری استاندارد یا یکپارچه‌سازی اجزا و مدارهای الکترونیکی برای انجام یک یا چند کار تعریف کنیم. این فرایند در ساخت وسایل الکترونیکی روزمره، به عنوان مثال، تلفن، کنترل از راه دور، اسباب بازی، تلویزیون، ربات ، مدار چشمی PIR روشنایی یا فتوسل و سایر پروژه‌های الکترونیکی کاربردی بسیار مهم است. دانستن اصول اولیه نحوه مونتاژ اجزای برد فیبر مدار چاپی یک مدار الکترونیکی می‌تواند در وقت و هزینه شما صرفه‌جویی کند، به خصوص در مورد اتصالات، سیم‌کشی و عیب‌یابی و رفع عیب هنگام تولید برد الکترونیکی.

آزمایش و عیب‌یابی بخش مهمی از مونتاژ هر مدار الکترونیکی است. این کار شامل شناسایی هر گونه مشکلی است که درحین مونتاژ قطعات ممکن است ایجاد شود که باید برطرف شود. عوامل مهم برای اطمینان از عملکرد صحیح مدار، عبارت است از بررسی اتصالات شل، سیم‌کشی غیر استاندارد، مقادیر نادرست قطعات، قرارگیری اشتباه قطعات بر روی فیبر مدار چاپی و سایر مسائلی که ممکن است بر عملکرد مدار تأثیر بگذارد و همچنین آزمایش مدار است. گاهی اوقات قطعات بر روی PCB به درستی مونتاژ نمی‌شود و احتمال خرابی برد مدار چاپی با آسیب فیزیکی قطعاتی که روی آن وجود دارد را افزایش می‌دهد. این آسیب‌های فیزیکی ممکن است به‌دلیل فشارآوردن به قطعات باشد تا پایه های آن ازسوراخ Padها عبورکنند تا لحیم کاری شوند. در این صورت فیبر دارای ترک و شکستگی خواهد شد.

با رعایت یک رویه اصولی و استاندارد و با کمی دانش و حوصله در مراحل مونتاژ اجزای یک مدار، شما می‌توانید با انتخاب ابزاری مناسب و اتصال قطعات به برد مدار در کمترین زمان یک مدار الکترونیکی کارآمد را بسازید.

استاندارد عملکرد

مونتاژ بدون خطای بُرد و راه‌اندازی تحت ولتاژ نامی.

مونتاژ برد

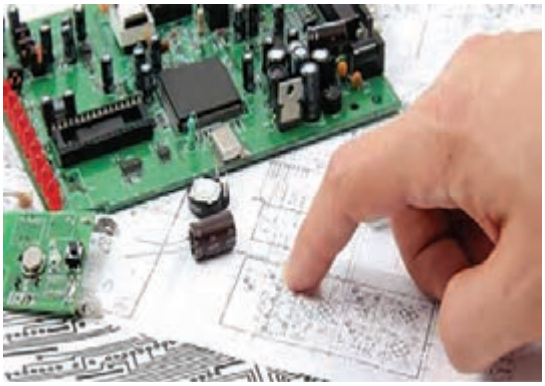
در ابتدا یک فضای کاری تمیز و منظم برای مونتاژ برد آماده کنید. اطمینان حاصل کنید که میز کارعاری از گردوغبار، رطوبت و الکتریسیته ساکن است. سپس تمام ابزارهای ضروری و استاندارد لحیم‌کاری را که برای مونتاژ قطعات برد مدار چاپی نیاز دارید مهیا و جمع‌آوری کنید و برروی میزکار قرار دهید. این ابزار و مواد مهم که در شکل ۲۸ نشان داده شده است عبارت‌اند از:

- هویه و پایه هویه، سیم لحیم
- دم باریک
- قلع‌کش
- گیره برد
- سیم چین
- مولتی‌متر



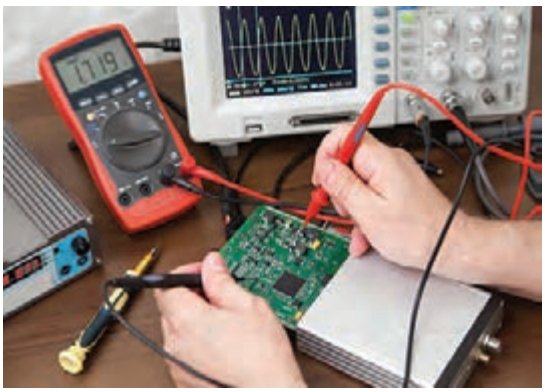
شکل ۲۸

با مطالعه و بررسی نقشه فنی مدار، نقشه تعیین جا (placement) که راهنمای دقیق محل قرارگیری قطعات روی برد است باید مراحل شناسایی اجزای مدار الکترونیکی، اتصال قطعات به برد فیبر مدارچاپی به ترتیب شماره صحیح آنها در نقشه و به روش صحیح روی برد انجام شود تا برد الکترونیکی با عملکرد صحیح شروع به کار کند. شکل ۲۹ بررسی و تطابق یک قطعه با نقشه را نشان می‌دهد.



شکل ۲۹ـ بررسی مقدار یک قطعه با نقشه فنی

برای مونتاژ قطعات یک مدار الکترونیکی و آزمایش و راه‌اندازی آن به دستگاه‌های اندازه‌گیری شامل منبع تغذیه برای تأمین ولتاژ موردنیاز برای کار مدار، مولتی‌متر برای اندازه‌گیری ولتاژ، جریان و مقاومت در مدار و در برخی موارد سیگنال ژنراتور و اسیلوسکوپ برای اندازه‌گیری و نمایش سیگنال‌های الکترونیکی در مدار نیاز دارید.



شکل ۳۰

نکته ایمنی

در برخی مدارهای الکترونیکی الکتریسیته ساکن می‌تواند با تخلیه الکترو استاتیک (ESD) به اجزای حیاتی روی برد آسیب برساند و برای جلوگیری از این امر می‌توانید از دستکش، بند مچی ضد الکتریسیته ساکن یا کف پوش ضد الکتریسیته ساکن برای کار استفاده کنید.

هنگام شروع مونتاژ برد مدار، باید دست‌های خود را تمیز کنید. قبل از شروع کار با فیبر مدار چاپی PCB، آن را با مواد مناسب شست‌وشو دهید و از تمیز بودن سطوح و لبه‌های PCB اطمینان حاصل کنید، سپس دست‌های خود را ضدعفونی کنید.



شکل ۳۱

نکته ایمنی

اگر با دست‌های کثیف یا خیس شروع به مونتاژ برد کنید، احتمال اتصال کوتاه وجود دارد.

مراحل مونتاژ قطعات روی بُرد

مونتاژ قطعات روی بُرد با یک نظم خاص انجام می‌گیرد. مراحل مونتاژ قطعات روی یک بُرد نمونه را در تصاویر ۳۳ تا ۴۴ مشاهده می‌کنید.

- فهرست قطعات را که قبلاً تهیه کرده‌اید در اختیار بگیرید.
- فهرست قطعات را با نقشه فنی مدار مطابقت دهید و از نظر تعداد، ابعاد و اندازه فیزیکی و پایه کنترل کنید. در شکل ۳۲ قطعات تهیه شده یک نمونه برد الکترونیکی را برای مونتاژ مشاهده می‌کنید.



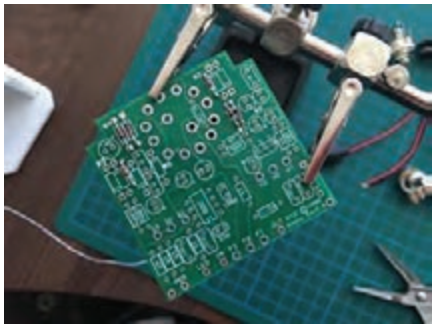
شکل ۳۲ــ آماده کردن قطعات برای مونتاژ

همچنین نمونه‌ای از فهرست وارسی قطعات برد مدار چشمک‌زن در شکل ۳۳ آمده است.

■ از گیره نگه‌دارنده فیبر مدار چاپی برای نگهداری فیبر استفاده کنید (شکل ۳۴).

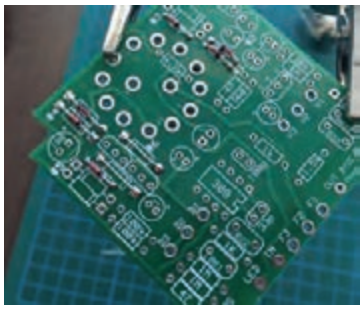
ردیف Row	نام قطعه Part	نماد فنی Aymbol	شکل ظاهری قطعه Package	تعداد Quantity
۱	مقاومت اهمی ۲۲۰Ω	R 220Ω		۲ عدد
۲	مقاومت اهمی ۳۳KΩ	R 33kΩ		۱ عدد
۳	دیود نورانی LED رنگ قرمز	LED		۱ عدد
۴	دیود نورانی LED رنگ سبز	LED		۱ عدد
۵	خازن‌الکترولیتی ۱۰μF/۱۶V	C		۱ عدد
۶	آی سی ۵۵۵	IC1 NE555		۱ عدد

شکل ۳۳ـ یک نمونه فهرست وارسی قطعات الکترونیکی



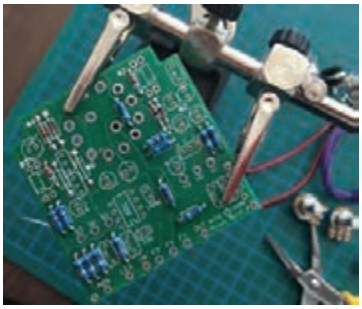
شکل ۳۴ـ گیره برای نگهداری برد

■ قرار دادن پین‌های سوزنی (جامپر Jumper)، آنها را از پشت بُرد لحیم کنید (شکل ۳۵).



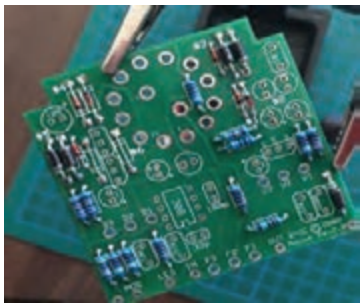
شکل ۳۵

■ در مرحله چهارم مونتاژ مقاومت‌ها را انجام دهید (شکل ۳۶).



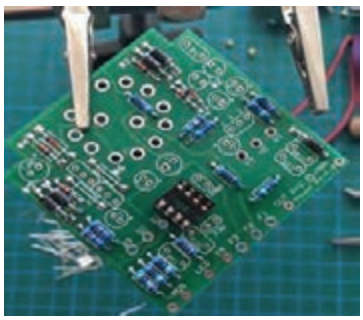
شکل ۳۶

■ قرار دادن دیودهای 1N4001 تا 1N4002 و لحیم پایه‌های آن صورت می گیرد (شکل ۳۷).



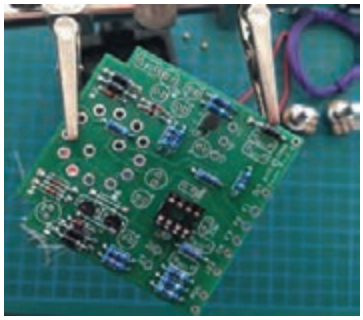
شکل ۳۷

■ سوکت پایه آی سی بعد از دیودها در برد قرار گرفته و پایه‌های آن لحیم می‌شود (شکل ۳۸).



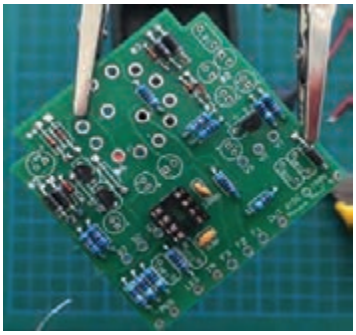
شکل ۳۸

■ بعد از سوکت آی سی نوبت به قرار دادن ترانزیستورها و لحیم پایه‌های آن است (شکل ۳۹).

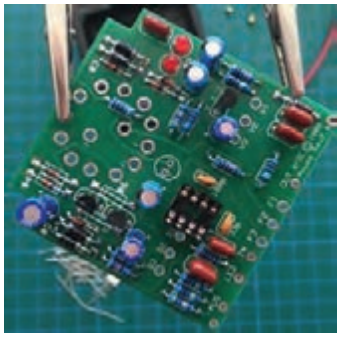


شکل ۳۹

■ قرار دادن خازن‌های سرامیکی و لحیم پایه‌های آن در این مرحله صورت می گیرد (شکل‌های ۴۰ و ۴۱).

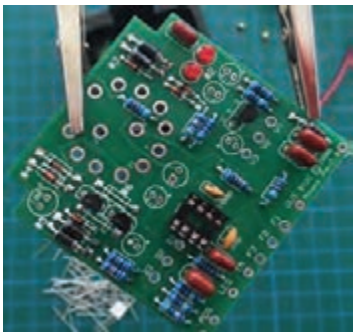


شکل ۴۰



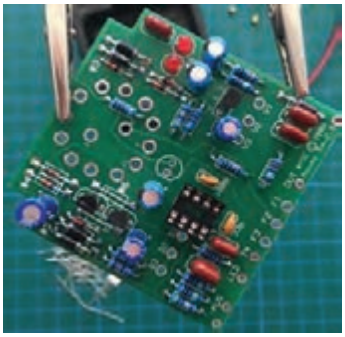
شکل ۴۱

■ چنانچه برد دارای دیودهای نورانی (LED) باشد، در این مرحله مونتاژ می‌گردد (شکل ۴۲).



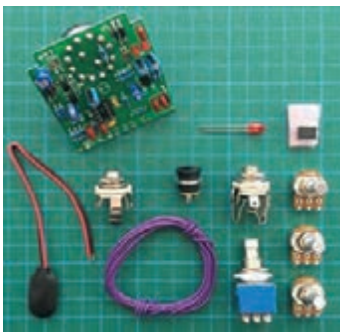
شکل ۴۲

■ در مرحله بعد، مونتاژ خازن‌های الکترولیتی صورت می‌گیرد (شکل ۴۳).



شکل ۴۳

■ آخرین مرحله نصب (مونتاژ) قطعاتی مانند کلید، ولوم، سوکت‌های گوشی و میکروفون و سیم اتصال باتری است که روی بدنه دستگاه الکترونیکی قرار می‌گیرند و پایه‌های آنها با سیم به برد لحیم می‌شوند (شکل ۴۴).



شکل ۴۴

■ آزمایش مدار الکترونیکی

پس از نصب تمامی قطعات برروی برد و لحیم‌کاری پایه‌های آنها و اتصالات سیم‌کشی مورد نیاز، نوبت به آزمایش مدار می‌رسد. این کار را با اتصال یک منبع تغذیه به مدارانجام دهید.

با تنظیم مقدار ولتاژ تغذیه مدار، آن را به ورودی مداراتصال دهید و خروجی مدار را مشاهده کنید.

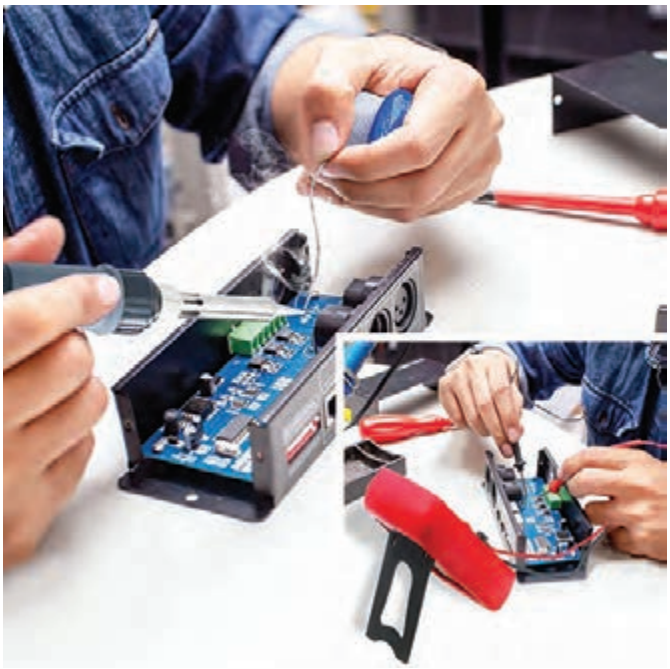
این کار برای تشخیص اینکه آیا مدار به درستی کار می‌کند یا خیر، کمک می‌کند تا شما به نکات مهمی مانند سیم‌کشی نادرست، اتصالات لحیم نادرست پایه قطعات یا مشکلات دیگر، پی ببرید.

نکته ایمنی

هنگام کار با مدارهای الکترونیکی برای بررسی قطعات با احتیاط کار کنید و مراحل ایمنی مناسب را رعایت کنید.

اگر مدار به درستی کار نکرد، نکات زیررا به ترتیب اجرا کنید تا معایب مونتاژ برطرف شده و مدار به طرز صحیح شروع به کار کند.

- مقادیر قطعات الکتریکی پایه مدار شامل مقاومت‌ها، خازن‌ها یا سلف و نوع قطعات الکترونیکی دیود ترانزیستورها را با نقشه فنی مدار مطابقت دهید و از صحت آنها اطمینان حاصل کنید.
- از انطباق جای‌گذاری قطعات به ترتیب شماره در فیبر مدار چاپی را با نقشه تعیین جا (placement) طرح مدار چاپی اطمینان حاصل کنید.
- از تمیز و ایمن بودن اتصالات لحیم‌کاری اطمینان حاصل کنید.
- اتصالات شل یا سیم‌کشی نادرست را بررسی کنید.
- با مولتی مترمقادیر ولتاژ نقاط مختلف مدار را اندازه‌گیری کنید تا مطمئن شوید که مقادیرصحیح است.
- با بررسی هر یک از موارد گفته شدهٔ بالا عیب را برطرف کنید.
- با اتصال مجدد منبع تغذیه به ورودی‌مدار آن را راه‌اندازی کنید و ازدرستی‌کار مدار اطمینان حاصل کنید.



شکل ۴۵

تهیه گزارش کار پروژه

گزارش کار پروژه عبارت از مستنداتی است که می‌تواند در آینده برای هنرجویان مورد استفاده قرار گیرد و پُلی برای ارتباط با دنیای کار باشد. در ادامه مشخصات گزارش پروژه بیان می‌شود. ضمناً زمانی پروژه قابل ارائه خواهد بودکه گزارش آن بر مبنای دستورالعملی که در ادامه می‌آید تنظیم شود.

روی جلد پروژه باید نام پروژه، نام هنرجو، نام استاد پروژه، نام هنرستان و سال تحصیلی مربوطه قید شود (شکل ۴۶).

- در صفحهٔ اول پروژه (بسم الله الرحمن الرحیم) با فونت مناسب آورده شود.
- در صفحهٔ دوم پروژه، طرح روی جلد تکرار شود.
- صفحات سوم و چهارم به فهرست پروژه اختصاص داده شود (شکل ۴۷).
- در صفحهٔ پنجم عنوان پروژه با فونت درشت حروف‌نگاری شود.
- در صفحهٔ ششم مقدمه‌ای راجع به پروژه و سبب انتخاب موضوع، کاربرد و مشکلات مرتبط با آن آورده شود. در این مقدمه می‌توانید از کسانی که با آنان همکاری کرده‌اند، تشکر نمایید و حتی می‌توانید آن را به اعضای خانواده یا فرد مورد علاقه خود تقدیم کنید، مثلاً بنویسید.



شکل ۴۶ـ تنظیم روی جلد پروژه

فهرست

عنوان	صفحه
۱ـ	.....
۲ـ	.....
۳ـ	.....

....

شکل ۴۷ـ فهرست پروژه

این پروژه را به پدر و مادرم تقدیم می‌کنم تا شاید توانسته باشم جزئی از زحمات آنان را قدردان شوم.

- بعد از مقدمه، تشریح نقشهٔ پروژه می‌آید که باید نقشهٔ پروژه نیز در آن ترسیم شود.
- مراحل ساخت پروژه به‌طور دقیق بیان می‌شود. لازم است در فرایند نوشتن گزارش پروژه مسئلهٔ صفحه‌بندی و رعایت فونت‌ها و تیترها رعایت شود. به‌عنوان الگو می‌توانید از روش فهرست‌بندی و تیتربندی کتاب‌های درسی استفاده کنید.
- مشکلات ناشی از فرایند ساخت پروژه در عنوانی مستقل می‌آید و باید به‌طور دقیق تشریح شود.
- طراحی مدار چاپی و نحوهٔ ساخت آن نیز عنوان بعدی خواهد بود. تصاویری از مراحل ساخت مدارچاپی، همچنین تصویر مدار چاپی نهایی ساخته شده را در این قسمت درج نمایید.
- به مراحل مونتاژ و آماده کردن مجموعه نیز عنوان جداگانه‌ای اختصاص دهید و ضمن تشریح مراحل مونتاژ، تصویری از بُرد مونتاژ شده را بیاورید.
- راه‌اندازی و عیب‌یابی نیز از عناوینی است که در گزارش پروژه به‌صورت مستقل می‌آید و کلیهٔ فرایندها در آن بیان می‌شود.

- در عنوان پایانی موارد و کاربرد آن به‌طور دقیق بحث می‌شود.
- در صفحهٔ آخر گزارش پروژه، منابع و مآخذ استفاده شده با ذکر نام مؤلف و ناشر و سال چاپ به‌طور دقیق می‌آید.
- برد پروژه مدار و گزارش آن را جهت ارزشیابی به معلم خود نشان دهیدو برای ارائه پروژه آماده شوید.
- راجع به چگونگی ارائه پروژه، به توضیحات معلم آزمایشگاه به دقت گوش دهید و نکات اجرایی آن را یادداشت کنید.

نکته

هنگام ارائهٔ پروژه باید اعتماد به نفس داشته باشید و از ساختهٔ خود به‌طور منطقی دفاع کنید. با صبر و حوصله به پرسش‌های هنرجویان و معلم خودگوش دهید، سپس برای پاسخ، اقدام کنید. تحت هیچ شرایطی در مقابل پرسش‌گر جبههٔ مخالف نگیرید.

کار عملی ۶

ساخت پروژه ۲:

پروژه پیشنهادی برای این قسمت حسگر دما شکل ۴۸ است. به جای این پروژه می‌توانید با مشاوره با مربی کارگاه پروژه دیگری را انتخاب و اجرا کنید.

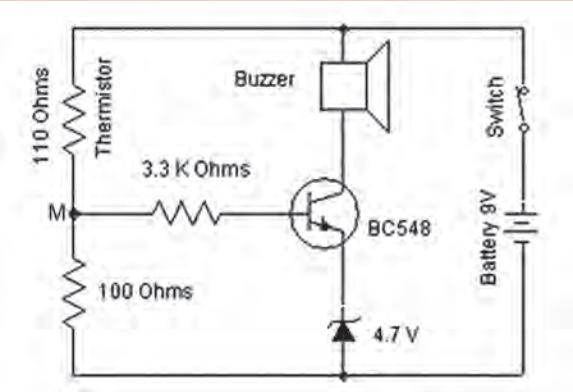
هدف: کسب مهارت در شبیه‌سازی، طراحی مدار چاپی، اجرا و ساخت پروژه حسگر دما

مواد، ابزار و تجهیزات: ترانزیستور Q_1: NPN، بسته‌بندی To-۹۲ Package

To-۹۲ NPN Transistor , or equivalent ,۰/۵A , ۴۰V , S۹۰۱۳ یا معادل آن BC۵۴۸

- مقاومت R_1: $۱۰۰\Omega - \frac{۱}{۴}W$
- مقاومت R_2: $۳/۳K\Omega - \frac{۱}{۴}W$
- مقاومت تابع حرارت (thermisto): ۱۱۰Ω
- D_1: دیودزنر ۴/۷ ولت
- بی‌زر (Buzzer)
- کلید (SPST = on/ off)
- باتری ۹ ولتی
- فیبر مدار چاپی

(اندازه فیبر مدار چاپی با پیشنهاد مربی کارگاه تعیین شود)



شکل ۴۸ـ مدار حسگر دما

مراحل اجرای پروژه

فرایند اجرای پروژه مشابه مراحل اجرای پروژه (۱) است.

مدار کنترل دما را می‌توان برای کنترل دمای هر وسیله‌ای با استفاده از حسگر دما استفاده کرد.
در این مدار یک ترمیستور NTC و یک مقاومت به‌صورت سری به هم متصل شده‌اند. این اتصال یک مدار تقسیم‌کننده ولتاژ ایجاد می‌کند. ترمیستور NTC با افزایش دمای محیط (اتاق)، مقاومت آن به‌طور همزمان کاهش می‌یابد مقدار مقاومت ترمیستور ۱۱۰ اهم است. فرض کنید مقدار مقاومت پس از گرم کردن ترمیستور از ۱۱۰ اهم به ۹۰ اهم کاهش یابد. این امر سبب افزایش جریان از طریق مقاومت ۱۰۰ اهمی و ترمیستور می‌شود. ولتاژ دو سر ترمیستور کاهش یافته و ولتاژ نقطه M افزایش می‌یابد. این ولتاژ از طریق مقاومت بیس ۳/۳KΩ به ترانزیستور (BC ۵۴۸npn) اعمال می‌شود. مقاومت امیتر با دیود زنر جایگزین شده است. ولتاژ امیتر ۴/۷ ولت است. ترانزیستور زمانی هادی می‌شود که ولتاژ بیس ۰/۷ ولت از ولتاژ امیتر بیشتر باشد. با هدایت ترانزیستور، جریان کلکتور بی‌زر (buzzer) را به صدا در می‌آورد.

ارائهٔ دو نمونه پروژهٔ پیشنهادی

مدارهای الکترونیکی که در شکل‌های ۴۹ و ۵۰ نشان داده شده است را می‌توانید به عنوان پروژه انتخاب کنید.

پروژه شماره ۱ پیشنهادی

کار عملی ۷

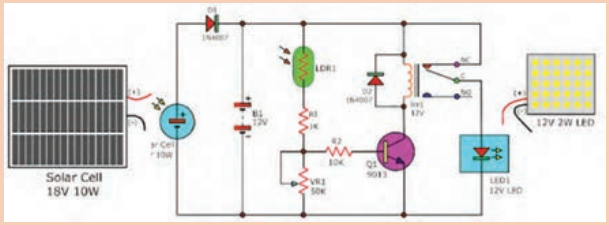
مدار روشنایی لامپ فضای باز خودکار با سلول خورشیدی

هدف

کسب مهارت در شبیه‌سازی، طراحی مدار چاپی، اجرا و ساخت و راه اندازی پروژه

مواد، ابزار و تجهیزات: ترانزیستور Q_1: NPN، بسته‌بندی To-۹۲ Package
BC۵۴۸ یا معادل آن S۹۰۱۳ , ۴۰V , ۰/۵A, To-۹۲ NPN Transistor , or equivalent

- مقاومت R_1: ۱KΩ – $\frac{1}{4}$W – ٪۵
- مقاومت R_2: ۱۰KΩ – $\frac{1}{4}$W – ٪۵
- پتانسیومتر VR_1: ۵۰KΩ روی بردی (on board) خطی
- LDR_1: مقاومت تابع نور با قطر ۵mm
- RY_1: رله ۱۲ V–۱۰A SPDT با مقاومت سیم‌پیچ ۱۵۰–۶۰۰ اهم
- D_1: دیود سیلیکون ۱N۴۰۰۷ ۱۰۰۰ ولت – ۱ آمپر ۲ عدد
- یک باتری ۱۲V – ۲/۵Ah
- لامپ ۱۲V – ۲W – ۰/۱۶A LED
- سلول خورشیدی ۱۸V – ۱۰W
- فیبر مدار چاپی (اندازه فیبر مدار چاپی با پیشنهاد مربی کارگاه تعیین شود)

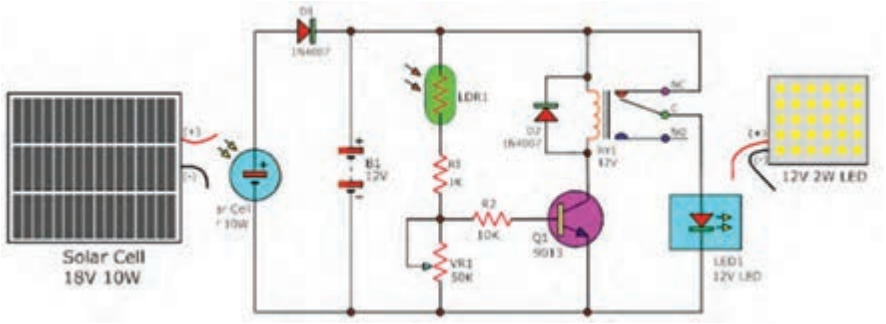


شکل ۴۹ـ مدار روشنایی لامپ فضای باز

مراحل اجرای کار:

فرایند اجرای پروژه مشابه مراحل اجرای پروژه (۱) است.

اگر در شب نیاز به روشنایی در اطراف خانه، حیاط و فضای سبز یا باغ خود داریم، اما این مناطق بدون برق شبکه AC هستند و انجام سیم‌کشی برق در آنجا دشوار است و همچنین می‌خواهیم در هزینه‌های برق صرفه‌جویی کنیم، می‌توان از مدار الکترونیکی شکل ۵۰ که دارای عناصر اصلی زیر هستند استفاده کرد.



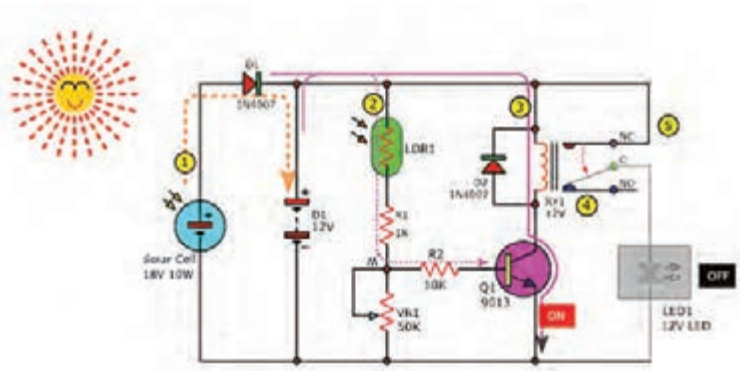
شکل ۵۰ــ مدار روشنایی لامپ فضای باز

- یک باتری ۱۲V - ۲/۵Ah
- لامپ LED ۱۲V - ۲W - ۰/۱۶A
- سلول خورشیدی ۱۸V - ۱۰W

در شب، لامپ LED با برق باتری ۱۲ ولت روشن می‌شود، و در طول روز، نور خورشید سلول خورشیدی را قادر می‌سازد تا جریان الکتریکی تولید کند و باعث خاموش شدن LED می‌شود و باتری ۱۲ ولتی را با جریان کافی برای تغذیه LED در شب شارژ می‌کند.

تشریح عملکرد مدار

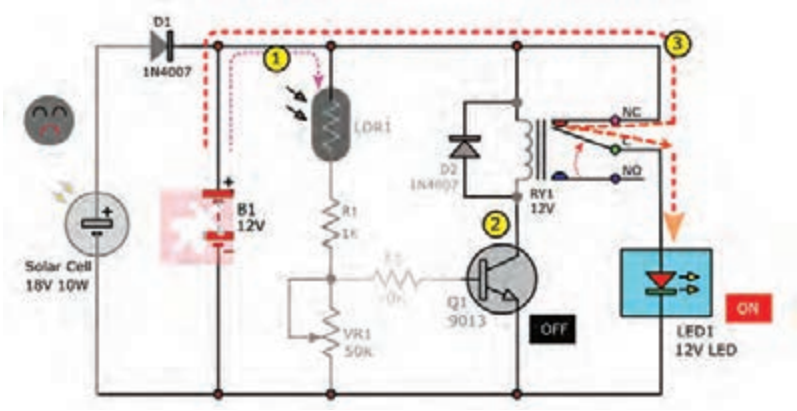
۱ در طول روز، جریان الکتریکی سلول خورشیدی از طریق D_1 باتری را شارژ می‌کند. فتورزیستور LDR_1 در روشنایی روز مقاومت بسیار کمی دارد، بنابراین مقداری جریان از طریق LDR_1، R_1 و VR_1 به زمین مدار جاری می‌شود و باعث افزایش ولتاژ نقطه M می‌شود. ولتاژ نقطه M سبب می‌شود که جریان بیس ترانزیستور از طریق R_2 برقرار شود که باعث می‌شود Q_1 در حالت روشن (اشباع) قرار گیرد و جریان کلکتور ترانزیستور رله را فعال می‌کند. دراین صورت کنتاکت‌های رله NC و C (Com) از هم جدا می‌شوند و در عوض کنتاکت‌های NO و C به هم متصل شوند در این حال جریان نمی‌تواند از طریق کنتاکت‌های NC و C عبور کند، بنابراین لامپ LED خاموش می‌شود.



شکل ۵۱ــ عملکرد مدار لامپ فضای باز در روشنایی کامل روز

۲ در طول شب که جریانی از سلول خورشیدی وجود ندارد و فقط جریان باتری برقرار است. مقاومت اهمی LDR_1 آنقدر زیاد است که هیچ جریانی نمی‌تواند از آن عبور کند. بنابراین، مانع عبور جریان از R_1، VR_1 یا R_2 خواهد شد.

هنگامی که جریان R_2 قطع باشد، جریان بیس برای ترانزیستور Q_1 نیز وجود ندارد. بنابراین، Q_1 را هدایت نمی‌کند و هیچ جریانی از سیم‌پیچ رله عبور نمی‌کند این امر باعث می‌شود که رله غیرفعال شود و کنتاکت‌های آن از NO آزاد شوند و کنتاکت C (Com) به NC وصل شود و بدین ترتیب جریان برق از باتری به‌طور کامل به لامپ LED می‌رسد و تا مدت زمانی که هوا تاریک است روشن می‌ماند.



شکل ۵۲ـ عملکرد مدار لامپ فضای باز در تاریکی

پروژه شماره ۲ پیشنهادی

کار عملی ۸

پروژه چراغ‌های راهنمایی ترافیک

هدف: کسب مهارت در شبیه‌سازی، طراحی مدار چاپی، اجرا و ساخت و راه‌اندازی پروژه

مواد، ابزار و تجهیزات:

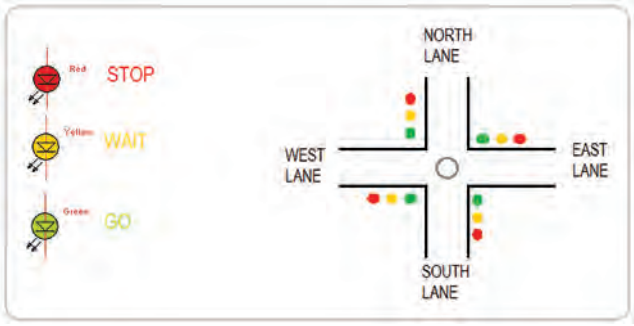
- آی سی تایمر ۵۵۵
- آی سی شمارنده CD۴۰۱۷
- دیود ۱N۴۱۴۸ ۸ عدد
- LED سبز ۴ عدد
- LED زرد ۴ عدد
- LED قرمز ۴ عدد
- مقاومت $۴۷K\Omega$، $\frac{۱}{۴}W$
- مقاومت ۱۰۰Ω، $\frac{۱}{۴}W$ ۲ عدد
- خازن $۱۰\mu F$
- باتری ۱۲ ولتی یا ۹ ولتی
- فیبر مدار چاپی (اندازه فیبر مدار چاپی با پیشنهاد مربی کارگاه تعیین شود)

مراحل اجرای کار

فرایند اجرای پروژه مشابه مراحل اجرای پروژه (۱) است.

چراغ‌های راهنمایی ترافیک

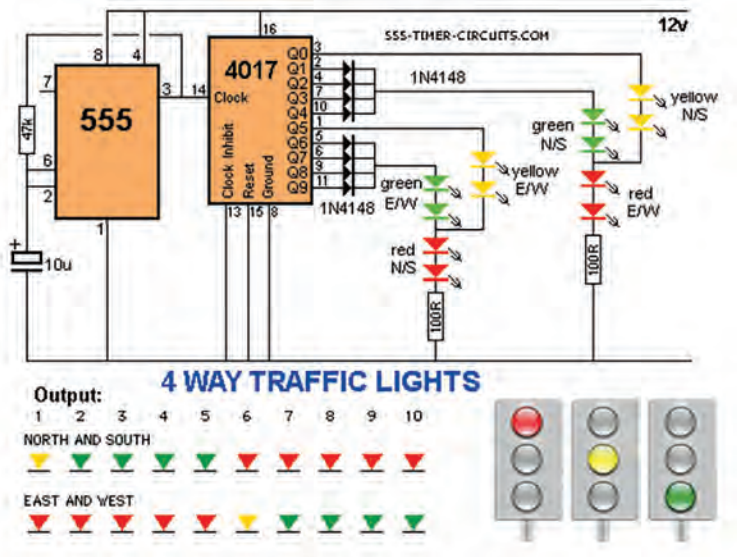
چراغ‌های راهنمایی برای کنترل عبور و مرور وسایل نقلیه و ترافیک در جاده‌ها بسیار مهم هستند، مدار چراغ راهنمایی ساده چهار طرفه با تایمر IC۵۵۵ و شمارنده IC CD۴۰۱۷ طراحی شده است. هر چراغ راهنمایی دارای سه رنگ است.



شکل ۵۳ـ ترتیب چراغ‌های راهنمایی ترافیک

در این مدار ساده چراغ راهنمایی چهار طرفه، از تایمر IC۵۵۵ به عنوان مولتی ویبراتوراَ اِستابل برای تولید سیگنال پالس (مربع) استفاده شده است.

شبکه RC عرض سیگنال پالس را تعیین می‌کند. پالس خروجی از IC۵۵۵ به ورودی ساعت IC CD۴۰۱۷ وارد می‌شود و این مدار مجتمع شمارنده، پالس را می‌شمرد و پایه‌های خروجی آن به ترتیب رنگ، لامپ‌ها (دیودهای نورانی) را با فاصله زمانی معین روشن و خاموش می‌کند.



شکل ۵۴ـ مدار پروژه چراغ‌های راهنمایی ترافیک



شکل ۵۵

نکته

لازم است برای هر نوع فعالیتی مستندسازی انجام شود و در این فرایند، اندیشیدن به همه جوانب ضرورت دارد (شکل ۵۵).

کار عملی ۹

گزارش کارهایی را که از کارهای عملی قبلی تهیه کرده‌اید به‌صورت فایل رایانه‌ای مستندسازی کنید و جهت ارزیابی به مربی خود ارائه دهید.

ارزشیابی نهایی از پروژه

اجرای هر کار عملی یا اجرای پروژه باید توسط مربی کارگاه مورد ارزشیابی قرار گیرد. ارزشیابی پروژه تلفیقی از اجرای فرایند و محصول نهایی است. ملاک‌های نمره‌دهی متفاوت است. یک نمونه، نمون‌برگ ارزشیابی را در جدول ۷ مشاهده می‌کنید.

جدول ۷ـ نمون‌برگ ارزشیابی پروژه

ردیف	عنوان	نمرهٔ پیشنهادی	نمرهٔ کسب شده	تاریخ بررسی و امضای مربی
۱	رعایت نظم و مقررات در آزمایشگاه	۱		
۲	مدار پروژه و توضیحات تئوری آن	۲		
۳	طراحی فیبر مدار چاپی	۲		
۴	چیدمان قطعات روی فیبر	۱		
۵	لحیم‌کاری	۲		
۶	راه‌اندازی پروژه	۳		
۷	رعایت نکات ایمنی	۱		
۸	نظافت و تمیزکاری	۱		
۹	انتخاب جعبه مناسب	۱		
۱۰	انطباق پروژهٔ موردنظر با نیازهای روز	۱		
۱۱	استحکام قطعات مونتاژ شده	۱		
۱۲	اجرای پروژه به‌صورت نرم‌افزاری	۱		
۱۳	رعایت اصول اقتصادی و ارزان بودن مدار	۱		
۱۴	مشارکت در کار گروهی	۱		
۱۵	اجرای صحیح مراحل کار مدار	۱		
۱۶	نمره نهایی ارزشیابی پروژه شماره	۲۰		

شکل ۵۶ـ پروژه‌های پیشنهادی

تعمیق و تثبیت یادگیری

۱ اجرای فعالیت‌ها در یک زمان محدود و معین پروژه نام دارد.

صحیح ☐ غلط ☐

۲ برای اجرایی شدن پروژه نیاز به یک برنامه‌ریزی و زمان‌بندی است.

صحیح ☐ غلط ☐

۳ برای طراحی فیبر مدار چاپی نیاز به خرید قطعات نیست.

صحیح ☐ غلط ☐

۴ از کاغذ ..... برای چاپ طرح مدار استفاده می‌شود.

۵ نام اسید فیبر مدارچاپی ..... است.

۶ قطر مناسب مته برای پایه ترانزیستور، مته شماره ..... است.

۷ برای ارائه پروژه چه اقداماتی باید صورت گیرد؟

۸ در صفحه‌های گزارش کار پروژه که در زیر آمده است، چه عناوینی باید نوشت؟

الف) صفحه اول.....

ب) صفحه ششم.....

پ)صفحه آخر.....

استاندارد ارزشیابی پیشرفت تحصیلی مبتنی بر شایستگی درس طراحی و ساخت مدارهای چاپی، پودمان پنجم، واحد یادگیری ۲

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی/ شایستگی/ (واحدهای یادگیری)	استاندارد عملکرد	نتایج مورد انتظار	شاخص تحقق
پودمان۵: مونتاژ و راه‌اندازی بُردهای الکترونیکی	واحدیادگیری ۲: مونتاژ بدون خطا و راه‌اندازی بُرد	مونتاژ بدون خطای بُرد و راه‌اندازی آن تحت ولتاژ نامی	بالاتر از حد انتظار	علاوه بر تحقق شاخص‌های در حد انتظار، انجام کلیه فعالیت‌های پودمان (مانند تحقیق کنید، فکر کنید، پژوهش کنید، جستجوکنید، بحث گروهی)
			در حد انتظار	۱ـ اتصال کوتاه/ قطعی نداشته باشد (تست Vcc- GND با مولتی متر باشد) ۲ـ تمام قطعات در جهت صحیح نصب شده باشند (مطابق نقشه و علامت‌های روی برد) ۳ـ پس از راه‌اندازی، خروجی طراحی شده را تولید کند (مثلاً LED روشن یا موتور بچرخد.) ۴ـ لحیم‌ها براق و بدون اتصال سرد باشند (بازرسی چشمی با ذره‌بین) ۵ـ عیب نمونه (مثلاً قطعی مسیر) در ۱۰ دقیقه رفع شود (تأیید برد با تست مجدد عملکرد آن)
			پایین‌تر از حد انتظار	در صورتیکه هنرجو همه شاخص‌های درحد انتظار را محقق نسازد، پایین‌تر از حد انتظار ارزشیابی می‌شود.
	لازم است تا کیفیت فرایند کسب شایستگی در طول زمان آموزش پودمان براساس انجام فعالیت‌های کلاسی و عملی، نظم، مشارکت در فعالیت‌های آموزشی و تربیتی، ابتکار در تکالیف عملکرد درسی و ... درنظر گرفته شود.			
	شایستگی پودمان (بالاتر از حد انتظار، در حد انتظار، پایین‌تر از حد انتظار)			

شایستگی‌های غیرفنی و عمومی (ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی)

شاخص‌ها	ضریب کیفیت عملکرد	شایستگی عملکرد هنرجو
مدیریت کیفیت ـ جمع‌آوری وگرد آوری اطلاعات ـ رعایت زبان فنی ـ رعایت ارگونومی ـ کنترل مخاطرات احتمالی و حفاظت از تجهیزات کارگاه ـ صرفه‌جویی ـ طراحی خلاقانه پوسته گرافیکی و گرافیک متحرک ـ رعایت انضباط فردی و کلاسی ـ پوشش مناسب ـ احترام به استاد و همکلاسی‌ها ـ حضور به موقع در کارگاه.	۲	

شایستگی عملکرد هنرجو در واحد یادگیری	شایستگی‌های غیرفنی و عمومی			شایستگی‌های فنی		
	بالاتر از حد انتظار	درحد انتظار	کمتر از حد انتظار	بالاتر از حد انتظار	درحد انتظار	کمتر از حد انتظار

شایستگی عملکرد هنرجو از میانگین سطوح شایستگی کسب شده در مراحل کاری هر واحد یادگیری مشخص می‌شود. به شرط آنکه:

۱ـ سطح شایستگی هنرجو در هیچ مرحله‌ای کمتر از حد انتظار نباشد.

۲ـ هنرجو در شایستگی‌های غیرفنی و عمومی، شایستگی در حدانتظار یا بالاتر از حد انتظار را کسب کرده باشد.

توجه:

۱ اگر حتی در یک مرحله کاری شایستگی کمتر از حد انتظار کسب شود، منجر به عدم کسب شایستگی واحد یادگیری می‌شود.

۲ اگر میانگین سطوح شایستگی ۲/۵ یا بیشتر باشد، سطح شایستگی بالاتر از حد انتظار خواهد بود.

۳ با توجه به اینکه شایستگی‌های عمومی و غیرفنی از شرایط لازم برای کسب شایستگی می‌باشد؛ لذا در صورتی‌که شایستگی فنی را احراز کرده باشد اما در شایستگی غیرفنی و عمومی، سطح در حد انتظار کسب نشده باشد، به معنی عدم احراز شایستگی در واحد یادگیری است.

منابع

۱ـ برنامه درسی درس طراحی و ساخت مدارهای چاپی، دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش ۱۴۰۳.

۲ـ الکترونیک عمومی ۱، مؤلفان: ابوالقاسم جاریانی، شهرام نصیری سوادکوهی و...، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴.

۳ـ الکترونیک پایه، کد ۶۰۹/۱۷ مؤلفان: فتح‌اله نظریان، فرشته داودی لعل‌آبادی و...، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴.

۴ـ الکترونیک عمومی ۲ کد ۴۹۰/۵، مؤلفان: شهرام نصیری سوادکوهی، یداله رضازاده، و...، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴.

۵ـ کارگاه الکترونیک مقدماتی کد ۳۵۹/۶۲ مؤلفان شهرام نصیری سوادکوهی، سیدمحمود صموتی، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.

۶ـ آزمایشگاه مجازی ۲ کد ۴۶۶/۶، مؤلفان مهین ظریفیان جولایی، محمود شبانی و... شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.

۷ـ راهنمای کاربرد (help) نرم‌افزار Circuit WIZARD

۸ـ طراحی و سیم‌کشی برق ساختمان‌های مسکونی، مؤلفان علیرضا حجرگشت، محمدرضا سعیدی و...، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.

9- Electronic devices and circuit theory by Robert Boylestad Louis Nashilsky.

10- Transistor Fundamentals by Robert. J.Brite.

11- Transistor Circuit action by Henry. C. Vealch.

12- Electronic Devices Electron flow version Floyd.

13- High reliability soldering and circuit board repair0, by Norman Ahlhelm- unesco 2013.

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

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

Www.IranEstekhdam.Ir

«لینک‌های مفید و مرتبط»

دانلود منابع آزمون استخدامی هنرآموز الکترونیک

خرید و دانلود

دانلود نمونه سوالات آزمون استخدامی هنرآموز الکترونیک

خرید و دانلود

سرویس خصوصی خدمات عام المنفعه اخبار شغل و استخدام

Www.IranEstekhdam.Ir

خواننده گرامی؛ در جهت بهبود کیفیت این فایل؛ لطفاً هرگونه انتقاد و پیشنهاد خود در مورد مطالب آن

و یا گزارش مشکل را به آدرس ایمیل و یا با شماره تلفن زیر مطرح نمایید:

شماره تلفن تماس: ۰۲۱-۹۱۳۰۰۱۱۳ آدرس ایمیل: soal@iranestekhdam.ir