

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰى مُحَمَّدٍ وَّآلِ مُحَمَّدٍ وَّعَجِّلْ فَرَجَهُمْ



طراحی و ساخت مدارهای چاپی

رشته الکترونیک

گروه برق و رایانه

شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه دهم دوره دوم متوسطه





وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



- نام کتاب: طراحی و ساخت مدارهای چاپی - ۲۱۰۲۷۸
- پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
- مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش
- شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: شهرام نصیری سوادکوهی، شهرام خدادادی، محمود شبانی، احمد توکلی و محسن کیالاشکی (اعضای شورای برنامه ریزی)
- مدیریت آماده‌سازی هنری: شهرام نصیری سوادکوهی، شهرام خدادادی، محمود شبانی و احمد توکلی (اعضای گروه تألیف) محمود شبانی، محسن کیالاشکی (ویراستار فنی و ادبی)
- شناسه افزوده آماده‌سازی: اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
- نشانی سازمان: جواد صفری (مدیر هنری) - مریم دهقان‌زاده (صفحه‌آرا) - مریم کیوان (طراح جلد)
- تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
- وب‌گاه: www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir
- ناشر: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)
- چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران-کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش)
- سال انتشار و نوبت چاپ: تلفن: ۴۴۹۸۵۱۶۱-۵، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰ صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹
- چاپ دوم ۱۴۰۵: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

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



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 (قَدَسَ سِرُّهُ)

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 سیم کشی مدارهای روشنایی ساختمان	۱۰۱.....
پودمان سوم	طراحی و شبیه سازی مدار چاپی	۱۸۱.....
	واحد یادگیری ۱: شایستگی طراحی دستی نقشه مدار چاپی	۱۸۲.....
	واحد یادگیری ۲: شایستگی شبیه سازی و ترسیم مدار چاپی با نرم افزار	۱۹۹.....
پودمان چهارم	طراحی مدار چاپی با نرم افزار تجاری	۲۲۹.....
	واحد یادگیری ۱: شایستگی راه اندازی نرم افزار تجاری و اجرای یک نقشه	۲۳۰.....
	واحد یادگیری ۲: شایستگی اجرای دستورهای ویژه در نرم افزار 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 راه اندازی بُرد	۳۰۷.....
منابع		۳۲۵.....

این کتاب در سال های ۱۴۰۲ و ۱۴۰۳ از منظر چهار گروه از دنیای کار (کارفرمایان بزرگ، خبرگان حرفه ای، فروشندهگان خدمات و کالا و انجمن های حرفه ای) و چهار گروه از دنیای آموزش (هنرآموزان خبره، مربیان سازمان آموزش فنی و حرفه ای، هنرجویان پایه دوازدهم و فارغ التحصیلان 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 دیمونتاژ 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 فنی و حرفه‌ای و کار دانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی فنی و حرفه‌ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است.

این 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 در این 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 فنی و حرفه‌ای و کار دانش

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 بسته 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، دابل، دیمِر، 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 می‌شود.

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

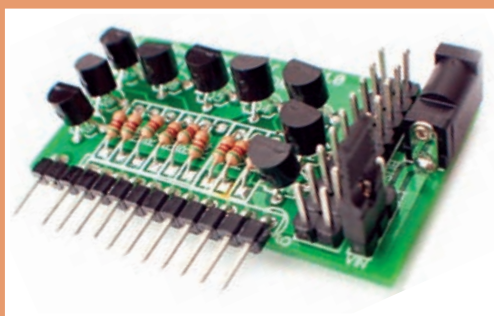


نظرسنجی کتاب درسی



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. فیبرهات توسط اتصال‌های دائمی یا جدا شدنی به یکدیگر یا به دستگاه‌ها و وسایل 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 و نقل 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 ديمونتاژ 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 ایجاد 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 واحد یادگیری، بر اساس استاندارد عملکرد، علاوه بر آموزش مباحث نظری مرتبط با لحیم‌کاری، ساختمان هویه (iron)، ساختمان قلع‌کش (desoldering tool) ابزارهای مورد نیاز برای لحیم‌کاری، مهارت اجرای لحیم‌کاری، ديمونتاژ 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 بر کسب مهارت درانتخاب و به‌کارگیری ابزار، مهارت لازم را در اجرای لحیم‌کاری و ديمونتاژ 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.

۱- اصول لحیم کاری

■ مواد، تجهیزات و ابزار مورد نیاز

سیم مفتولی - سیم رشته‌ای - خط کش - مائیک علامت گذاری - سیم چین - سیم لخت کن - دم باریک - مواد و ابزار لحیم کاری (انواع روغن لحیم - انواع لحیم - انواع هویه) - انواع سیم رشته‌ای - مفتولی - لوازم التحریر - هویه قلمی - لحیم ۶۰/۴۰ - روغن لحیم - سنباده ۶۰۰ - پایه هویه - اسفنج مخصوص پاک کردن نوک هویه - سیم بریده شده از قبل - سیم افشان ۰/۲۵ و ۰/۵ - فیش نر و ماده آنتن - فیبر اوراقی

■ فضای آموزش و تجهیزات مربوط به آن

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

فیلمی از انواع اتصالات را مشاهده کنید.

فیلم



■ 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 ۱- مواد برای اتصال و چسباندن

علاوه بر مواد ذکر شده برای برخی از اتصالات و چسب کاری‌ها 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 لحیم کاری نیاز به دستگاه هویه لحیم کاری داریم.

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.

کارگروهی



■ 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)

■ آب‌بندی (sealing joint)

■ **استحکام (solidity - rigidity):** منظور از استحکام، داشتن یک اتصال یا چسبندگی محکم مورد انتظار است، مثلاً هنگامی که 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):** هنگامی که 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.

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.

کارگروهی

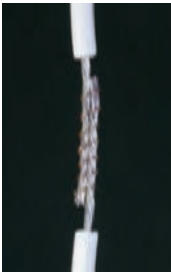


اتصال‌ها از نظر کاربرد در دو گروه دائمی و جداشدنی تقسیم می‌شوند.

■ **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. از انواع 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 از کدام 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 ۲- تشخیص انواع اتصال

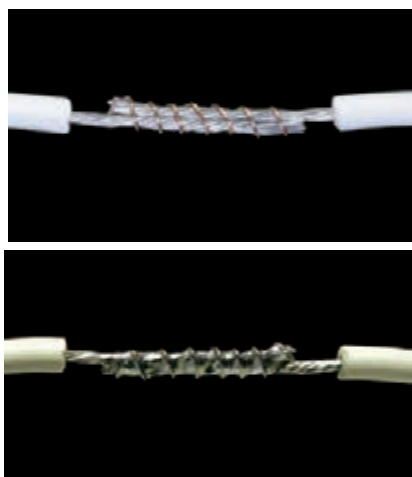
فیلمی از انواع لحیم‌کاری را مشاهده کنید.

فیلم



■ 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).

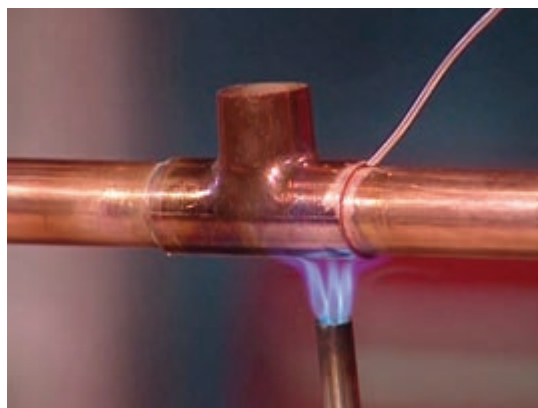


شکل ۳- یک نمونه اتصال لحیم‌کاری شده

برای ایجاد 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)



شکل ۴- یک نمونه لحیم‌کاری سخت استاندارد

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 باشید که استحکام آلیاژ مورد استفاده در لحیم‌کاری سخت، بالاتر از لحیم‌کاری نرم است، لذا در مواردی مانند اتصال پیل‌ها از لحیم‌کاری سخت استفاده می‌کنند، (شکل ۴).

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.

پژوهش



شکل ۵- نمونه‌هایی از لحیم‌کاری نرم

■ لحیم‌کاری نرم یا سست (soft soldering):

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

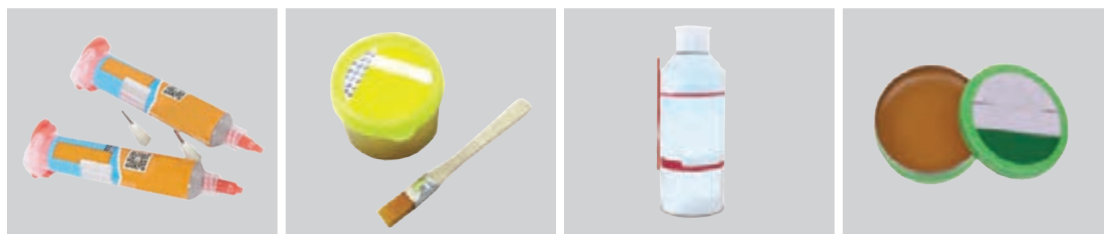
فیلمی از انواع مواد و ابزار لحیم‌کاری را مشاهده کنید.

فیلم



■ 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 - 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 و کلرید روی از معروف‌ترین روغن‌های ساینده یا کروسیو 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 ۶- نمونه‌هایی از انواع روغن لحیم (flux)

- با مراجعه به سایت‌های اینترنتی، یک نمونه برگه 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 برچسب آن استخراج کنید و به کلاس ارائه دهید.

پژوهش



■ 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 خود حل 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 ۵/۰ 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 ۷- نمونه‌ای از لحیم و مقطع حاوی flux

نسبت قلع و سرب در آلیاژ لحیم بین ۴۰ تا ۶۰ درصد تغییر می‌کند. معمولاً در عمل، مفتول‌های لحیم مورد استفاده در صنعت الکترونیک را با آلیاژهای 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 ۶ mm، ۵/۸ mm، ۱ mm، ۱/۵ mm و ۲ mm ساخته می‌شود.

نکته



شکل ۸- نمونه‌ای از مفتول لحیم کاری

قرقره لحیم موجود در کارگاه را بررسی کنید، سپس قطر سیم 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.

نکته



با توجه به پیشرفت فناوری در صنایع 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



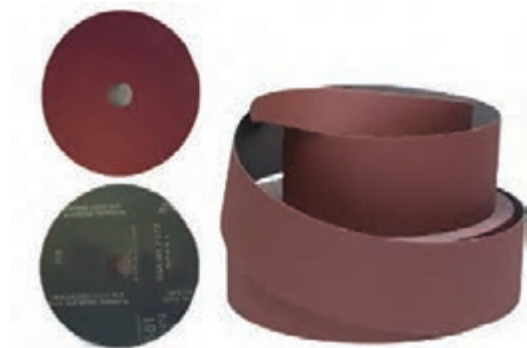
فیلمی از انواع سنباده و کاربرد آنها را ببینید.

■ سنباده:

یکی از مواد مورد استفاده در لحیم کاری 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 رنگ کاری آماده شود.

■ گاهی سنباده را برای ایجاد شیار و ناصاف کردن سطوح صاف به کار می‌برند تا آنها را برای چسب زدن آماده کنند.



شکل ۹- چند نمونه سنباده

■ با توجه به نیاز، سنباده‌ها را در انواع صفحه‌ای یا ورقه‌ای، رولی یا تویی، تسمه‌ای یا نواری، دیسکی یا دایره‌ای و پره‌ای یا ورقه ورقه می‌سازند.

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

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

جدول ۱- استاندارد سنباده‌ها

استاندارد اروپایی	استاندارد آمریکایی	قطر ذرات سنباده (میکرون)
P ۶۰	۶۰	۲۵۰
P ۸۰	۸۰	۱۸۰
P ۱۲۰	۱۲۰	۱۰۶
P ۱۸۰	۱۸۰	۷۵
P ۲۲۰	۲۴۰	۶۳
P ۳۶۰	۳۲۰	۴۰/۵
P ۸۰۰	۴۰۰	۲۵/۸
P ۱۲۰۰	۶۰۰	۱۵/۳
P ۲۴۰۰	۸۰۰	۶/۵
P ۴۰۰۰	۱۲۰۰	۲/۵

■ استاندارد و درجه بندی سنباده:

بر اساس ریزی و درشتی ذرات ساینده و تعداد آنها در واحد سطح (اینچ مربع) یعنی سطحی به ابعاد ۲/۵۴ سانتی متر در ۲/۵۴ سانتی متر، درجه بندی و شماره گذاری می‌کنند. هر قدر تعداد دانه‌ها در واحد سطح تعریف شده بیشتر شود، اندازه آنها نیز ریزتر و سنباده نرم تر می‌شود.

در ایران معمولاً برای شناسایی سنباده و درجه بندی آن از استاندارد اروپایی استفاده می‌شود. در جدول ۱ دو نمونه درجه بندی 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.

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

فیلمی از انواع سیم‌ها و کاربرد آنها را ببینید.

فیلم



سیم‌ها

سیم‌ها ارتباط الکتریکی بین قطعات و تجهیزات الکتریکی را برقرار می‌کنند. سیم‌ها را از نظر ساختمان قسمت هدایت‌کننده سیم (هادی - 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 لاک و با روکش عایق قابل انعطاف تقسیم می‌شوند. سیم‌های نشان داده شده در شکل‌های الف و ب - ۱۰ دارای روکش پلاستیکی و شکل پ - ۱۰ بدون روکش است.



پ) رشته‌ای (solid/strand wire)



ب) افشان (strand)



الف) مفتولی (solid)

شکل ۱۰- انواع سیم‌ها از نظر 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 در سیم‌کشی ساختمان استفاده می‌شود. روکش سیم‌های مفتولی تقریباً مانند سیم‌های افشان است.

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

نکته



شکل ۱۱- 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 ضخیم‌تر است.

■ 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 اشیاء 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 ۱۲- 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

انبردست و دم باریک نیز مانند هر وسیله دیگر دارای برگه مشخصات فنی است که توسط کارخانه سازنده ارائه می‌شود.

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.

□ غلط □ صحیح

۳ نوع لحیم‌کاری را در شکل ۱۴ مشخص کنید.



□ سخت □ نرم □ سخت □ نرم

شکل ۱۴

خودارزیابی



۴ کدام گزینه در مورد لحیم کاری 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 اکسید کند.
- (۴) روغن لحیم نباید با فلزات ترکیب شود.

۵ کدام گزینه بهترین نسبت قلع، سرب را در آلیاژ لحیم برای لحیم کاری 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 - افشان - رشته‌ای / مفتولی) قسمت هدایت کننده (هادی) هر سیم را در محل مربوطه در شکل ۱۵ بنویسید.



شکل ۱۵

۸ منظور از لحیم ۴۰/۶۰ کدام گزینه است؟

- (۱) ۶۰ درصد سرب - ۴۰ درصد قلع
- (۲) ۶۰ درصد قلع - ۴۰ درصد مس
- (۳) ۶۰ درصد قلع - ۴۰ درصد سرب
- (۴) ۶۰ درصد مس - 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 - کمتر
- (۲) قلع - بیشتر
- (۳) نقره - بیشتر
- (۴) قلع - کمتر



شکل ۱۶- قرقره لحیم

۱۱ در مورد قرقره لحیم شکل ۱۶ به سؤالات زیر پاسخ دهید.

الف) قطر سیم چند میلی متر است؟

ب) آیا لحیم دارای سرب است؟

پ) آلیاژهای تشکیل دهنده لحیم کدام عناصر است؟

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 تشکیل دهنده 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

بریدن و روکش برداری سیم

هدف: کسب مهارت در بریدن و روکش برداری سیم

مواد، ابزار و تجهیزات: سیم مفتولی، سیم رشته‌ای، خط کش، ماژیک علامت گذاری، سیم چین، سیم لخت کن، انبردست و دمباریک.

کار عملی ۱



مراحل اجرای کار

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

فیلمی از کاربرد انبردست، دمباریک، سیم چین و سیم لخت کن و نکات ایمنی مربوط به آنها را ببینید.

فیلم





شکل ۱۷- سیم چین

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

سیم چین نیز مانند هر ابزار دیگری دارای برگه مشخصات فنی است.

۳ با استفاده از خط کش سه قطعه سیم مفتولی و سه قطعه سیم افشان نمره ۱، ۱/۵ یا ۲ را در فاصله ۱۵۰ میلی متری با ماژیک علامت گذاری کنید و آن را با سیم چین ببرید.

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

نکته



۴ سیم لخت کن (wire stripper) برای روکش برداری یا لخت کردن سیم به کار می‌رود. سیم لخت کن‌ها در دو مدل دستی و خودکار (اتوماتیک) ساخته می‌شوند. شکل ۱۸ دو نمونه سیم لخت کن دستی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۸- سیم لخت کن دستی

طبق شکل، سیم لخت کن دستی دارای فک، دسته و پیچ تنظیم است. جنس فک‌های سیم لخت کن دستی از فولاد بوده و دو لبه تیز برای ایجاد برش روی روکش دارد. دسته سیم لخت کن مشابه دسته سیم چین است.

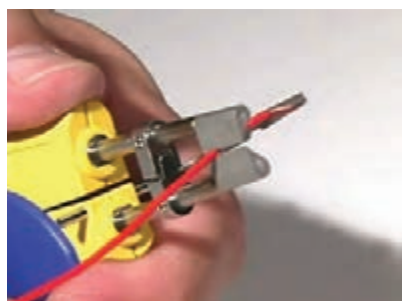
از آنجا که انبردست‌ها، دم‌باریک‌ها، سیم چین‌ها و سیم لخت کن‌ها بسیار متنوع هستند با مراجعه به رسانه‌های مختلف، چند نمونه دیگر را بیابید و به صورت یک گزارش مصور به کارگاه ارائه کنید. در شکل ۱۹ نمونه‌های دیگری از این ابزارها را مشاهده می‌کنید.

پژوهش





شکل ۱۹- نمونه‌های دیگری از ابزار



شکل ۲۰- روکش برداری باسیم لخت کن

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



در شکل‌های ۲۰ و ۲۱ سیم لخت کن خودکار (اتوماتیک) را مشاهده می‌کنید. سیم لخت کن‌های خودکار تنوع نسبتاً زیادی دارند.

شکل ۲۱- یک نمونه سیم لخت کن خودکار

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

پژوهش



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

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

ایمنی



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



شکل ۲۲- روکش برداری با سیم لخت کن خودکار



شکل ۲۳- یک نمونه دستگاه چند کاره

۷ برخی از ابزارها، چند کاره هستند. در شکل ۲۳ یک نمونه ابزار چند کاره را ملاحظه می‌کنید. این ابزار شامل سیم‌چین، سیم لخت کن 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.

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

فعالیت



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



شکل ۲۴- سیم لخت کن ساده و حرارتی

با گرفتن ایده از شکل ۲۴ و راهنمایی مربی کارگاه و همفکری با همکار گروهی خود یک سیم لخت کن ساده و یک سیم لخت کن حرارتی بسازید.



شکل ۲۵- سیم لخت کن انگشتی

■ **سیم لخت کن انگشتی:** از این سیم لخت کن برای برش دادن و روکش برداری کابل های کواکسیال و شبکه استفاده می کنند. چون دارای دندانه های متفاوتی است. کابل، مناسب با قطر دندانه، در دهانه آن قرار می گیرد و با چرخاندن ابزار به دور کابل، غلاف کابل شکافته می شود. وجود تیغه پانچ در سر این سیم لخت کن، امکان پانچ سیم را فراهم می کند. شکل ۲۵ این سیم لخت کن را نشان می دهد.



شکل ۲۶

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

کار عملی ۲



انتخاب و آماده سازی هویه قلمی و قلع اندود کردن سیم

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

مواد، ابزار و تجهیزات: سیم مفتولی، سیم چین، سیم لخت کن، انبردست، دم باریک، پیچ گوشتی چهارسو و تخت مناسب، هویه قلمی، لحیم ۶۰/۴۰، روغن لحیم، سنبلاده ۶۰۰، پایه هویه و اسفنج مخصوص پاک کردن نوک هویه، سیم های بریده شده از قبل

■ مراحل اجرای کار

برای لحیم کاری دو یا چند قطعه فلزی به یکدیگر باید ابتدا نقاط مورد نظر را گرم کنیم، سپس عمل لحیم کاری را انجام دهیم. وسیله ای که حرارت مورد نیاز را برای لحیم کاری تأمین می کند هویه نام دارد. هویه در دو نوع ساده و برقی ساخته می شود. در صنایع برق و الکترونیک از هویه برقی استفاده می کنند. هویه برقی در دو نوع قلمی (iron) و هفت تیری وجود دارد، (شکل ۲۷).



هویه قلمی



هویه هفت تیری (تفنگی)

شکل ۲۷- انواع هویه



یک نمونه هویه قلمی و هویه هفت تیری را در اختیار بگیرید و مشخصات فنی شامل توان، ابعاد نوک و ابعاد هویه را بنویسید.

..... (الف)
 (ب)
 (پ)
 (ت)

۲- انتخاب نوک هویه

- برای انجام لحیم کاری روی قطعات و فیبر مدار چاپی، باید از هویه با نوک مناسب استفاده شود. چنانچه نوک هویه مناسب نباشد موجب آسیب رسیدن به قطعه یا بُرد مدار چاپی می شود.
- ابعاد و نوک هویه باید به گونه ای باشد که بتواند محل لحیم کاری را پوشش دهد. چنانچه ابعاد نوک در مقایسه با محل لحیم کاری خیلی کوچک باشد لحیم کاری به خوبی انجام نمی شود.
- در صورتی که نوک هویه خیلی بزرگ باشد، به قطعه و بُرد آسیب می رساند. ابعاد نوک با توجه به میزان توان مصرفی هویه (وات) ساخته می شود.
- انتخاب شکل ظاهری نوک هویه با توجه به نوع لحیم کاری صورت می گیرد. در شکل ۲۸ چند نمونه نوک هویه را ملاحظه می کنید.



شکل ۲۸- چند نمونه نوک هویه

- برای مثال اگر بخواهیم پایه های مدار مجتمع (IC) را لحیم کنیم باید از نوک های ظریف و سوزنی شکل استفاده نماییم.



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

■ استانداردها و ایمنی های ویژه لحیم کاری

- چون لحیم کاری ظریف است و نیاز به دقت دارد، در صورتی 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 دقت 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 پایه هویه استاندارد را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۲۹- 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 و گازهای سمی تولید می‌شود، اطاق لحیم‌کاری باید مجهز به هواکش مناسب باشد. در تمام 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 به دست آورند، لازم است ابزارهای اولیه را داشته باشند. این ابزارهای اولیه شامل کیف ابزار، سیم‌های رابط، هویه، قلع کش 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 ۳۰- 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 ۳۱- یک نمونه هویه با نوک پارویی

■ از این نوک برای صاف کردن سطوح پلاستیکی استفاده می‌شود. همچنین از این 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 خود یک قطعه پلاستیک نرم شکسته شده را جوش دهید.

۳- انتخاب هویه

■ برای انجام لحیم‌کاری روی قطعات و فیبر مدار چاپی، علاوه بر نوک مناسب باید از هویه 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 نظر ابعاد 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 هویه مناسب را برای لحیم‌کاری انتخاب کنیم. این اطلاعات براساس اطلاعات علمی و تجربه‌های عملی تهیه شده است.

جدول ۳- انتخاب هویه مناسب

موارد کاربرد	وات بسیار مناسب	وات مناسب	وات نامناسب
ای سی	۲۰W	۳۰W	۱۰۰W-۸۰W-۶۰W-۴۰W
برد مدار چاپی	۳۰W-۲۰W	۲۰W	۱۰۰W-۸۰W-۶۰W
ترانزیستور	۴۰W-۳۰W-۲۰W	۶۰W	۱۰۰W-۸۰W
خازن - مقاومت	۴۰W-۳۰W-۲۰W	۶۰W	۱۰۰W-۸۰W
ترمینال ها و کلیدها	۶۰W-۴۰W-۳۰W	۸۰W-۱۰۰W	-
اتصالات برقی	۸۰W-۶۰W-۴۰W	۳۰W-۱۰۰W	-
سیم های سربی	۶۰W-۴۰W-۳۰W	۲۰W-۸۰W-۱۰۰W	-
کابل کواکسیال	۱۰۰W-۸۰W	-	-
محفظه های فلزی	۱۰۰W	۸۰W	-



شکل ۳۲- نوک اکسید شده و قلع اندود شده

۴- آماده سازی و قلع اندود کردن نوک هویه: برای لحیم کاری 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 می شود. شکل ۳۲ نوک قلع اندود شده و اکسید شده را نشان می دهد. برای تمیز کردن و قلع اندود کردن نوک هویه مراحل زیر را به طور کامل اجرا کنید.



شکل ۳۳- فروبردن نوک هویه در روغن لحیم

■ نوک هویه که در اثر کار کردن کثیف شده است را با برس سیمی یا سنباده نرم (از ۶۰۰ به بالا) تمیز کنید. استفاده از سنباده ضخیم یا سوهان سبب از بین رفتن لایه محافظ نوک هویه می شود. هویه را به برق وصل کنید تا شروع به گرم شدن کند.

■ نوک هویه گرم را طبق شکل ۳۳ به داخل روغن لحیم فرو ببرید.



شکل ۳۴- تمیز کردن نوک هویه با اسفنج مخصوص

■ در صورتی که نوک هویه خوب گرم نمی کند، چنانچه قابل تعویض است، با استفاده از پیچ گوهی 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 زائد آن پاک شود. مراقب باشید پوشش استاندارد که مانع اکسید شدن نوک هویه می شود از بین نرود.

■ یک نمونه نوک هویه را که خوب گرم نمی کند 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 ۳۵- اضافه کردن لحیم به نوک هویه

- اگر نوک هویه تمیز و براق نشد، باید قلع اندود شود.
- برای قلع اندود کردن نوک هویه، سیم لحیم را به نوک هویه بچسبانید، (شکل ۳۵).



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

- بعد از اینکه نوک هویه به درجه حرارت ذوب لحیم رسید لحیم روی آن جاری می شود. این عمل را ادامه دهید تا نوک هویه کاملاً به یک لایه نازک لحیم آغشته شود.
- در نهایت نوک هویه را طبق شکل ۳۶ با اسفنج مرطوب مخصوص لحیم کاری تمیز کنید.



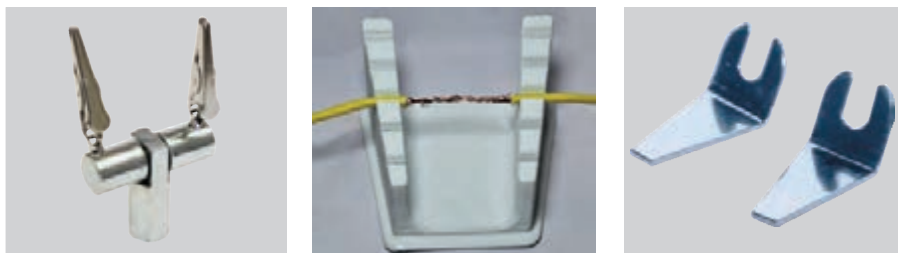
شکل ۳۷- احیا کننده نوک هویه

- می توان از احیا کننده نوک هویه برای بازسازی نوک هم استفاده کرد.
- برای جلوگیری از اکسیده شدن سیم های مسی که زیر ترمینال یا پیچ قرار می گیرند باید آنها را قلع اندود کنید.
- سیم هایی را که قبلاً بریده اید و روکش برداری کرده اید، به ترتیب زیر قلع اندود کنید.
- با استفاده از سنباده نرم، سنباده بزنید تا کاملاً شفاف شود.

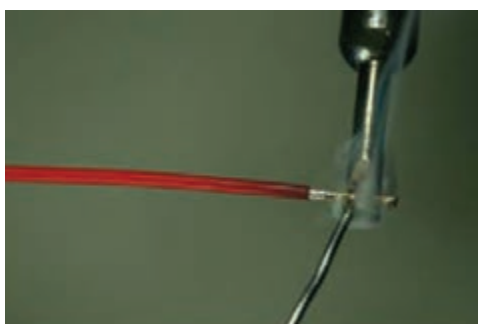
■ برای اجرای عمل لحیم کاری نکات زیر را رعایت کنید.

- از هویه با وات مناسب استفاده کنید. در الکترونیک هویه های ۱۰ وات تا ۴۰ وات برای لحیم کاری مناسب اند.
- نقاطی را که می خواهید لحیم کاری کنید با سنباده نرم (شماره ۴۰۰ به بالا) یا پارچه زبر، تمیز کنید، زیرا عمل لحیم کاری روی سیم های کثیف و اکسید شده انجام نمی گیرد.
- نوک هویه را کاملاً تمیز کنید.
- هویه قلع اندود 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 و سیم قلع اندود می شود. در شکل ۳۹ (اینفوگرافی) مراحل قلع اندود کردن سیم نشان داده شده است.
- همان طور که در نمایش تصویری اطلاعات (اینفوگرافی - Infographic) شکل ۳۹ نشان داده شده است برای قلع اندود کردن سیم از نوک مخصوص شکل استفاده شده است.

■ در صورتی که 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 ۳۸- گیره لحیم‌کاری و نوع دیگر نوک هویه



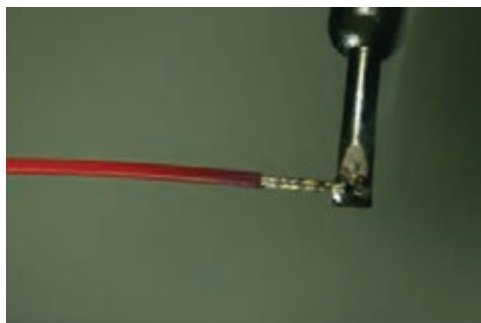
ب) تماس لحیم با سیم مسی گرم شده



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



د) پایان قلع اندود شدن



ج) جاری شدن و نفوذ لحیم روی سیم مسی



و) سیم قلع اندود شده



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

شکل ۳۹- مراحل قلع اندود کردن سیم مسی



۱ در فرایند اجرای لحیم کاری کدام گزینه صحیح نیست؟

- (۱) هویه مناسب در الکترونیک ۱۰ تا ۴۰ وات است.
- (۲) نقاط لحیم کاری باید با پارچه زبر یا سنباده نرم تمیز شود.
- (۳) سیم ها و عناصر مورد لحیم کاری 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 لحیم کاری در مدارهای الکترونیکی با..... استفاده می شود.

- (۱) آی سی
- (۲) قطعات بسیار کوچک
- (۳) قطعات پر وات
- (۴) ترانزیستور

۳ با توجه به جدول ۳ انتخاب هویه نامناسب برای لحیم کاری خازن ها و مقاومت ها کدام گزینه است؟

- (۱) ۲۰W-۳۰W
- (۲) ۳۰W-۴۰W
- (۳) ۶۰W
- (۴) ۸۰W-۱۰۰W

۴ توان بسیار مناسب برای لحیم کاری آی سی ها ۲۰ وات است.

- ☐ غلط ☐ صحیح

۵ با توجه به جدول ۳ در لحیم کاری کابل کواکسیال هویه ۸۰ تا ۱۰۰ وات بسیار مناسب است.

- ☐ غلط ☐ صحیح

۶ سه مورد نکته ایمنی در مورد استفاده از هویه و قلع کش 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



اتصال سیم با لحیم کاری

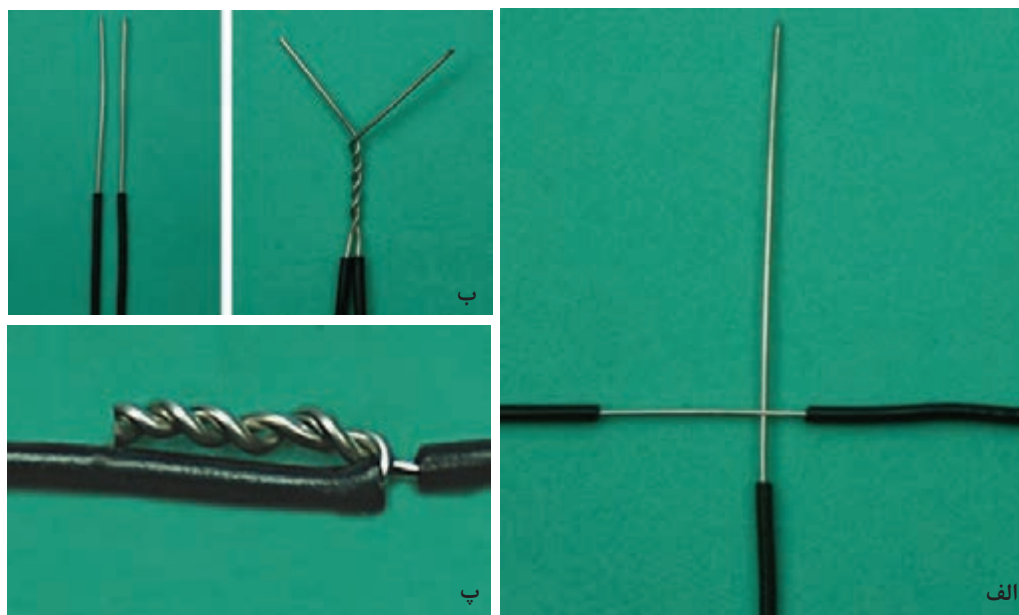
هدف: کسب مهارت اتصال ثابت لحیم شده سیم‌های مفتولی و افشان

مواد، ابزار و تجهیزات: سیم مفتولی، سیم چین، سیم لخت کن، انبردست، دم باریک، پیچ گوشتی چهارسو و تخت مناسب، هویه قلمی، لحیم ۶۰/۴۰، روغن لحیم، سناده 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. در این قسمت اتصال و لحیم کاری سیم‌های مفتولی را طبق مراحل زیر اجرا 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 ۴۱- مراحل قلع اندود کردن سیم مسی

- ۱ دو رشته سیم مفتولی را که قبلاً قلع اندود کرده‌اید را با کمک دم‌باریک و انبردست طبق شکل ۴۱- 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 ۴۱- ب).
- ۳ سیم‌های اضافه را با سیم چین ببرید و اتصال را روی عایق بخوابانید (شکل ۴۱- 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 از نظر استحکام 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 ۴۲- لحیم یک اتصال با سیم افشان

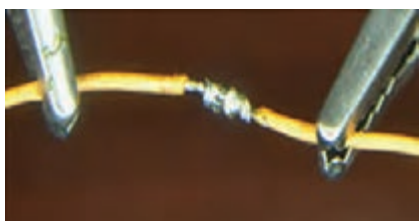
هنگامی که محل لحیم‌کاری را گرم می‌کنید مراقب باشید که گرمای بیش از اندازه موجب اکسید شدن محل لحیم‌کاری نشود.

ایمنی



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

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



ب) لحیم‌کاری صحیح



الف) لحیم‌کاری سرد (غلط)

شکل ۴۳- 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 سرد شدن یا کشیف بودن محل اتصال، سبب ایجاد لحیم سرد می‌شود همچنین گرمای بیش از اندازه، یک لایه اکسید بین دو فلز ایجاد می‌کند. بروز این حالت را در لحیم‌کاری نیز لحیم سرد می‌گویند.

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



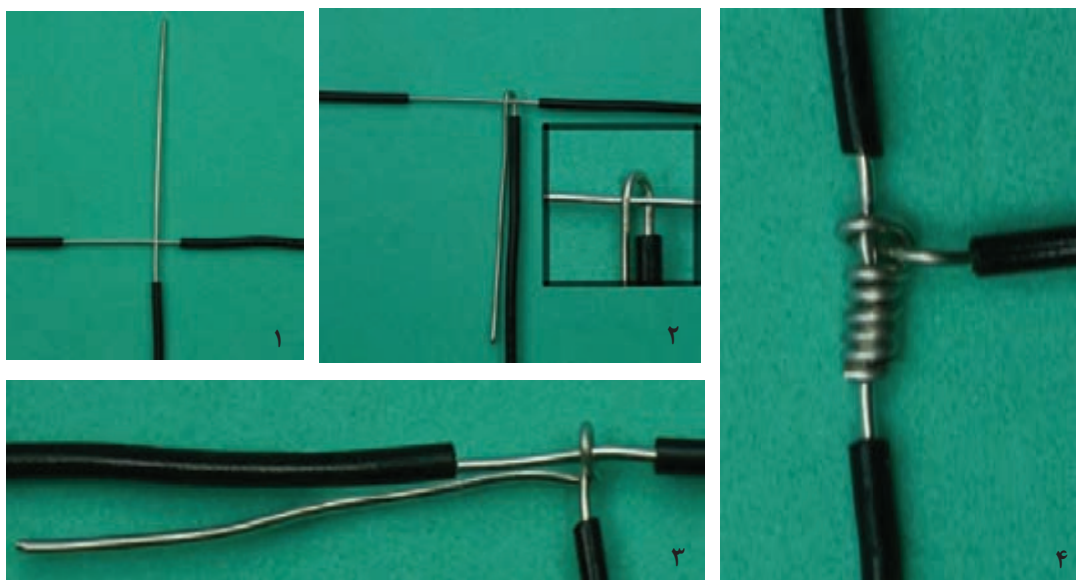
با مراجعه به رسانه‌های مختلف و مشاوره با افراد صاحب نظر، ویژگی یک لحیم خوب را بیابید و گزارش کاملی به کارگاه ارائه دهید.

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



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



شکل ۴۴- 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 را طبق استاندارد قلع اندود کنید.

اتصال باید براساس مراحل زیر به اجرا درآید. طول محل اتصال لحیم کاری شده ۱۲ میلی متر 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 پیچید.

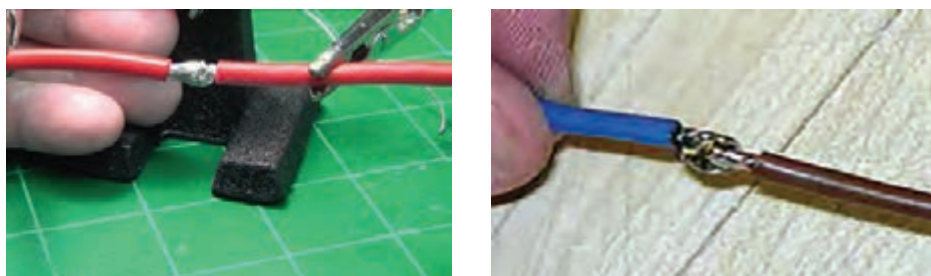
۳ سیم اضافی افشان را ببرید و سیم مفتولی را طبق شکل روی پیچش های سیم افشان بخوابانید.

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



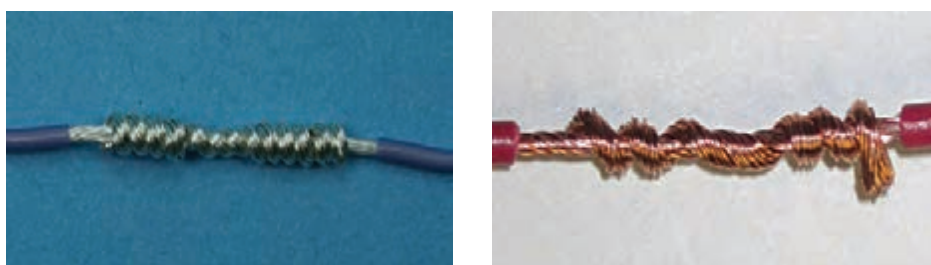
شکل ۴۵- اتصال سیم افشان به سیم مفتولی

سیم های افشان را به دو روش تاباندن سیم ها به هم و در هم تنیدن تارها اتصال می دهند. دو رشته سیم افشان را مطابق شکل ۴۶، به هم بتابانید و قلع اندود کنید.



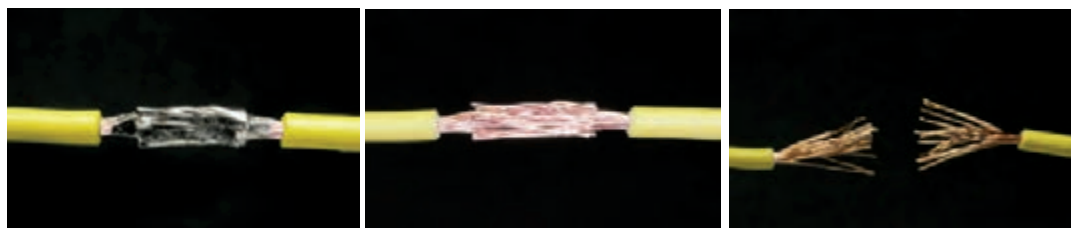
شکل ۴۶- اتصال دو رشته سیم افشان

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



شکل ۴۷- یک نوع اتصال دیگر ازدو رشته سیم افشان

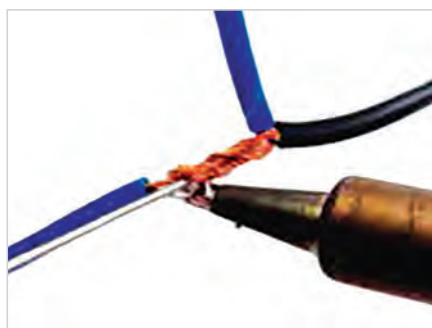
در شکل ۴۸ چگونگی در هم تنیدن تارها را برای اتصال سیم‌های افشان مشاهده می‌کنید. با استفاده از شکل ۴۸، یک اتصال لحیم‌کاری در هم تنیده با سیم‌های افشان اجرا کنید.



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

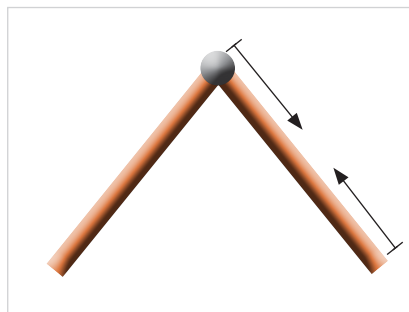
در شکل ۴۹ نمونه‌ای از اتصال سه سیم افشان نشان داده شده است. این اتصال را بررسی کنید و آن را اجرا و لحیم‌کاری نمایید.



شکل ۴۹- اتصال سه رشته سیم افشان

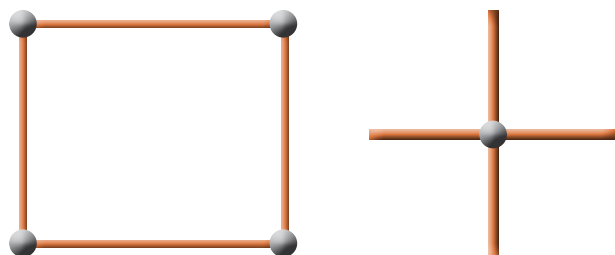
(د) ساخت اتصال زاویه ۳۰ درجه و مربع با سیم مفتولی:

دوقطعه دیگر از سیم‌های مفتولی با طول معین را بردارید و دو 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 ۵۰- 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 ۵۱- ساخت مربع و علامت بعلاوه



شکل ۵۲- تسلط در لحیم‌کاری

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

۳ در صورت 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.

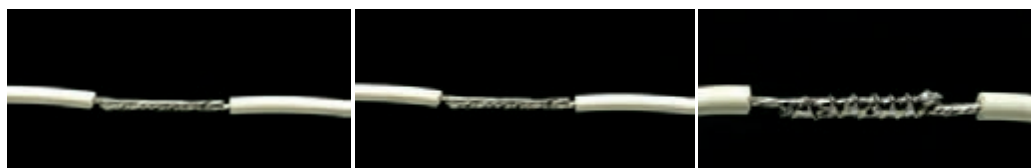
۴ شکل ۵۳ را بررسی کنید و فرایند چگونگی اجرای آن را بنویسید. سپس آن را قلع اندود کنید.

.....

.....

.....

.....



شکل ۵۳- اجرای یک اتصال ساده

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



عایق بندی سیم ها

هدف: کسب مهارت در عایق بندی سیم ها پس از اتصال و لحیم کاری

مواد، ابزار و تجهیزات: سیم افشان ۰/۲۵ و ۰/۵، سیم چین، سیم لخت کن، انبردست، دم باریک، پیچ گوشتی چهارسو. لحیم، سنبله ۶۰۰، پایه 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 می نامند. این عایق به صورت لوله توخالی با قطرهای مختلف ساخته می شود. این نوع عایق معمولاً برای روکش اتصال های سیمی به کار می رود. استفاده از این روکش بسیار ساده است که در طی مراحل کار به شرح آن می پردازیم. شکل ۵۴ وارنیش حرارتی را در قطرها و رنگ های مختلف نشان می دهد.



شکل ۵۴- انواع وارنیش حرارتی

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

۲ عایق را از یکی از سیم هایی که می خواهید به هم لحیم کنید عبور دهید.

۳ سیم ها را به هم اتصال دهید و محل اتصال را لحیم کاری کنید.

۴ هنگام لحیم کاری مراقب باشید که به وارنیش حرارتی گرما نرسد، زیرا در اثر گرم شدن جمع می شود.

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

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



شکل ۵۶- اتصال لحیم کاری شده با روکش وارنیش حرارتی



شکل ۵۵- دستگاه گرم کن برای وارنیش حرارتی

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



شکل ۵۷- اتصال سه تایی با روکش وارنیش حرارتی

۷ اگر به شکل دقت کنید، ملاحظه می کنید که وارنیش حرارتی علاوه بر عایق بندی، فضای بسیار کمی از سیم را می پوشاند و ضخامت آن را افزایش نمی دهد.

۸ در شکل ۵۷ نوع دیگر اتصال لحیم شده سه تایی را ملاحظه می کنید که با وارنیش حرارتی عایق بندی شده است.

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

۱۰ درباره فرایند اجرای کار گزارش کوتاهی بنویسید.

.....

.....

.....

.....

۱- کدام گزینه نقش روغن لحیم را در لحیم کاری سیم های مفتولی بیان می کند؟

- (۱) چسباندن سیم های مفتولی به هم
- (۲) پائین آوردن درجه ذوب لحیم
- (۳) پاک کردن سطوح خارجی سیم ها
- (۴) عدم شکنندگی در محل لحیم بعد از سرد شدن

۲- کدام گزینه مهم ترین شرایط ایجاد لحیم سرد در لحیم کاری را بیان می کند؟

- (۱) وات نامناسب هوپه
- (۲) اکسید بودن نوک هوپه
- (۳) کافی نبودن گرما در محل اتصال
- (۴) کافی نبودن قلع

۳- یکی از موادی که در عایق بندی کاربرد بهتری نسبت به سایر مواد دارد است.

خودارزیابی



۲- پیاده کردن یا ديمونتاژ (Demountage) 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 به وجود 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 به وسیله 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 به طور 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.

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

کار عملی



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

پژوهش



■ **انواع فیبرهای مدار چاپی از نظر لایه:** لایه‌های روی فیبر مدارچاپی به صورت یک لایه، دولایه یا چندلایه ساخته می‌شوند. در فیبرهای یک لایه فقط در یک طرف فیبر لایه مس وجود دارد. در این روش ارتباط بین پایه‌های قطعات و هدایت جریان فقط در یک 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.

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

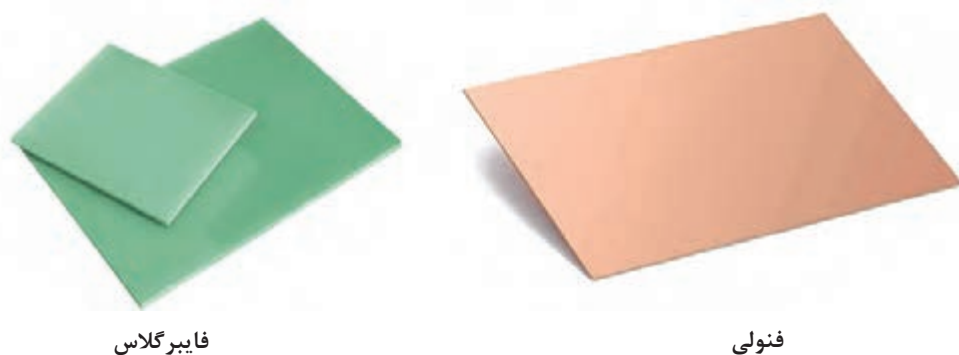
فعالیت



■ **انواع فیبرهای مدار چاپی از نظر جنس:** فیبرها از نظر 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 به صورت استاندارد در ضخامت‌های ۱، ۱/۵، و ۲ میلی‌متر ساخته می‌شوند، و قیمت آنها ارزان است و در تولید اغلب دستگاه‌های تجاری به کار می‌روند اما چون در مقابل 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 فیبر دیده 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.



شکل ۵۸- دو نوع فیبر

جدول ۴- مقایسه ویژگی‌های دو نوع فیبر فنولی و فایبرگلاس

نوع فیبر	مقاومت فیبر مگا اهم ($M\Omega$)	ثابت دی‌الکتریک در مقایسه با هوا	حداکثر مقاومت در برابر فشار نیوتون بر سانتی‌متر مربع	حداکثر زمان لحیم کاری در ۲۶۰ درجه (ثانیه)
فنولی	۱۰۴	۵/۳	۷	۵
فایبرگلاس	۱۰۶	۵/۸	۳۱	۳۰



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.

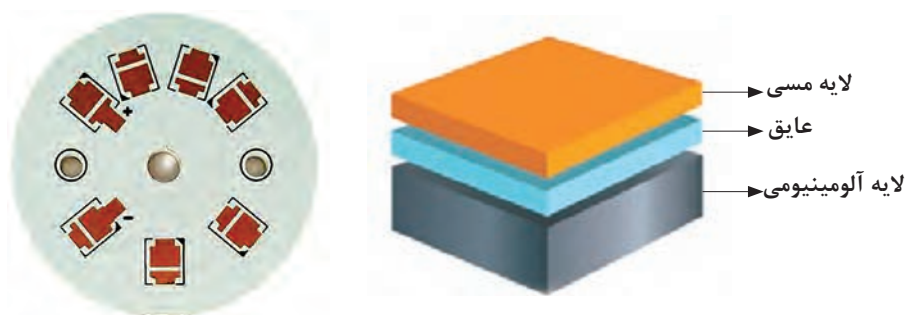
■ اگر روی فیبر فنولی سه بار متوالی و هر بار به مدت ۳۰ ثانیه لحیم‌کاری شود چه اثری روی فیبر می‌گذارد؟ تجربه کنید.

■ 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 در عملکرد 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 دی الکتریک، روی سطح آلومینیومی قرار دارد. روی این لایه نازک را فویل مسی پوشانده است. لایه نازک دی الکتریک، حرارت را از سطح مس به سطح آلومینیوم انتقال می‌دهد. شکل ۵۹ لایه‌های فیبر آلومینیومی و نمونه‌ای از این فیبر را نشان می‌دهد.



شکل ۵۹- 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 دمونتاز (demontage) می‌گویند. پس از دمونتاز باید قطعه سالم را دوباره جایگزین کنیم. به این عمل سوار کردن قطعه یا مونتاز (mountage) می‌گویند. قبلاً با قطعات DIP و TH آشنا شده‌اید. در کارهای عملی بعدی به چگونگی مونتاز و دمونتاز این نوع قطعات می‌پردازیم.



دمونتاژ قطعات

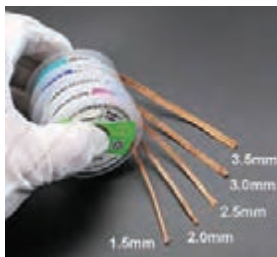
هدف: کسب مهارت دمونتاژ (demountage) قطعات از روی فیبر مدار چاپی
مواد، ابزار و تجهیزات: فیبر اوراقی، سیم چین، سیم لخت کن، انبردست، دم باریک، پیچ گوشتی چهارسو، مفتول لحیم، سنباده ۶۰۰، پایه هویه، هویه قلمی و اسفنج مخصوص پاک کردن نوک هویه، قلع کش.



برای اجرای این مرحله لازم است بُرد اوراقی توسط هنرجو فراهم شود. معمولاً در داخل منازل دستگاه‌های الکترونیکی معیوب غیر قابل تعمیر وجود دارد که هنرجویان باید آنها را باز کنند و بُردهای 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 فتیلهٔ لحیم را نشان می‌دهد.



شکل ۶۰- انواع فتیلهٔ لحیم

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

.....

.....

.....

۲ یک عدد بُرد 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 بُرد 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).



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.



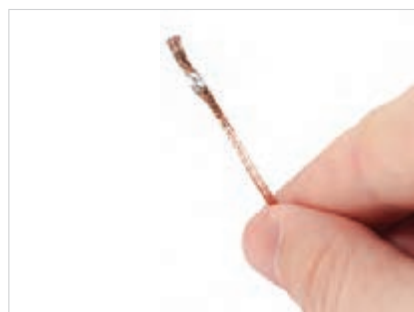
شکل ۶۱- برد اوراقی و مسواک و فرچه برای تمیز کردن فیبر

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

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

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

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



شکل ۶۲- 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.

■ هنگامی که فتیله لحیم کاملاً آغشته به لحیم شد، آن را جابه‌جا کنید و از قسمت دیگر فتیله که لحیم جذب آن نشده است، استفاده کنید.

■ در صورت نیاز قسمت فتیله آغشته به لحیم را با سیم‌چین قطع کنید.



- 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.

شکل ۶۳- برداشتن قطعات کوچک با فتیله لحیم

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



شکل ۶۴- قلع کش پیستونی با روکش شفاف

- ۱۰ در این مرحله می‌خواهیم با استفاده از هویه قلمی و قلع کش پیستونی تعدادی از قطعات را از روی برد بیرون بکشیم (دمونتاژ کنیم). برای جداکردن قطعه‌ها از روی برد به ترتیب زیر عمل کنید:
- قلع کش پمپی را آزمایش کنید و از سالم بودن آن مطمئن شوید.



شکل ۶۵- 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 قلع کش پمپی را شارژ کنید. در این حالت پیستون در داخل قرار می گیرد، (شکل ۶۵).



شکل ۶۶- مراحل ذوب شدن و مکش قلع

- طبق شکل ۶۶ قلع کش را در کنار پایه و هویه را روی لحیم بگذارید تا ذوب شود.
- به محض ذوب شدن لحیم، دکمه قلع کش 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 می کنید.



پ) آزاد کردن و بیرون آوردن قطعه



ب) برداشتن لحیم ها و آزاد کردن پایه ها



الف) شروع کار با استفاده از قلع کش

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

- این مرحله را تکرار کنید تا مهارت لازم را در بیرون آوردن قطعات به دست آورید.
- هنگامی که مهارت لازم را به دست آوردید از مربی بخواهید قطعه ای 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 قلع کش پیستونی بنویسید.

.....

.....

.....

۱۱ قلع کش حرارتی نوعی هویه است که یک قلع کش پیستونی روی آن نصب شده است، شکل ۶۸ این قلع کش لحیم محل اتصال را ذوب می کند، سپس آن را با پمپ دستی (مکنده) که روی دستگاه نصب شده است، می مکد.



شکل ۶۸- دو نمونه قلع کش حرارتی



شکل ۶۹- استفاده از قلع کش حرارتی

۱۲ شکل ۶۹ نوک قلع کش را نشان می دهد. همان طور که مشاهده می کنید، با قرار گرفتن نوک قلع کش روی فیبر مدار چاپی، لحیم ذوب می شود و دستگاه مکنده قلع را می مکد.

۱۳ در صورتی که این نوع قلع کش ها را در اختیار دارید دمونتاژ قطعات را با آن تجربه کنید.



شکل ۷۰- قلع کش حرارتی با پمپ مکش برقی

۱۴ نوع دیگری از قلع کش حرارتی وجود دارد که مجهز به دستگاه مکنده برقی (پمپ برقی مکش هوا) است. از این دستگاه برای کارهای حرفه ای استفاده می شود. این دستگاه ها دارای مدار الکترونیکی کنترل حرارت نیز هستند که به وسیله آن به آسانی می توانیم درجه حرارت مورد نیاز را تنظیم کنیم. در شکل ۷۰ نمونه ای از این دستگاه را ملاحظه می کنید.

فیلم



فیلمی از سرویس و نگهداری قلع کش را ببینید.



شکل ۷۱- باز کردن قلع کش پیستونی

■ **سرویس و نگهداری قلع کش:** معمولاً قلع کش 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 به صورت دوره‌ای (ماهانه یا فصلی) انجام دهید.

■ **قسمت سر قلع کش 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 صورتی که 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 به دلیل 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

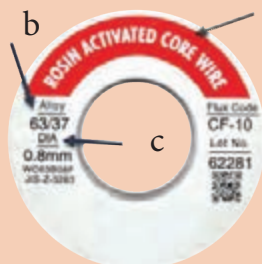
۳ کدام گزینه لحیم مناسب برای لحیم کاری قطعات الکترونیکی را بیان می کند؟

- (۱) ۴۰/۶۰ (۲) ۴۳/۵۷ (۳) ۶۰/۴۰ (۴) ۶۳/۳۷

۴ در الکترونیک با توجه به استاندارد اروپایی از سنباده های تا استفاده می کنند.

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

☐ غلط ☐ صحیح



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

شکل ۷۳

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

نوع فیبر	MΩ مقاومت فیبر
	۱۰ ^۴
	۱۰ ^۶

۸ روی کدام یک از فیبرهای مدار چاپی زیر می توان مدت زمان طولانی تری لحیم کاری کرد؟

- (۱) فنولی (۲) فایبرگلاس

۹ کدام گزینه نام دستگاه شکل ۷۴ را بیان می کند؟



- (۱) قلع کش حرارتی (۲) هویه هفت تیری (۳) هویه قلمی (۴) قلع کش پیستونی

شکل ۷۴

۱۰ Soldering Iron به معنی است و برای به کار می رود.

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: دمونتاز قطعات گسسته	دمونتاز قطعات الکترونیکی گسسته (مقاومت، خازن، دیود، ترانزیستور و آی سی 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، به درستی دمونتاز شود، سالم بودن پایه ها بررسی و برای استفاده مجدد یا تست آماده شود.	بالاتر از حد انتظار	علاوه بر تحقق شاخص های در حد انتظار، انجام کلیه فعالیت های پودمان (مانند تحقیق کنید، فکر کنید، پژوهش کنید و جست و جو کنید، بحث گروهی)
			در حد انتظار	شاخص های تحقق استاندارد: ۱- انتخاب صحیح ابزار برای جداسازی قطعات (مثل هویه، پنس، قلع کش) ۲- رعایت نکات ایمنی هنگام کار با ابزار لحیم کاری و قطعات الکترونیکی. ۳- جداسازی تمیز و بدون آسیب قطعات از برد مدار. ۴- شناسایی نوع و مشخصات قطعه (مثلاً مقاومت، دیود، ترانزیستور و آی سی و...) ۵- بررسی سلامت ظاهری قطعه پس از جداسازی (جداسازی قطعه بدون شکستن پایه ها یا آسیب به مسیرهای مسی برد) ۶- تمیزکاری محل جداسازی روی برد و آماده سازی قطعه برای استفاده مجدد ۷- ثبت مشخصات قطعه جدا شده برای نگهداری یا استفاده بعدی
			پایین تر از حد انتظار	در صورتی که هنوز جو همه شاخص های در حد انتظار را محقق نسازد، پایین تر از حد انتظار ارزشیابی می شود.
نمره مستمر از ۵ (بر اساس انجام فعالیت های کلاسی و کارگاهی، نظم، مشارکت در فعالیت های 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، پایین تر از حد انتظار)				

شایستگی‌های غیر فنی و عمومی (ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی)

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

شایستگی‌های غیر فنی و عمومی			شایستگی‌های فنی			شایستگی عملکرد هنرجو در واحد یادگیری
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 غیر فنی و عمومی، شایستگی در حد انتظار 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 غیر فنی از شرایط لازم برای کسب شایستگی می‌باشد؛ لذا در صورتی که شایستگی فنی را احراز کرده باشد اما

در شایستگی غیر فنی 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 پیچ گوشتی 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

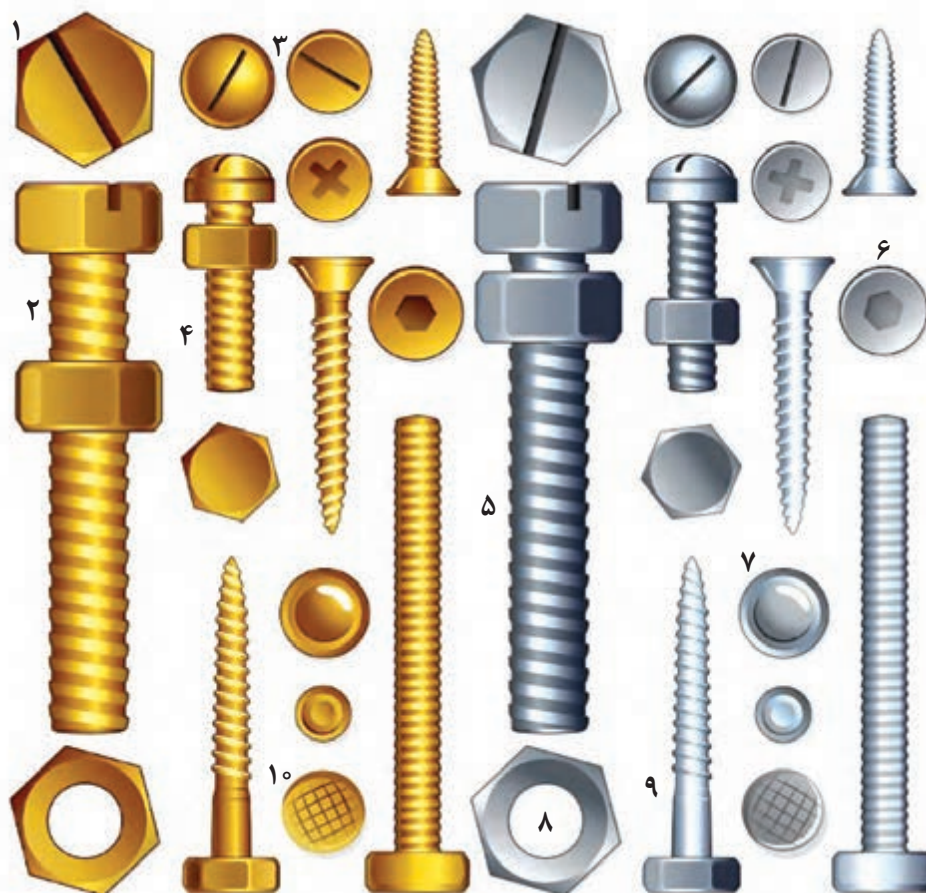
مونتاژ قطعات الکترونیکی گسسته (مقاومت، خازن، دیود، ترانزیستور و آی‌سی و...) با رعایت اصول ایمنی، جهت یابی صحیح و روش‌های لحیم‌کاری استاندارد روی برد مدار چاپی (PCB).

۱ شکل سر یا کله پیچ بسیار متنوع است. متداول ترین آن، تخت (flat-slot) و چهارسو (philipps) است. شکل ۷۷ این دو نوع پیچ و آچار آنها را نشان می دهد.



شکل ۷۷- دو نوع سرپیچ و آچار آن

در شکل ۷۸ چند نمونه از انواع پیچ، مهره و گل پیچ های متداول را ملاحظه می کنید.



شکل ۷۸- چند نمونه از انواع پیچ و مهره و گل پیچ

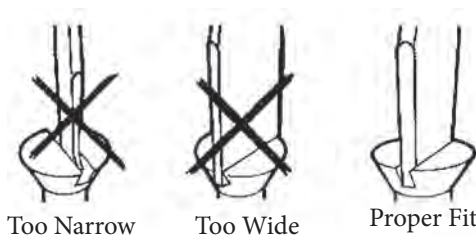
۲ پیچ‌ها را به وسیله آچار پیچ‌گوشتی (screw driver) باز می‌کنند. پیچ‌گوشتی از پرمصرف‌ترین ابزارهای سیم‌کشی است و انواع مختلف دارد. دو نوع چهارسو یا فیلپس (philipps) و تخت (slot-blade-flat-سو) (شکل ۷۹). بیشترین کاربرد را دارد (شکل ۷۹).



شکل ۷۹- دو نوع آچار پیچ‌گوشتی تخت و چهارسو

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

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



شکل ۸۰- انتخاب آچار مناسب مانع خرابی گل پیچ می‌شود

زیرنویس تصاویر شکل ۸۰ چه مفاهیمی را بیان می‌کند؟

فعالیت



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 ۸۱- (اینفوگرافی) استفاده ناصحیح از وسایل و ابزار برای باز کردن پیچ

کار با پیچ گوشتی

هدف: کسب مهارت در انتخاب و کار با پیچ گوشتی

مواد، ابزار و تجهیزات: انواع پیچ، انواع پیچ گوشتی، تخته چوبی مستعمل با ابعاد تقریبی (ضخامت ۲ تا ۴ سانتی متر و طول ۵۰ cm، عرض ۲۵ cm)

کار عملی ۶



۱ با استفاده از پیچ‌گوشتی حداقل ۴ عدد پیچ و مهره را از روی 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 ۸۲- چگونگی صحیح در دست گرفتن پیچ‌گوشتی

۲ در بحث قبلی گفتیم که نوک پیچ‌گوشتی باید مناسب پیچ باشد. علاوه بر این 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.

فیلمی از چگونگی بستن پیچ را ببینید.

فیلم



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.

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

فعالیت





شکل ۸۳- دو نمونه مجموعه پیچ گوشتی چند سر

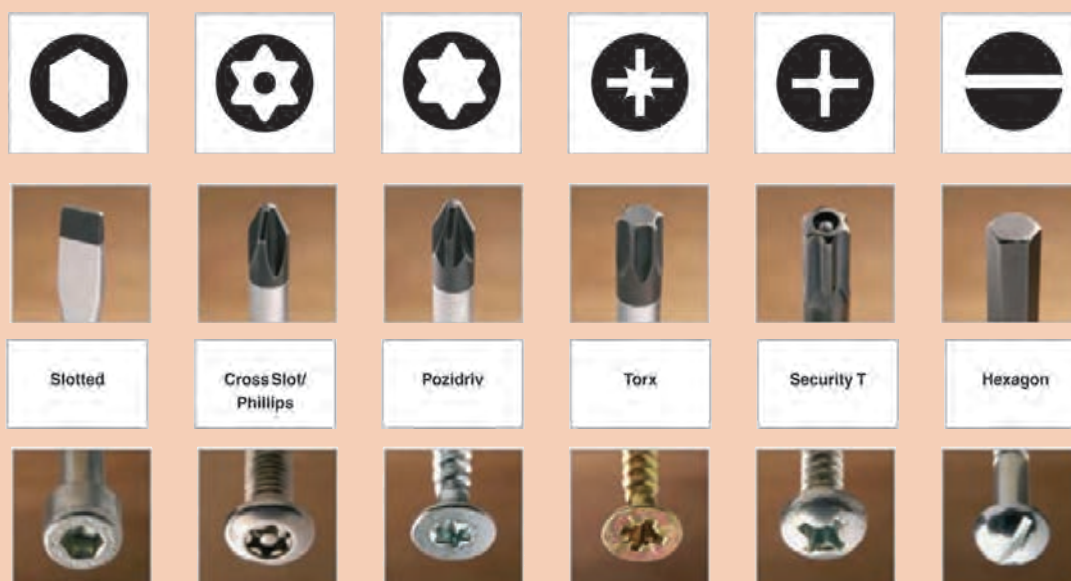


شکل ۸۴- پیچ گوشتی برقی

یکی دیگر از انواع پیچ گوشتی ها، پیچ گوشتی های برقی است. در این نوع پیچ گوشتی ها سرعت بستن و باز کردن و میزان نیروی وارد شده بر پیچ قابل تنظیم است. از مزایای دیگر پیچ گوشتی های برقی داشتن نوک های متعدد برای انواع گل پیچ ها است. همچنین میزان نیروی چرخشی این پیچ گوشتی ها قابل تنظیم است (شکل ۸۴).

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

خودارزیابی



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 لخت کن

۵ دو نوع آچار پیچ‌گوشتی و بیشترین کاربرد را دارد.

ساخت سیم‌های 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.

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.

کار عملی ۷



مراحل اجرای کار

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

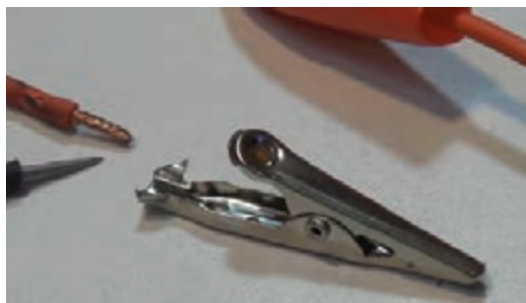
۲ شکل ۸۷ تعدادی گیره سوسماری را ملاحظه می‌کنید که به آنها سیم وصل نشده است.



شکل ۸۷- تعدادی گیره سوسماری بدون سیم



شکل ۸۶- چند نمونه گیره سوسماری



شکل ۸۸- گیره سوسماری بدون روکش حرارتی

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

۴ یک عدد گیره سوسماری را بردارید و روکش آن را مطابق شکل ۸۸ بیرون بیاورید.

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 ۹۰- عبور سیم از گیره سوسماری



شکل ۸۹- آماده سازی گیره سوسماری



شکل ۹۱- لحیم کاری گیره سوسماری

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

۸ روکش گیره را روی آن بکشید تا گیره سوسماری شما مشابه شکل ۸۶ شود. گیره 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 و کابل آنتن تلویزیون، سوسماری، کابل کوآکسیال برای BNC فیش، 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 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.



شکل ۹۲- اتصال کابل کوآکسیال به فیش آنتن

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 کابل‌ها و سیم‌های رابط معیوب شده را تعمیر کنید.



شکل ۹۳- اتصال کابل کوآکسیال به پروب BNC

۳ با کمک مربی کارگاه و با توجه به شکل ۹۳ یک پروب (پروب- PROBE) 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 کوآکسیال در کتاب همراه هنرجو آمده است.



شکل ۹۴- 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 ۹۵- چند نمونه فیش



شکل ۹۶- فیش میکروفون یا بلندگو

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.

۷ کابل‌ها و سیم‌های 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.

.....

.....

.....

.....

.....

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

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

مواد، ابزار و تجهیزات: وروبرد (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

کار عملی ۹





فیلمی از ساخت سوکت ببینید.

■ مراحل اجرای کار

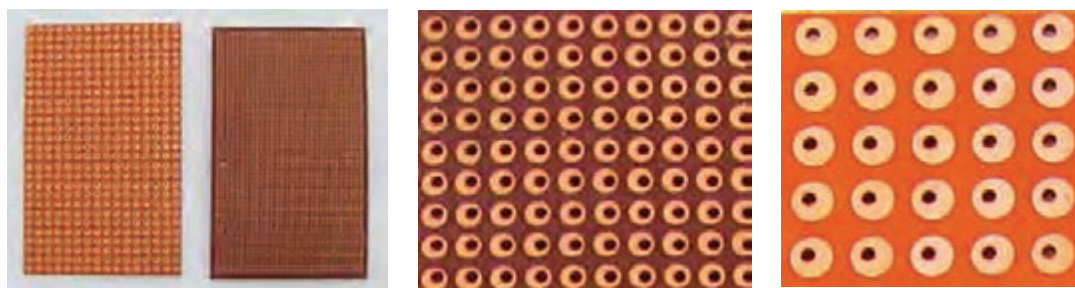
یکی از مواردی که اغلب در کارهای آزمایشگاهی پیش می‌آید نیاز به سوکت برای اتصال به بُرد است. معمولاً برای قطعاتی مانند آی‌سی‌ها سوکت آماده وجود دارد، ولی برای قطعاتی مانند ترانزیستور یا بوبین سوکت پیش ساخته وجود ندارد. در این گونه موارد می‌توانیم سوکت مورد نیاز را بسازیم. برای ساختن سوکت مراحل زیر را اجرا 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 هدر را مشاهده می‌کنید. انواع پین هدرهایی را که در اختیار دارید در دست بگیرید و کاربردهای آنها را مشاهده کنید.

شکل ۹۷- انواع پین هدر و سوکت مادگی آن

۲ فیبر سوراخ‌دار آماده یا ورو بُرد (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 سوراخ‌دار را مشاهده می‌کنید.



شکل ۹۸- 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 کمی مشکل‌تر 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 می‌کنید.



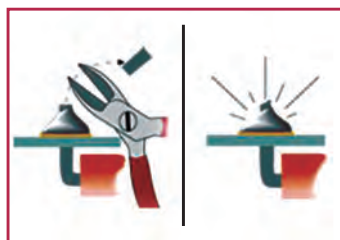
۳- نوک هویه را با اسفنج مرطوب تمیز کنید.



۲- قطعه را در مکان صحیح خود بگذارید.



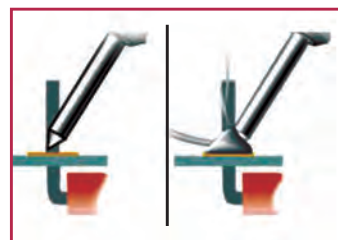
۱- ابزار را آماده کنید.



۶- لحیم را بازرسی کنید و سیم‌های اضافی را ببرید.



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



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

شکل ۹۹- اینفوگرافی مراحل مونتاژ قطعه روی برد مدار چاپی



مونتاژ قطعات

هدف: کسب مهارت مونتاژ (mountage) قطعات روی فیبر مدار چاپی
مواد، ابزار و تجهیزات: فیبر اوراقی، سیم چین، سیم لخت کن، انبردست، دم باریک، پیچ گوشتی چهارسو، مفتول لحیم، سنباده ۶۰۰، پایه هویه، هویه قلمی و اسفنج مخصوص پاک کردن نوک هویه، قلع کش.

مراحل اجرای کار

توجه



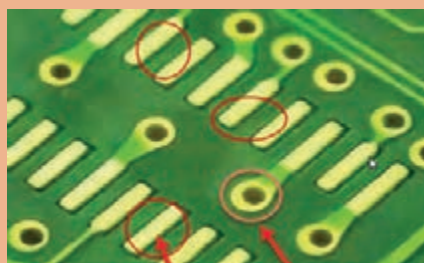
برای اجرای این مرحله لازم است بُرد اوراقی توسط هنرجو فراهم شود. معمولاً در داخل منازل دستگاه‌های الکترونیکی معیوب غیرقابل تعمیر وجود دارد که هنرجویان باید آنها را باز کنند و بُردهای اوراقی را مورد استفاده قرار دهند.

لحیم کاری باید مطابق استاندارد و بدون نقص باشد. در ادامه برخی از ویژگی‌های لحیم کاری خوب و مواردی از لحیم کاری 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 پد (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 پد حفره‌دار (Through hole pad) و پد سطحی (SMD Pad) نشان داده شده است.



پد TH پد SMD
 شکل ۱۰۰- دو نوع پد



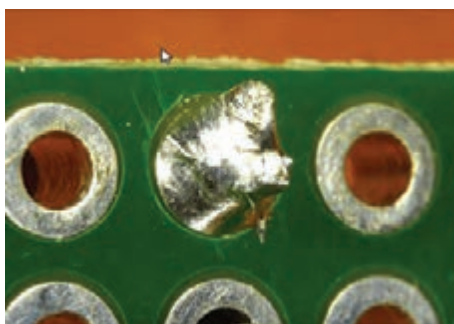
شکل ۱۰۱- لحیم کاری مناسب

- سطح براق و صاف به رنگ نقره‌ای و درخشان است.
- سطح لحیم مقعر بوده گنبندی 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



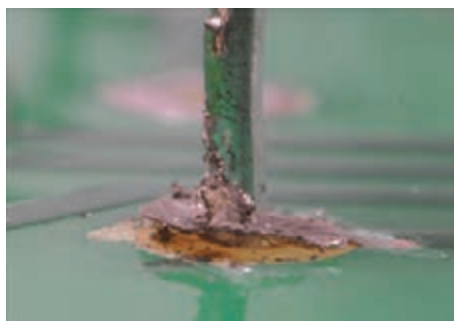
شکل ۱۰۲- اتصال سوخته

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



شکل ۱۰۳- اتصال سرد

■ 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 حرارت دهی یا سطوح کثیف اکسید شده ایجاد می شود.



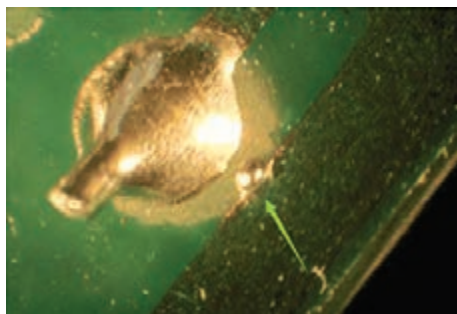
شکل ۱۰۴- پد از روی فیبر جدا شده

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



شکل ۱۰۵- کمبود لحیم در محل

■ 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 می شود.



شکل ۱۰۶- وجود گلوله‌های ریز قلع

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



شکل ۱۰۷- قلع اضافی

■ به علت دمای پایین، قلع به خوبی جریان نمی‌یابد و انباشته می‌شود. ماندن طولانی مدت 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 به درستی مذاب (تر Wetting) نشده و نتوانسته است به سطح فلز (پد یا قطعه) بچسبد.



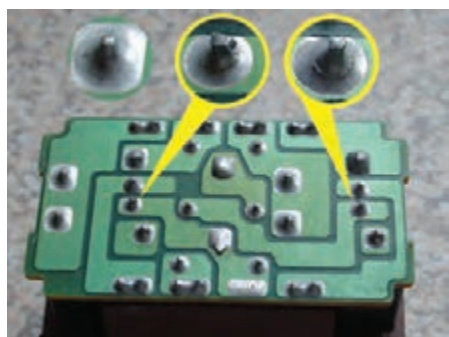
شکل ۱۰۸- جاری نشدن کافی لحیم

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.

■ کلیه مراحل نشان داده شده در اینفوگرافی شکل ۹۹ را به صورت 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 ۱۰۹- دو نمونه لحیم ترک‌دار و یک نمونه لحیم طبیعی

■ 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.

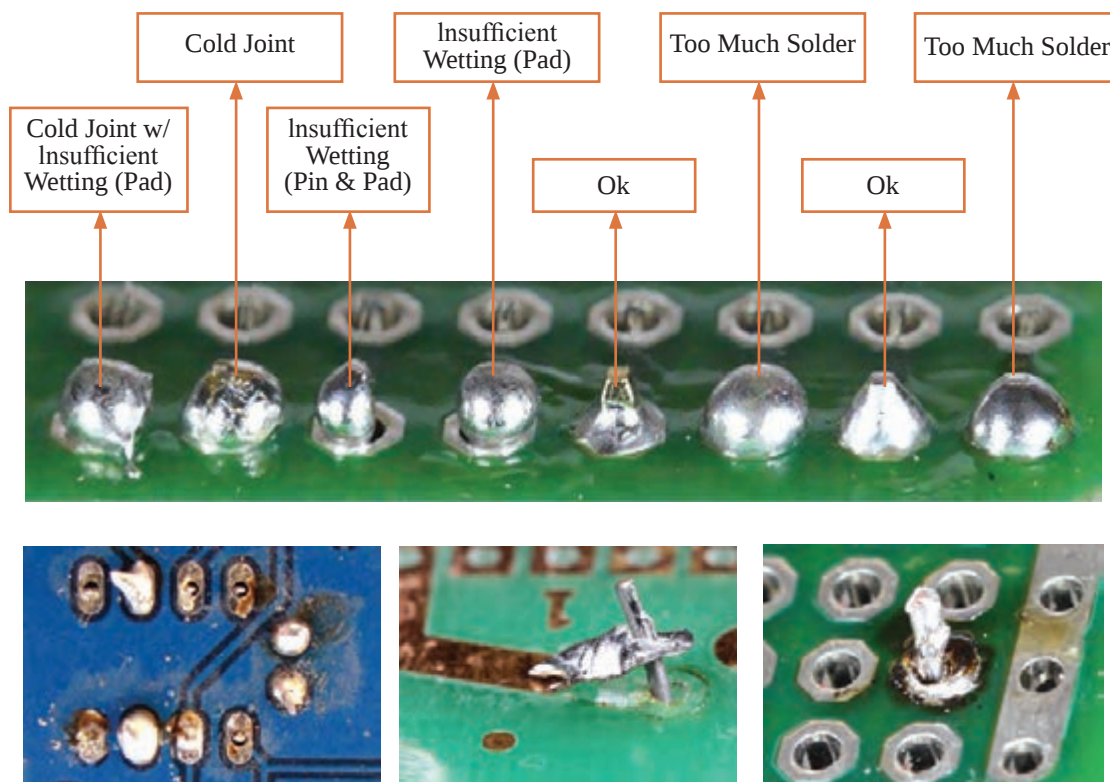
■ پایه‌ها را به ترتیب لحیم کنید. لحیم اجرا شده باید براق و کاملاً شفاف باشد. در صورتی که لحیم انجام شده کدر باشد، قابل قبول نیست. در شکل ۱۰۹ لحیم صحیح و مشکل‌دار با هم مقایسه شده است.

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

۳ هنگامی که مهارت لازم را به دست 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) - نمونه‌هایی از لحیم‌های مشکل‌دار را مشاهده می‌کنید.

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

بارش فکری



شکل ۱۱۰- (اینفوگرافی) نمونه‌هایی از لحیم مشکل‌دار

۴ گزارش کوتاهی از مراحل اجرای مونتاژ قطعه بنویسید.

.....

.....

.....

.....



تعمیر و 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، پیچ گوشتی
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 کرده ایم. همان طور که قبلاً گفتیم قسمت های مختلف یک هویه قلمی طبق شکل ۱۱۱ از نوک هویه، المان گرم کننده، حفاظ، دسته چوبی و سیم رابط و فنر نگهدارنده تشکیل شده است. در صورتی که هویه شما نیاز به تعمیر دارد با راهنمایی هنرآموز خود آن را باز کنید.



شکل ۱۱۱- قسمت های مختلف هویه

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



شکل ۱۱۲- چگونگی باز کردن هویه قلمی و اجزای آن

■ هنگام باز کردن هویه مراقب اتصالات، عایق ها و سایر اجزا باشید تا آسیب نبینند، (شکل ۱۱۳).

■ پس از بستن پیچ های 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 ۱۱۳- مراقبت از اجزاء داخلی هویه قلمی

۴ هویه هفت تیری براساس ساختار ترانسفورماتور کار می کند. عیوبی که در این دستگاه به وجود می آید 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.

.....

.....

.....

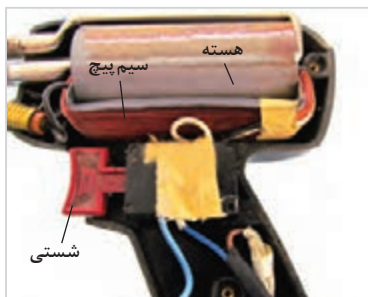
.....



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.

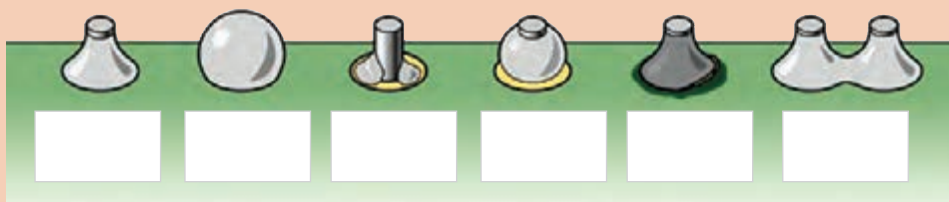


با مشاهده و بررسی این تصاویر به آسانی می توانید هویه هفت تیری خود را تعمیر کنید

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



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



شکل ۱۱۵

- ۵ کدام گزینه لحیم کاری صحیح را در شکل ۱۱۶ نشان می دهد؟



۴

۳

۲

۱

شکل ۱۱۶

تعمیق و تثبیت یادگیری (۱)

۱ در لحیم کاری سخت، درجه حرارت کار بالا و در لحیم کاری نرم درجه حرارت کار پائین است.

صحيح □ غلط □

۲ در لحیم کاری عناصر الکترونیکی از روغن های کروسو (ساینده) استفاده می شود.

صحيح □ غلط □

۳ کدام گزینه از ویژگی های روغن لحیم نیست؟

(۱) حل کردن اکسیدها و هیدرات ها

(۲) گسترش سریع و نفوذ در سطح فیبر

(۳) ترکیب نشدن با فلزات

(۴) نقطه ذوب بالا



شکل ۱۱۷

۴ در شکل ۱۱۷ نام هر یک از گزینه ها را در

محل خود بنویسید.

(۱) قلع کشی پیستونی

(۲) قلع کشی حرارتی

(۳) هویه قلمی

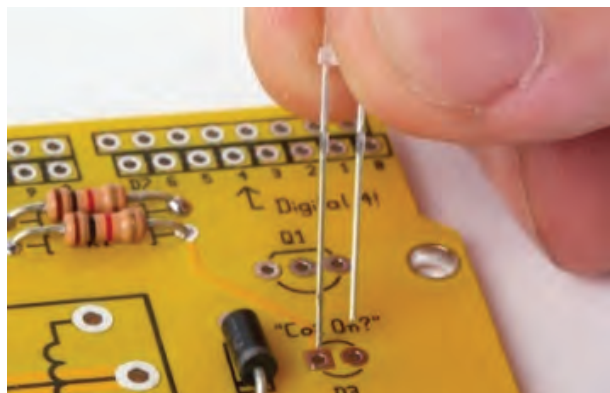
(۴) هویه هفت تیری

۵ کدام گزینه مقدار وات مناسب هویه را برای

لحیم کاری روی بُرد مدار چاپی نشان می دهد؟

(۱) ۲۰ W (۲) ۴۰ W

(۳) ۶۰ W (۴) ۸۰ W



شکل ۱۱۸

۶ قطعه نشان داده شده در شکل ۱۱۸ از

کدام نوع است؟

(۱) DIP

(۲) TH

(۳) SMD

(۴) COB

■ قلع اندود کردن سیم

- (۱) دو سر دو قطعه سیم مفتولی را به فاصله ۱/۵ سانتی متر روکش برداری 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 به هم اتصال دهید.
- (۵) محل اتصال را لحیم‌کاری کنید.

■ مونتاژ و ديمونتاژ قطعات از روی فیبر اوراقی

- (۱) با استفاده از ابزار مناسب، سه قطعه 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.

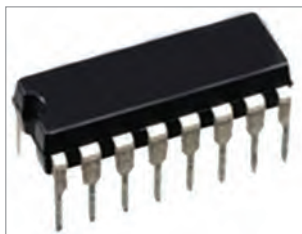
■ سرویس‌کاری نوک هویه و قلع کش پیستونی

- (۱) قطعات قلع کش پیستونی را از هم جدا کنید.
 - (۲) قلع کش را به‌طور کامل سرویس کنید.
 - (۳) قطعات قلع کش 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 قلع کش 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.

DIP



TH

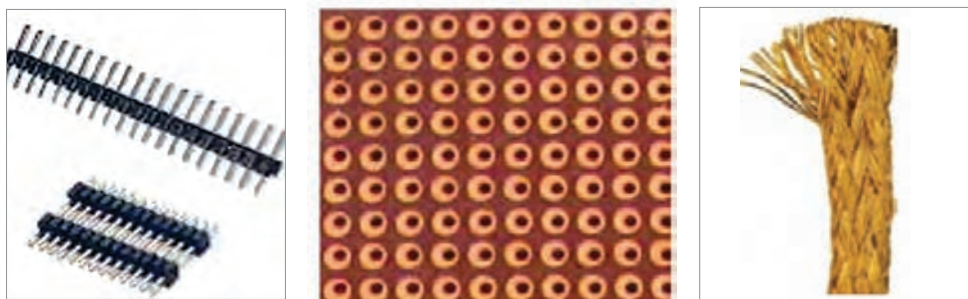


SMD



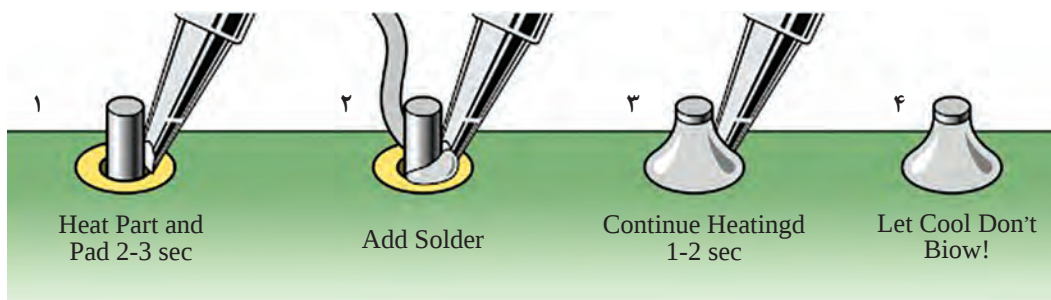
شکل ۱۱۹

۸ نام هر قطعه را بنویسید.



شکل ۱۲۰

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



شکل ۱۲۱

۱۰ برای تمیزکاری برد در فرآیند مونتاژ و دهمونتاژ از چه ابزار و موادی استفاده می شود؟ 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	واحد یادگیری ۱: مونتاژ قطعات گسسته	مونتاژ قطعات الکترونیکی گسسته (مقاومت، خازن، دیود، ترانزیستور و آی سی و ...) با رعایت اصول ایمنی، جهت یابی صحیح و روش های لحیم کاری استاندارد، روی برد مدار چاپی (PCB)	بالاتر از حد انتظار	علاوه بر تحقق شاخص های در حد انتظار، انجام کلیه فعالیت های پودمان (مانند تحقیق کنید، فکر کنید، پژوهش کنید، جست و جو کنید، بحث گروهی)
			در حد انتظار	۱- شناسایی و جهت یابی صحیح قطعات: تشخیص پایه های قطعات (مثل آند/کاتد دیود، پایه های ترانزیستور) براساس دیتاشیت یا نشانه های فیزیکی ۲- رعایت طرح چیدمان (Layout) قرارگیری قطعات مطابق نقشه مدار و فاصله گذاری مناسب برای جلوگیری از اتصال کوتاه ۳- لحیم کاری استاندارد: ایجاد اتصالات بدون قلع اضافی، حباب هوا یا سرد مونتاژ (Cold Solder) ۴- اصول ایمنی: استفاده از عینک محافظ، جلوگیری از گرمایش بیش از حد قطعات حساس ۵- کنترل کیفیت نهایی: بازرسی بصری اتصالات و تست مدار با مولتی متر برای اطمینان از عدم اتصال کوتاه یا قطعی
			پایین تر از حد انتظار	در صورتی که هنرجو همه شاخص های در حد انتظار را محقق نسازد، پایین تر از حد انتظار ارزشیابی می شود.
لازم است تا کیفیت فرایند کسب شایستگی در طول زمان آموزش پودمان براساس انجام فعالیت های کلاسی و عملی، نظم، مشارکت در فعالیت های آموزشی و تربیتی، ابتکار در تکالیف عملکرد درسی و ... در نظر گرفته شود.				
شایستگی پودمان (بالاتر از حد انتظار، در حد انتظار، پایین تر از حد انتظار)				

شایستگی‌های غیرفنی و عمومی (ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی)

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

شایستگی‌های غیرفنی و عمومی			شایستگی‌های فنی			شایستگی عملکرد هنرجو در واحد یادگیری
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 می‌شود.

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

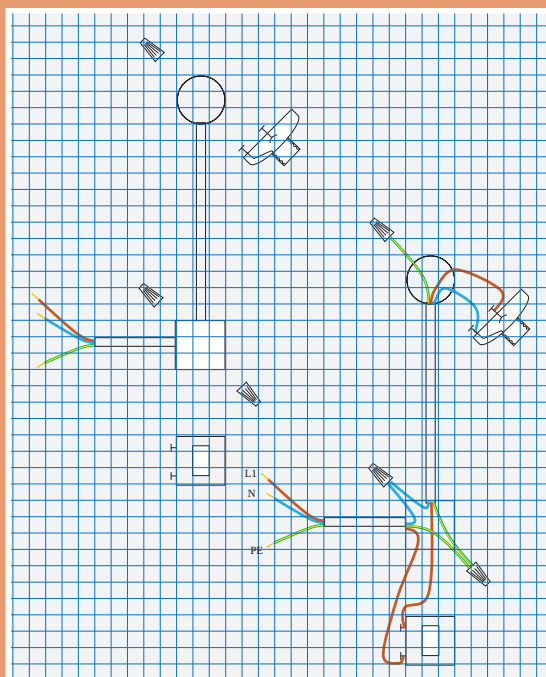
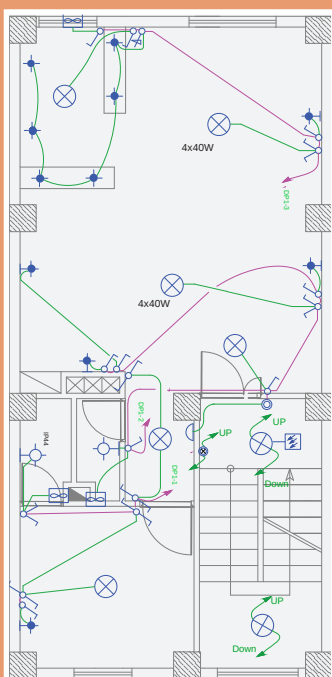
۳ با توجه به اینکه شایستگی‌های عمومی و غیرفنی از شرایط لازم برای کسب شایستگی می‌باشد؛ لذا در صورتی که شایستگی فنی را احراز کرده باشد اما در شایستگی غیرفنی و عمومی، سطح در حد انتظار کسب نشده باشد، به معنی عدم احراز شایستگی در واحد یادگیری است.





پودمان ۲

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 قابل اطمینان 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 هنرآموز

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 به دنبال 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 خسته کننده شده و ثانياً از نظر زمانی برای اجرای کارهای عملی دچار کمبود وقت خواهید شد. به همین خاطر ارائه مطالب تکنولوژی کارگاهی مدیریت شما هنرآموزان محترم را می طلبد.

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 در نظر 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 به صورت مجزا یا به شکل ترکیبی توسط هنرجویان اجرا شود.

اجرای برنامه درسی پیش‌بینی شده در هر هفته پودمان ۲

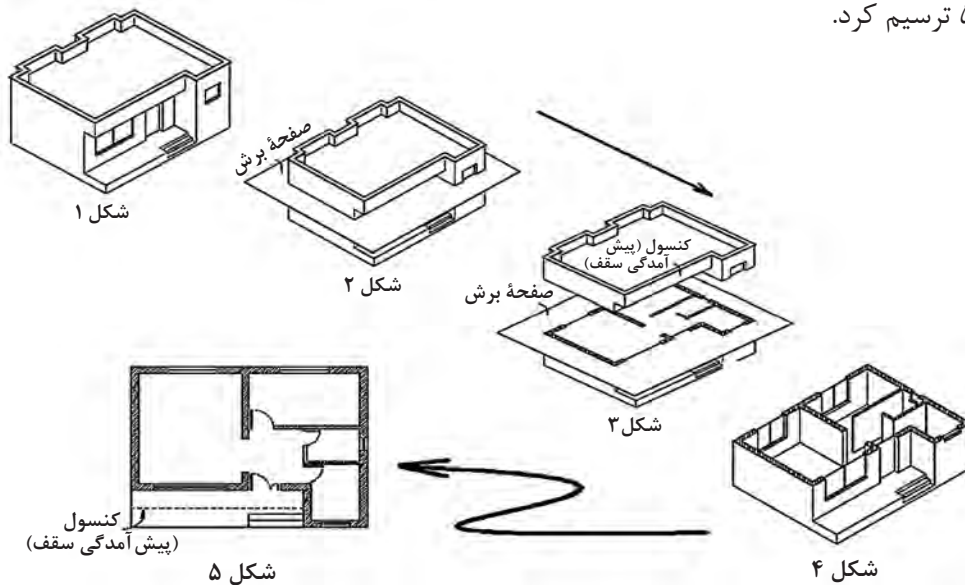
هفته	مطالب تکنولوژی کارگاهی	مطالب تئوری کار عملی	شماره کار عملی	عناوین و محتوای کار عملی
۱	معرفی شبکه تک فاز + ارت ارائه بخشی از سیم کشی توکار	معرفی نقشه پلان + علائم اختصاری + انواع نقشه‌ها	۱	تکمیل نقشه‌های پلان
۲	ارائه بخش باقیمانده سیم کشی توکار	معرفی تابلو DP + وسایل حفاظتی DP + چیدمان تجهیزات تابلو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

مقدمه

برای اجرای سیم کشی 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 به ترتیب 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 شکل ۲ برش افقی بزنیم و از زاویه بالا (سقف) به داخل ساختمان نگاه کنیم به نقشه‌ای مانند شکل ۳ می‌رسیم که به آن نقشه «پلان» گفته می‌شود و می‌توان آن را در شکل سه‌بعدی به صورت شکل ۴ و در روی صفحه دوبعدی به صورت شکل ۵ ترسیم کرد.



برای ترسیم پلان‌ها از علائم اختصاری استفاده می‌شود که در جدول ۱ چند مورد پرکاربرد آن نشان داده شده است.

جدول ۱- جدول علائم اختصاری در پلان ساختمان

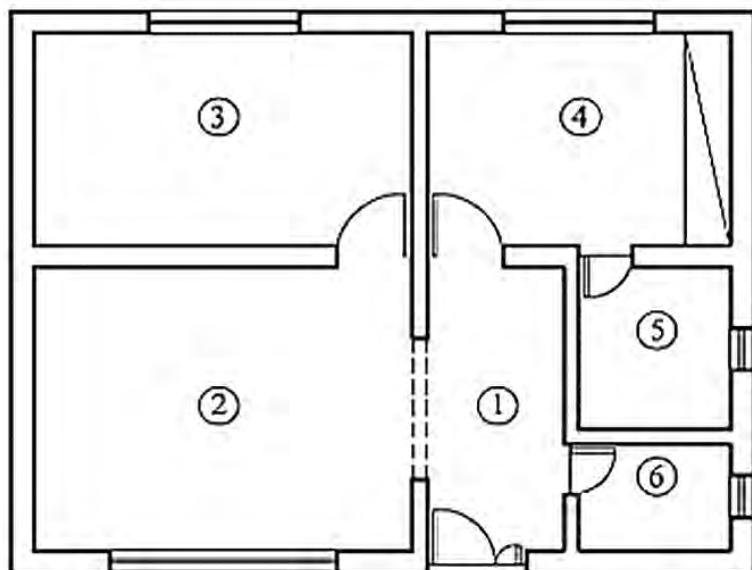
نام	علامت اختصاری	نام	علامت اختصاری
دیوار		راه پله	
درب یک لنگه		آسانسور	
درب دولنگه		ستون	
پنجره		کد ارتفاعی در پلان	
O.K.B ارتفاع کف پنجره از سطح زمین		تراس	
کمد دیواری		پیشخوان آشپزخانه	
داکت هواکش		جهت شمال جغرافیایی	

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

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.

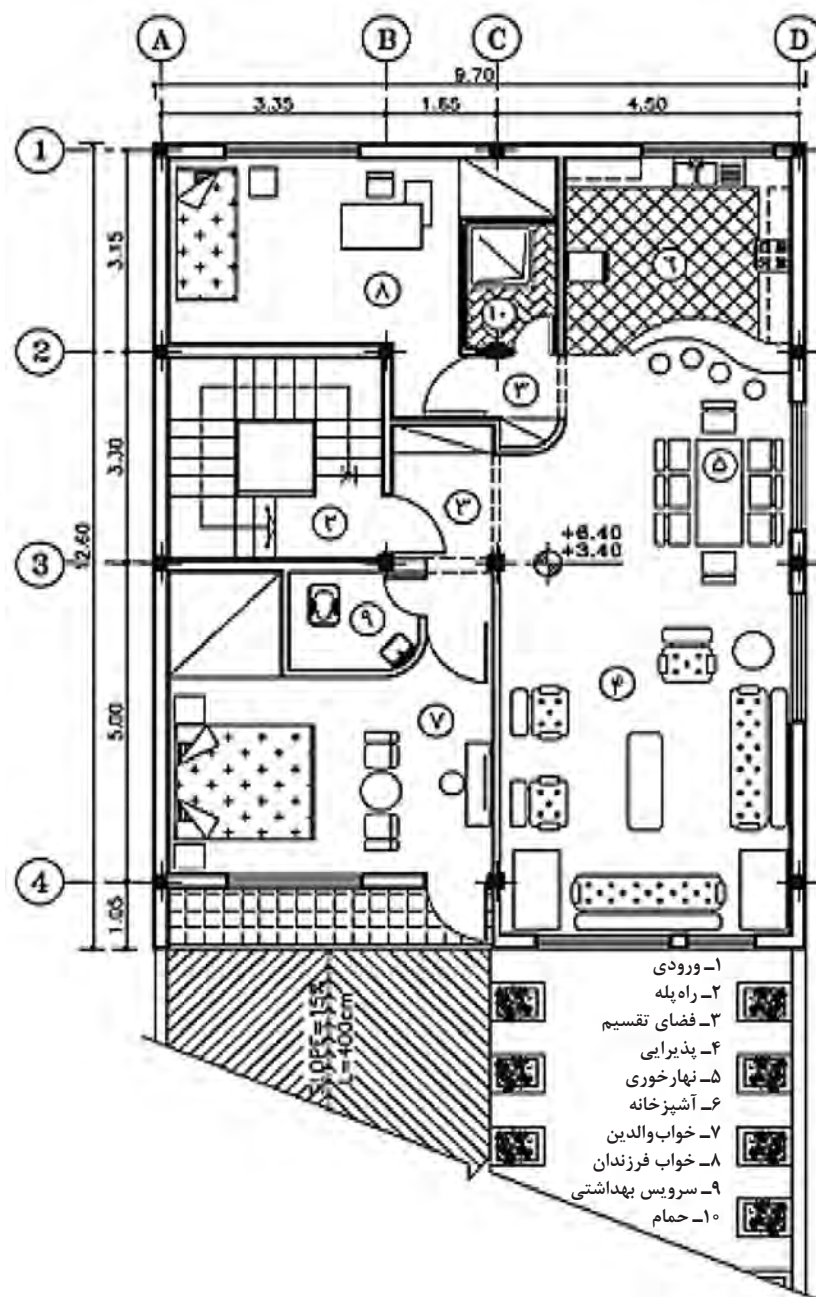


- Entrance ①
- Living Room ②
- Kitchen ③
- Bed Room ④
- Bath Room ⑤
- W.C ⑥

شکل ۶

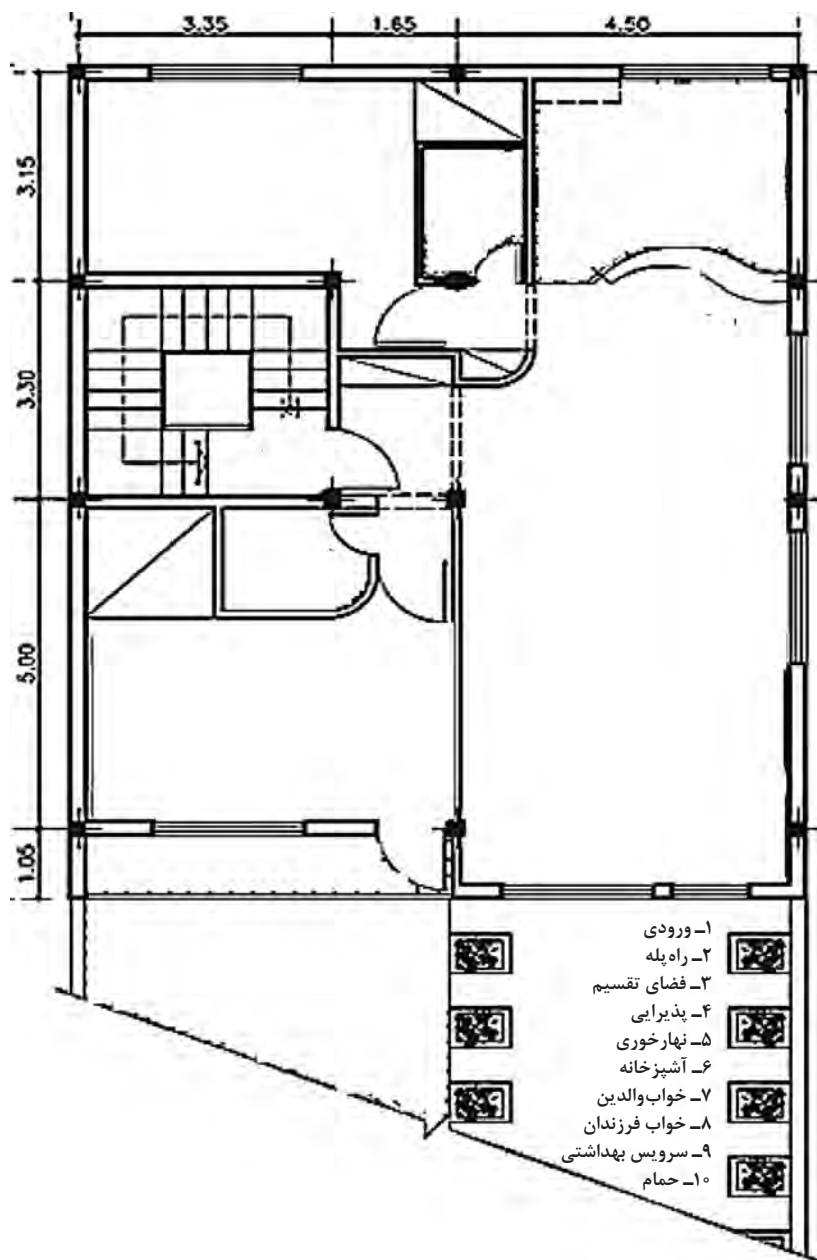
از نظر اصول معماری در فضای داخلی پلان‌ها یکسری تجهیزات مانند لوازم آشپزخانه، تخت خواب، میز نهارخوری، جای سینک ظرفشویی و... نشان داده می‌شوند که اصطلاحاً به آن «مبلمان» نقشه پلان گفته می‌شود.

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



نقشه خوانی پلان های ساختمانی

مواد، ابزار و تجهیزات: نقشه پلان ساختمان، نوشت افزار

هدف: تشخیص تجهیزات به کار رفته در پلان های ساختمانی

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

۱- حیاط

۲- اتاق خواب

۳- حمام

۴- سرویس بهداشتی

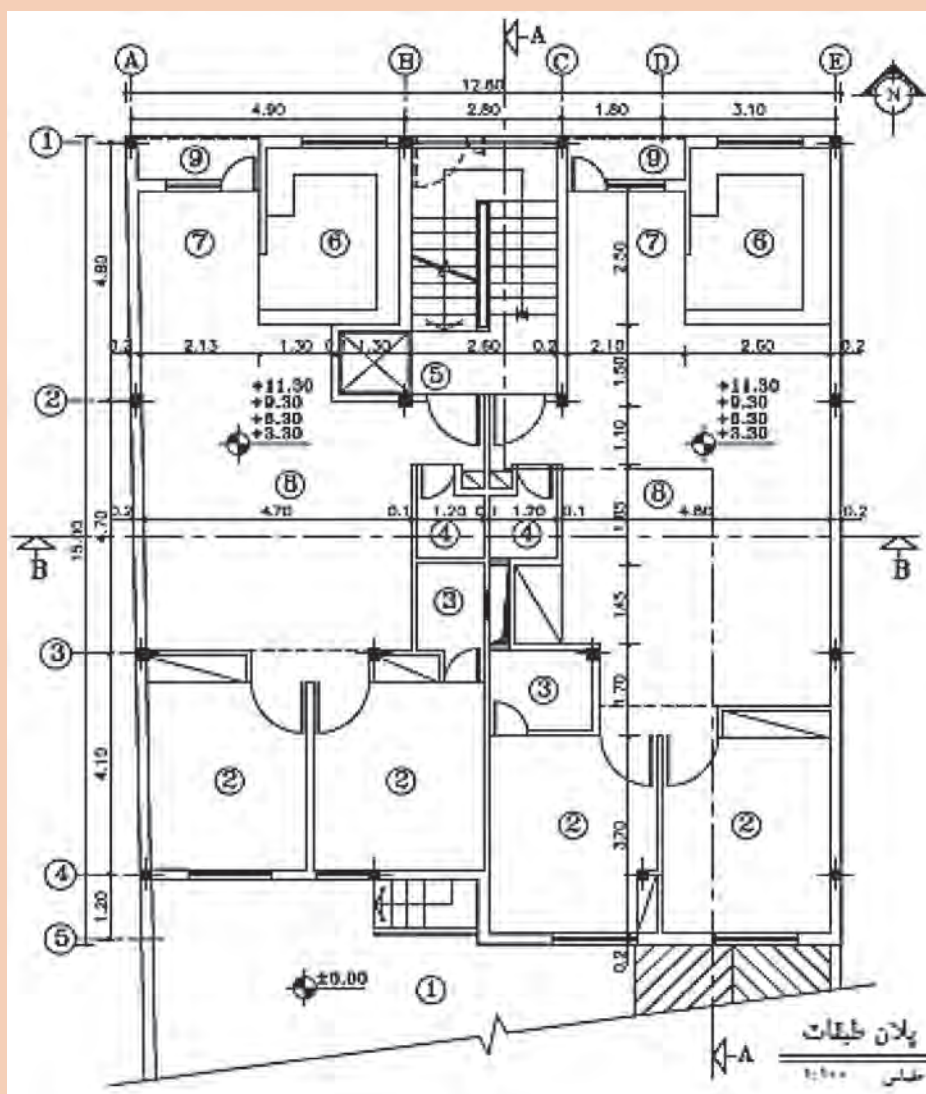
۵- آسانسور

۶- آشپزخانه

۷- غذاخوری

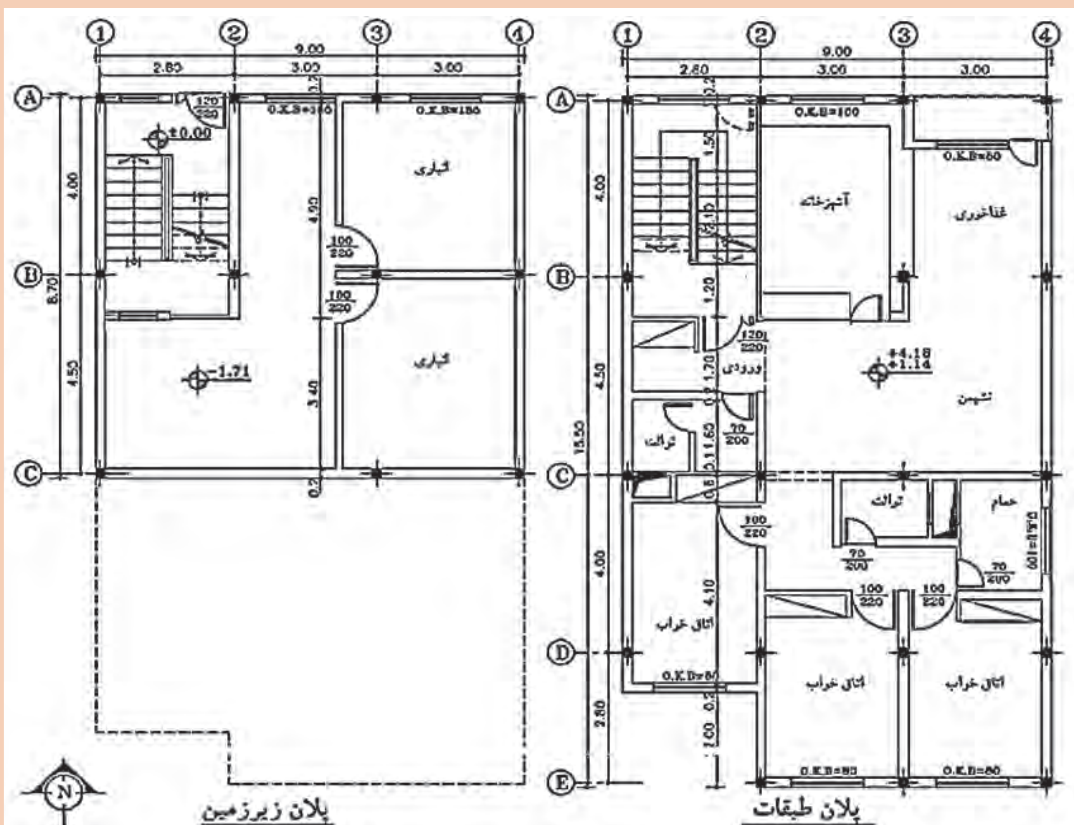
۸- پذیرایی

۹- تراس



شکل ۹

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



شکل ۱۰

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

پژوهش



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

تمرین منزل



علائم اختصاری مدارهای روشنایی

برای ترسیم قطعات و نشان دادن سیم کشی مدارهای الکتریکی روشنایی از علائم اختصاری استفاده می شود که در جدول ۳ تعدادی از آنها طبق استاندارد IEC نشان داده شده است.



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

نام قطعه	نمای حقیقی	نمای فنی	نام قطعه	نمای حقیقی	نمای فنی
کلید یک پل			سیم ارت	PE	PE
کلید دوپل			محل اتصال ارت		
کلید تبدیل			در بازکن		
فیوز			گوشی و دهنی		
پریز ساده			ترانس		
پریز ارت‌دار			زنگ		
شستی زنگ			سنسور چشمی PIR		
لامپ (به صورت کلی)			فتوسل		
چراغ روکار سقفی			هواکش		
چراغ روکار دیوار			تایمر راه‌پله		
چراغ توکار سقفی			دیمر		
چراغ توکار دیواری			موتور تک‌فاز		
لوستر			سیم کشی روکار		
تابلو توزیع			سیم کشی توکار		
سیم فاز	L1	L1	جعبه تقسیم	X1	
سیم نول	N	N			



جدول علائم اختصاری را روی کاغذ A4 ترسیم کنید.

انواع نقشه مدارهای الکتریکی روشنایی

نقشه مدارهای الکتریکی روشنایی را در قالب سه نقشه می توان ترسیم کرد:

الف) نقشه حقیقی:

نقشه ای است که در آن قطعات و نحوه سیم کشی مدار با ترسیم تمامی جزئیات نشان داده می شود. از نقشه (شمای) حقیقی برای اجرای سیم کشی بین قطعات و عیب یابی مدار می توان استفاده کرد.

ب) نقشه فنی تک خط:

در این نقشه قطعات به کار رفته در مدار با علائمی غیر از علائم نقشه حقیقی نشان داده می شود. مسیر سیم کشی بین قطعات را با یک خط نشان داده و تعداد سیم موجود در آن مسیر را هم با خطوط کوتاه مورب روی مسیر مشخص می کنند. برای ترسیم نقشه سیم کشی برق روی پلان ها از نقشه فنی استفاده می شود. از دیگر کاربردهای مهم نقشه فنی، برآورد هزینه سیم کشی مدارها می باشد.

ج) نقشه مسیر جریان:

همان طوری که از نام آن مشخص است از این نقشه برای مشخص کردن مسیرهای جریان رسانی به مصرف کننده ها استفاده می شود به همین خاطر در زیر سیم نول مسیرهای عمودی عبور جریان شماره گذاری می شوند. 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 صرف نظر شده است.

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

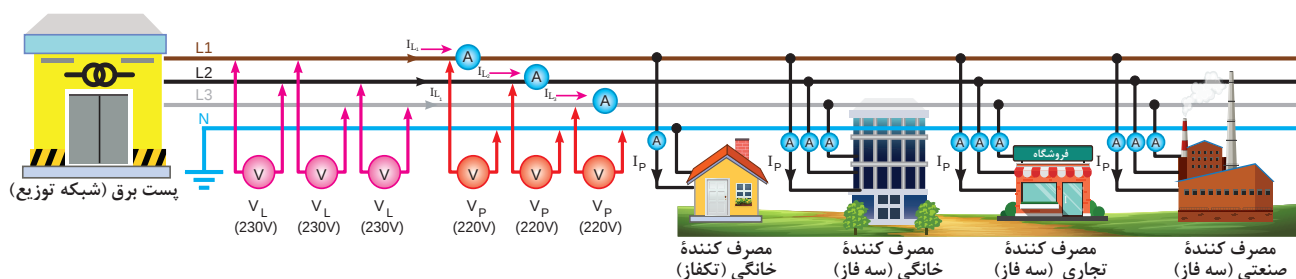
نکته



شبکه الکتریکی

شبکه الکتریکی که برای برق رسانی به مناطق مسکونی، تجاری و صنعتی استفاده می شود «شبکه توزیع» نام دارد. ولتاژ و جریان مورد نیاز مصرف کننده ها از طریق ترانسفورماتور سه فاز که در داخل پست برق منطقه قرار دارد تأمین می شود. خروجی ترانسفورماتورهای توزیع از سه فاز 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 برق رسانی به مصرف کننده های سه فاز انشعابی از شبکه سه فاز به همراه سیم نول و برای مصرف کننده های تک فاز انشعابی از یک فاز به همراه سیم نول گرفته شده و به کنتور آنها وصل می شود (شکل ۱۱).

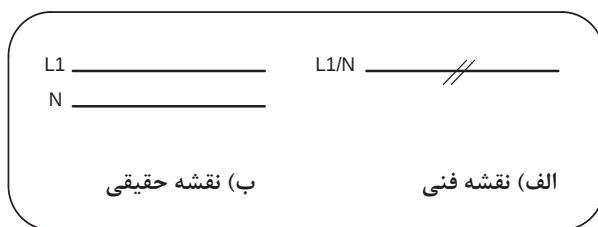
ولتاژهای خطی	ولتاژهای فازی
$V_{L_1-L_2} = 400 \text{ V}$	$V_{L_1-N} = 230 \text{ V}$
$V_{L_2-L_3} = 400 \text{ V}$	$V_{L_2-N} = 230 \text{ V}$
$V_{L_3-L_1} = 400 \text{ V}$	$V_{L_3-N} = 230 \text{ V}$



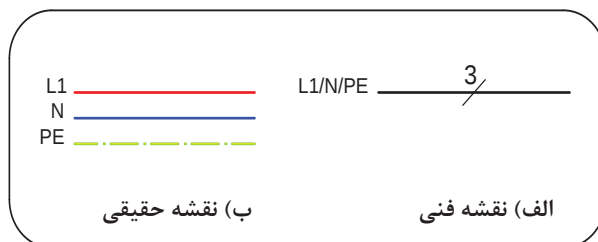
شکل ۱۱

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 به نام سیم ارت (سیم زمین) استفاده کرد. از سیم ارت برای حفاظت اشخاص در برابر برق گرفتگی استفاده می‌شود. در نقشه‌های الکتریکی سیم ارت به صورت خط نقطه رسم شده و با حروف PE نشان داده می‌شود. در سیستم حفاظت شده با سیم ارت، بدنه دستگاه‌ها از طریق اتصال به سیم 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 برق گرفتگی نشود. نقشه حقیقی و نقشه فنی شبکه تکفاز با سیم ارت را در شکل ۱۳ مشاهده می‌کنید.

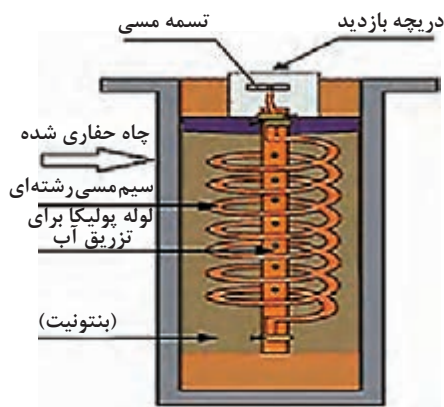


شکل ۱۲- شبکه دوسیمه تکفاز



شکل ۱۳- شبکه سه سیمه تکفاز

چاه و سیم‌ارت



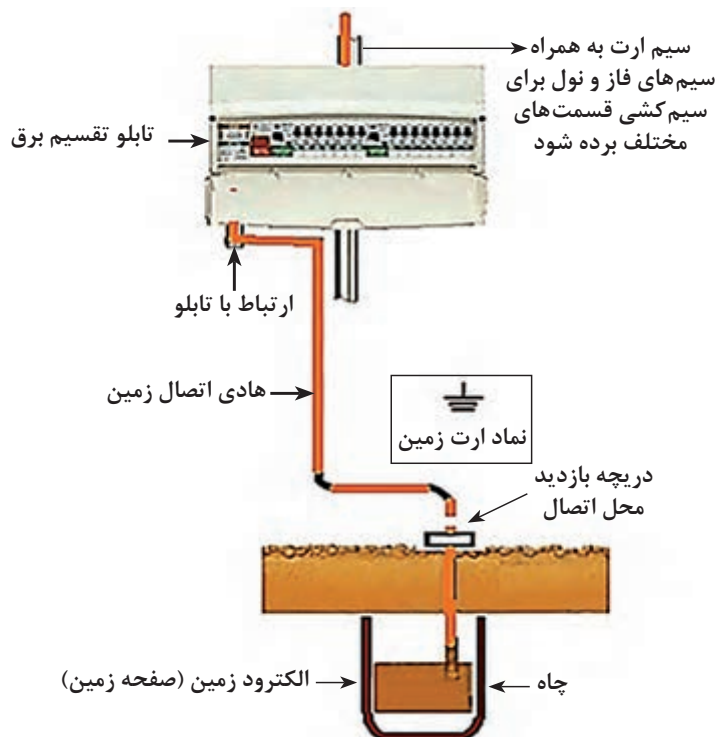
شکل ۱۴

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 (شکل ۱۴).



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 ماشین لباسشویی، 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 به دو صورت «توکار» و «روکار» انجام می‌شود.

سیم‌کشی توکار

در این نوع سیم‌کشی با توجه به نقشه فنی داده شده برای پلان موردنظر، کار کردن 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 به‌تمام می‌رسد. امروزه در سیم‌کشی ساختمان برای ایجاد ارتباط بین تجهیزات به‌طوری که حجم کردن 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 ۱۸



شکل ۱۷



شکل ۱۹

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.

وسایل و تجهیزات مورد نیاز در سیم‌کشی توکار

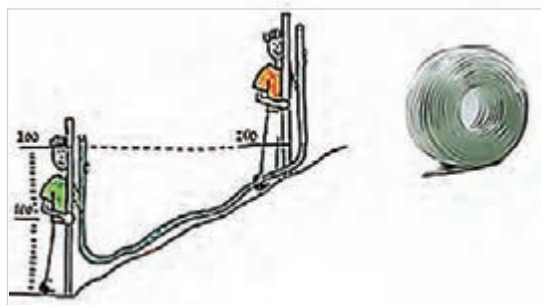
۱ تراز

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 بر روی دیوار کشیده می شود 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 شکل های ۲۱ و ۲۲ می توان استفاده کرد.



شکل ۲۱



شکل ۲۲



شکل ۲۳

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



شکل ۲۵

شکل ۲۴

۲ شیارکن

برای کندن مسیرهای لوله گذاری PVC و جای قوطی کلیدها و پریزها از کلنگ دستی یا دستگاه شیارکن استفاده می شود. شکل ۲۴ تصویر کلنگ دیوارکن و شکل ۲۵ تصویر یک نمونه دستگاه شیارکن را نشان می دهد.



(ب)



(الف)

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

شکل ۲۶

۳ کمان اره



شکل ۲۷- یک نمونه کمان اره

کمان اره از قسمت‌های مختلف کمان، دسته، فک‌های نگهدارنده تیغه و مهره 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 تیغه اره، دندان‌های آن روبه جلو باشد. شکل ۲۷ کمان اره را نشان می‌دهد. پس از کندن دیوارها و آماده‌سازی مسیر سیم‌کشی باید لوله‌های برق (لوله‌های PVC) و سایر تجهیزات نصب شوند.

۴ لوله PVC (پولیکا) و خرطومی



شکل ۲۸

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 ۲۹

پس از اندازه‌گیری طول مسیرهای سیم‌کشی باید لوله‌های PVC توسط کمان اره بریده شوند (شکل ۲۹).



ج) نصب لوله و قوطی کلید



ب) نصب تابلو توزیع



الف) اندازه‌گذاری، شیارزنی و کنده‌کاری

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.

شکل ۳۰



شکل ۳۱

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



شکل ۳۲

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

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

فکر کنید



شکل ۳۳

۵ خم کن لوله‌های PVC

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

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



شکل ۳۴

پس از حرارت دادن، خم کاری و خنک کردن لوله وضعیت لوله مشابه شکل ۳۵ می شود.



شکل ۳۵

۶ زانویی PVC

برای سهولت در انجام کار و بالا رفتن سرعت عمل می توان به جای خم کاری لوله های PVC از لوله های زانویی PVC شکل ۳۶ استفاده کرد. لازم به ذکر است هزینه اجرای کار با این اتصالات نسبت به خم کاری لوله ها کمی افزایش می یابد.



شکل ۳۶

۷ بست لوله PVC

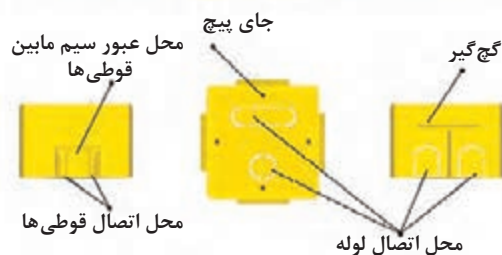
از بست هایی مشابه نمونه هایی که در شکل ۳۷ نشان داده شده است برای نگهداری موقت یا دائم لوله های PVC می توان استفاده کرد.



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 می باشد. قوطی ها از جنس پلاستیک نرم و یا خشک ساخته می شوند. چند نمونه قوطی در شکل ۳۸ نشان داده شده است.



شکل ۳۸



شکل ۴۰

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

۹ فنر سیم‌کشی

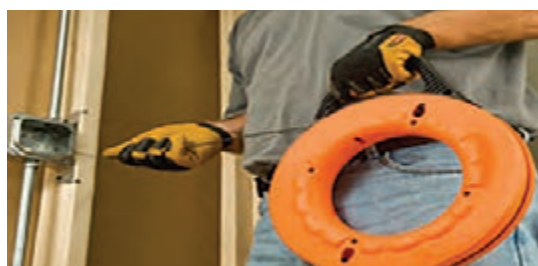
برای عبور دادن سیم از داخل لوله از فنر مخصوص سیم‌کشی استفاده می‌کنند. این فنر از یک نوار باریک فولادی درست شده که به انتهای آن یک گوی فلزی یا پلاستیکی و به ابتدای آن حلقه‌ای جهت اتصال سیم به فنر طراحی شده است. این فنر در مدل پلاستیکی با هسته فولادی نیز وجود دارد. اندازه متداول فنرها ۵، ۱۰ و ۱۵ متر است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

برای سیم‌کشی در لوله سر فنر از طرف گوی دار 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 بر روی 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 راکوردار

شکل ۴۳



شکل ۴۴

۱۱ جعبه تقسیم توکار: جعبه تقسیم توکار یک

قطعه‌ای است که از نظر جنس پلاستیک نرم یا خشک و از نظر شکل به صورت 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.

لازم به ذکر است در صورت استفاده از جعبه 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 به کارگیری جعبه تقسیم و ایجاد اتصالات مجاز نیست. به همین دلیل است که امروزه زمینه به کارگیری 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.

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

پژوهش



در ترسیم نقشه‌ها برای اینکه خطوط و سیم‌ها در سیم‌کشی به خوبی مشخص باشد از جعبه تقسیم 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.

توجه



تابلو توزیع^۱ (DP)

امروزه از تابلوهای برق کوچک تحت عنوان تابلوهای توزیع در واحدهای مسکونی و تجاری استفاده می‌شود. در داخل آن از تعدادی فیوز مینیاتوری طبق استاندارد 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.

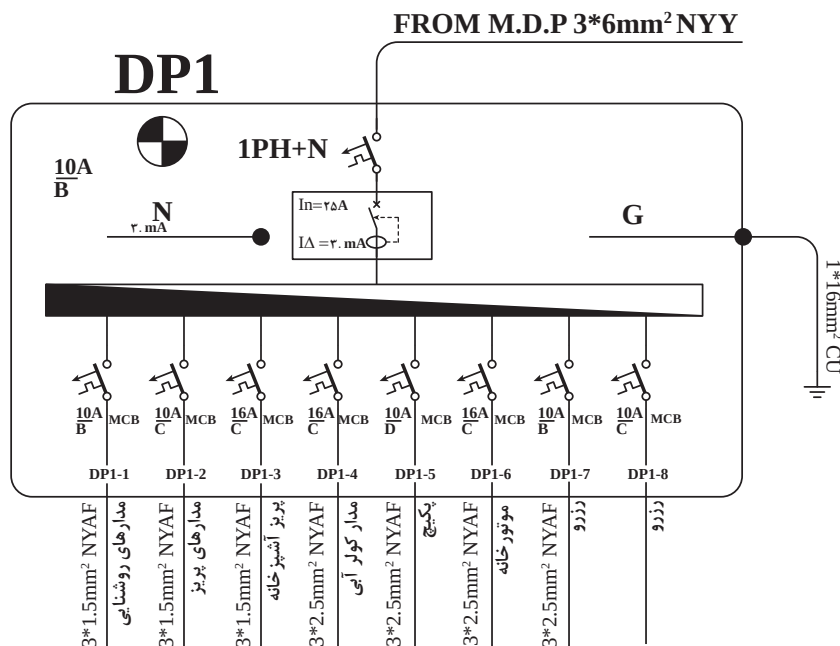
امروزه در سیم‌کشی‌های برق می‌بایست از این تابلوها استفاده کرد. در تابلوهای DP، فیوز مدارهای روشنایی و پریزهای برق متناسب با محل‌های نصب آنها به صورت جداگانه (ناحیه‌ای Zone) در نظر گرفته می‌شوند. به همین دلیل لازم است تا در زمان طراحی مسیرهای لوله‌گذاری هریک از این تجهیزات را جداگانه پیش‌بینی کرده و اجرا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

۱. Distribution Panel

مزیت دیگر استفاده از تابلوهای DP آن است که اگر سیم‌کشی و برق‌رسانی، یک مسیر دچار مشکل (اتصال) شود برای رفع عیب کافیه 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 به عنوان 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 به صورت تفکیک شده (منطقه‌ای Zon) هم در نظر نگیریم ضروری است برای مواردی که در لیست زیر به آن اشاره شده است فیوزهای مینیاتوری جداگانه و مطابق استاندارد بیان شده انتخاب کرد.

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

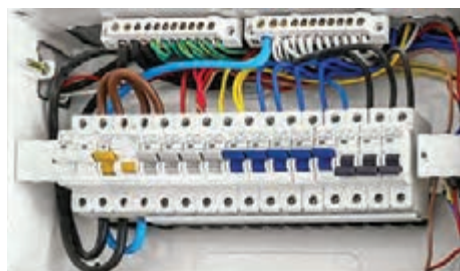
در نقشه‌های سیم‌کشی پلان‌ها، تابلوهای توزیع برق با حروف DP نشان داده می‌شوند در شکل ۴۷ نقشه داخلی یک تابلوی توزیع نشان داده شده است.



شکل ۴۷

فیوز

فیوز وسیله حفاظتی است که مدار را در مقابل جریان اضافی اتصال کوتاه حفاظت می کند. در تابلوهای توزیع برقی که امروزه در ساختمان ها نصب می شوند از وسایل حفاظتی مختلفی استفاده می شود. در ادامه به بررسی هر یک از آنها می پردازیم.



شکل ۴۸

وسایل حفاظتی داخل تابلو DP

■ کلید محافظ اصلی Main switch :

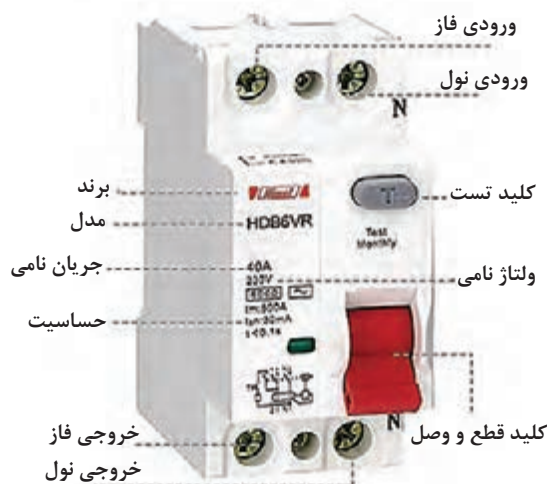
کلید محافظ اصلی از دو کلید مینیاتوری تشکیل شده که اهرم های هردو باهم، هم محور شده اند یعنی باهم وصل و باهم قطع می شوند. از این کلید در تابلوهای توزیع برای قطع فاز و نول و برای بالا بردن ضریب اطمینان در زمان عیب یابی سیم کشی معیوب استفاده می شود. در شکل ۴۹ تصویر یک نمونه آن را مشاهده می کنید.



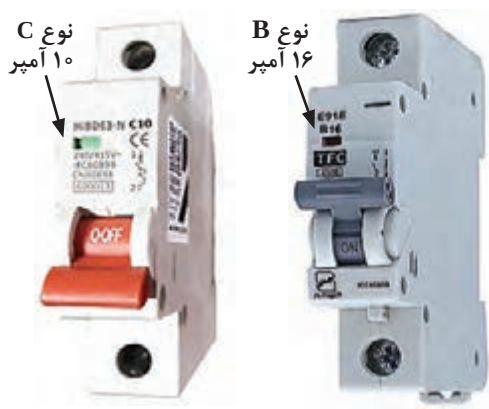
شکل ۴۹

■ کلید جریان نشتی RCD :

کلید جریان نشتی یک کلید دوپل است که سر راه فاز و نول ورودی تابلو DP قرار داده می شود. اساس کار آن بر پایه اندازه گیری و مقایسه جریان سیم فاز و نول است. در صورت اختلاف بیش از ۳۰ mA جریان های سیم فاز و نول کلید RCD مدار را قطع می کند. در شکل ۵۰ تصویر یک نمونه کلید جریان نشتی نشان داده شده است.



شکل ۵۰



شکل ۵۱

■ کلید محافظ MCB (فیوزهای مینیاتوری):

کلید محافظ MCB تک پل می باشد یعنی فقط فاز را قطع و وصل می نماید وظیفه آن حفاظت در برابر اتصال کوتاه است. کلید محافظ MCB دارای انواع مختلفی است. در سیم کشی برق ساختمان دو نوع B و C پر کاربردتر است.

- نوع تندکار B در مدارهای روشنایی

- نوع کندکار C در مدارهای موتوری و پریز

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

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

پژوهش



شکل ۵۲

تصاویر شکل ۵۲ چند مدل قالب تابلو DP را به همراه ریل، ترمینال های مورد نیاز و تصاویر شکل ۵۳ نظم و ترتیبی که در سیم کشی تابلو باید رعایت کرد و ضرورت چسباندن برچسب های لازم برای فیوزهای هر قسمت را نشان می دهند.



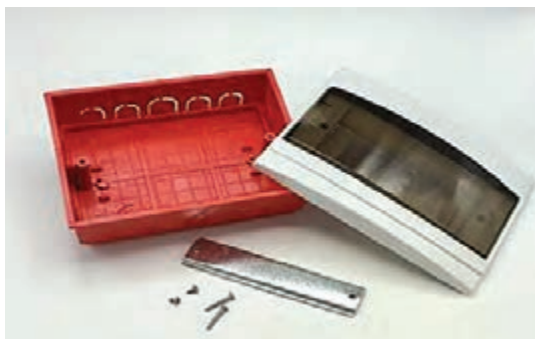
شکل ۵۳

چیدمان تجهیزات در تابلو توزیع (DP)

همان‌طوری که اشاره شد در داخل تابلو DP از تجهیزات مختلفی استفاده می‌شود.

نحوه چیدمان این تابلو می‌بایست بدین صورت 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

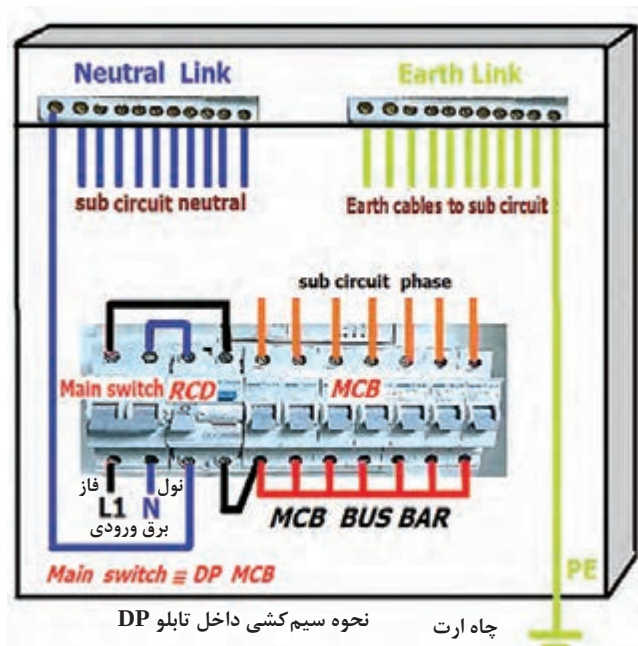


شکل ۵۵

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.

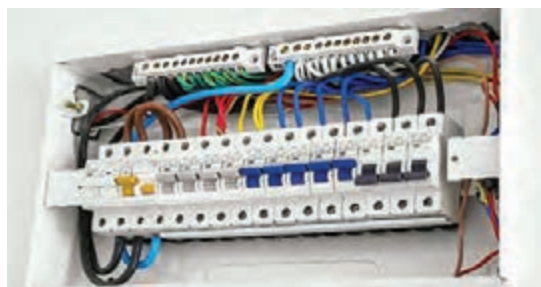


شکل ۵۶- نحوه نصب تجهیزات روی ریل



شکل ۵۷

۴ بر روی 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 ۵۸

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

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.

توجه



شکل ۵۹



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 به کار 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 به جای 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 به جای کندن دیوار است تا کار سیم‌کشی واقعی که مشتمل بر نصب لوله - نصب تجهیزات - عبور دادن فنر سیم‌کشی و اجرای سیم‌کشی مدارها است با رعایت استانداردهای لازم به شکل ساده‌تر انجام شود.

بر پایه همین مطلب، کارهای عملی به گونه‌ای طراحی شده است که مسیرهای لوله‌گذاری به صورت 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 به کارگیری 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 سیم کشی 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 میلی متر

۱ تابلو توکار با ابعاد متداول را در نظر بگیرید.

۲ ریل فلزی مناسب برای نصب فیوزها را با راهنمایی

مربی خود بر روی 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 عدد ۱

ب) کلید RCD عدد ۱

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

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

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

۵ سیم کشی داخل تابلو را مطابق شکل ۶۱ انجام دهید.

۶ سیم کشی 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.

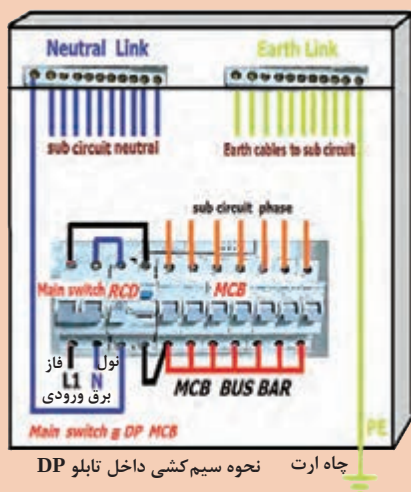
۸ ترمینال پلاستیکی مناسب سه خانه ای را در انتهای لوله روی تابلو پیچ کنید.

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

مدارهای روشنایی ۱۰ آمپر نوع B ۲ عدد

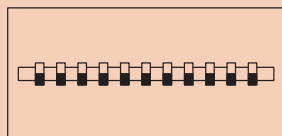
پریزهای داخل اتاق ها ۱۰ آمپر نوع C ۲ عدد

پریزهای آشپزخانه و مدار کولر ۱۶ آمپر نوع C ۲ عدد



شکل ۶۱

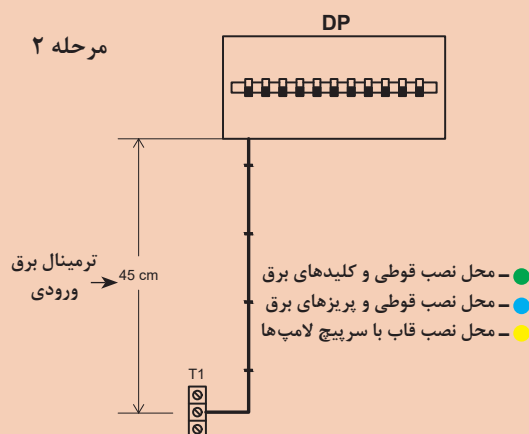
مرحله ۱ DP



تابلوی توزیع برق
(تابلوی فیوز مینیاتوری)

- - محل نصب قوطی و کلیدهای برق
- - محل نصب قوطی و پریزهای برق
- - محل نصب قاب با سربیش لامپها

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 نقشه خوانی، سیم بندی و نشانه گذاری صحیح در محل های تعیین شده.	بالاتر از حد انتظار	علاوه بر تحقق شاخص های در حد انتظار، انجام کلیه فعالیت های پودمان (مانند تحقیق کنید، فکر کنید، پژوهش کنید، جستجو کنید، بحث گروهی)
			در حد انتظار	۱- نقشه خوانی پلان های ساختمانی و به کارگیری صحیح علائم اختصاری تجهیزات الکتریکی ۲- تشخیص و به کارگیری صحیح تجهیزات مورد نیاز برای سیم کشی توکار و روکار ۳- انتخاب تجهیزات حفاظتی (مثلاً فیوز) متناسب با جریان مصرف کننده ۴- تجهیزات تابلو DP را داخل آن مونتاژ کند و روی تابلو مشبک با رعایت فاصله استاندارد مطابق چیدمان و اندازه تعیین شده در نقشه نصب نماید. ۵- برش و نصب لوله های PVC را با توجه به اندازه و نقشه های داده شده انجام دهد.
			پایین تر از حد انتظار	در صورتی که هنرجو همه شاخص های در حد انتظار را محقق نسازد، پایین تر از حد انتظار ارزشیابی می شود.
لازم است تا کیفیت فرایند کسب شایستگی در طول زمان آموزش پودمان براساس انجام فعالیت های کلاسی و عملی، نظم، مشارکت در فعالیت های آموزشی و تربیتی، ابتکار در تکالیف عملکرد درسی و... در نظر گرفته شود.				
شایستگی پودمان (بالاتر از حد انتظار، در حد انتظار، پایین تر از حد انتظار)				

شایستگی‌های غیرفنی و عمومی (ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی)

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

شایستگی‌های غیرفنی و عمومی			شایستگی‌های فنی			شایستگی عملکرد هنرجو در واحد یادگیری
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 حد انتظار 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 سیم کشی مدارهای روشنایی ساختمان

آیا تا به حال فکر کرده‌اید

■ کلید ساده‌ای مثل یک پل 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 دابل (برای کنترل هم‌زمان دو مدار روشنایی از یک محل)، تبدیل، رله زمانی، فتوسل، کلید کولر، در بازکن 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، دابل، تبدیل، رله زمانی، فتوسل، کلید کولر و در بازکن تصویری و...) با رعایت نقشه فنی، اتصال صحیح کلیدها و تقسیم‌بندی بارها.

سیم کشی و انواع سیم برق

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



شکل ۶۴- سیم مفتولی

■ سیم مفتولی

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

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



شکل ۶۵- سیم افشان

■ سیم افشان

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



ب

شکل ۶۶



الف

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

■ سیم رشته‌ای

سیم رشته‌ای نیز مشابه سیم افشان از به هم تابیدن منظم چند رشته 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 میلی‌متر مربع) 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 به کار برد. در زیر سطح مقطع استاندارد برای یک واحد مسکونی با کنتور ۲۵ آمپر که ملزم به رعایت آن هستند بیان شده است.

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

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

جدول ۵- حداکثر جریان مجاز سیم‌های استاندارد مسی

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



همان طوری که در جدول مشاهده می کنید مقدار جریان مجاز سیم ها در شرایط روکار بیشتر از شرایطی است که سیم ها در داخل لوله قرار دارند، دلیل این موضوع چیست؟

پریز برق

هرگاه بخواهیم انرژی الکتریکی را مستقیماً مورد استفاده قرار دهیم، نیاز به وسیله ای داریم که بتوانیم انرژی الکتریکی موجود در خانه، مغازه، کارگاه یا کارخانه را به دستگاه موردنظر (مانند سماور، بخاری) برسانیم. این اتصال توسط قطعه ای از مدار به نام پریز انجام می شود. پریزها به دو دسته توکار و روکار، بدون اتصال زمین (ارت) و با اتصال زمین (ارت) تقسیم می شوند. شکل ۶۸ پریز توکار و روکار بدون اتصال زمین (ارت) را نشان می دهد.



ب) توکار



الف) روکار



ب) توکار



الف) روکار

شکل ۶۹- پریز توکار و روکار با ارت

شکل ۶۸- پریز توکار و روکار بدون ارت



در سیم کشی 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 می توان استفاده کرد. همان طوری که از نام آن مشخص است دارای یک پل یا به عبارتی دیگر یک دکمه برای قطع و وصل و یک مسیر برای عبور جریان است. این کلید در دو نوع توکار و روکار ساخته می شود. شکل ۷۰ تصویر ظاهری این نوع کلید را نشان می دهد.



ب) کلید یک پل توکار



الف) کلید یک پل روکار

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 |

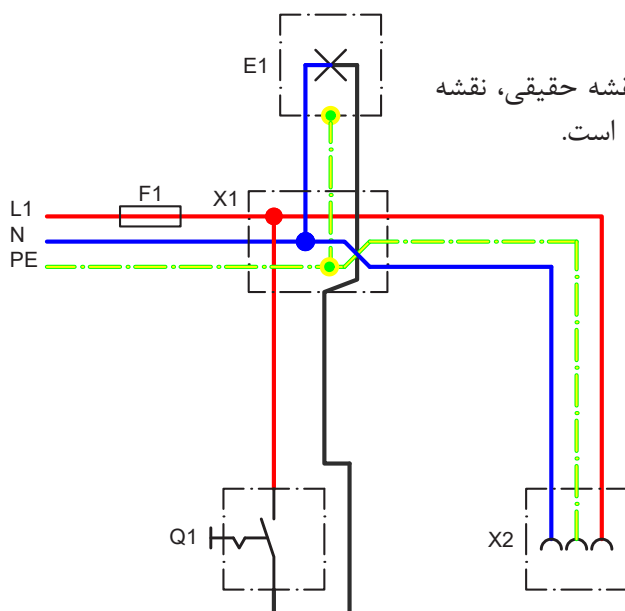
توجه



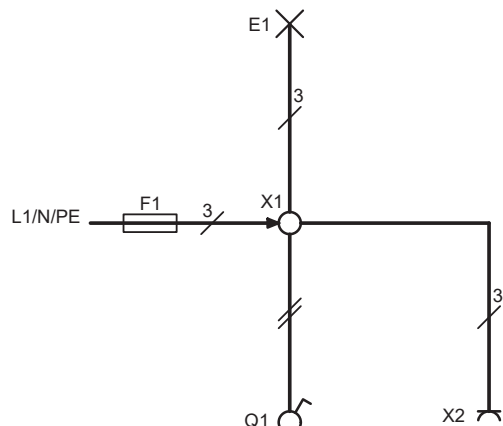
هر چند در ترسیم نقشه‌ها رنگ سیم‌ها متفاوت است اما این مسئله نشان‌دهنده متفاوت بودن جنس یا سطح مقطع سیم در مسیرهای مختلف نیست. همان‌طوری که قبلاً نیز اشاره شد در سیم‌کشی سطح مقطع، سیم‌ها را باید مطابق جدول ۵ انتخاب کرد.

■ نقشه مدار کلید یک پل با پریز ارت‌دار

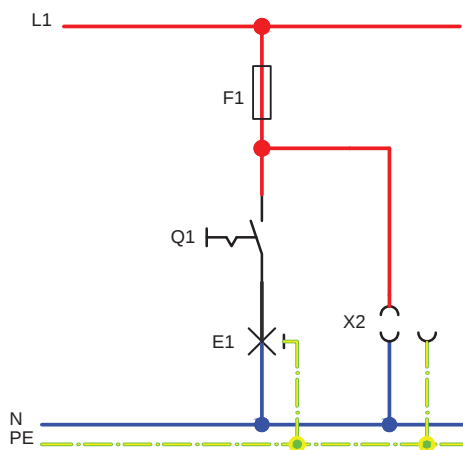
در تصاویر شکل‌های ۷۱، ۷۲ و ۷۳ به ترتیب نقشه حقیقی، نقشه فنی و نقشه مسیر جریان مدار نشان داده شده است.



شکل ۷۱- شمای حقیقی



شکل ۷۳- شمای فنی



شکل ۷۲- شمای مسیر جریان



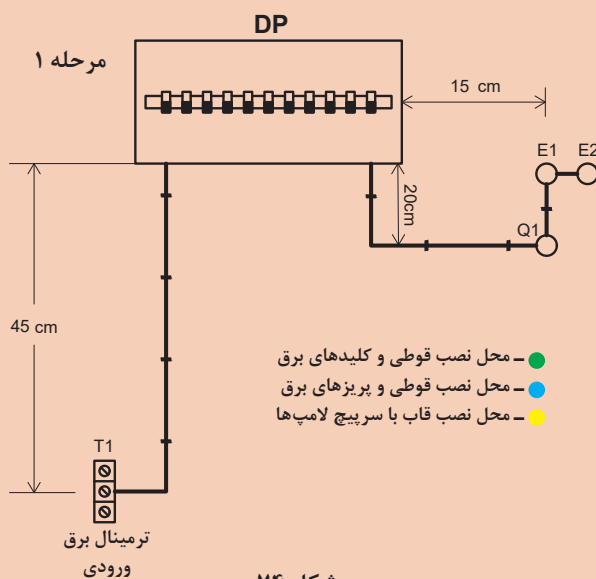
۱ در سیم‌کشی مدارهای روشنایی همیشه باید سیم فاز پس از عبور از داخل فیوز به داخل کلید برده شود تا در صورت قطع کلید مسیر سیم فاز باز بوده و فرد در زمان تعویض لامپ دچار برق گرفتگی نشود.

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

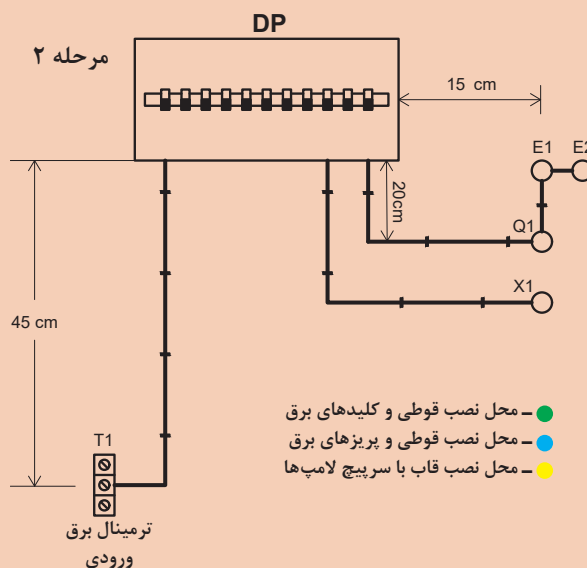


هدف: نصب لوله‌های PVC و سیم‌کشی مدار کلید یک پل

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 در نظر 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.

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

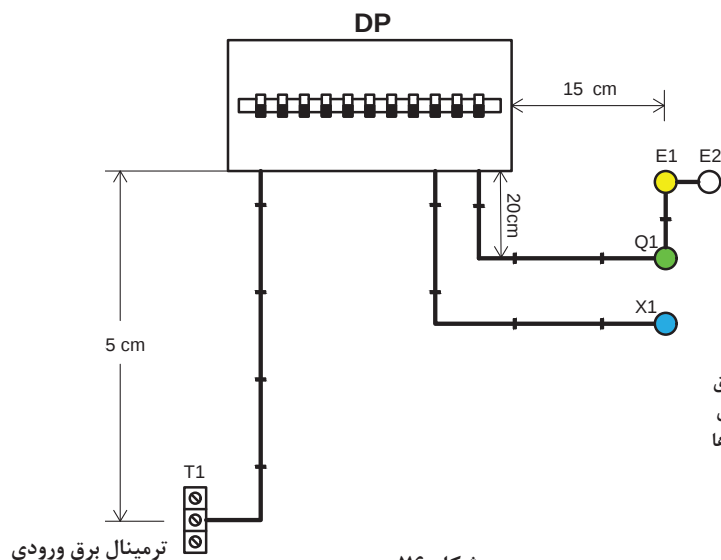
یادآوری



جدول ۶- معرفی قطعات

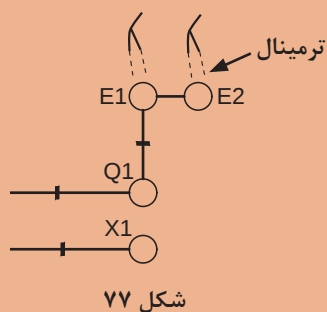
DP - تابلو توزیع
Q1 - کلید یک پل
X1 - پریز ارت‌دار
E1 - سرپیچ لامپ

- 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.



شکل ۷۶

- - محل نصب قوطی و کلیدهای برق
- - محل نصب قوطی و پریزهای برق
- - محل نصب قاب با سرپیچ لامپ‌ها



شکل ۷۷

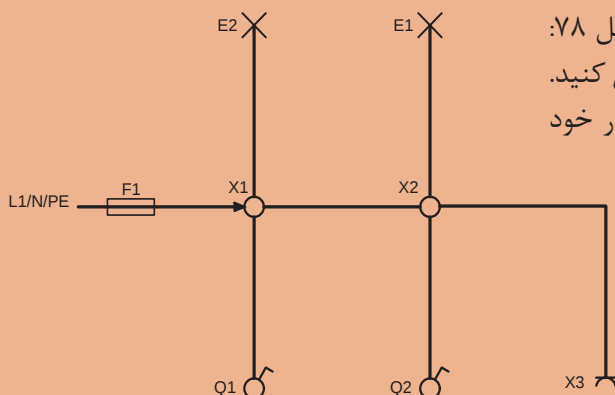
در نقشه‌های مربوط به کارهای عملی برای اتصال سیم‌کشی به سرپیچ‌ها لازم است تا در محل‌های مشخص شده با حروف E1 تا E6 از ترمینال‌های پلاستیکی مطابق شکل ۷۷ استفاده شود.

نکته





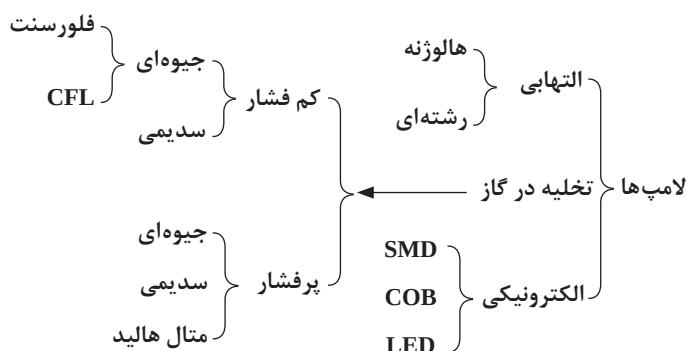
با توجه به شمای فنی نشان داده شده در شکل ۷۸:
اولاً: تعداد سیم موجود در هر مسیر را مشخص کنید.
ثانیاً: شمای حقیقی آن را در دفتر گزارش کار خود
رسم کنید.



شکل ۷۸

لامپ‌ها

لامپ وسیله‌ای است که انرژی الکتریکی را به انرژی نورانی تبدیل می‌کند و برای روشنایی استفاده می‌شود. اولین لامپ روشنایی (رشته‌ای) در سال 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 - سدیمی فشار ضعیف) ساخته شده‌اند. به‌طور کلی لامپ‌ها را به‌صورت زیر می‌توان تقسیم کرد:



در سال‌های اخیر به دلیل 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 نه تنها از سبب محصولات تولیدکنندگان به جهت هزینه ساخت بالا و عدم استقبال بلکه از سبب مصرف کنندگان نیز به خاطر 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



شکل ۷۹

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.

■ **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 به دلیل 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 قابل توجهی بالا می‌برد. لامپ‌های هالوژن امروزه موجود در بازار تنها به دلیل شباهت از نظر ساختار با هالوژن‌های قبلی با این نام خوانده می‌شوند و گرچه در تولید لامپ‌های جدید هالوژن 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 پراورزی 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 متال هالید 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.

— لامپ فلورسنت فشرده یا CFL: لامپ فلورسنت فشرده (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



شکل ۸۳

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 ۸۴

■ **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 به جای 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.

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. به‌طور کلی از لامپ‌های بخار سدیم برای روشنایی خیابان‌ها و بزرگراه‌ها استفاده می‌شود.



شکل ۸۵

■ **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 متال هالید است.

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. 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

شکل ۸۷ تصویر یک نمونه دیگری از آن را نشان می‌دهد.

■ **لامپ‌های SMD:** واژه SMD که مخفف عبارت (Surface Mount Device) است هر واحد یا تراشه آن از 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 قابل توجهی صرفه‌جویی می‌کنند. شکل ۸۸ تصویر یک نمونه از آن را نشان می‌دهد.



شکل ۸۸

■ **لامپ‌های COB (Chip on Board):** 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 آن را نشان می‌دهد.



شکل ۸۹

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 به کار برد. این نوع لامپ‌ها در پنل‌های LED دیالیت هم به کار 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.

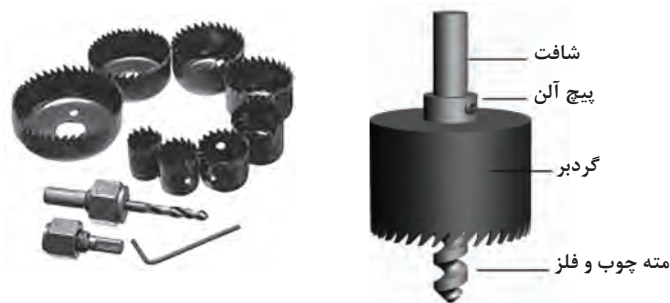
■ چراغ‌های توکار

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

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



شکل ۹۱

– برای نصب چراغ در سقف‌های کاذب نیز لازم است با توجه به قطر چراغ، محل نصب آن را ابتدا علامت گذاری و سپس با گردبر سوراخ کاری کنیم. شکل ۹۲ نحوه سوراخ کاری با گردبر بر روی سقف گچی را نشان می‌دهد.



شکل ۹۲

همان طوری 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.

توجه



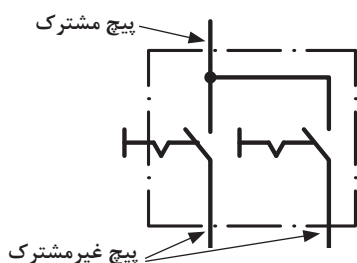
کلید دابل (دوخانه)



(الف) روکار (ب) توکار

شکل ۹۳

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

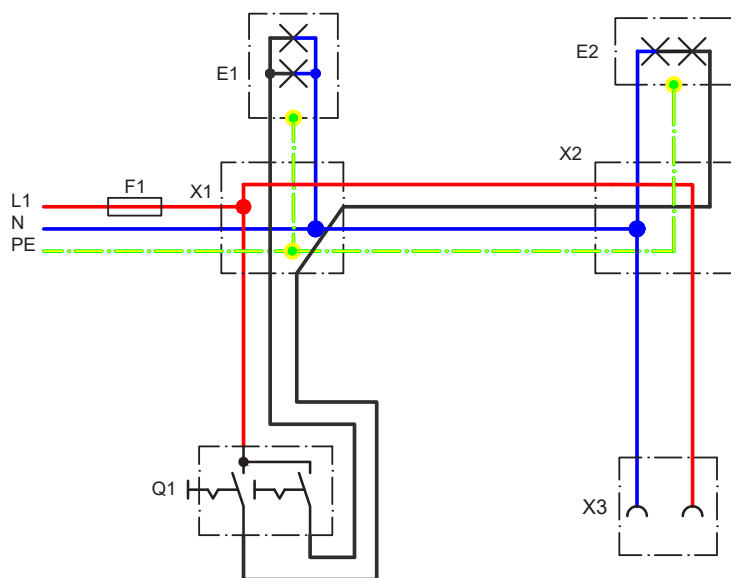


شکل ۹۴

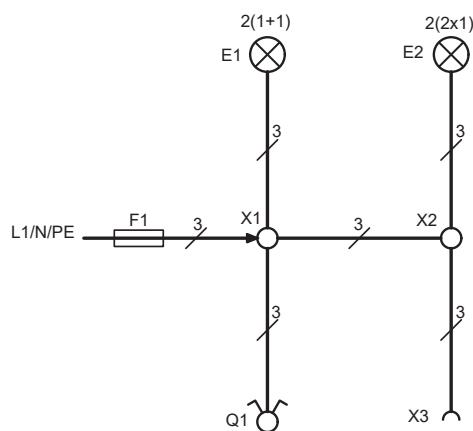
کلید دابل دارای سه پیچ و دو کنتاکت است. یکی از این پیچ‌های هر کنتاکت به یکدیگر متصل هستند که می‌بایست به عنوان پیچ مشترک و ورودی در نظر گرفته و سیم فاز را به آن متصل کرد. دو پیچ دیگر کلید را پیچ‌های غیرمشترک گویند در اکثر کلیدها رنگ پیچ مشترک نسبت به دو پیچ غیرمشترک متفاوت است. در شکل ۹۴ که تصویر علامت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

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

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



شکل ۹۵- شماي حقيقي



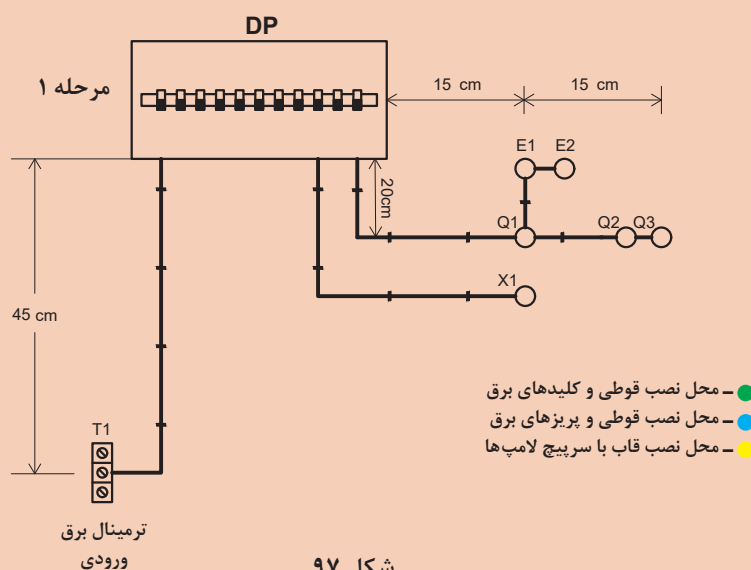
شکل ۹۶- شماي فني



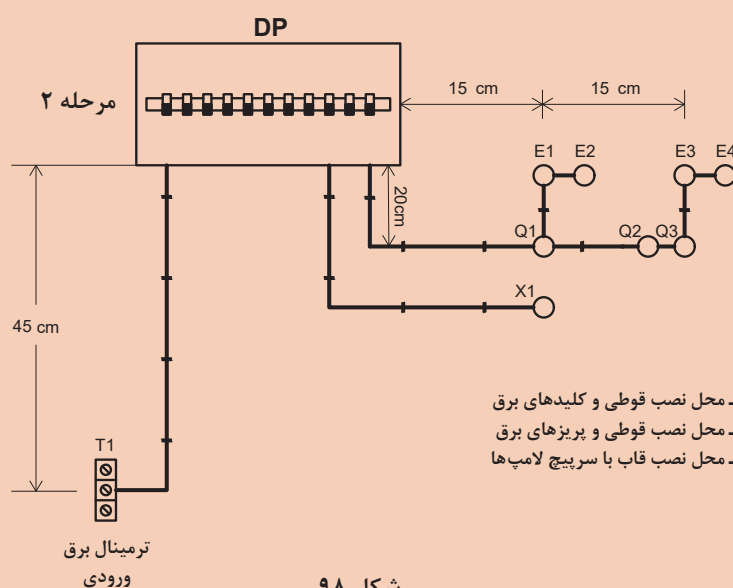
در نقشه‌های فنی برای مشخص کردن وضعیت لامپ‌هایی که در کنار یکدیگر روشن می‌شوند از علامت (+) برای حالت موازی و از علامت (x) برای حالت سری استفاده می‌شود.

هدف: نصب لوله‌های PVC و سیم‌کشی مدار کلید دابل

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



شکل ۹۷



شکل ۹۸

مراحل اجرای سیم‌کشی مدار کلید دابل

- ۱ با توجه به جدول ۷ در موقعیت‌های مشخص شده تجهیزات نام برده شده را در نظر 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.

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

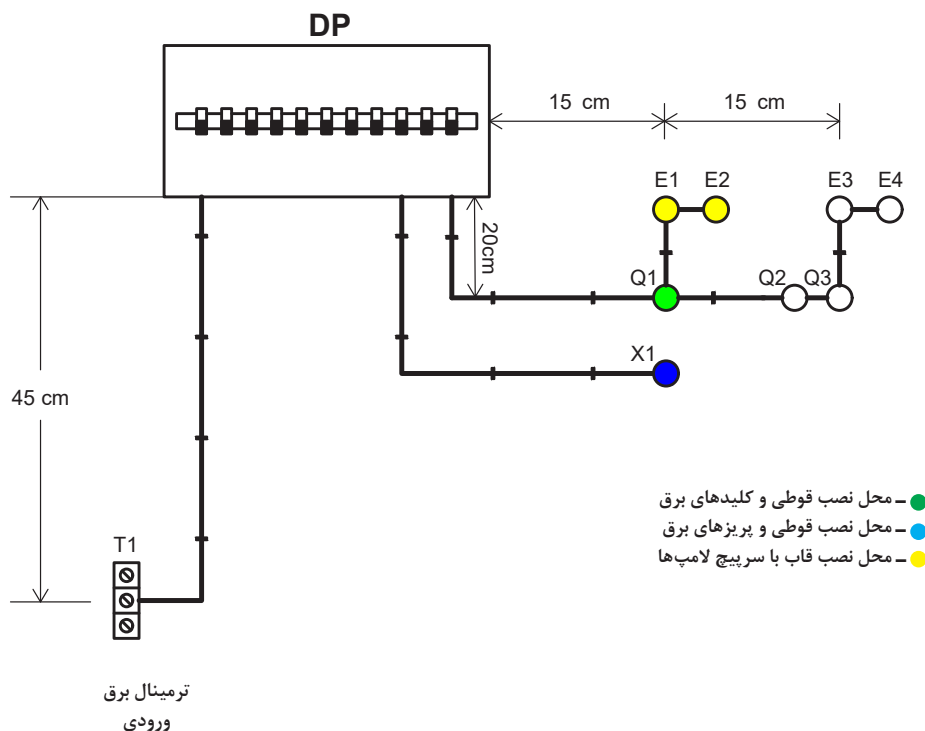
یادآوری



جدول ۷- معرفی قطعات

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

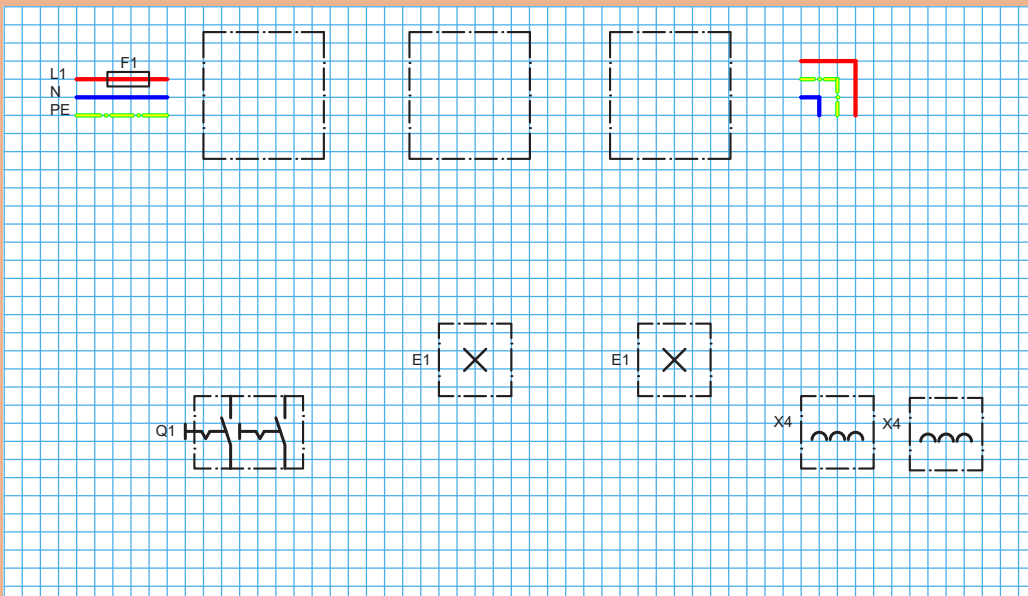
- ۵ پس از پایان کار سیم‌کشی حتماً با حضور مربی خود مدار را آزمایش کنید.
- ۶ نقشه‌های حقیقی و فنی مدار فوق را در دفتر گزارش کار خود رسم کنید.
- ۷ برای اطلاع از برق‌دار بودن پریز از فازمتر استفاده کنید.



شکل ۹۹

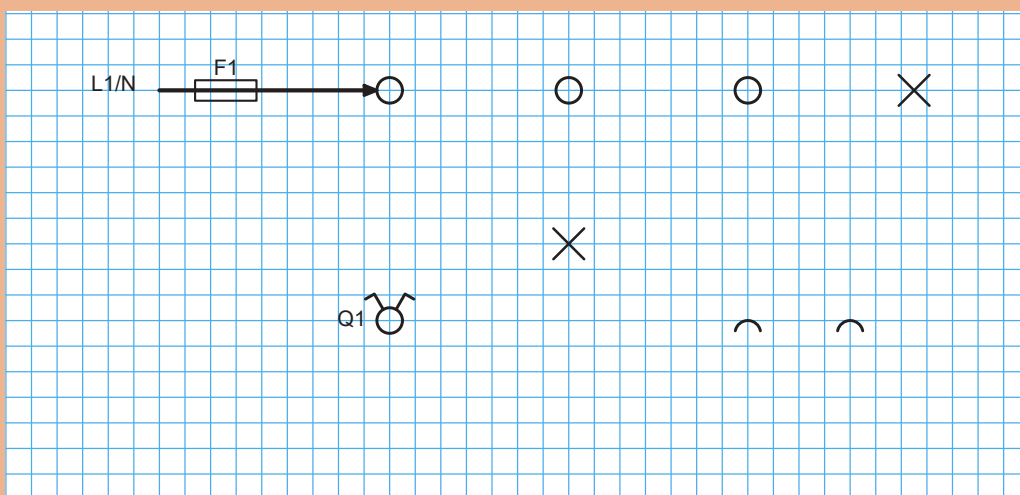


۱ شمای حقیقی شکل ۱۰۰ را کامل کنید.



شکل ۱۰۰

۲ شمای فنی (تک خطی) 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.



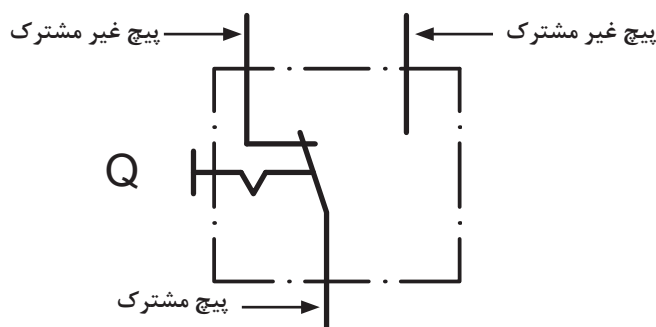
ب) کلید تبدیل توکار



الف) کلید تبدیل روکار

شکل ۱۰۲

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

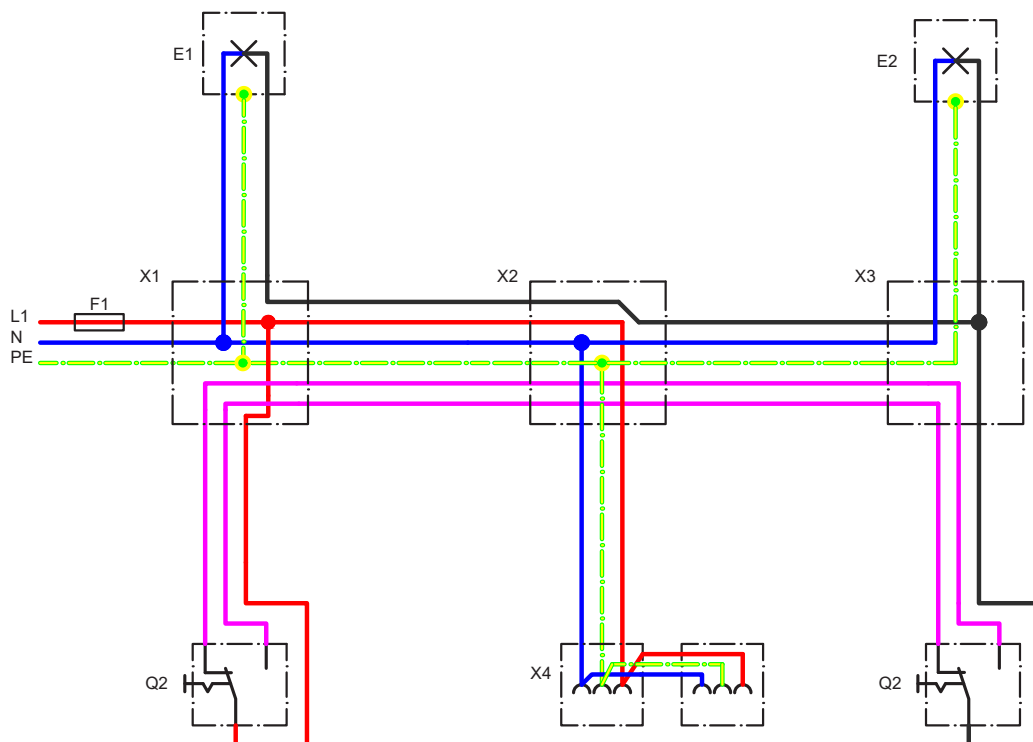


شکل ۱۰۳

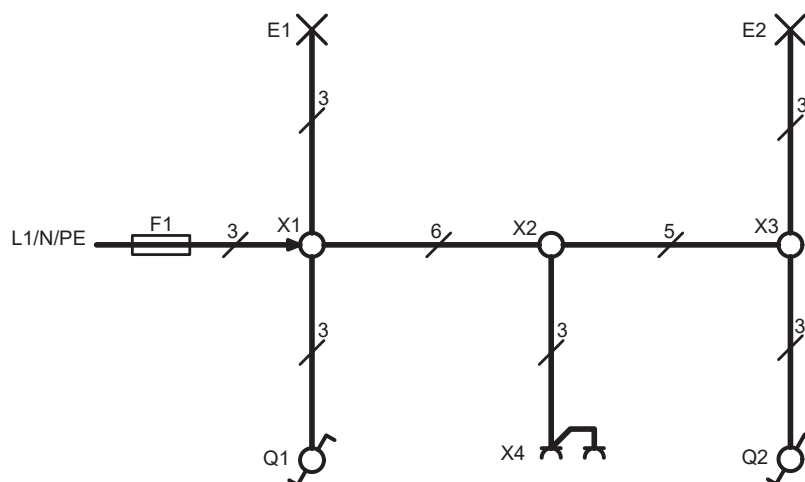
طریقه اتصال مدار به این صورت است که سیم فاز، بعد از عبور از فیوز، به پیچ مشترک یکی از کلیدها وصل می‌شود. از دو پیچ غیرمشترک کلید تبدیل، دو سیم برگشت به دو پیچ غیرمشترک کلید تبدیل دوم می‌رود. از پیچ مشترک کلید دوم یک سیم به طرف ته سرپیچ برده می‌شود و سیم نول به‌طور مستقیم به طرف دوم سرپیچ لامپ متصل می‌شود.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

نقشه مدار کلید تبدیل با پریزهای ارت دار

در تصاویر شکل های ۱۰۴ و ۱۰۵ به ترتیب نقشه حقیقی، نقشه فنی مدار نشان داده شده است.



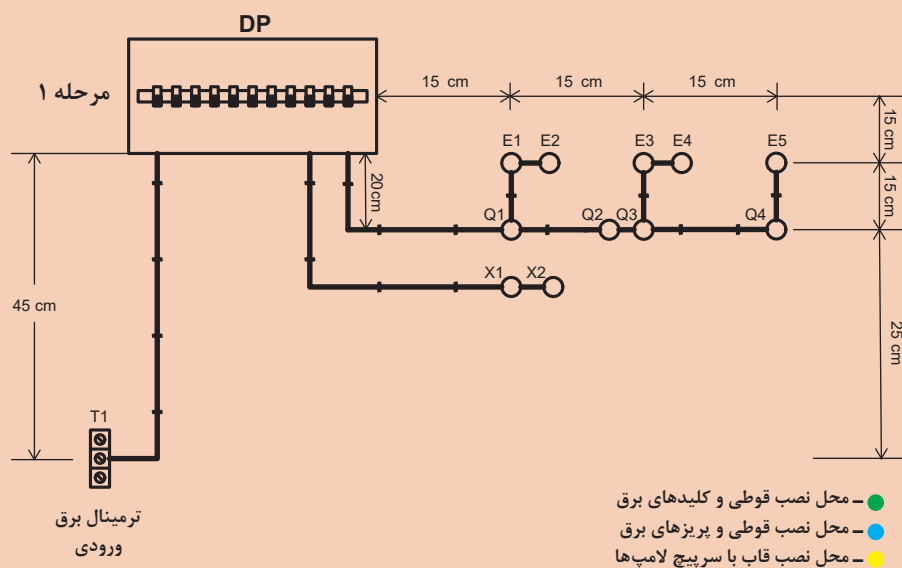
شکل ۱۰۴



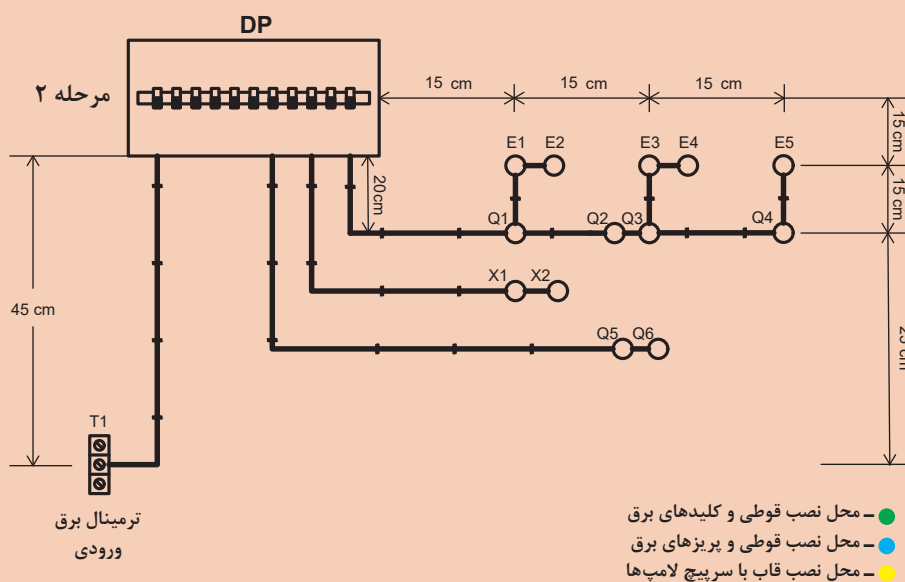
شکل ۱۰۵



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 در نظر 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.

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

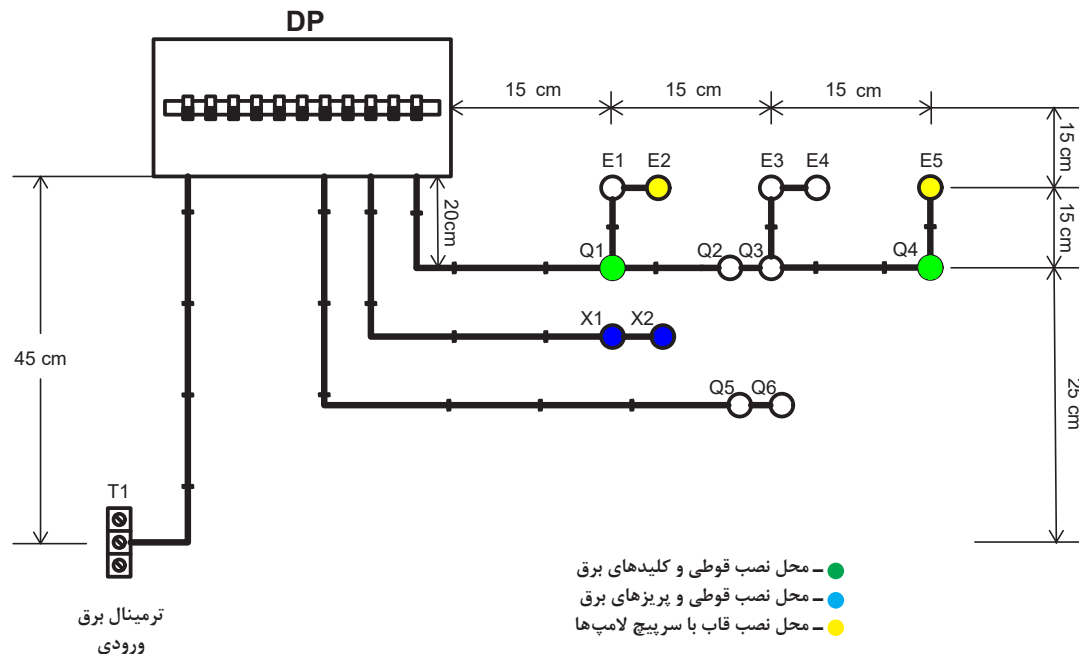
یادآوری



جدول ۸ - معرفی قطعات

DP - تابلوی توزیع	E3 - سرپیچ لامپ
Q1 - کلید تبدیل	E5 - سرپیچ لامپ
Q4 - کلید تبدیل	X1 - پریز ارت‌دار
	X2 - پریز ارت‌دار

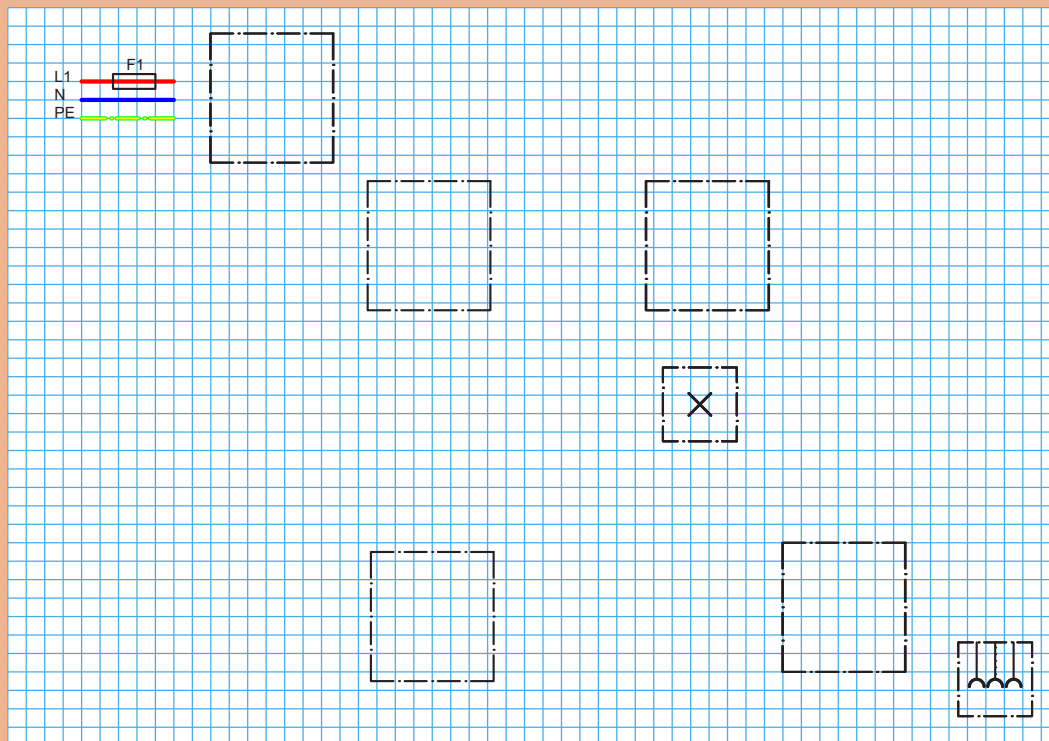
- ۵ پس از پایان کار سیم‌کشی حتماً با حضور مربی خود مدار را آزمایش کنید.
- ۶ نقشه‌های حقیقی و فنی مدار فوق را در دفتر گزارش کار خود رسم کنید.
- ۷ برای اطلاع از برق‌دار بودن پریز از فازمتر استفاده کنید.



شکل ۱۰۸

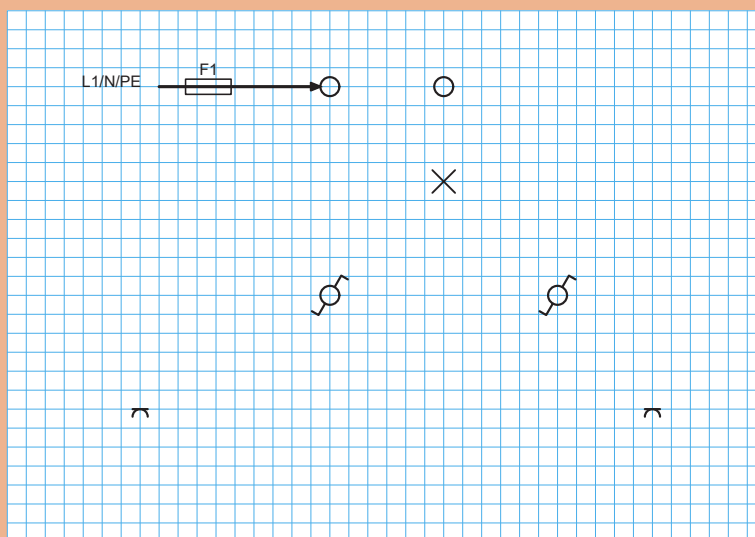


۱ شمای حقیقی شکل ۱۰۹ را کامل کنید.



شکل ۱۰۹

۲ شمای فنی (تک خطی) 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 در نهایت 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 مورد نیاز سیم‌کشی روکار

الف) لوله فولادی

در سیم‌کشی روکار اغلب از لوله‌های فولادی استفاده می‌شود چون لوله‌ها به صورت 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



شکل ۱۱۳

لوله فولادی برق دارای انواع زیر است:

۱ لوله سیاه: لوله سیاه و متعلقات آن از ورق روغنی تهیه و رنگ آمیزی می شود. استفاده از این لوله ها در فضای سرپوشیده که خطر زنگ زدگی وجود نداشته باشد، مجاز است (شکل ۱۱۳).



شکل ۱۱۴

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



شکل ۱۱۵

۳ لوله های 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 مورد نیاز است، استفاده می شود (شکل ۱۱۵).



شکل ۱۱۶

۴ لوله فولادی قابل انعطاف: لوله فولادی قابل انعطاف دارای پوششی از لاستیک است. از این لوله و متعلقات آن برای برق رسانی به موتور ها یا ماشین آلات برقی که دارای لرزش هستند استفاده می شود (شکل ۱۱۶).



شکل ۱۱۷

ب) لوله گیر

لوله گیر برای نگه داشتن لوله به منظور عملیات برش و حدیده کاری به کار می رود. لوله گیر دو فک آجدار ثابت و متحرک دارد. با قرار دادن لوله گیر بر سه پایه به صورت سیار قابل استفاده می شود (شکل ۱۱۷).

پ) لوله‌بر

لوله‌بر وسیله‌ای برای بریدن لوله است. لوله‌برها یک یا چند تیغه فولادی دایره‌ای شکل دارند که درون فک‌های آنها تعبیه شده است.



شکل ۱۱۸

برای بریدن لوله، ابتدا آن را اندازه‌گذاری می‌کنیم و سپس درون گیره لوله قرار داده محکم می‌کنیم. آنگاه دهانه لوله‌بر را باز کرده آن را طوری روی لوله قرار می‌دهیم که تیغه‌های برنده درست مقابل محل علامت‌گذاری شده قرار گیرند. در پایان دهانه لوله‌بر را با چرخاندن دسته 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 لوله‌بر و دو نمونه کار عملی را نشان می‌دهد.

ت) حدیده

حدیده برای دنده کردن سر لوله‌های فولادی به کار 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 به کار 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 لقمه 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 به طرف پایین می‌کشیم تا لوله به اندازه زاویه مورد نیاز خم شود. پس از آن اهرم را بالا برده و لوله خم شده را خارج می‌کنیم. شعاع داخلی انحنای لوله‌هایی که در کارگاه خم می‌شود، نباید از ۸ برابر قطر لوله کمتر باشد.



شکل ۱۲۰



شکل ۱۲۱

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



شکل ۱۲۲

■ **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.

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 به وسیله پیچ و رول پلاک مهار می‌شود. فاصله بین بست‌ها نباید از ۴۰ cm کمتر و از ۱۰۰ cm بیشتر باشد. انواع مختلف بست لوله‌های فولادی را در شکل ۱۲۳ مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۲۳

چ) دریل و مته

دریل دستگاهی است که به وسیله آن می‌توانیم روی یک جسم یا دیوار سوراخ ایجاد کنیم.

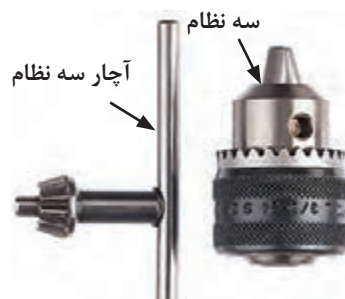
برای انجام سوراخ کاری علاوه بر دریل به مته نیز نیاز است.

مته (Drill bit) ابزاری است که روی دریل نصب می‌شود و با چرخش آن به وسیله دریل، حفره یا سوراخ ایجاد می‌گردد.

برای اجرای هر کار فنی نیاز به استفاده از مته و دریل (ماشین مته - 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 ۱۲۴



شکل ۱۲۵

معمولاً مته را روی قطعه‌ای به نام 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 ۱۲۶- چند نمونه مته آبکاری شده

مته‌ها به صورت اینچی و میلی‌متری ساخته می‌شوند. امروزه از مته‌های اینچی کمتر استفاده می‌شود. در شکل ۱۲۶ یک سری مته را ملاحظه می‌کنید. این نوع مته‌ها را آبکاری شده می‌نامند. مته‌های آبکاری شده برای سوراخ کاری 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. در صورتی 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 سه نظام، حتماً از دستکش استفاده کنید. این فرایند را با نظارت استادکار کارگاه و مربی خود انجام دهید.



شکل ۱۲۷- یک نمونه مته الماسه

نوعی مته دیگر وجود دارد که برای سوراخ کاری دیوارهای گچی، سیمانی و سنگی به کار 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 به دلیل 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.



در صورتی 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 سوراخ کاری کنید.



فیلم دریل کاری و نکات ایمنی مربوط به آن را ببینید.



در این قسمت می‌خواهیم با استفاده از ماشین مته (دریل) سوراخ کاری 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 خط کش و مداد محل سوراخ کاری 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 هم گروهی خود چوب را سوراخ کنید.
- با استفاده از پیچ گوشتی 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 به وسیله آن فیبر مدار چاپی را سوراخ کاری می‌کنیم. در شکل ۱۲۹ یک نمونه از این نوع دریل‌های مینیاتوری را مشاهده می‌کنید.

شکل ۱۲۹- یک نمونه دریل مینیاتوری



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 ایجاد 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 رول پلاک استفاده می‌کنیم. رول پلاک قطعه‌ای پلاستیکی است که داخل سوراخ روی دیوار قرار می‌گیرد و پیچ روی آن بسته می‌شود. در شکل ۱۳۰ نمونه‌های مختلف رول پلاک را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۱۳۰- انواع مدل رول پلاک

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



شکل ۱۳۱- دو نمونه رول پلاک و پیچ نصب شده روی آن

خ) جعبه تقسیم و قوطی کلید روکار

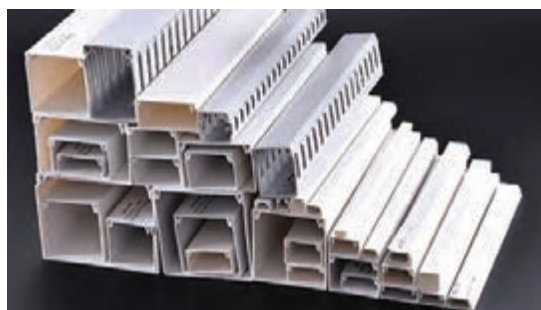
جعبه تقسیم‌های روکار از جنس فلز و پلی‌اتیلن ساخته می‌شوند. از جعبه تقسیم برای انشعاب گرفتن و اتصالات سیم‌ها استفاده می‌شود در شکل ۱۳۲ تصویر چند نوع آن را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۳۲

د) داکت

معمولاً برای اصلاح و ایجاد تغییراتی در سیم‌کشی ساختمان‌های مسکونی یا اماکن تجاری و همچنین سیم‌کشی برخی تابلوهای برق به صورت 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



شکل ۱۳۴

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 ۹ سانتی‌متری ساخته می‌شوند. برای نصب آن می‌توان از چسب دوطرفه یا پیچ، رول پلاک استفاده کرد (شکل ۱۳۴).

ذ) اَره فارسی بُر

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

در اَره فارسی بُر کشویی با تنظیم صفحه و یا تنظیم اَره می‌توان لبه داکت را فارسی بُر کرد.



ب



الف

شکل ۱۳۵

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

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

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

نحوه عملکرد مدار بدین صورت است که فرد پس از ورود به اتاق خواب ابتدا کلید یک پل که در کنار درب قرار دارد را می‌زند که در این صورت 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 کفایت روی تخت قرار گرفته و با زدن کلید تبدیلی که در کنار تخت قرار گرفته لامپ سقفی را خاموش کرده و چراغ دیگری که به عنوان چراغ خواب پیش‌بینی شده را روشن کرد.

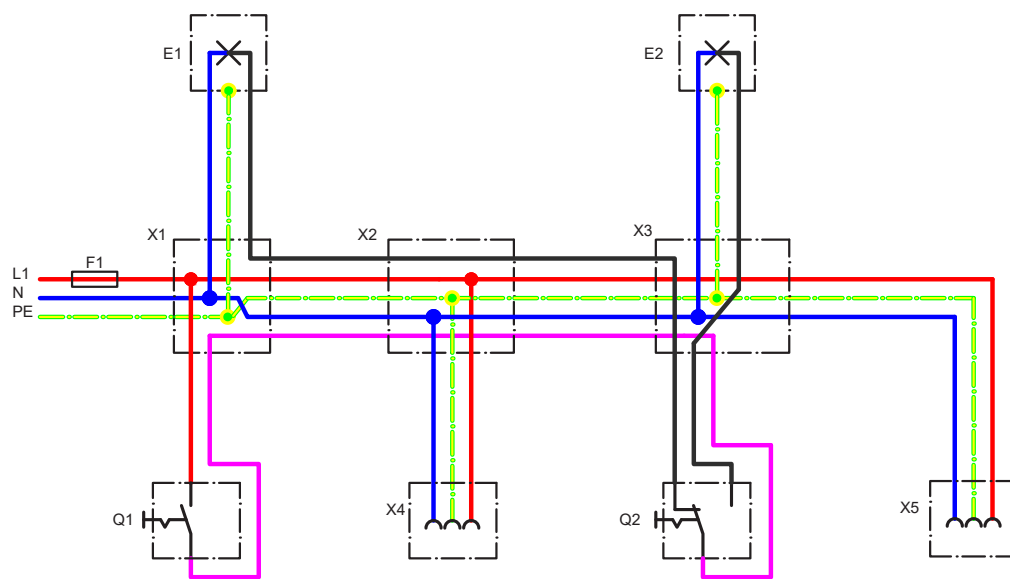
نقشه اتصال مدار را در شکل ۱۳۷ مشاهده می‌کنید.

نقشه‌خوانی نحوه اتصال مدار اتاق خواب بدین صورت 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 یک پل، (سیم برگشت فاز) به پیچ مشترک کلید تبدیل وصل شود.

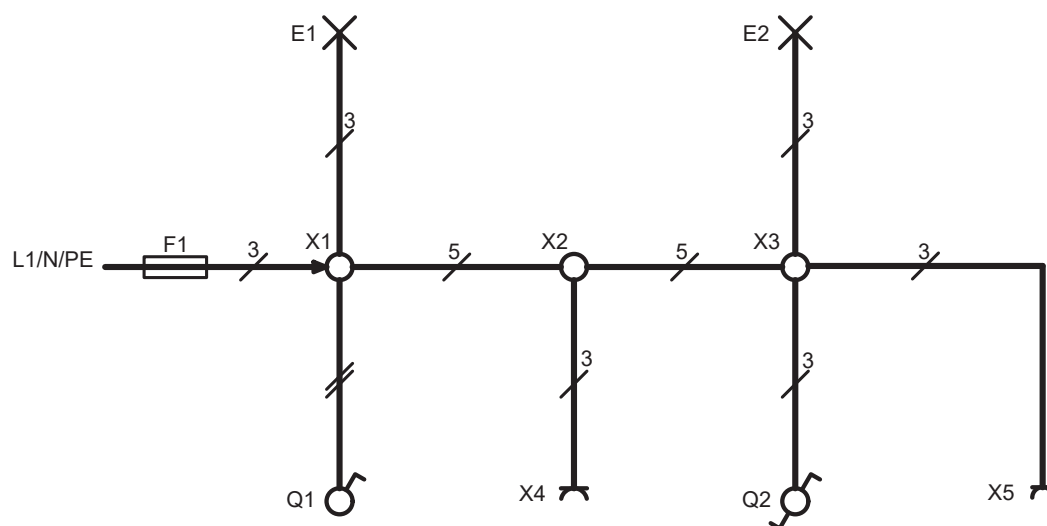
سپس به هریک از دو پیچ غیرمشترک کلید تبدیل دو سیم جداگانه‌ای را اتصال داده و به یک طرف هریک از دو سر پیچ سقفی و چراغ خواب بالای تخت وصل شود. در انتهای کار نیز باید به طرف دوم هر کدام از سرپیچ‌ها سیم نول اتصال داده شوند.

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

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



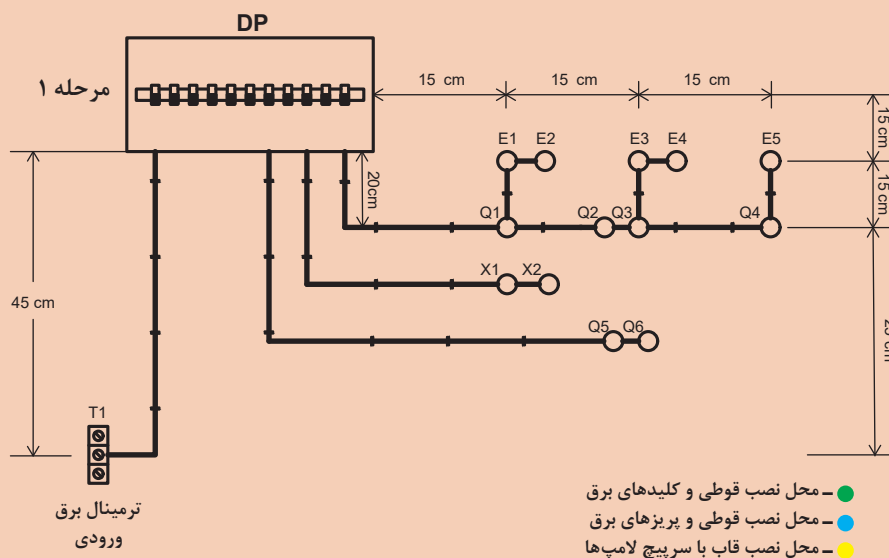
شکل ۱۳۶



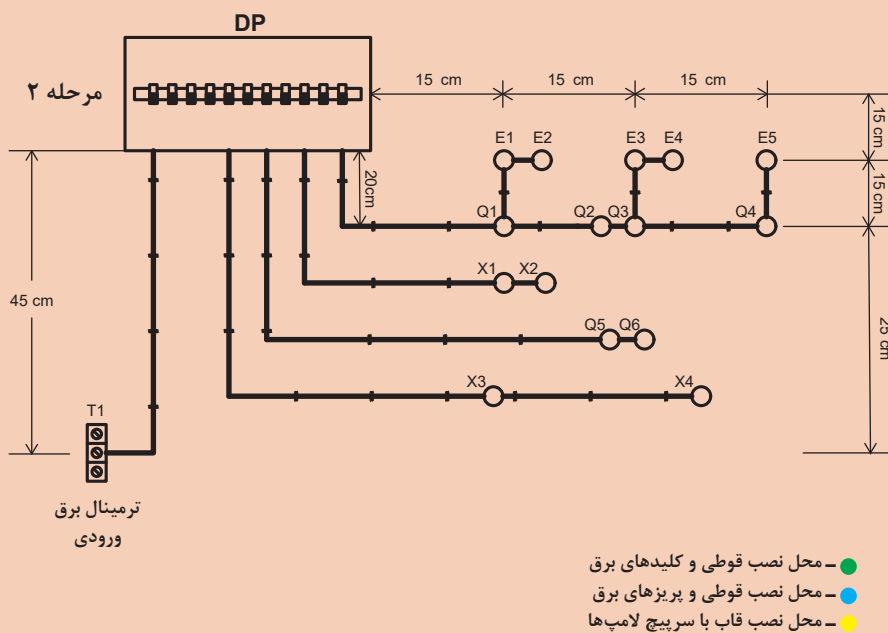
شکل ۱۳۷



هدف: نصب لوله‌های PVC و سیم‌کشی مدار کلید یک پل و کلید تبدیل مطابق تصاویر نشان داده شده در شکل‌های ۱۳۸ و ۱۳۹ و لوله‌های PVC جدید مورد نیاز را برش داده و سپس توسط بست لوله روی تابلو اضافه کنید.



شکل ۱۳۸



شکل ۱۳۹

۱ با توجه به جدول ۹ در موقعیت‌های مشخص شده تجهیزات نام برده شده را در نظر 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.

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

یادآوری



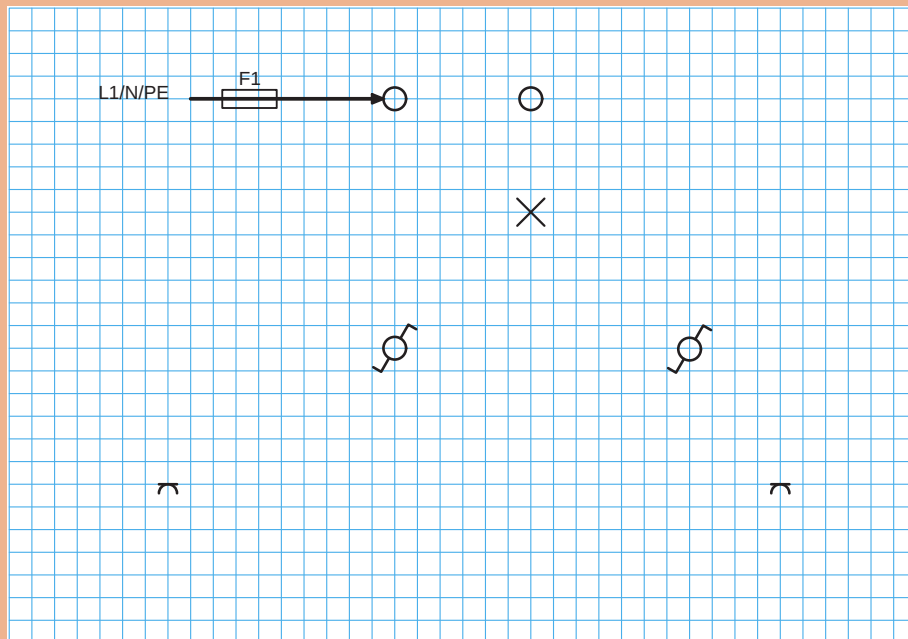
۷. برای اطلاع از برق دار بودن پریز از فازمتر استفاده کنید.

- - محل نصب قوطی و کلیدهای برق
- - محل نصب قوطی و پریزهای برق
- - محل نصب قاب با سر پیچ لامپها

136

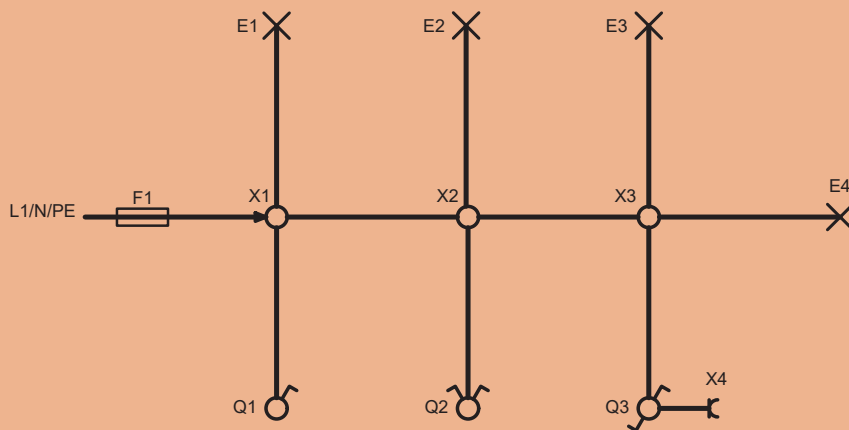


۱ شمای فنی (تک خطی) شکل ۱۴۱ را کامل کنید.



شکل ۱۴۱

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



شکل ۱۴۲

لامپ‌های مدار اتاق خواب E3 و E1 هستند.

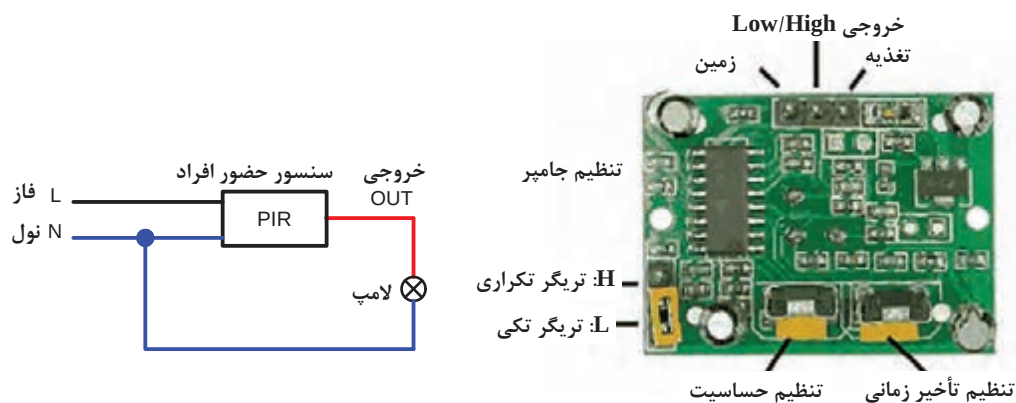
سنسور حرکتی (PIR)

برای کنترل روشنایی امکانی مانند راه‌پله‌ها و راهروها از وسیله‌ای به نام 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 ۱۴۳- چند مدل سنسور حرکتی (PIR)

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



شکل ۱۴۴- ب) نحوه اتصال و مدار الکتریکی PIR

شکل ۱۴۴- الف) برد الکترونیکی PIR

امروزه چراغ‌های سقفی و دیواری به بازار عرضه شده‌اند که عملکرد آنها ترکیبی از رله زمانی به همراه سنسورهای حرکتی است و به راحتی 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.



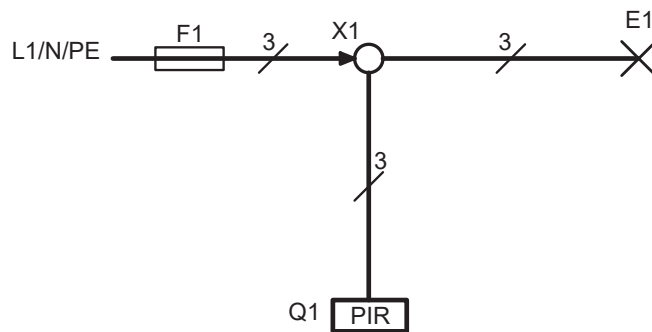
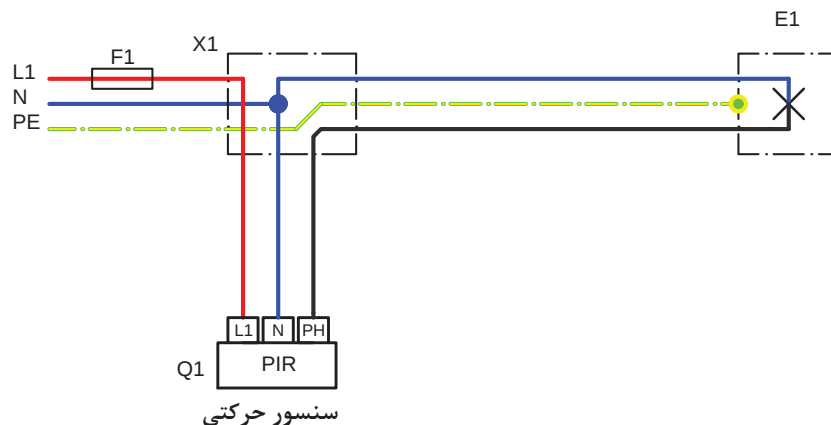
شکل ۱۴۵

توجه



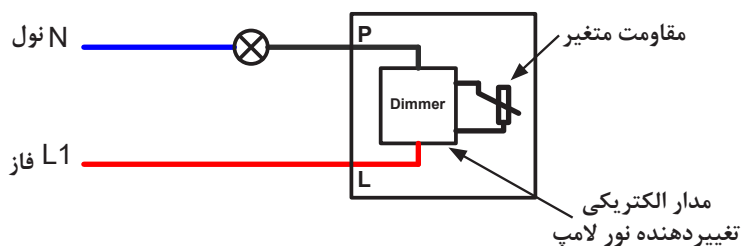
نقشه مدار سنسور حرکتی (PIR)

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



دایمر

دایمر 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 دایمر برای کم و زیاد کردن شدت روشنایی در اتاق خواب‌ها، لوستره‌های چند شعله، سالن‌های نمایش و محل‌هایی که نورپردازی جنبه تزئینی داشته باشد، استفاده می‌کنند.





شکل ۱۴۹

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

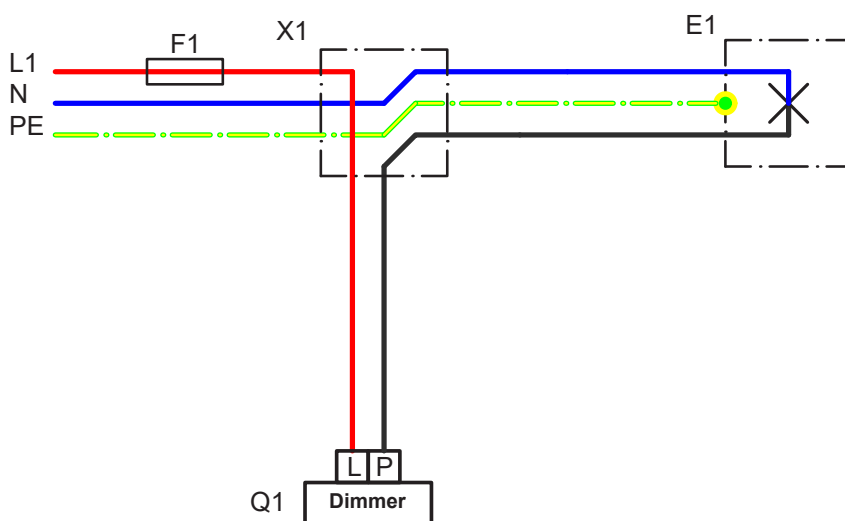
توجه



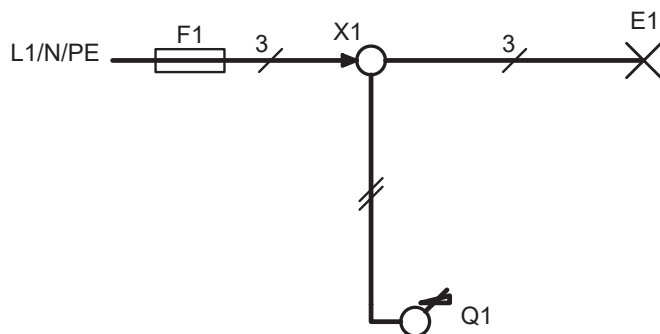
دقت داشته باشید که از دیمر برای کنترل روشنایی لامپ‌های کم مصرف نمی‌توان استفاده کرد و لامپ باید رشته‌ای باشد.

■ نقشه مدار دیمر

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



شکل ۱۵۰

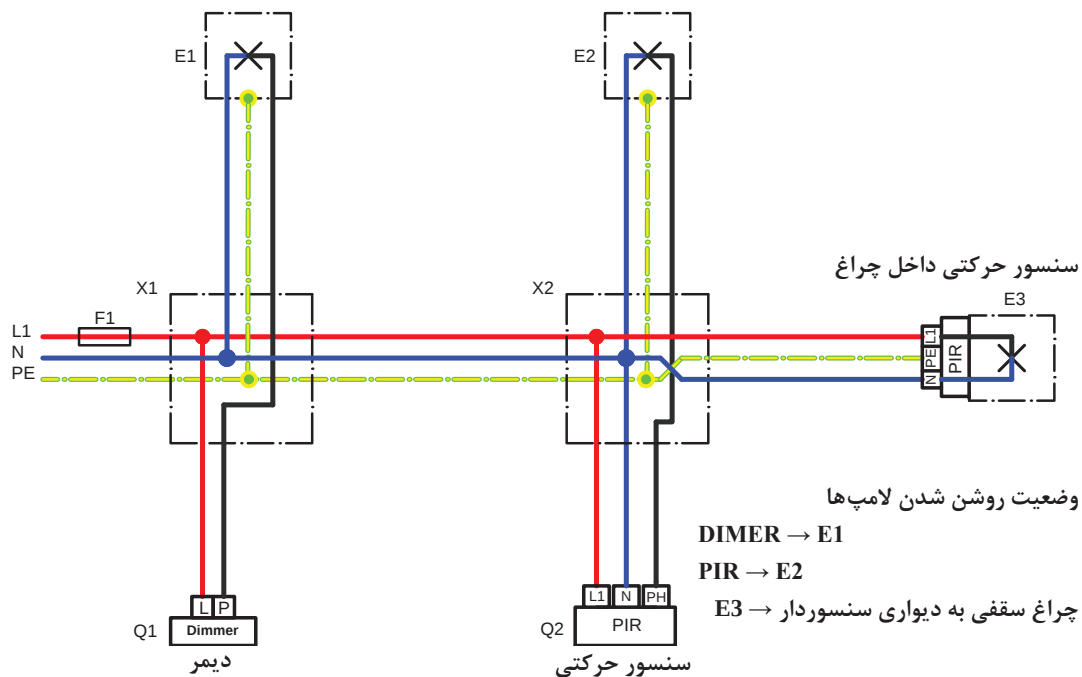


شکل ۱۵۱

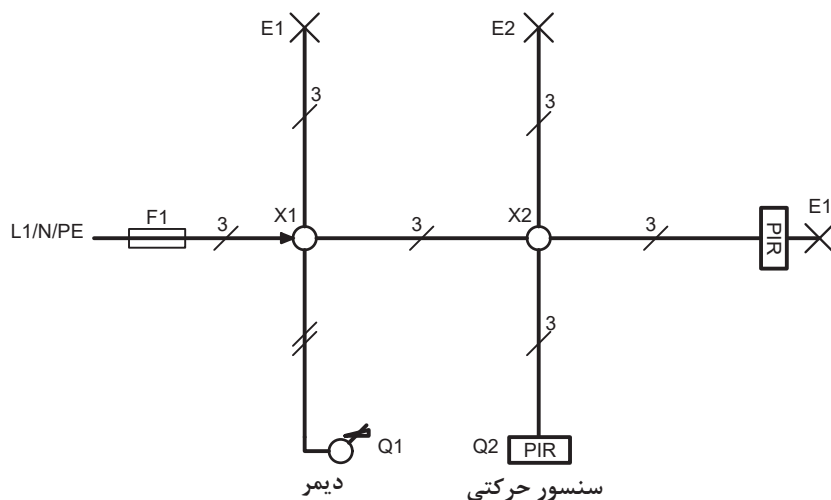
نقشه کار عملی (مدار ترکیبی)

(مدار سنسور حرکتی و مدار دایمر)

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



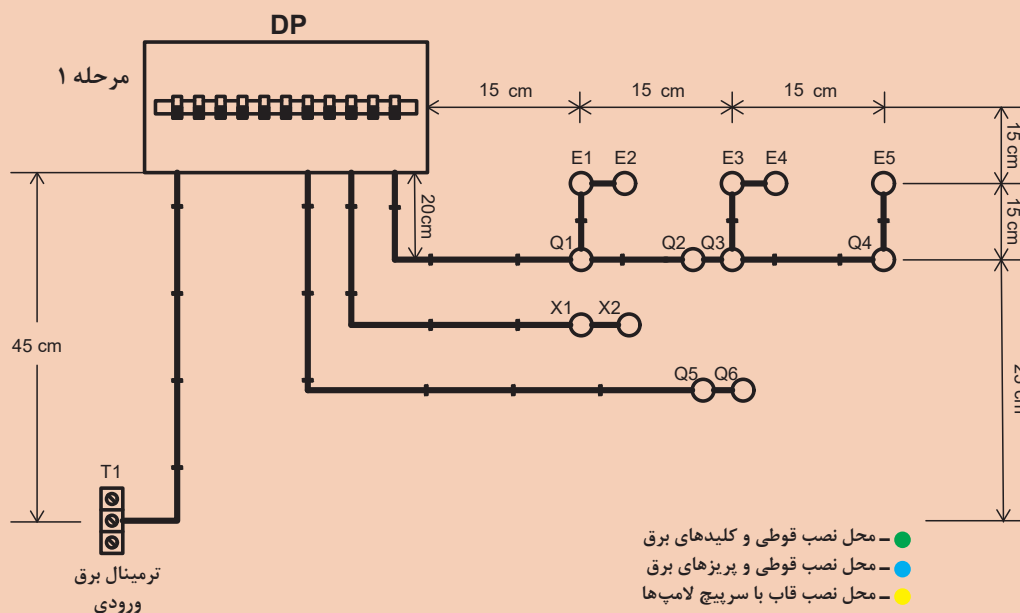
شکل ۱۵۲



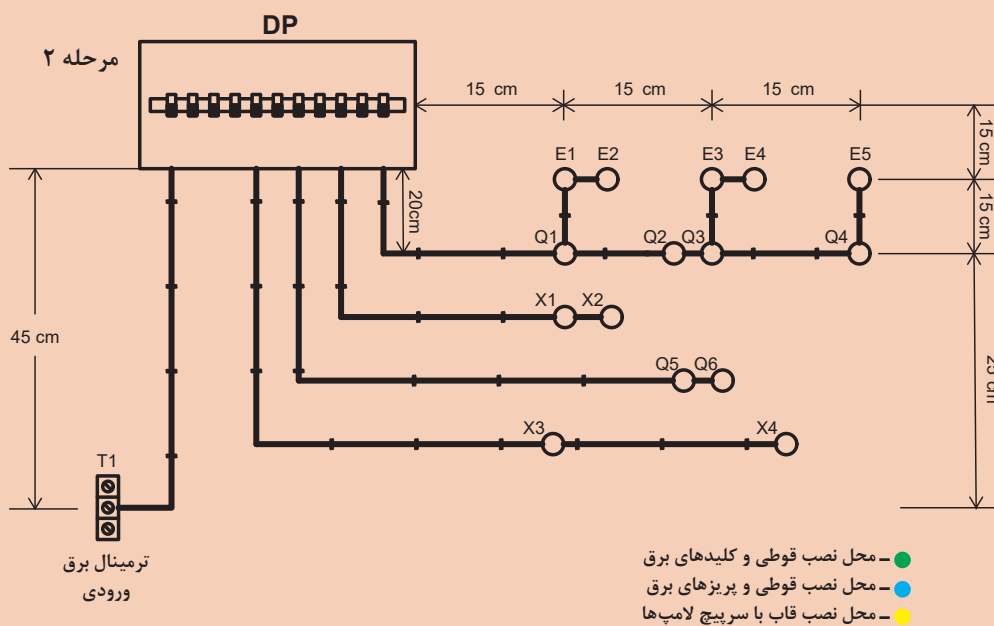
شکل ۱۵۳



هدف: نصب و سیم‌کشی مدار سنسور حرکت (PIR) و دایمر مطابق تصاویر نشان داده شده در شکل‌های ۱۵۴ و ۱۵۵ لوله‌های PVC جدید مورد نیاز را برش داده و سپس توسط بست لوله روی تابلو اضافه کنید.



شکل ۱۵۴



شکل ۱۵۵

مراحل اجرای سیم‌کشی مدار سنسور حرکت و دایمر

- ۱ با توجه به جدول ۱۰ در موقعیت‌های مشخص شده تجهیزات نام برده شده را در نظر 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 مری خود اقدام به سیم‌کشی کنید.

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

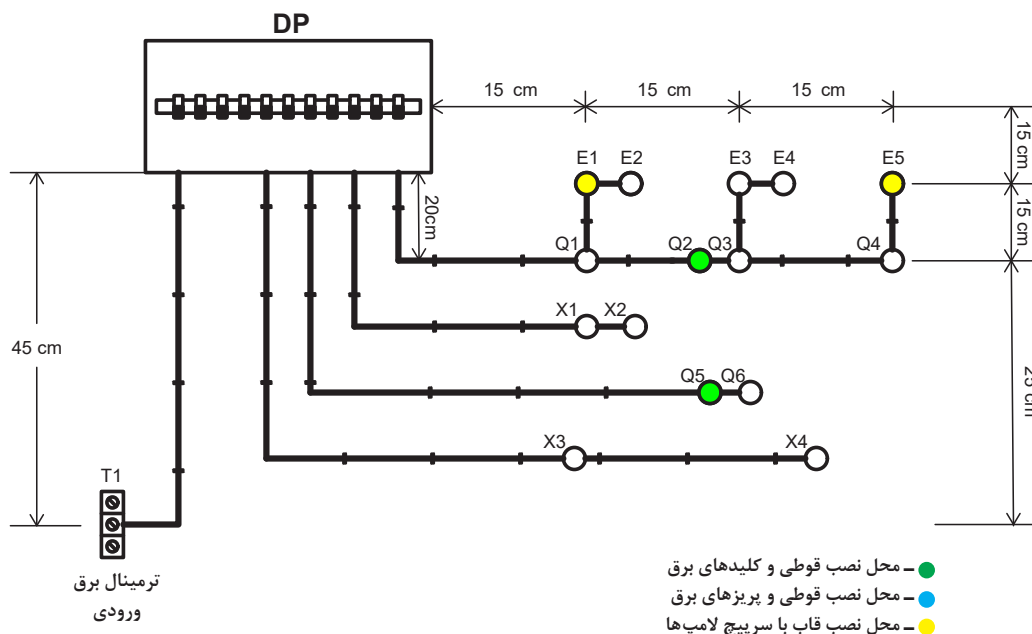
یادآوری



جدول ۱۰ - معرفی قطعات

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

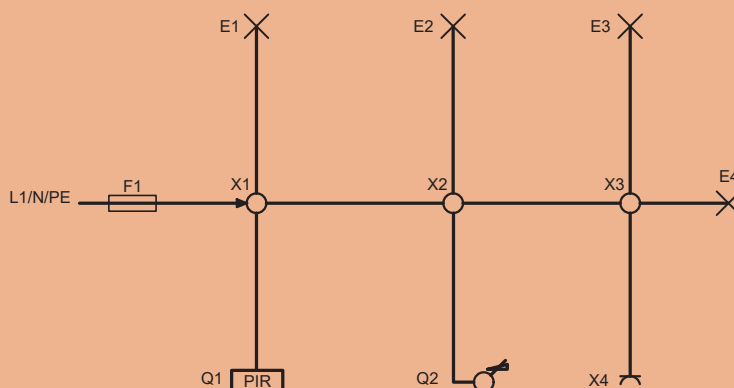
- ۵ پس از پایان کار سیم‌کشی حتماً با حضور مری خود مدار را آزمایش کنید.
- ۶ نقشه‌های حقیقی و فنی مدار فوق را در دفتر گزارش کار خود رسم کنید.
- ۷ برای اطلاع از برق‌دار بودن پریز از فازمتر استفاده کنید.



شکل ۱۵۶



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



شکل ۱۵۷

E1 & E3 → لامپ‌های مدار دیمر

E2 & E4 → PIR مدار

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 تشکیل‌دهنده 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 ۱۱- 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.

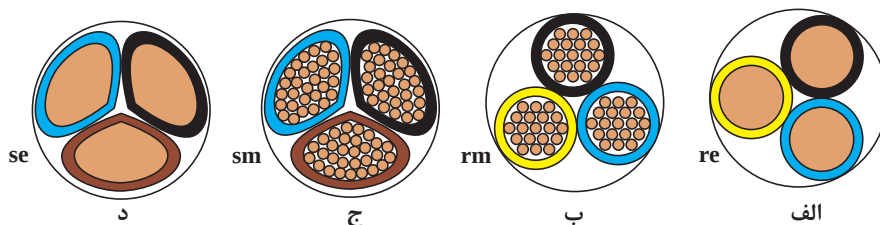
هادی‌های کابل را از دیدگاه‌های مختلف می‌توان تقسیم‌بندی نمود. در اینجا کابل‌ها را از نظر سطح مقطع هادی و تعداد رشته به صورت زیر مورد بررسی قرار می‌دهیم.
به طور کلی هادی‌ها از نظر تعداد رشته به سه شکل تک رشته (مفتولی)، چند رشته (افشان) و نیمه افشان (رشته‌ای) مطابق شکل ۱۵۸ وجود دارند.



شکل ۱۵۸

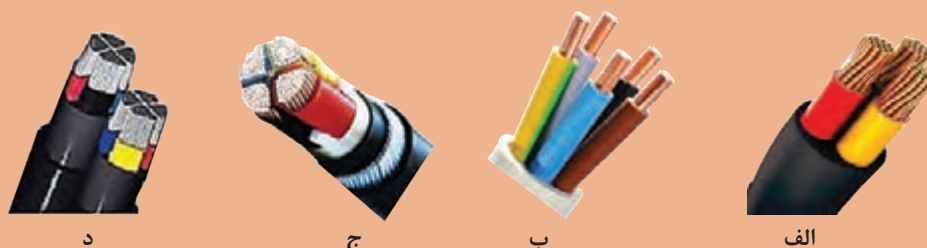
برای مشخص کردن شکل سطح مقطع و تعداد هادی کابل‌ها روی بدنه آن از حروف زیر استفاده می‌شود:

- 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 به صورت تک رشته باشد حرف اختصاری (e)
 - ۴ در صورتی که هادی کابل به صورت 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 به کار برد.



شکل ۱۵۹

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



شکل ۱۶۰

تمرین



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. به عبارت 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 به نام 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 ۱۲- تعدادی از حروف اختصاری عایق کابل‌ها

علائم اختصاری	مفهوم علائم اختصاری	علائم اختصاری	مفهوم علائم اختصاری
Yv	جنس پی‌وی‌سی تقویت شده	b	دارای زره
Yu	جنس پی‌وی‌سی با خاصیت تأخیرانداز شعله	A	جنس روکش از الیاف گیاهی
Y2	جنس پلی‌اتیلن	NA	جنس سیم یا هادی از آلومینیوم
Y	جنس پی‌وی‌سی	N	جنس سیم یا هادی از مس
X11	جنس پلی‌اورتان شبکه‌ای	MZ	روکش آلیاژ از جنس سرب
X2	جنس پلی‌اتیلن شبکه‌ای	M	نوع روکش سربی
X	جنس پی‌وی‌سی شبکه‌ای	L	نوع روکش آلومینیومی نرم
t	سیم یا کابل ضدموریانه	KL	غلاف از جنس آلومینیوم
SL	علامت اختصاری کابل افشان کنترل	K	غلاف سرب
re	مفتول تک رشته‌ای گرد	H	پلیمر بدون هالوزن با پیشگیری از انتشار شعله
Q	جنس بافت سیم از فولاد	G3	نوع لاستیک از اتیلن پروپیلن
O	سیم و کابل مقاوم به روغن	G2	نوع لاستیک سیلیکونی
e	نوع هادی مفتولی	G	جنس عایق از پلاستیک
D	محافظ مسی تابیده شده به صورت مارپیچ	f	علامت اختصاری افشان
C	محافظ بافت سیم مسی	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 ۱۶۲



شکل ۱۶۱

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.

IEC/BS/EN 60446		IEC/VDE قدیمی		BSI قدیمی		ISIRI 607-1		NAMIRA CA-BIE
رنگ‌بندی ترجیحی وجود ندارد.		رنگ‌بندی ترجیحی وجود ندارد.		رنگ‌بندی ترجیحی وجود ندارد.		رنگ‌بندی ترجیحی وجود ندارد.		کابل برق تک رشته
						رنگ‌بندی ترجیحی وجود ندارد.		کابل برق دو رشته
با ارت 	بدون ارت 	با ارت 	بدون ارت 	با ارت 	بدون ارت 	با ارت 	بدون ارت 	کابل برق سه رشته
با ارت 	بدون ارت 	با ارت 	بدون ارت 	با ارت 	بدون ارت 	با ارت 	بدون ارت 	کابل برق چهار رشته
با ارت 	بدون ارت 	با ارت 	بدون ارت 	با ارت 	بدون ارت 	با ارت 	بدون ارت 	کابل برق پنج رشته

شکل ۱۶۳

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

شکل ۱۶۴

ث) مشخصات روی بدنه کابل‌ها: بر روی بدنه کابل‌ها از یک سری حروف و همچنین اعداد استفاده می‌شود. از این اطلاعات برای تشخیص زمینه 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.



شکل ۱۶۶

مفهوم حروف کابل NAYY چیست؟

برای اینکه با مفهوم این کابل پر کاربرد آشنا شویم کفایت تک تک 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 نشان دهنده جنس هادی کابل است که از آلایژ آلومینیوم است. دو حرف بعدی YY نیز نشان دهنده جنس عایق کابل و غلاف آن هستند که هر دو از PVC ساخته شده‌اند.

مثال



خصوصیات کابل نشان داده شده در شکل ۱۶۷ چیست؟

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



شکل ۱۶۷

با توجه به اینکه حرف بعدی X۲ است بیان کننده آن است که جنس عایق هادی کابل از پلی اتیلن شبکه‌ای است. حرف آخر هم که Y است نشان دهنده آن است که عایق روکش کابل از جنس PVC است.

مثال



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

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

توجه



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 پلی اتیلن 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 تک‌ رشته و چند رشته با ولتاژ اسمی ۱ کیلو ولت را مشاهده می‌کنید.

جدول ۱۳- جریان مجاز کابل های برق با ولتاژ اسمی ۱kv بر حسب آمپر

سطح مقطع (mm) ^۲	کابل های یک سیمه (جریان مستقیم)		کابل های دو سیمه		کابل های ۳ و ۴ سیمه		سه تا کابل یک سیمه سه فاز			
	در خاک	در هوای آزاد	در خاک	در هوای آزاد	در خاک	در هوای آزاد	طرز قرار گرفتن کابل ها		طرز قرار گرفتن کابل ها	
							در خاک ○○○	در هوای آزاد	در خاک ⊖⊖⊖	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 کابل کشی

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 ۱۶۸- 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 روکش برداری توسط یک مدل از این وسایل نشان داده شده است:



ب



الف

شکل ۱۷۱- روکش برداری کابل

- ب) بست کابل:** در کابل کشی های روی دیوار از بست کابل استفاده می شود. برای انتخاب بست های مختلف لازم است نکات زیر رعایت شود:
- اندازه قطر خارجی کابل
 - نوع کابل کشی با توجه به عوامل مکانیکی، حرارتی و شیمیایی اثرگذار روی کابل
 - نوع کابل کشی از نظر قابل دید (روی دیوار) و یا غیرقابل دید (زیر سقف کاذب) بودن
 - امکان بستن ساده کابل
 - قیمت مناسب نصب
- بست ها توسط میخ های فولادی با پیچ به روی دیوار محکم و سپس کابل روی آنها بسته می شود. در تصاویر ۱۷۲ چند نمونه بست کابل نشان داده شده است.



شکل ۱۷۲- انواع بست کابل

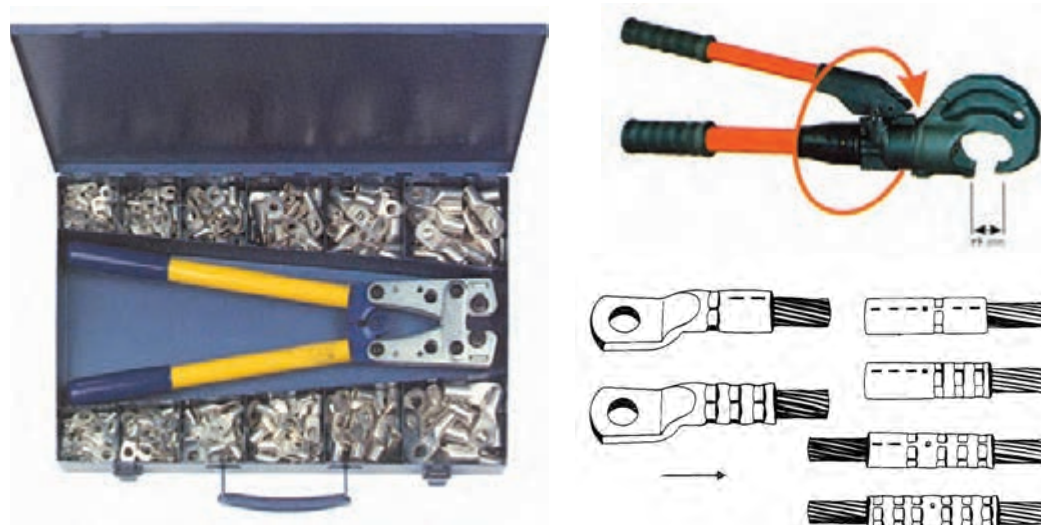


شکل ۱۷۳- شکل های مختلف کابل شو

ت) کابل شوها (سرسیم ها): برای اتصالات جداشدنی سیم ها، از فیش یا سرسیم های مخصوص استفاده می کنند. سرسیم ها، با توجه به سطح مقطع سیم، در اندازه های مختلف ساخته می شود و با لحیم کاری توسط دستگاه پرس مخصوص، به هادی محکم می شوند.

کابل شوها را در انواع مختلف پرسی، لحیمی، پیچی و مگنه ای می سازند. برای به دست آوردن اتصال صددرصد و قابل اطمینان، اغلب کابل شوها را به هادی های کابل، لحیم یا پرس می کنند. (شکل ۱۷۳)

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

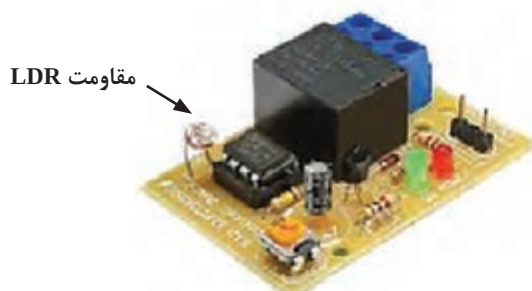
فتوسل



شکل ۱۷۵

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

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.



ب) بُرد الکترونیکی فتوسل



الف) مقاومت LDR

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 موجود روی 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 $\Rightarrow$ با شدت کنتاکت بسته $\Rightarrow$ تحریک بوبین رله $\Rightarrow$ افزایش I $\Rightarrow$ کاهش R $\Rightarrow$ افزایش نور $\Rightarrow$ در روز



شکل ۱۷۷

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

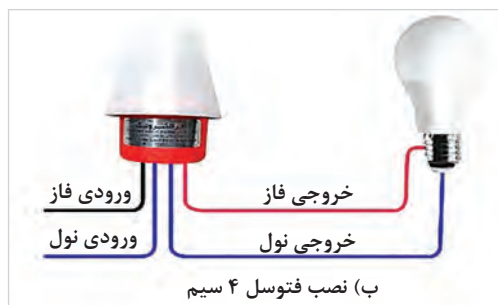


شکل ۱۷۸- نحوه سیم‌کشی فتوسل

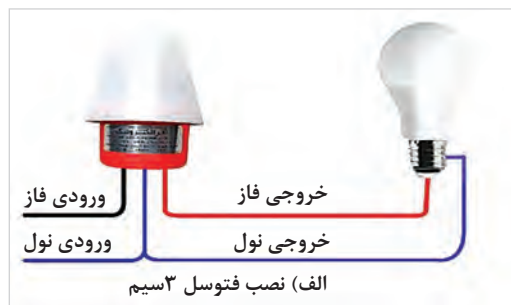
در فتوسل‌ها معمولاً از رنگ سیم‌های مشکی (B)، سفید (W) یا آبی (B) به عنوان سیم‌های فاز و نول ورودی و از سیم‌های رنگ قرمز (R) و سفید (W) یا آبی (B) به عنوان سیم‌های برگشت فاز و نول استفاده می‌شود.

شکل ۱۷۸ نحوه سیم‌کشی یک فتوسل را نشان می‌دهد.

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.



ب) نصب فتوسل ۴ سیم

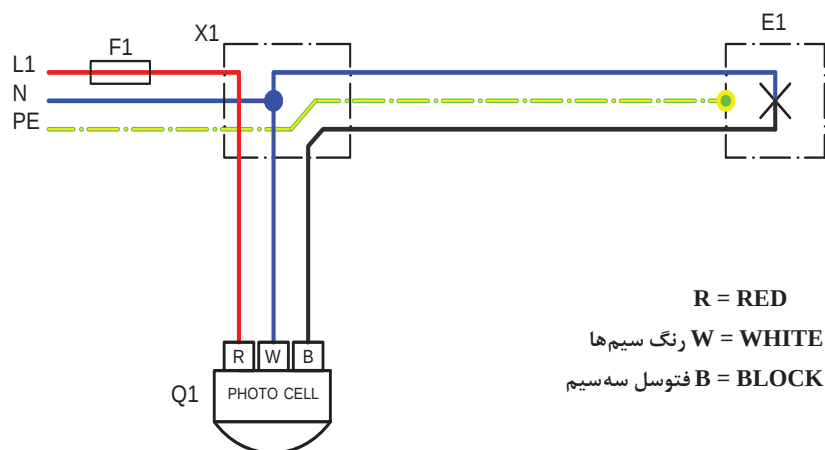


الف) نصب فتوسل ۳ سیم

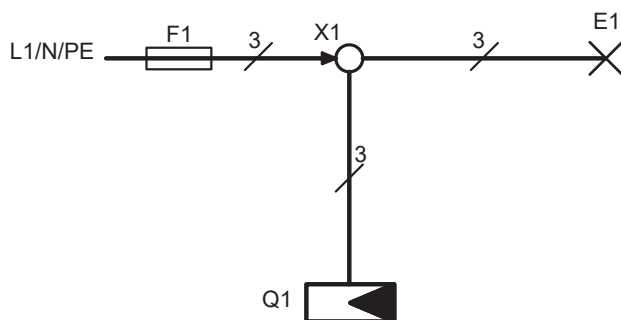
شکل ۱۷۹

نقشه مدار فتوسل

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



شکل ۱۸۰



شکل ۱۸۱- فتوسل

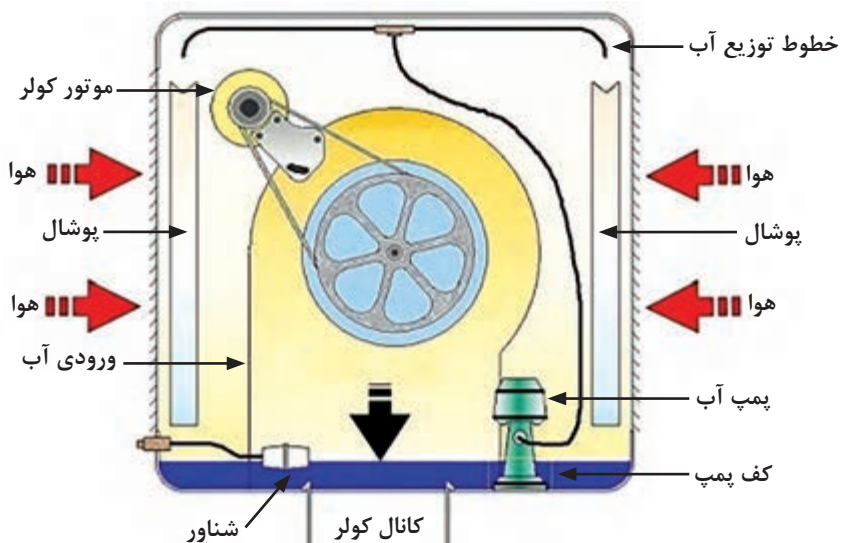
کولر آبی



شکل ۱۸۲

کولر از جمله لوازم خانگی است که از آن برای خنک کردن هوای مکان موردنظر استفاده می‌شود. اساس کار کولر آبی بدین صورت است که با مرطوب کردن 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.

کولر آبی دارای دو موتور است. یکی از موتورها برای پمپ کردن 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

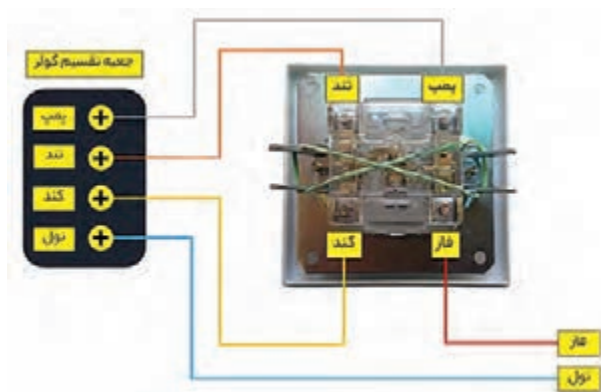
کلید کولر دارای سه شستی می‌باشد که هر کدام وظیفه‌ای بر عهده دارند.

■ **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 ۱۸۵- ساختمان داخلی و نحوه سیم‌کشی کلید کولر

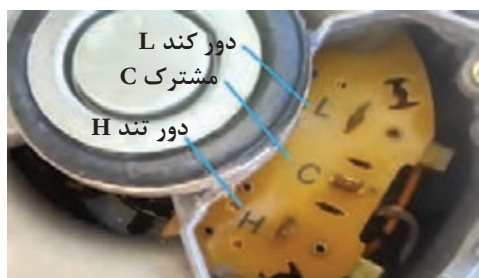


شکل ۱۸۴- شکل ظاهری کلید کولر

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.

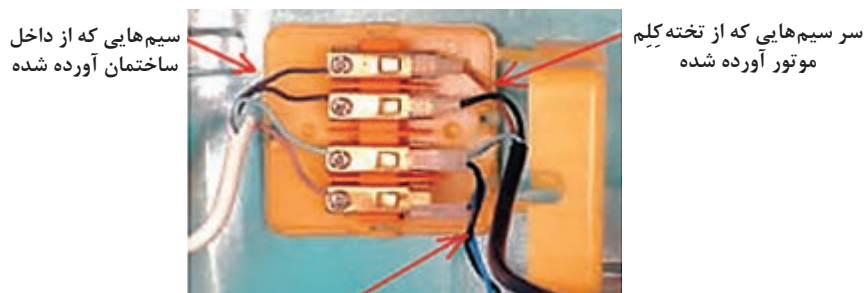
در قسمت پشت این کلیدها، چهار عدد پیچ به نام‌های تند، کند، پمپ و فاز وجود دارد. لذا وظیفه هر پیچ روی آن مشخص شده است. در برخی موارد از حروف انگلیسی، P برای پمپ (p = pump)، L برای فاز (L = line)، F برای دور تند (F = fast) و S برای دور کند (S = slow) استفاده شده است. مزیت این دسته از کلیدها این است که نیاز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

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



شکل ۱۸۶- (تخته کِلِم) موتور کولر

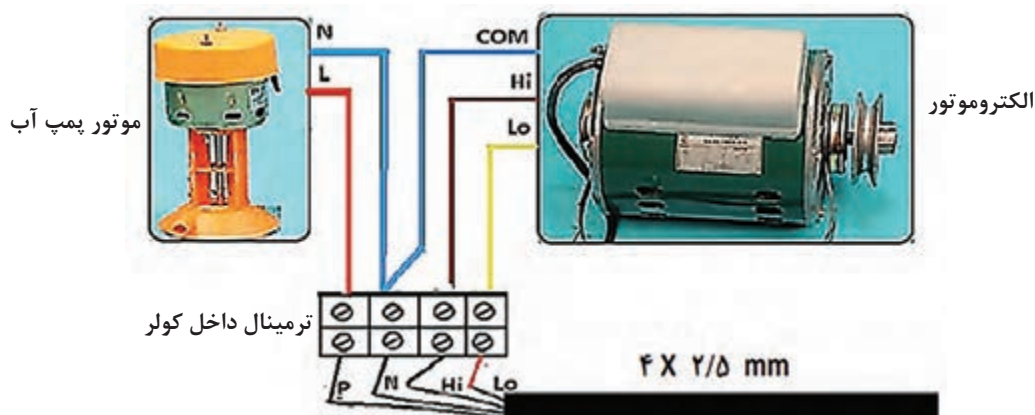
شکل ۱۸۷ تصویر جعبه تقسیم پلاستیکی را نشان می‌دهد که سر سیم‌های موتور اصلی و پمپ آب در داخل برده می‌شوند. این جعبه تقسیم که در داخل خود یک ترمینال دارد و در داخل بدنه فلزی کولر آبی بسته شده است.



سر سیم‌های پمپ آب

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



شکل ۱۸۹

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 ۱۹۰

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



شکل ۱۹۱

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



شکل ۱۹۲

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

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



شکل ۱۹۳

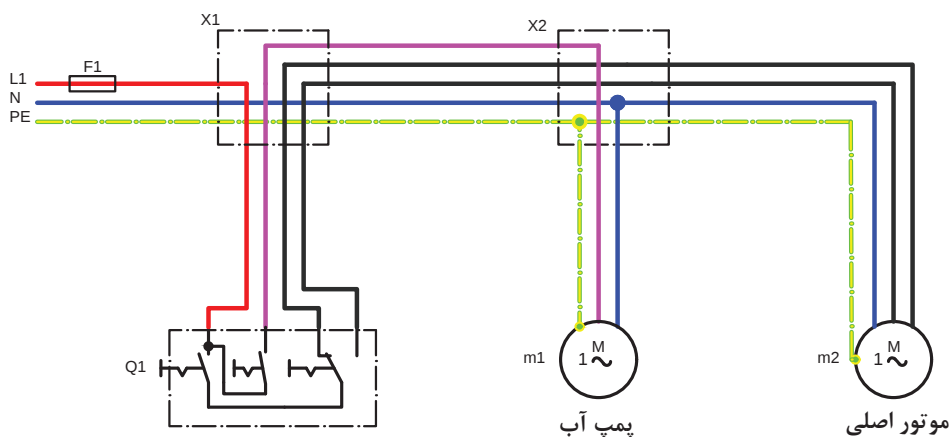
۶ هرگز سیم‌های رابط چند تکه را مشابه شکل ۱۹۳ برای برق‌رسانی پمپ آب کولر مورد استفاده قرار ندهید زیرا در اثر ریزش آب خالص املاح‌دار، خطر برق‌گرفتگی وجود دارد.

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

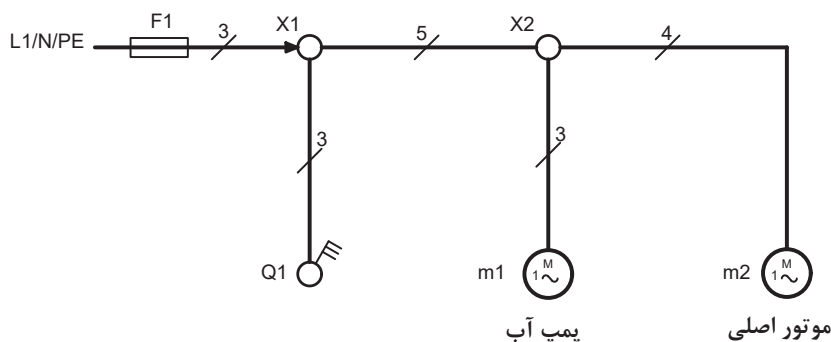
۸ هنگام سرویس کولر، فیوز مینیاتوری و کلید مخصوص آن را در وضعیت قطع قرار دهید تا از خطر برق‌گرفتگی در امان باشید.

نقشه مدار کولر آبی

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



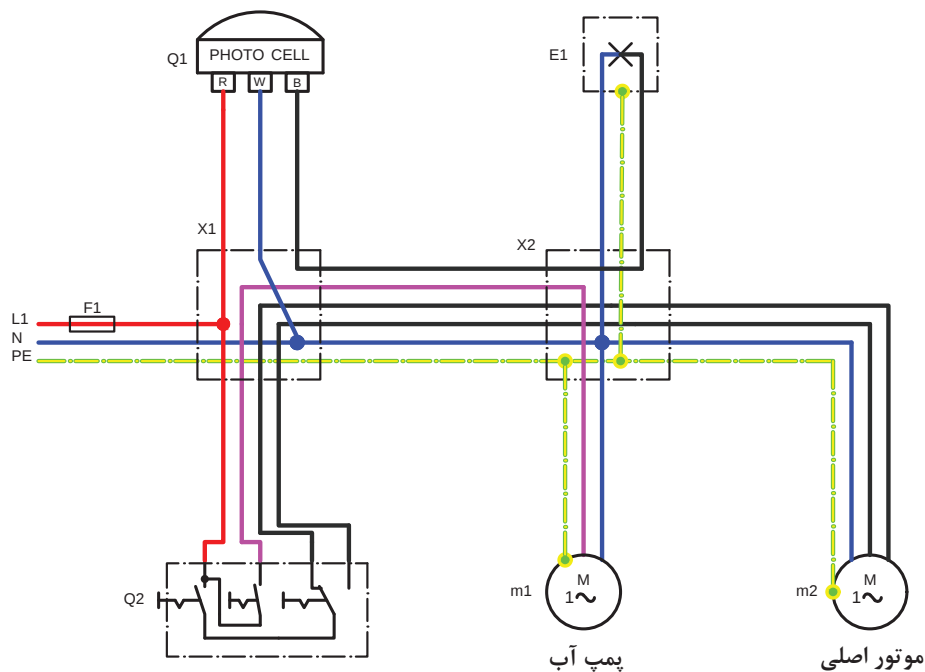
شکل ۱۹۴



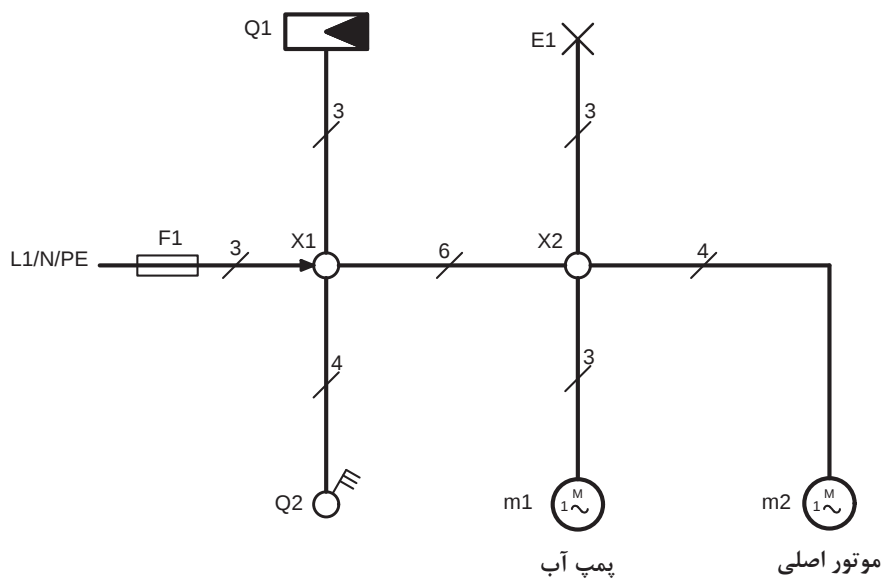
شکل ۱۹۵

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.



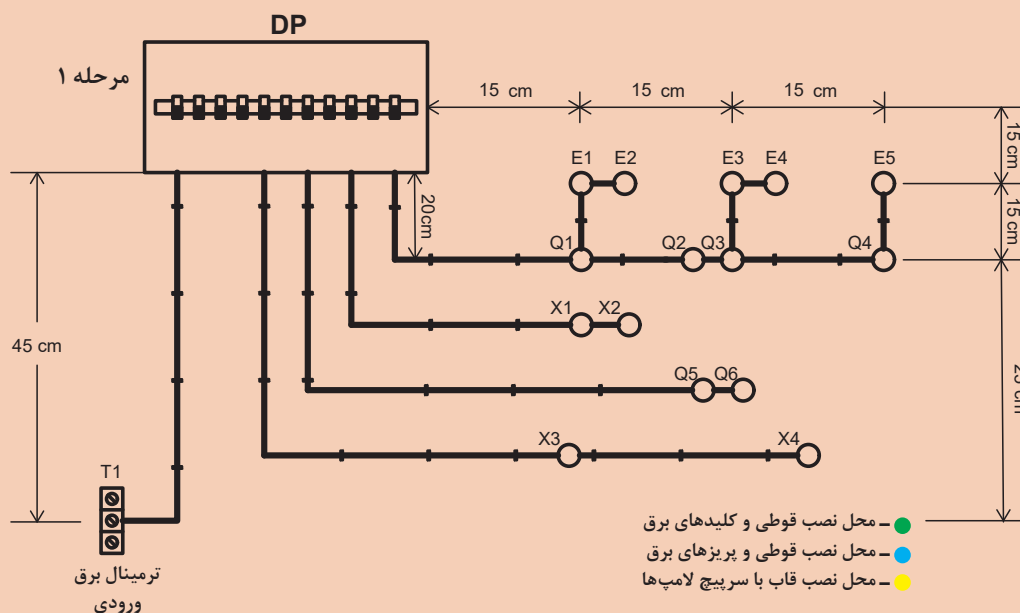
شکل ۱۹۶



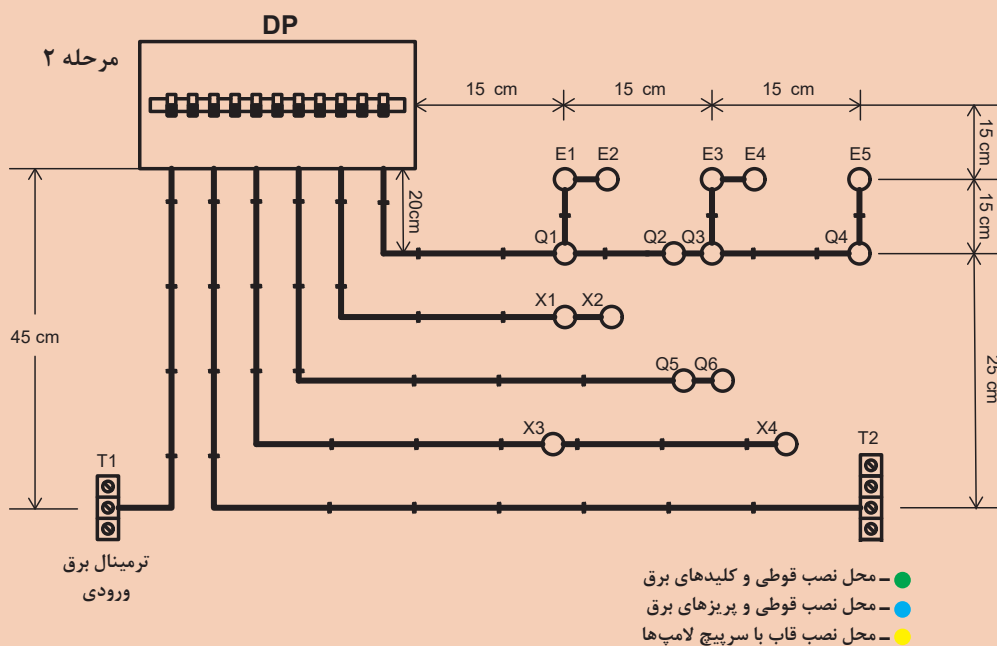
شکل ۱۹۷



هدف: نصب و سیم‌کشی مدار فتوسل و موتور کولر
مطابق تصاویر نشان داده شده در شکل‌های ۱۹۸ و ۱۹۹ لوله‌های PVC جدید مورد نیاز 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.

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

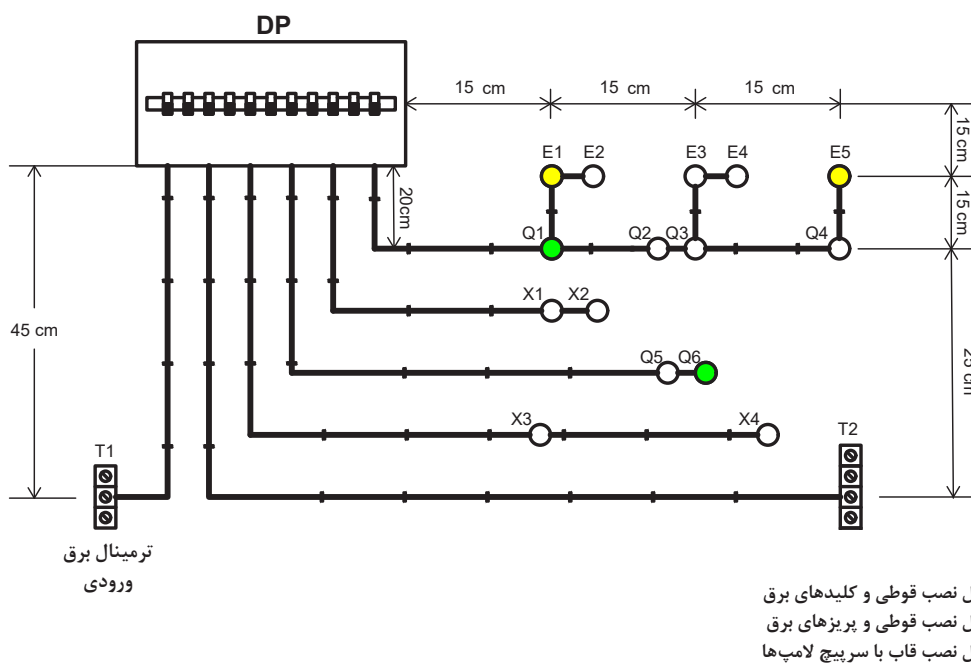
یادآوری



- 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 ۱۴- معرفی قطعات

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



شکل ۲۰۰

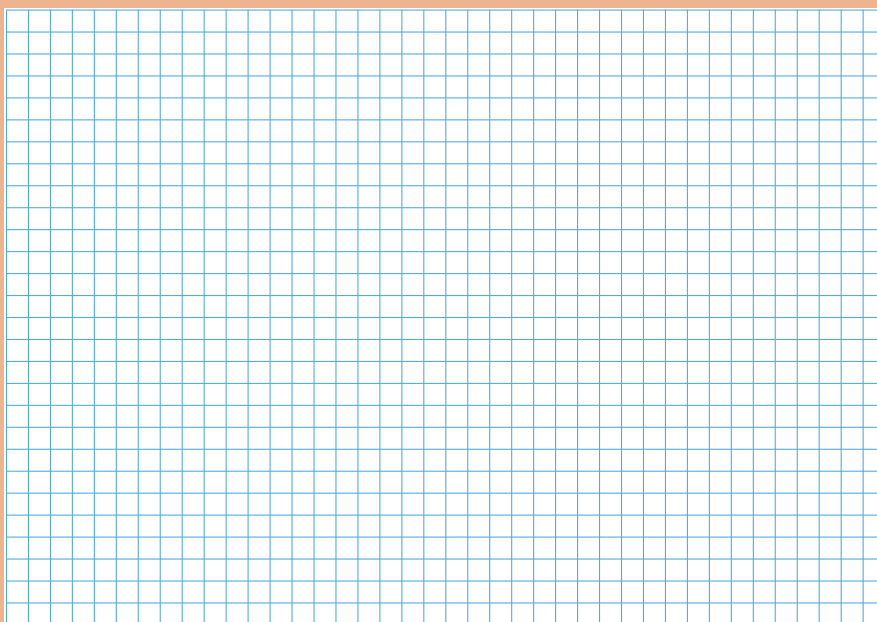


با استفاده از یک کلید دابل و یک کلید تبدیل نقشه حقیقی و نقشه فنی مدار راهاندازی موتور کولر و پمپ آب آن را رسم کنید.

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 به صورت سیاه و سفید یا رنگی باشد. همچنین بر روی صفحه و در کنار دوربین گیرنده‌های مادون قرمز برای دید بهتر در شب قرار می‌گیرند. منطقه دید دوربین نیز با پیچ‌هایی که کنار دوربین قرار دارد قابل تنظیم است. در شکل ۲۰۱ تصویر چند نوع پانل را مشاهده می‌کنید.



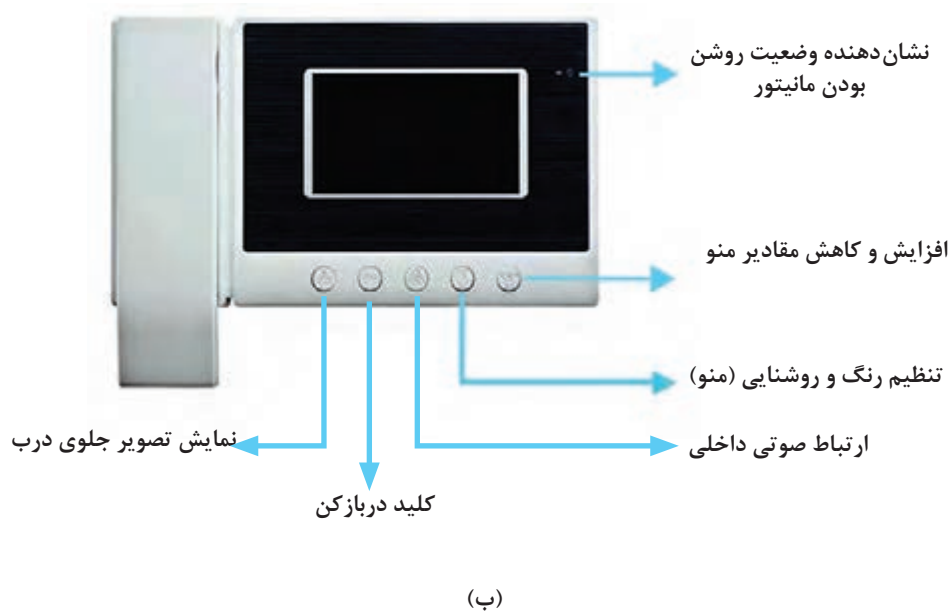
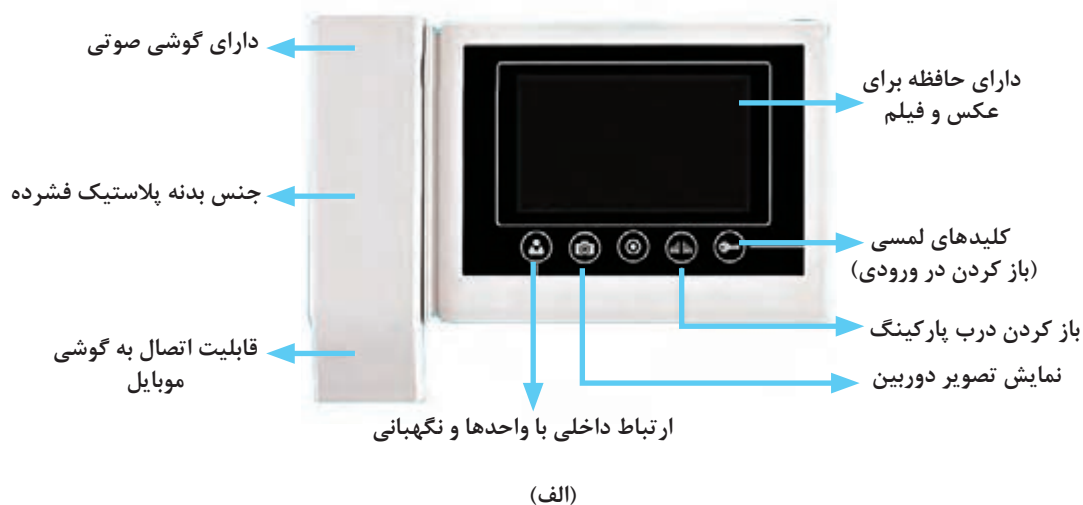
شکل ۲۰۱

■ **گوشی (مانیتور):** گوشی تصویری دریافت شده از دوربین صفحه اصلی جلوی درب را بسته به نوع دوربین به صورت 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 آن جا نصب است ارتباط صوتی برقرار کرد.

ج) شستی درباز کن: با زدن این شستی قفل الکتریکی در باز کن عمل می کند و در باز می شود. 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 به طور مستقل از طریق برق ۲۲۰ ولت AC تأمین می شود. در شکل ۲۰۲ تصویر دو نوع گوشی را مشاهده می کنید.



شکل ۲۰۲

■ **منبع تغذیه:** منابع تغذیه آیفون تصویری دارای خروجی ۱۲ ولت AC برای سامانه‌های یک طبقه و دارای خروجی ۱۲ ولت 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.



شکل ۲۰۳

■ **قفل در باز کن:** در آیفون‌ها دو نوع قفل در بازکن به کار می‌رود. در یک نوع آن از زنجیر استفاده می‌شود که 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 جریان 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 در شکل ۲۰۴ تصویر ظاهری دو نوع در بازکن را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲۰۴

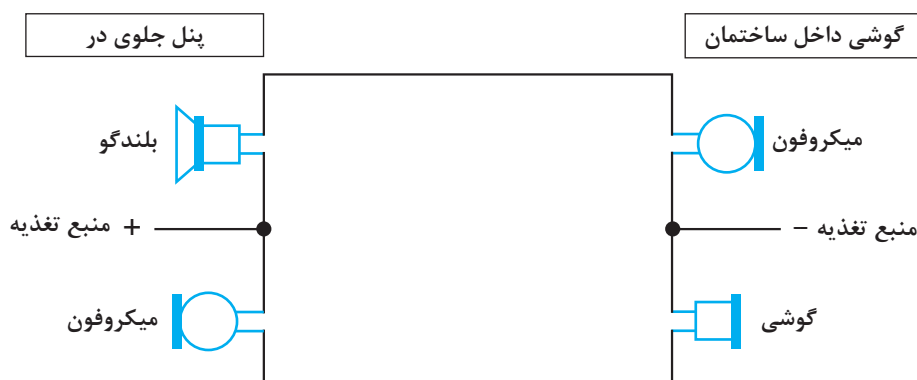
■ بررسی مدار الکتریکی آیفون تصویری

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 دربازکن (مدار خبری)
- ۴ بخش تصویر

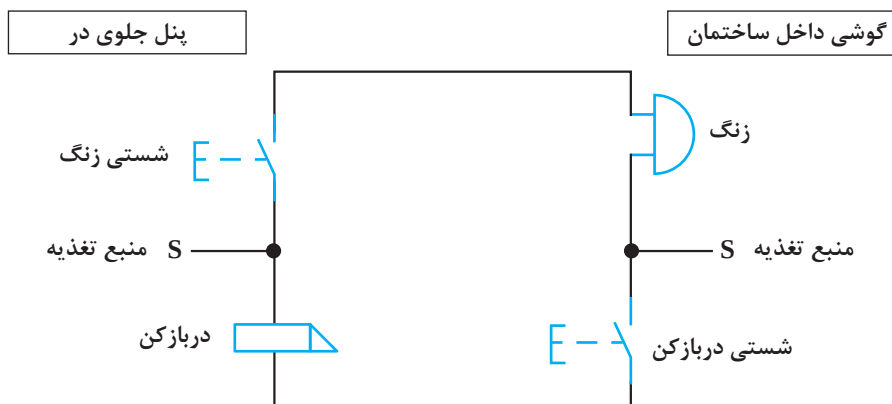
۱ منبع تغذیه: در این قسمت از یک ترانس کاهنده ولتاژ که با دو خروجی است مثلاً $V(12/220)$ استفاده می‌شود. معمولاً یکی از خروجی‌ها با استفاده از مدار یکسوساز و یک خازن که در نقش صافی بکار می‌رود، ولتاژ متناوب (AC) به ولتاژ مستقیم (DC) تبدیل می‌شود.

۲ بخش 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 ۲۰۵- 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 متناوب منبع تغذیه تأمین می‌شود. شکل ۲۰۶ مدار الکتریکی بخش مکالمه آیفون‌ها را نشان می‌دهد.

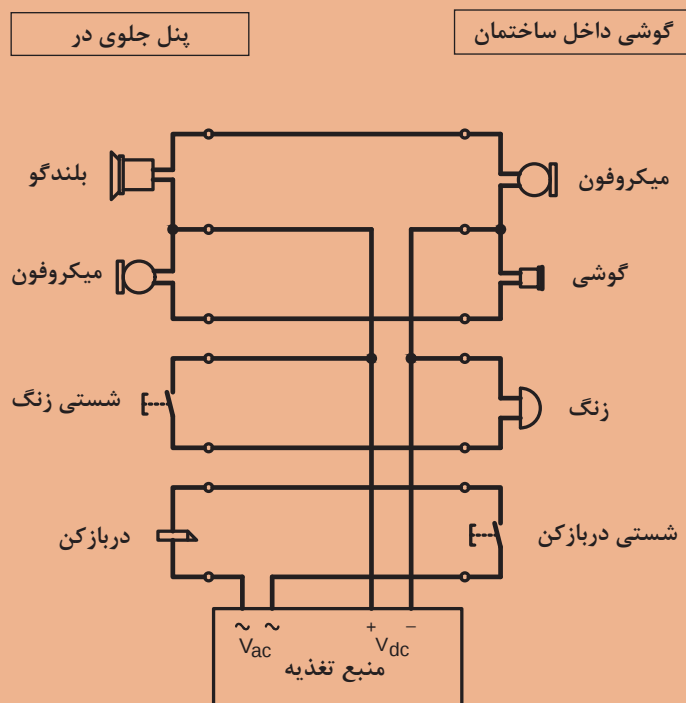


شکل ۲۰۶- مدار خبری با ولتاژ AC

توجه

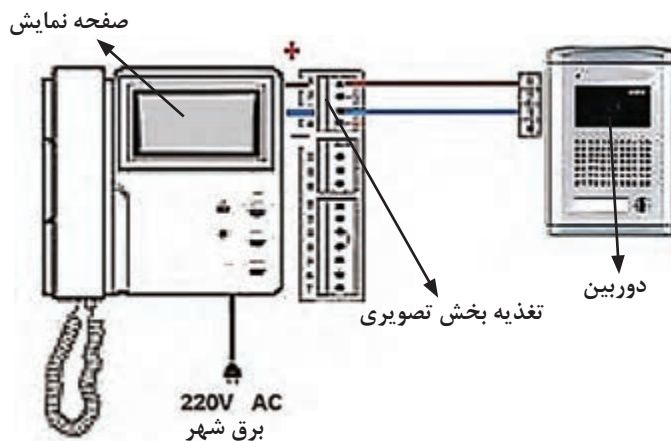


در آیفون‌های جدید ولتاژ مورد نیاز قسمت زنگ نیز از طریق بخش DC منابع تغذیه تأمین می‌شود و در نتیجه از تعداد سیم واسط بین پنل جلوی در و گوشی داخل ساختمان کم شده است.



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

در آیفون‌های امروزی با وصل دو شاخه گوشی داخل ساختمان به پریز برق، ولتاژ DC مورد نیاز 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.

نکته



نتیجه‌گیری: از کنار هم قرار گرفتن هر چهار مدار توضیح داده شده مدار آیفون تصویری تکمیل خواهد شد.

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.

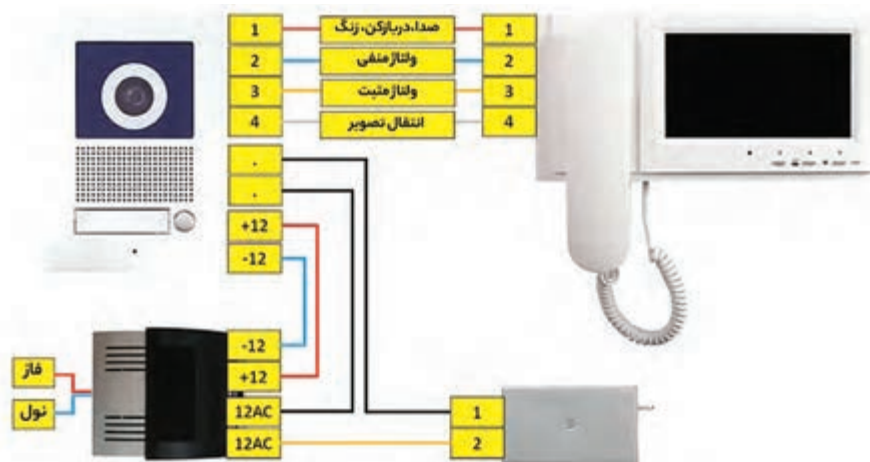
توجه



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)



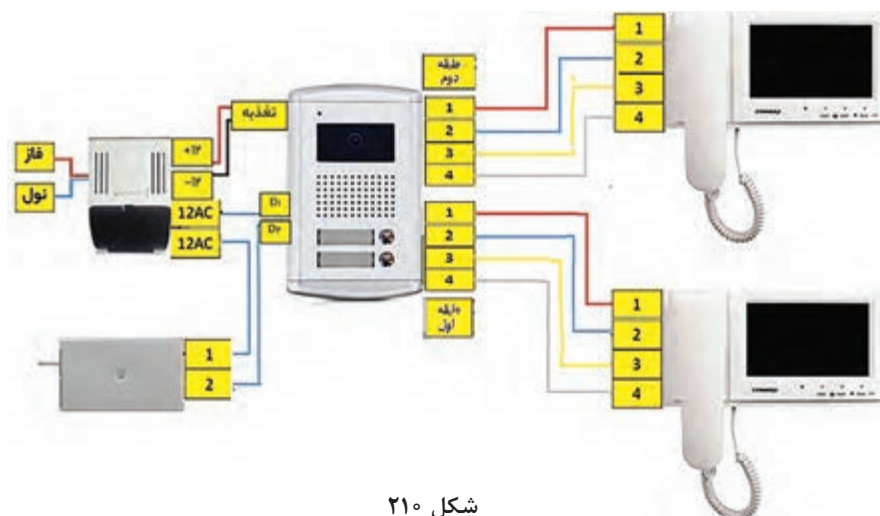
شکل ۲۰۹

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)



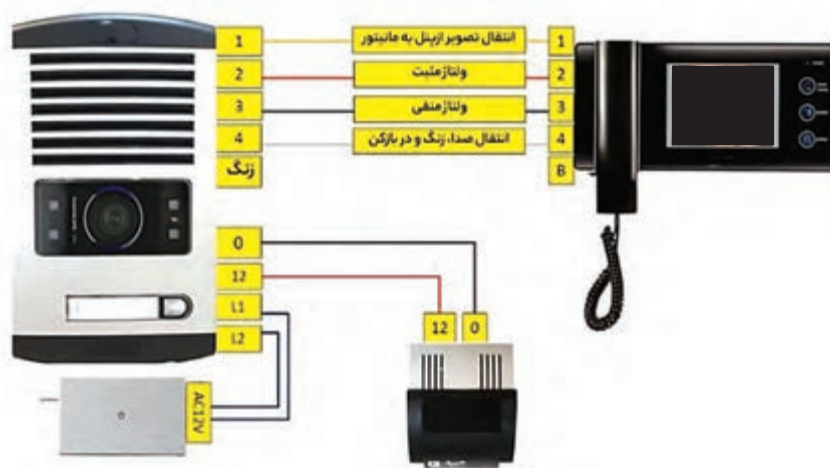
شکل ۲۱۰

۲ نقشه سیم‌کشی آیفون تصویری (مدل دوم)

رنگ‌بندی سیم‌ها در این مدل آیفون تصویری به شرح 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

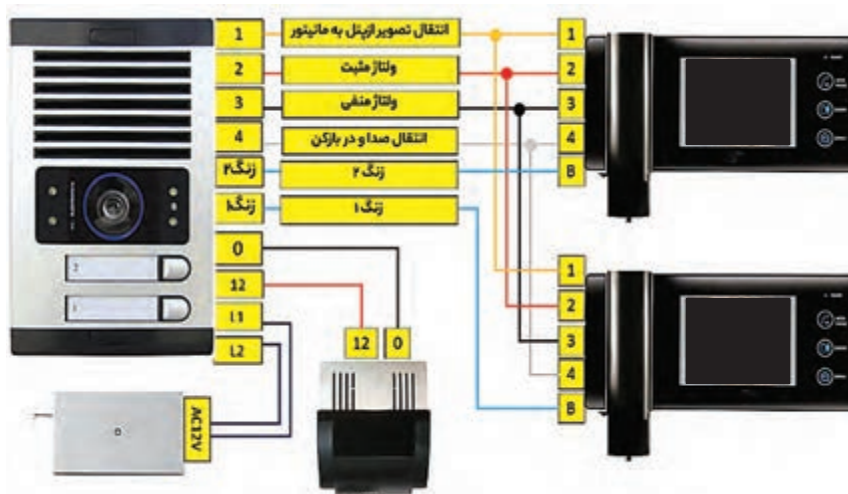
سیم‌بندی آیفون تصویری ۱ واحدی (مدل دوم)



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.

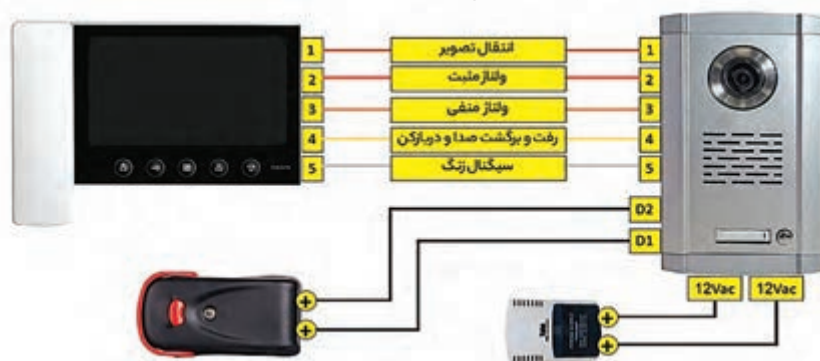
- سیم قهوه‌ای: انتقال تصویر از پنل به مانیتور
- سیم قرمز: ولتاژ مثبت از مانیتور به سمت پنل
- سیم نارنجی: ولتاژ منفی از مانیتور به سمت پنل
- سیم زرد: رفت و برگشت صدا + در باز کن
- سیم سفید: مربوط به زنگ است.

به ازای هر واحد، یک رشته سیم سفید خواهیم داشت.

توجه

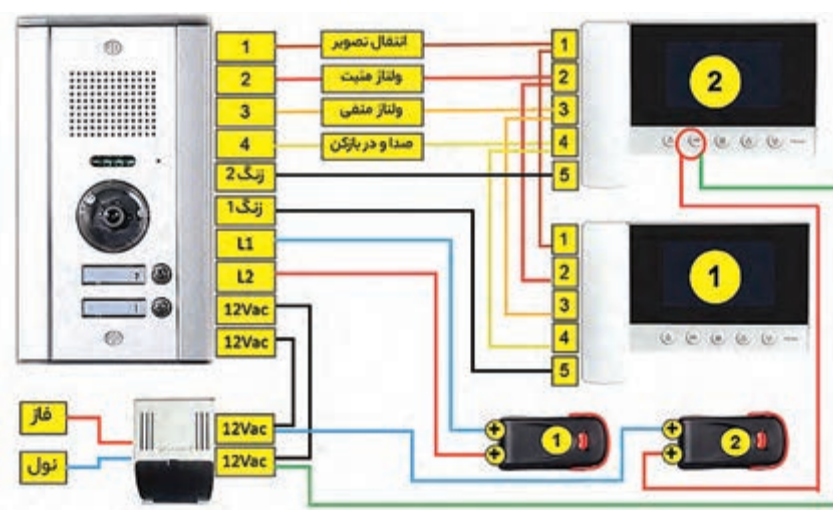


سیم‌بندی آیفون تصویری ۱ واحدی (مدل سوم)



شکل ۲۱۳

کنترل دو درب به وسیله یک آیفون تصویری یا صوتی به صورت مجزا یا هم‌زمان

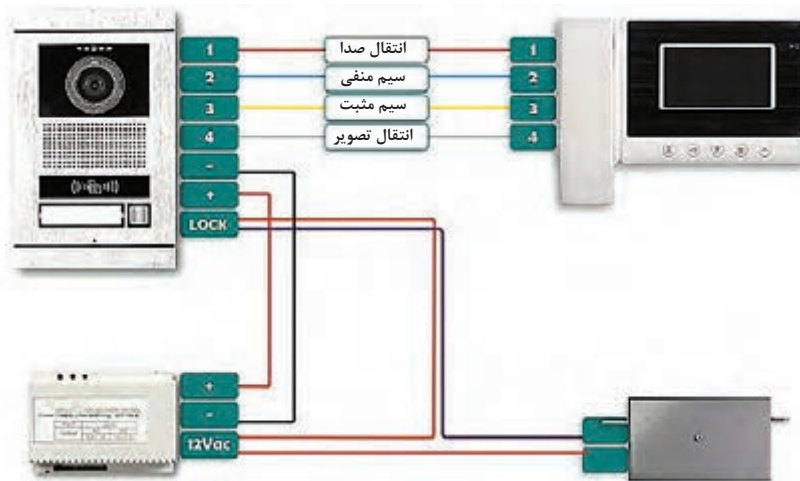


شکل ۲۱۴

۴ نقشه سیم‌کشی آیفون تصویری (مدل چهارم)

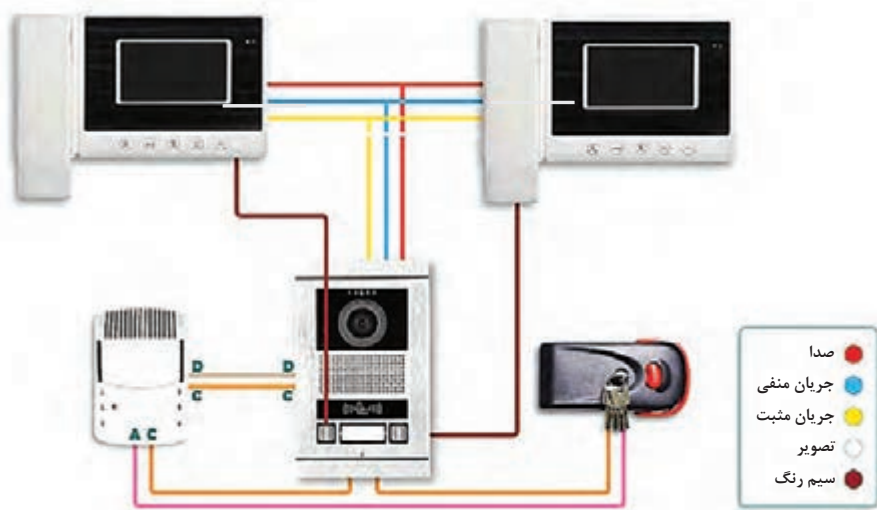
نحوه سیم‌کشی آیفون تصویری تک‌واحدی مدل چهارم با مدل‌های دو یا چند طبقه فرق دارد زیرا در سیم‌کشی مدل یک طبقه سوئیچر (تقسیم‌کننده) داخلی وجود ندارد. در پنل آیفون تصویری تک‌واحدی، دو ترمینال مثبت و منفی و دو ترمینال برای LOCK وجود دارد که قسمت مثبت پنل را باید به قسمت مثبت ترانس و قسمت منفی آن را به قسمت 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 به طور مستقیم به درب بازکن 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)

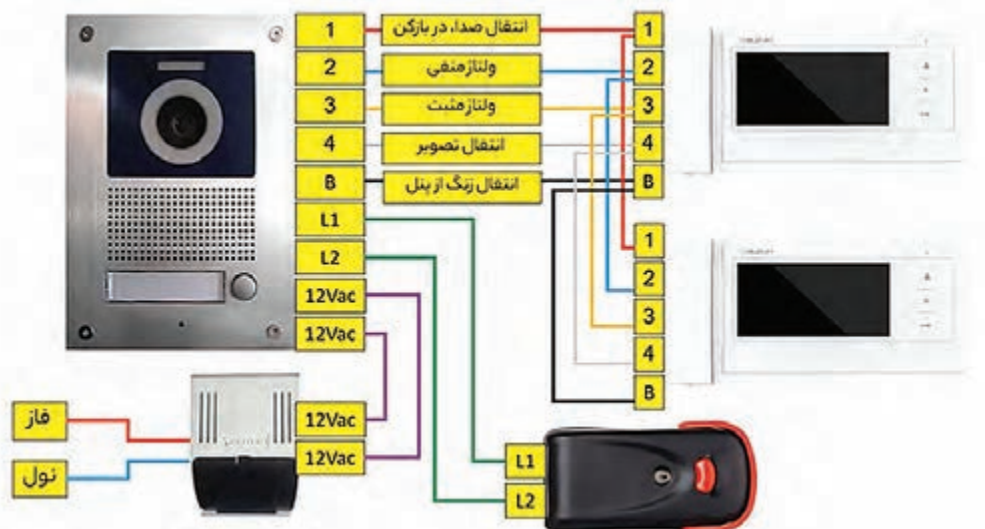
در شکل‌های ۲۱۷ و ۲۱۸ نقشه سیم‌کشی آیفون تصویری یک واحد و دو واحدی آیفون تصویری مدل پنجم را مشاهده می‌کنید.

توجه

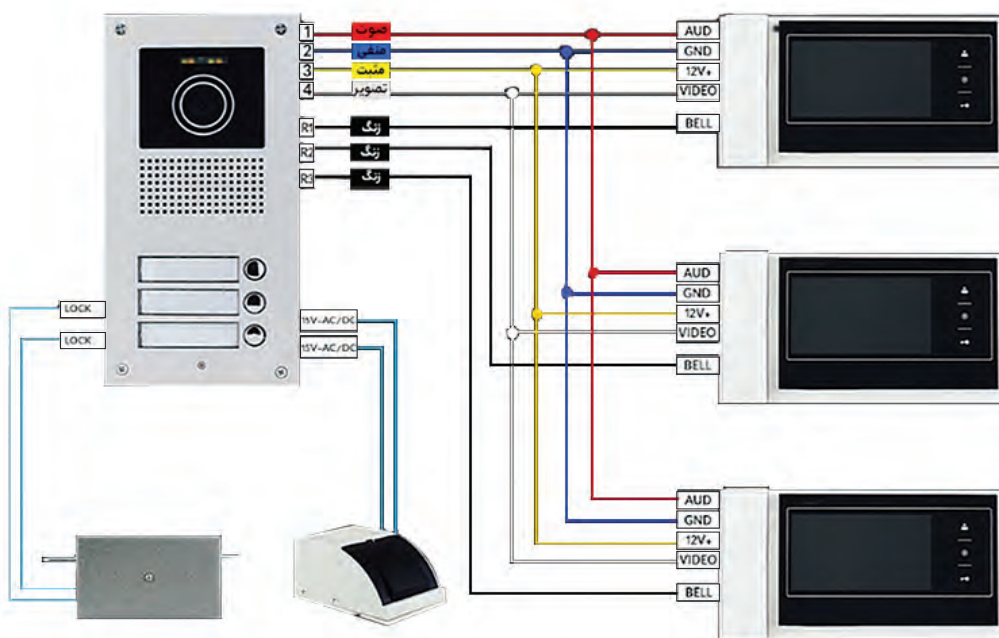


برای سیم‌کشی آیفون تصویری یک ساختمان دو واحدی کفایت در نقشه داده شده برای دوبلکس سیم زنگ طبقه دوم که با حرف B نشان داده می‌شود را به شستی زنگ طبقه دوم وصل کنیم.

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 در نظر 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

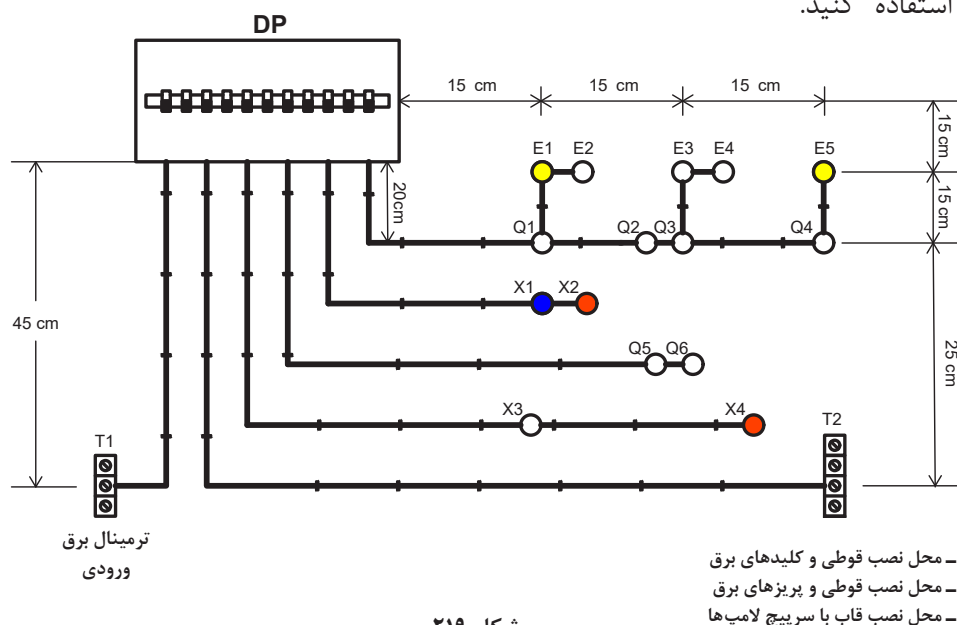


برای سیم‌کشی مدار پریز برق از سیم با سطح مقطع ۲/۵ میلی‌متر مربع و برای مدار آیفون از کابل ۵ زوج استفاده شود.

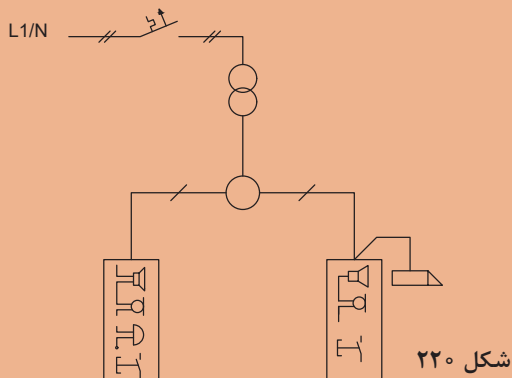
جدول ۱۵- معرفی قطعات

DP - تابلوی توزیع	X1 - پریز برق
E1 - محل نصب پتل جلوی در	X2 - محل نصب ترانس
E5 - محل نصب گوشی داخل ساختمان	X4 - محل نصب دربازکن

- 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.

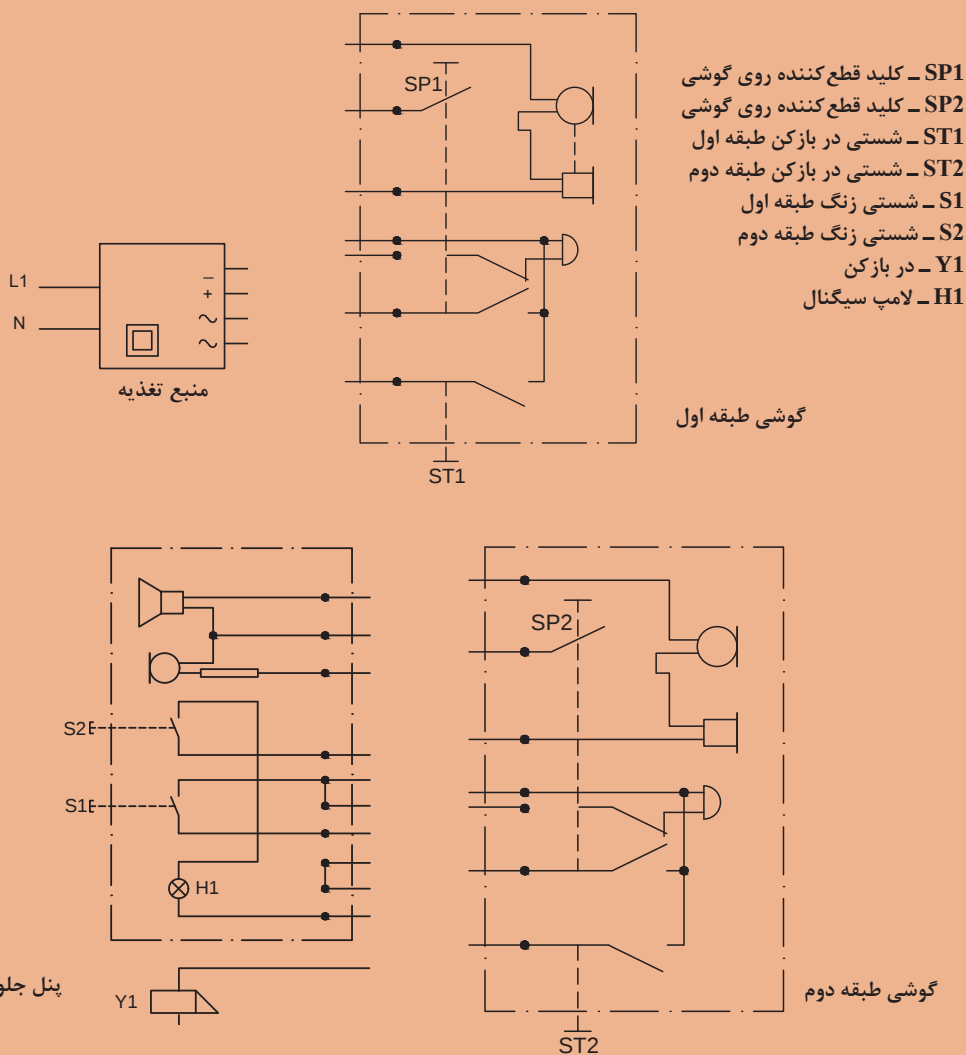


شکل ۲۱۹



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.

۲ نقشه یک نمونه آیفون صوتی دو طبقه نشان داده شده در شکل ۲۲۱ را تکمیل کنید.



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: سیم کشی ساختمان	واحد یادگیری ۲: سیم کشی مدارهای روشنایی ساختمان	اجرای مدارهای روشنایی (تک پل و دوپل و تبدیل، تایمر، فتوسل، کلید کولر، آیفون تصویر و ...) با رعایت نقشه فنی، و با اتصال صحیح کلیدها و تقسیم بندی بارها	بالاتر از حد انتظار	علاوه بر تحقق شاخص های در حد انتظار، انجام کلیه فعالیت های پودمان (مانند تحقیق کنید، فکر کنید، پژوهش کنید، جستجو کنید، بحث گروهی)
			در حد انتظار	۱- انواع سیم ها را با رعایت رنگ بندی استاندارد (فاز: قرمز/ قهوه ای، نول: آبی، زمین: سبز/زرد). در نقشه مدارهای روشنایی و سیم کشی شناسایی و در اتصالات به کار ببرند. ۲- نصب انواع کلیدها و پریزهای توکار با اتصال صحیح سیم های مشترک - اتصال کامل، محکم و عایق شده هادی سیم به سرسیم، کابلشو با رعایت تناسب سایز، جنس و ابزار مناسب (به طوری که از گرمایش، جرقه یا برق گرفتگی جلوگیری شود) ۳- سیم کشی مدار الکتریکی کلیدها و پریزهای به کار رفته در مدارهای روشنایی - اجرای مدار مطابق نقشه (مسیرگذاری سیم ها در داکت) ۴- نصب و سیم کشی تجهیزات الکتریکی (فتوسل - دایمر - کلید کولر- و آیفون تصویری) ۵- تست نهایی سیم کشی و عملکرد هر یک از تجهیزات الکتریکی (مدارهای روشنایی و فتوسل - دایمر - کلید کولر - آیفون تصویری) با آمتر برای اطمینان از عدم اتصال کوتاه - محکم کردن پیچ های terminals بدون آسیب به عایق سیم
			پایین تر از حد انتظار	در صورتی که هنرجو همه شاخص های در حد انتظار را محقق نسازد، پایین تر از حد انتظار ارزشیابی می شود.
لازم است تا کیفیت فرایند کسب شایستگی در طول زمان آموزش پودمان براساس انجام فعالیت های کلاسی و عملی، نظم، مشارکت در فعالیت های آموزشی و تربیتی، ابتکار در تکالیف عملکرد درسی و ... در نظر گرفته شود.				
شایستگی پودمان (بالاتر از حد انتظار، در حد انتظار، پایین تر از حد انتظار)				

شایستگی‌های غیرفنی و عمومی (ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی)

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

شایستگی‌های غیرفنی و عمومی			شایستگی‌های فنی			شایستگی عملکرد هنرجو در واحد یادگیری
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 حد انتظار 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.

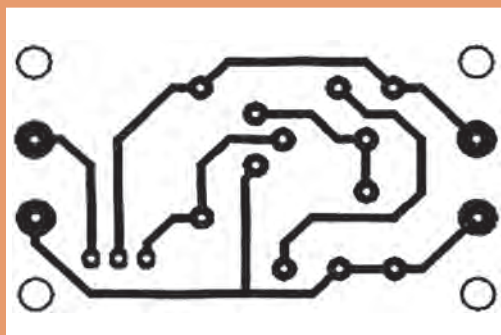
۳ با توجه به اینکه شایستگی‌های عمومی و غیرفنی از شرایط لازم برای کسب شایستگی می‌باشد؛ لذا در صورتی که شایستگی فنی را احراز کرده باشد اما در شایستگی غیرفنی و عمومی، سطح در حد انتظار کسب نشده باشد، به معنی عدم احراز شایستگی در واحد یادگیری است.





پودمان ۳

طراحی و شبیه سازی مدار چاپی



برای تولید، نظارت و کنترل کیفیت محصولات الکترونیکی ترسیم نقشه های الکترونیکی بسیار اهمیت دارد. نقشه های الکترونیکی شامل بلوک دیاگرام، نقشه فنی و طرح مدار چاپی است که براساس قوانین و استاندارد بین المللی برق و الکترونیک با دست یا نرم افزار ترسیم می شوند. ساخت مدارهای الکترونیکی دستگاه های مختلف با تهیه فیبر مدار چاپی امکان پذیر است. با آماده شدن فیبر، قطعات الکترونیکی با آرایش

خاصی روی فیبر نصب (مونتاژ) می شوند. ارتباط الکتریکی این قطعات با خطوط مسی برقرار می شود. چگونگی چیدمان قطعات بر روی فیبر مدار چاپی مهم است، زیرا چیدمان صحیح سبب صرفه جویی در هزینه های ساخت و تولید مدارها در دستگاه های الکترونیکی می شود. توجه داشته باشید وجود یک یا چند برد الکترونیکی در یک دستگاه مانند سیستم ارتباطی تصویری، سبب می شود فرمان های 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 نرم‌افزار سرعت 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 الکترونیکی 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 زیست محیطی 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 به صورت دستی با رعایت اصول ترسیم فنی، فاصله‌گذاری استاندارد بین مسیرها و پدها و نشانه‌گذاری صحیح قطعات.

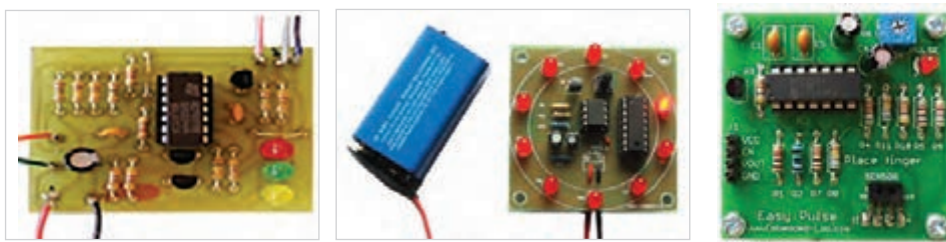
اصول تهیه طراحی مدار چاپی

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 ۱- 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 ۲- نصب قطعات الکترونیکی بر روی فیبر مدار چاپی

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.

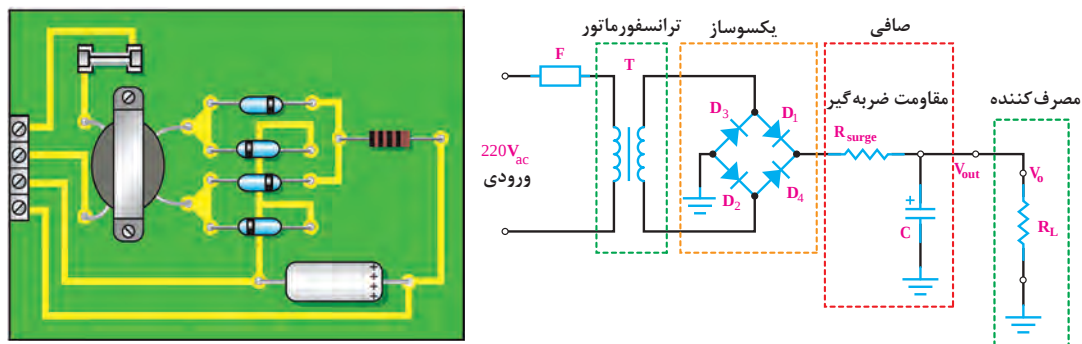
■ ترسیم نقشه‌های بلوکی (Block Diagram)

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 ۳- بلوک دیاگرام یک منبع تغذیه ساده

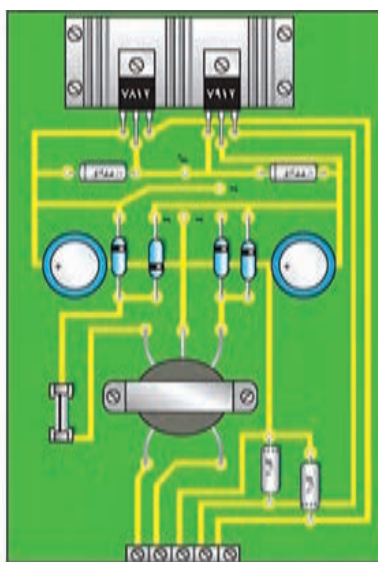
شکل ۴ نقشه فنی الکترونیکی منبع تغذیه ساده را در ارتباط با بلوک دیاگرام شکل ۳ نشان می‌دهد. در شکل ۵ منبع تغذیه در اندازه واقعی روی فیبر مدار چاپی نشان داده شده است. در این نقشه، ورودی و خروجی مدار به ترمینالی در سمت چپ نقشه وصل شده است.



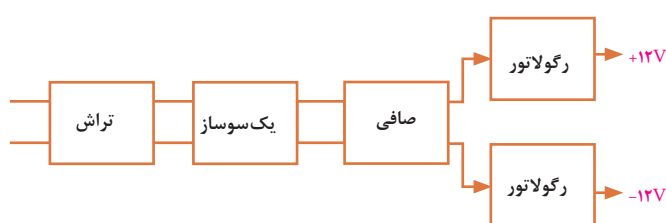
شکل ۴- نقشه مدار الکترونیکی یک منبع تغذیه ساده شکل ۵- نقشه مدار چاپی و جای قطعات در اندازه واقعی

ابتدا بلوک دیاگرام شکل ۶ را با نقشه فنی شکل ۷ مطابقت دهید و بلوک‌ها را روی نقشه با خط چین رسم کنید. سپس در شکل ۸ تلاش کنید ارتباط نقشه مدار چاپی را با نقشه فنی ببابید. نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

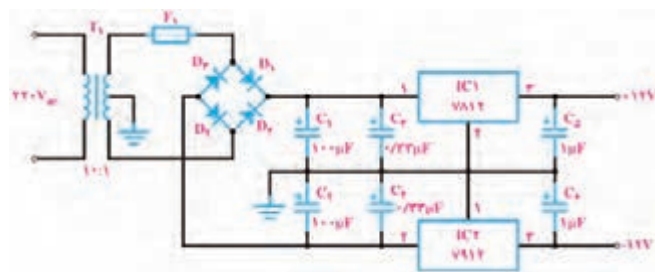
کار گروهی



شکل ۸- برد مدار چاپی و جای قطعات در اندازه واقعی



شکل ۶- نمای بلوکی یک منبع تغذیه دابل

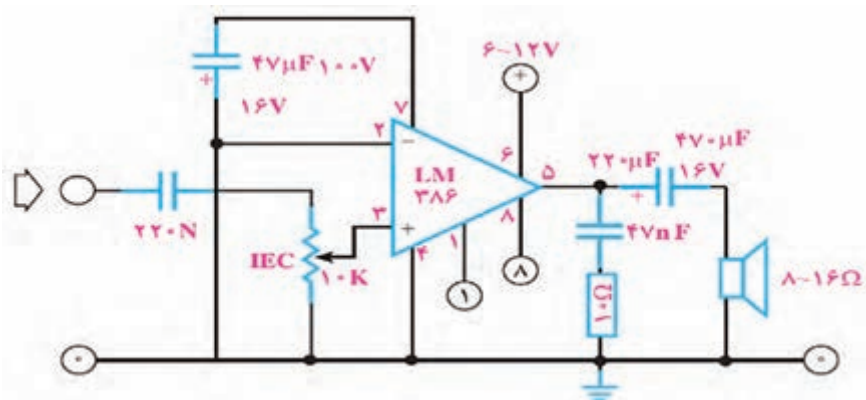


شکل ۷- نقشه الکترونیکی یک منبع تغذیه دابل

■ 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 قراردادهای 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 در نظر گرفته شود.
- ۳ متناسب با مراحل کار و عملکرد مدار باید عناصر و 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 $+12V$ در بالای صفحه و علامت زمین به صورت $\perp$ 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 (90°) 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 (شکل ۹) ویژگی‌های کلی ترسیم یک نقشه الکترونیکی تا حدودی رعایت شده است.



شکل ۹- نقشه مدار تقویت‌کننده صوت

ترسیم نقشه بلوک دیاگرام و نقشه فنی

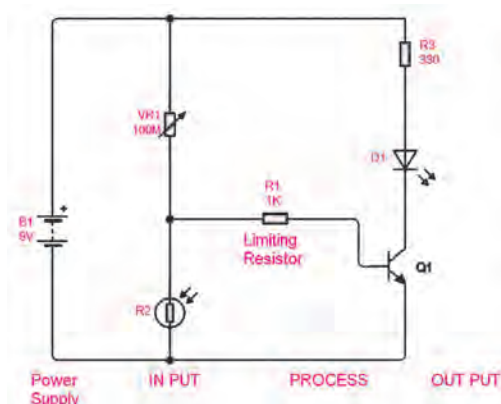
هدف: مهارت در نقشه‌خوانی و ترسیم نقشه بلوک دیاگرام و نقشه فنی مدارهای الکترونیکی
مواد، ابزار و تجهیزات: مداد، پاک‌کن، کاغذ، نقشه فنی مدار

کار عملی ۱

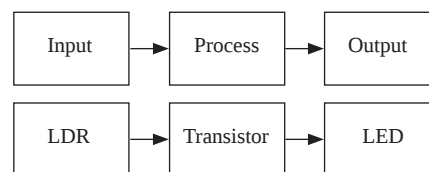


■ مراحل اجرای کار

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.



ب) نقشه فنی الکترونیکی کنترل روشنایی



شکل الف) بلوک دیاگرام کنترل روشنایی

شکل ۱۰- نقشه بلوک دیاگرام و فنی کنترل روشنایی

طراحی مدار چاپی با دست: در مدارهای چاپی یک لایه عنصر در یک طرف فیبر مدارهای چاپی قرار می‌گیرند. ارتباط بین قطعات به وسیله 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. به طور کلی مزایای مدار چاپی در مقایسه با مدارهای سیم‌کشی به شرح زیر است:

- مانع شلوغی اتصالات و سیم‌کشی‌ها می‌شود.
 - ابعاد مدارهای ساخته شده کوچک‌تر می‌شود.
 - در زمان تعمیر دستگاه، 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.

درباره مزایای مدار چاپی با هم گروهی خود بحث کنید و نتیجه را جمع‌بندی نمایید.

بحث گروهی



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 به گونه‌ای 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 به گونه‌ای در کنار هم چیده شوند که هنگام تعمیر به راحتی بتوان آنها را تعویض کرد.
- در فرایند طراحی باید برای محل قرار گرفتن قطعاتی مانند رادیاتور که در نقشه الکترونیکی دیده نمی‌شوند، جای پیچ در نظر گرفته شود.
- پهنای خطوط باید متناسب با جریان عبوری و نیز مقاومت آن در حد قابل قبول باشد.

درباره استانداردهای مدار چاپی با هم گروهی خود بحث کنید و نتیجه را جمع‌بندی نمایید.

بحث گروهی

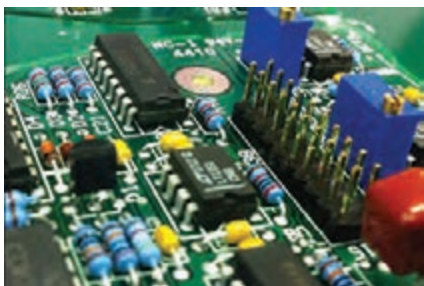


■ برخی اصطلاحات در طراحی مدار چاپی:

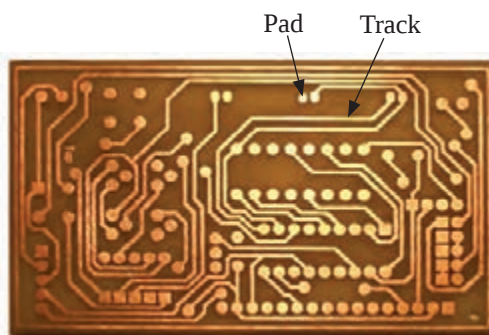
در طراحی مدار چاپی اصطلاحاتی وجود دارد که به اختصار به شرح برخی از آنها می‌پردازیم.

- **بُرد مدار چاپی (PCB = Printed Circuit Board):** روی این برد قطعات الکترونیکی قرار گرفته و به هم متصل می‌شوند. گاهی به جای 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.

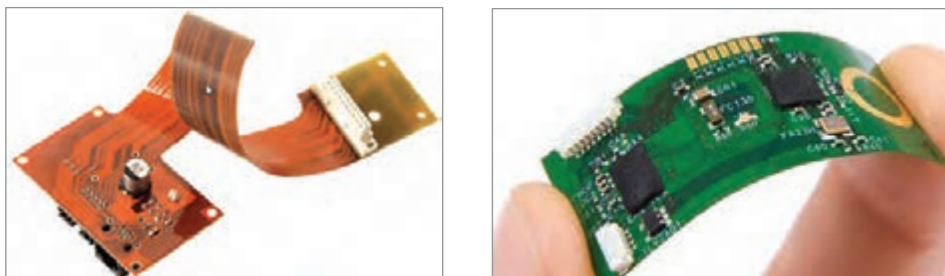


شکل ۱۲ - PCBA



شکل ۱۱ - PCB

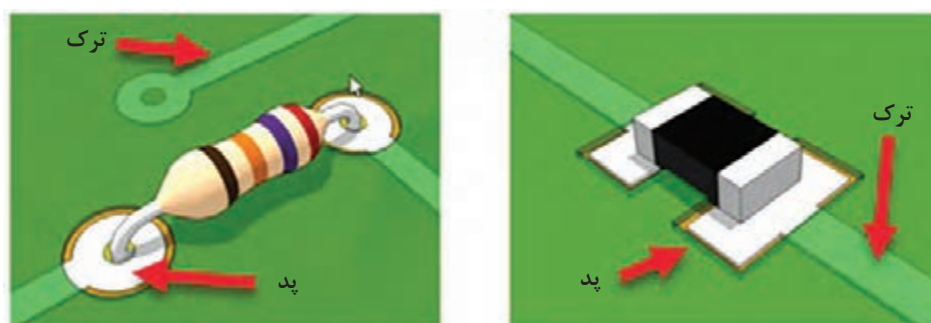
■ بُرد مدار چاپی قابل انعطاف (Flex PCB = flexible PCB): برخی از بُردها مانند بردهای مورد استفاده در گوشی‌های هوشمند قابلیت انعطاف دارند. در شکل ۱۳ دو نمونه از این بُرد را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۳- 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.



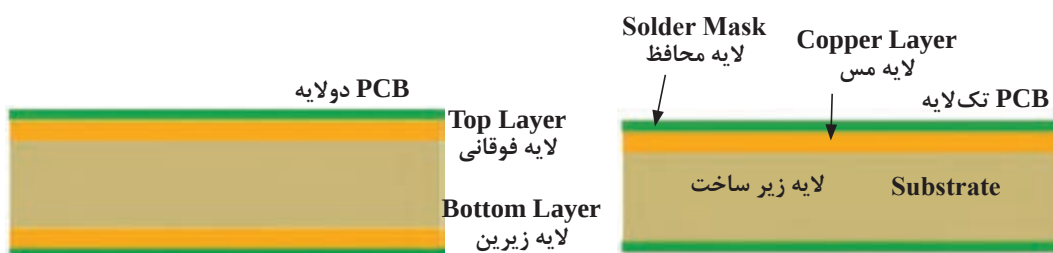
شکل ۱۴- پَد و ترک روی برد مدار چاپی

■ ضخامت مس Copper thickness: ضخامت مس براساس نیازهای طراحی، میزان جریان الکتریکی و کاربردهای خاص تعیین می‌شود. معمولاً ضخامت مس $17/5\mu m$ ، $35\mu m$ ، $70\mu m$ ، $105\mu m$ و $140\mu m$ و بیش‌تر است.

ضخامت نرمال و پُر استفاده 35 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 ($70\mu m$) استفاده شود.

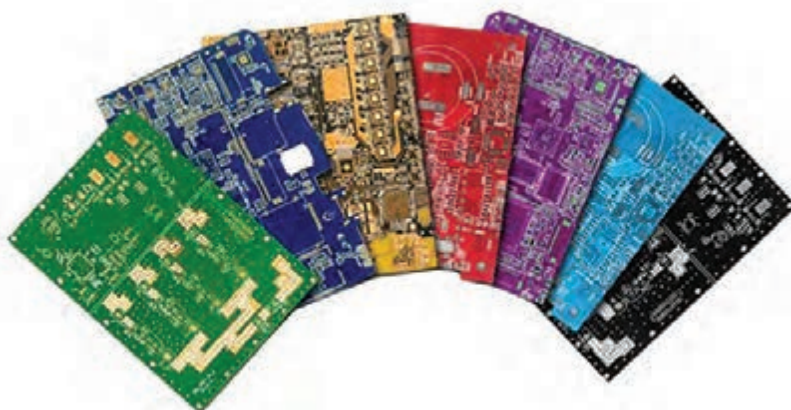
■ **لایه‌ها (Layers):** بُردهای الکترونیکی با توجه به میزان پیچیدگی می‌توانند یک لایه، دولایه یا چندلایه باشند. هر بُرد الکترونیکی دارای دو سطح رو و زیر است. این دو سطح محل قرارگیری قطعات هستند. قطعات ممکن است در یکی از لایه‌ها یا هردو لایه قرار گرفته و نصب شوند.

■ **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 $\frac{1}{6}$ میلی‌متر است. در بردهای انعطاف پذیر 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 ۱۵- 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 به کار 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 ۱۶- لایه محافظ در رنگ‌های مختلف

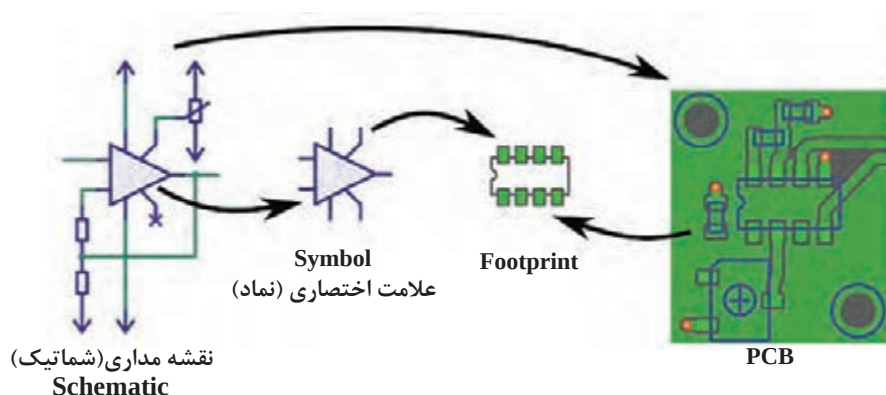
■ **مارکاژ یا چاپ راهنما (Silk Screen):** این لایه روی لایه لحیم شده (Solder) قرار می‌گیرد و معمولاً سفیدرنگ است. با استفاده از این لایه، اعداد، حروف، نشانه‌ها شامل شکل قطعات، نام یا شماره قطعه یا قطب (پلاریته) قطعه نوشته می‌شود. چاپ راهنما برای لایه رو (Top Layer، محل قرارگیری قطعات) هم استفاده می‌شود.



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 پدهای اتصال مشخص باشد.

Footprint باید با ابعاد و مشخصات فیزیکی قطعه دقیقاً تطابق داشته باشد تا قطعه بتواند به راحتی روی پدهای بُرد قرار گیرد. شکل ۱۸ نقشه فنی، نماد مداری، فوت پرینت و طرح مدار چاپی قطعه‌ای را نشان می‌دهد.



شکل ۱۸- نقشه مداری و نماد و Footprint یک آی سی

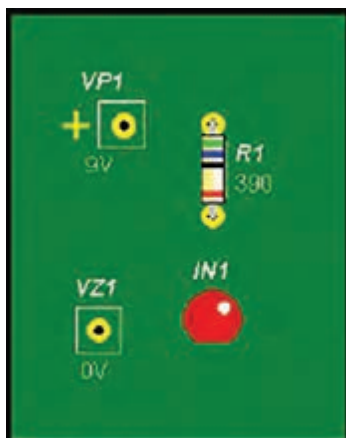
تهیه طرح مدار چاپی با دست

برای تهیه طرح اولیه مدار چاپی مراحل زیر به اجرا در می‌آید:

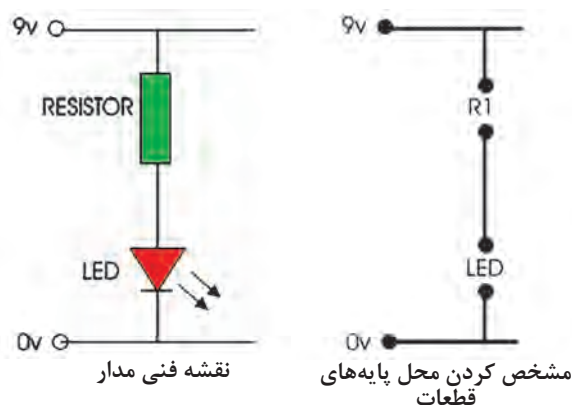
■ با استفاده از نقشه مدار، روی یک صفحه کاغذ با ابعاد مناسب محل قرار گرفتن قطعات را مشخص می‌کنیم. ابعاد محل استقرار قطعات نباید از ابعاد واقعی قطعات کوچک‌تر باشد اما محل قرار گرفتن قطعات را می‌توان تغییر داد، (شکل ۱۹).

■ پس از ترسیم طرح اولیه، قطعات را روی برد، مکان‌یابی و بررسی کنید، (شکل ۲۰).

■ در صورت نیاز مسیرها را تغییر می‌دهیم.



شکل ۲۰- جای گذاری قطعات روی برد



شکل ۱۹- طرح اولیه مدار چاپی

با توجه به توضیحات داده شده یک طرح اولیه واقعی برای یک مقاومت و دو LED سری و منبع تغذیه رسم کنید.

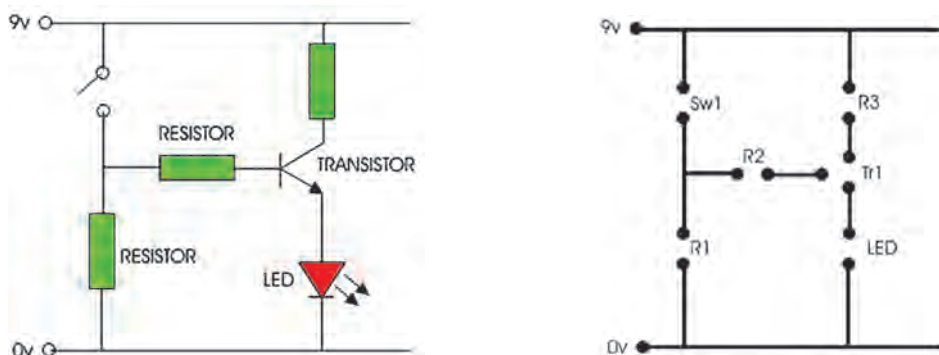
فعالیت



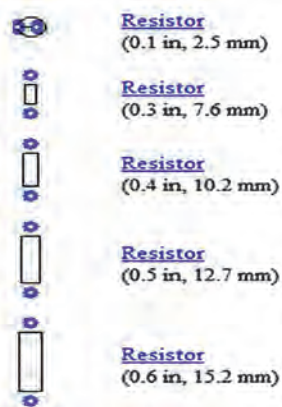
کامل کردن طرح مدار چاپی

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 قرار گیرند باید برای هر پایه یک پد جداگانه منظور شود، (شکل ۲۱).



شکل ۲۱- اختصاص دایره یا پد pad به هر پایه



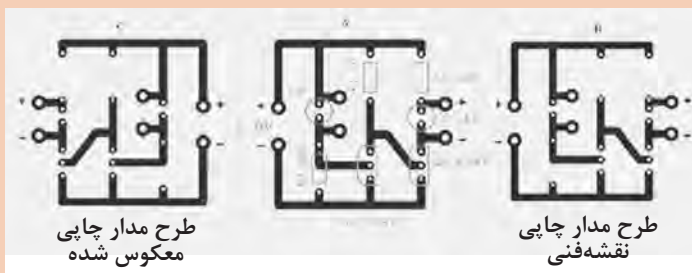
شکل ۲۲- فاصله پایه‌های مقاومت

■ 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 ۲ واتی که به‌طور افقی روی فیبر قرار می‌گیرد، ۱۵mm باشد باید در طراحی مدار چاپی نیز حداقل ۱۵ mm فاصله بین دو پایه در نظر گرفته شود.
در شکل ۲۲ نمونه‌هایی از فاصله پایه‌های مقاومت نشان داده شده است.

■ 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.

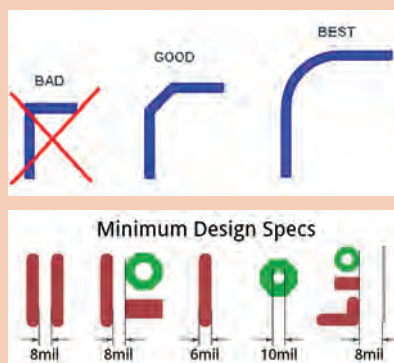
■ کامل کردن فرایند طراحی

■ 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.

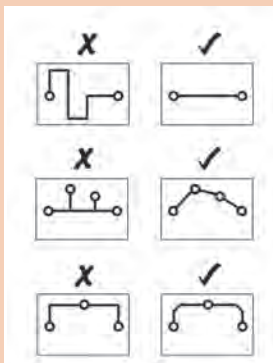


شکل ۲۳

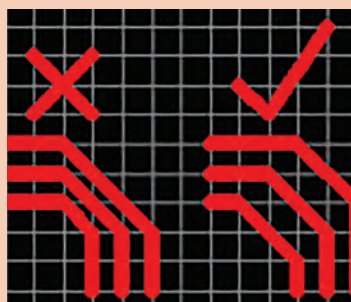
نقشه مدار چاپی شکل ۲۳ را به منظور تمرین اولیه طراحی کنید. نقشه معکوس مداری را که طراحی کرده‌اید، با دست و بدون استفاده از ابزار رسم کنید. در شکل ۲۴، نمونه‌هایی از نکات مربوط به ارتباط پایه‌ها در طراحی مدار نشان داده است:



کمترین فاصله بین خطوط مسی و پد هر mil برابر است با $\frac{1}{1000}$ اینچ



شکل ۲۴- نکات مهم در مدار چاپی



فعالیت



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 مایک ضد اسید

۲ استفاده از حرارت اتو

۳ پوزیتیو (۲۰ Positive)

۴ چاپ سیلک اسکرین

۵ استفاده از لامینت

از آنجا که تنوع گسترده‌ای در انتقال طرح مدار چاپی روی فیبر وجود دارد در کار عملی ۲، روش مایک را توضیح داده‌ایم، در این قسمت به شرح روش اتو می‌پردازیم.

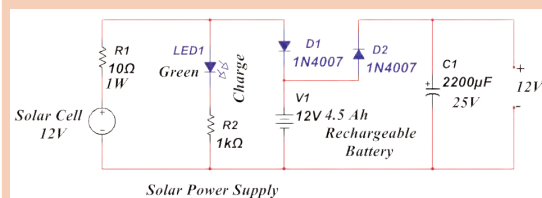


شکل ۲۵- انتقال طرح مدار چاپی به روی فیبر با اتو

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، (شکل ۲۵). در بخش‌های بعدی به یک کار عملی با استفاده از حرارت اتو می‌پردازیم.

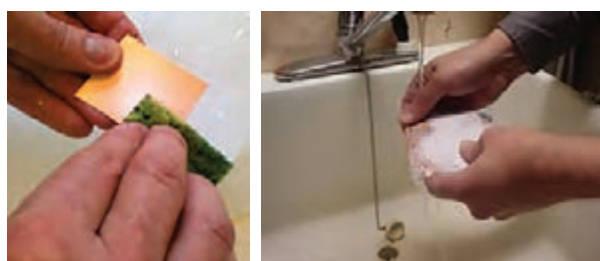
کار عملی ۲



شکل ۲۶- نقشه فنی مدار الکترونیکی برای تهیه طرح مدار چاپی

طراحی مدار چاپی منبع تغذیه و انتقال آن روی فیبر با مایک

هدف: کسب مهارت در طراحی چاپ و انتقال روی فیبر مواد، ابزار و تجهیزات: مداد، پاک‌کن، کاغذ، کاربن، مایک، فیبر مدار چاپی، قطعات الکترونیکی مطابق با نقشه فنی مدار الکترونیکی (شکل ۲۶).



شکل ۲۷- شستشو و تمیز کردن فیبر مدار چاپی

مراحل اجرای کار

۱ ابتدا یک فیبر مدار چاپی به اندازه ۵×۵

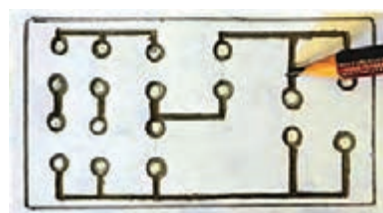
سانتی‌متر با راهنمایی معلم برش دهید و آن را کاملاً تمیز کنید، (شکل ۲۷).

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 به وسیله 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 به جا مانده از کاربن را پر رنگ کنید، (شکل ۲۹).



معکوس کردن طرح با کاربن طراحی با مداد روی کاغذ



شکل ۲۹- طرح معکوس روی فیبر مدار چاپی



طراحی مدار چاپی و نقشه معکوس مدار چاپی

شکل ۲۸

۶ در صورت نیاز، عناصر را با شابلون دایره یا شابلون مخصوص مدار چاپی روی فیبر رسم کنید و با استفاده از خط کش، 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 در صورت کم رنگ بودن، اسید روی مس فیبر اثر می‌کند و مس‌های خطوط ارتباطی را از بین می‌برد.



شکل ۳۰- پررنگ کردن خطوط با ماژیک ضد اسید

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.

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

کار عملی ۳



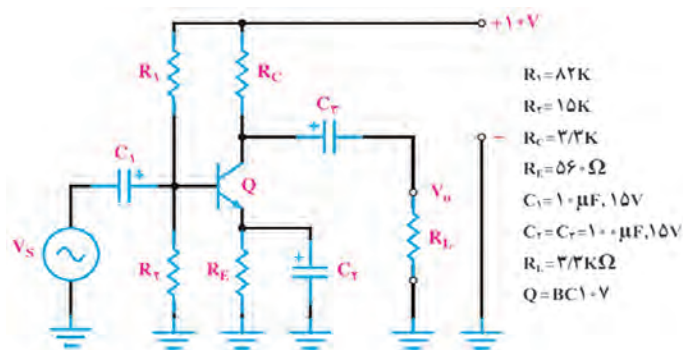
توجه



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 $\frac{1}{4}$ 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 اجرا شده را از روی فیبر مدار چاپی پاک کنید.



شکل ۳۱- مدار تقویت‌کننده امیتر مشترک

طراحی مدار چاپی حسگر صوتی و انتقال آن روی فیبر با مائیک

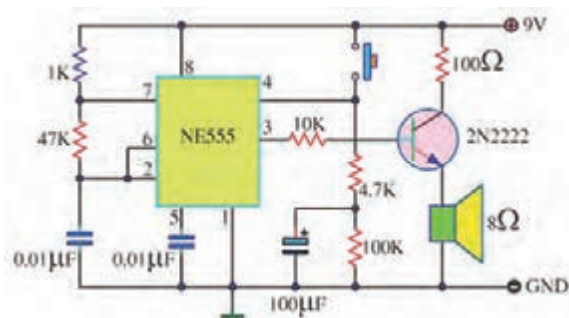
کار عملی ۴



هدف: کسب مهارت در طراحی، انتقال و چاپ آن روی فیبر
مواد، ابزار و تجهیزات: مداد، پاک‌کن، کاغذ، کاربن، مائیک، فیبر مدار چاپی، قطعات الکترونیکی
مطابق با نقشه فنی مدار الکترونیکی انتخاب شده

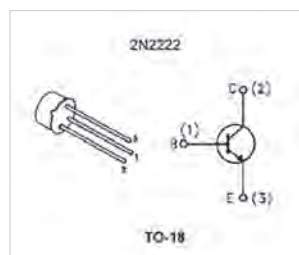
■ مراحل اجرای کار

- 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 ۳۲- 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 آی سی، ترانزیستور و کلید فشاری توجه کنید.
- ۶ در شکل ۳۳ شکل ظاهری ترانزیستور و آی سی 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.

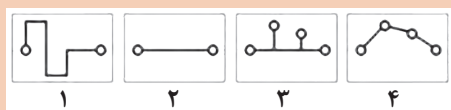


شکل ۳۳- شکل ظاهری ترانزیستور و آی سی استفاده شده

خودآرزیابی



- ۱ ترسیم طرح کلی مدارها باید از سمت راست به سمت چپ صورت گیرد.
- غلط □ صحیح
- 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 در حد 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.

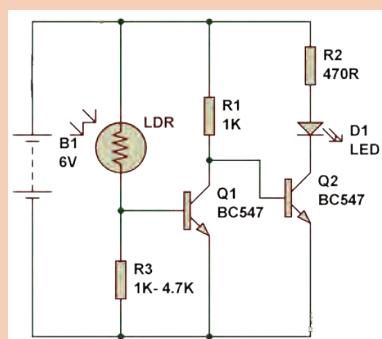


شکل ۳۴



شکل ۳۵

- ۸ طرح مدار چاپی قطعات شکل ۳۵ را رسم کنید. (فاصله پایه‌های قطعات را با توجه به شکل در حد قابل قبول انتخاب کنید).



- ۹ طرح مدار چاپی نقشه شکل ۳۶ را در ابعاد ۶cm×۴cm 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 شبیه سازی مدار چاپی	واحد یادگیری ۱: طراحی دستی نقشه مدار چاپی	طراحی نقشه مدار چاپی تک لایه به صورت دستی با رعایت اصول ترسیم فنی، فاصله گذاری استاندارد بین مسیرها و پدها و نشانه گذاری صحیح قطعات.	بالتر از حد انتظار	علاوه بر تحقق شاخص های در حد انتظار، انجام کلیه فعالیت های پودمان (مانند تحقیق کنید، فکر کنید، پژوهش کنید، جستجو کنید، بحث گروهی)
			در حد انتظار	۱- ترسیم صحیح ابعاد برد متناسب با ابعاد نهایی محصول ۲- رعایت حداقل فاصله ۱/۵ میلی متر بین مسیرهای مسی ۳- تعیین صحیح محل قرار گیری پدهای اتصال برای قطعات DIP ۴- نشانه گذاری واضح محل نصب قطعات و پلاریته آنها ۵- رعایت استانداردهای بین المللی در نشانه گذاری مدار
			پایین تر از حد انتظار	در صورتی که هنر جو همه شاخص های در حد انتظار را محقق نسازد، پایین تر از حد انتظار ارزشیابی می شود.
لازم است تا کیفیت فرایند کسب شایستگی در طول زمان آموزش پودمان براساس انجام فعالیت های کلاسی و عملی، نظم، مشارکت در فعالیت های آموزشی و تربیتی، ابتکار در تکالیف عملکرد درسی و... در نظر گرفته شود.				
شایستگی پودمان (بالتر از حد انتظار، در حد انتظار، پایین تر از حد انتظار)				

شایستگی‌های غیرفنی و عمومی (ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی)

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

شایستگی‌های غیرفنی و عمومی			شایستگی‌های فنی			شایستگی عملکرد هنرجو در واحد یادگیری
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 حد انتظار 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 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 چه دلیل 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 آن چه تفاوت‌هایی دارد؟
- با استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌ساز می‌توانید صحت عملکرد مدار را تأیید کرده 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 نرم افزار شبیه سازی

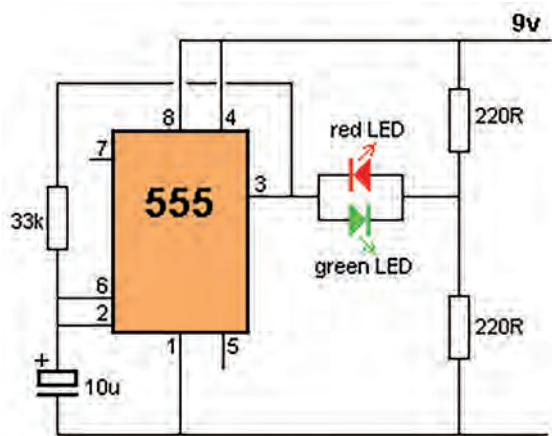
امروزه قبل از اجرای پروژه و ساخت مدارهای الکترونیکی از نرم افزار استفاده می کنند. با استفاده از نرم افزار می توان برای تشخیص صحت عملکرد مدار و اندازه گیری کمیت ها، آن را شبیه سازی و تحلیل کرد. استفاده از نرم افزارهای مولتی سیم (Multisim) و پروتئوس (Proteus) برای شبیه سازی، بیشتر از سایر نرم افزارها متداول است. قبلاً با این گونه نرم افزارها آشنا شده اید.

کار عملی ۵



شبیه سازی مدار الکترونیکی چراغ چشمک زن

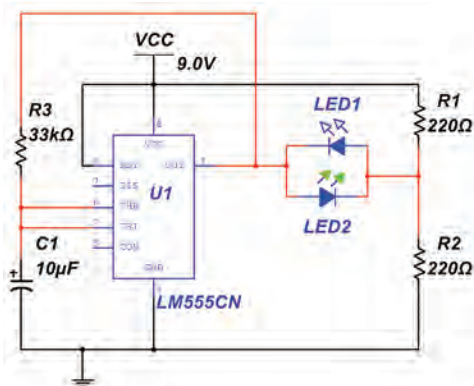
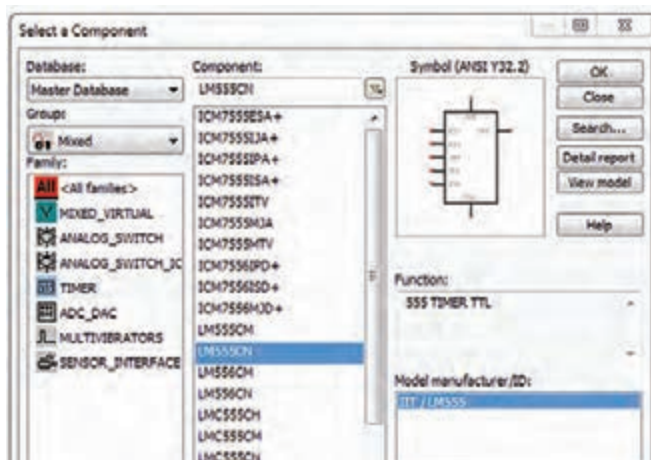
هدف: کسب مهارت شبیه سازی مدارهای الکترونیکی با نرم افزار
مواد، ابزار و تجهیزات: نرم افزار مرتبط - رایانه - نقشه فنی مدار مورد نظر



■ مراحل اجرای کار

- ۱ در صورتی که نرم افزار مولتی سیم (یا هر نرم افزار مرتبط دیگر) روی رایانه نصب نیست آن را نصب و راه اندازی کنید.
- ۲ مدار شکل ۳۷ را در نرم افزار مولتی سیم ببندید.
- ۳ برای استفاده از آی سی ۵۵۵ در نرم افزار، آن را از گروه Place Mixed و مسیر نشان داده شده در شکل ۳۸ به روی محیط کار نرم افزار بیاورید.
- ۴ فایل مدار چشمک زن را ذخیره کنید.

شکل ۳۷- مدار چشمک زن LED با آی سی ۵۵۵



شکل ۳۸- مسیر انتخاب آی سی ۵۵۵ و مدار چشمک زن با نرم افزار

تهیه طرح مدار چاپی با نرم‌افزار

نرم‌افزارهای طراحی مدار چاپی در بازار جهانی بسیار تنوع دارند. DXP, Protel, Altium Designer, Circuit maker, PCB Design, pad2pad, PCB Wizard, Circuit Wizard از جمله نرم‌افزارهایی هستند که برای طراحی مدار چاپی به کار می‌روند. در شکل ۳۹ چند نمونه از نرم‌افزارهای مدارچاپی را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۳۹- چند نمونه از نرم‌افزارهای طراحی مدار چاپی

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.

توجه



■ 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 زیر است:
- در اینترنت به راحتی 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 بر روی نقشه‌های فنی پروژه‌های درسی را دارد.
- امکانات کامل را برای طراحی مدار چاپی به صورت دستی (Manually) و اتوماتیک (Automatic Routing) دارد.
- امکان چاپ نقشه‌های فنی، طرح مدار چاپی به صورت معمولی و آینه‌ای، جای گذاری قطعات بر روی برد فیبر مدار چاپی، شکل واقعی مدار مونتاژ شده بر روی برد را دارد.
- برای تهیه این نرم‌افزار می‌توان به اینترنت مراجعه نمود.

- پس از ترسیم نقشه شماتیک می توان مدار را راه اندازی و شبیه سازی کرد و از عملکرد مدار اطمینان حاصل نمود.
- با راه اندازی مدار می توان مسیر عبور جریان (Current flow) را مشاهده نمود.
- پس از تهیه طرح مدار چایی می توان با اتصال باتری و قطعات خروجی مانند LED به مدار از صحت عملکرد مدار چایی اطمینان حاصل نمود.

کار عملی ۶

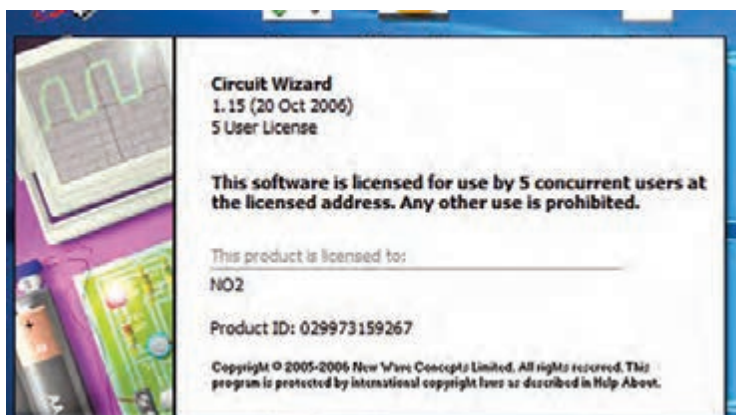


نصب نرم افزار Circuit Wizard

هدف: کسب مهارت بارگیری نرم افزار Circuit Wizard از اینترنت و نصب آن
مواد، ابزار و تجهیزات: نرم افزار مرتبط (رایانه) اینترنت

■ مراحل اجرای کار

- ۱ از آدرس های اینترنتی، نرم افزار را بارگیری کنید.
- ۲ پس از استخراج کردن (فایل) به کمک مربی کارگاه نرم افزار را نصب و راه اندازی کنید. شکل ۴۰ تصویر فعال بودن نرم افزار را نشان می دهد.



شکل ۴۰- تصویر فعال بودن نرم افزار Circuit Wizard

کار عملی ۷



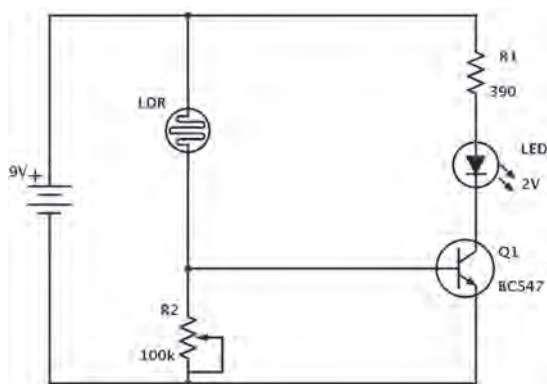
رسم نقشه فنی حسگر تابع نور LDR با نرم افزار Circuit Wizard

هدف: کسب مهارت تحلیل، شبیه سازی و رسم نقشه فنی مدارهای الکترونیکی با نرم افزار مولتی سیم و
Circuit Wizard
مواد، ابزار و تجهیزات: نرم افزار مرتبط - رایانه - نقشه فنی مدار

فیلم



فیلمی از عملکرد مدار با حسگر نوری را مشاهده و نکات مهم آن را به خاطر بسپارید.



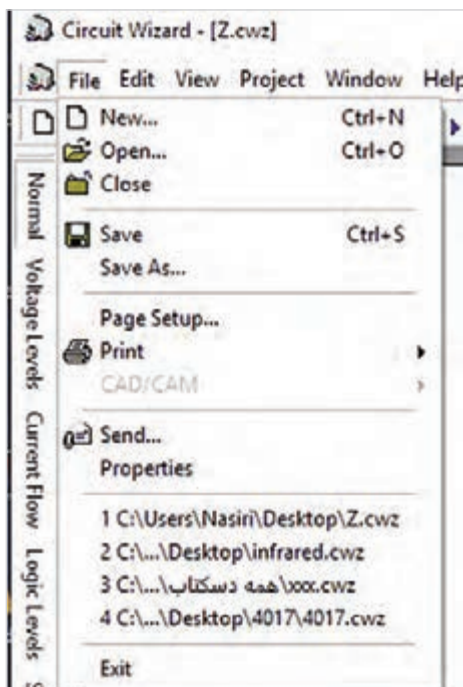
شکل ۴۱- مدار کنترل روشنایی با مقاومت تابع نور LDR

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 $100\text{K}\Omega$ می‌شود. در این شرایط هدایت ترانزیستور بیشتر شده و به اشباع می‌رود و دیود نورانی روشن می‌شود.

■ مراحل اجرای کار

چگونگی ترسیم نقشه فنی را ببینید.

فیلم



۱ نرم‌افزار Circuit Wizard را اجرا کنید. روی منوی فایل (FILE) شکل ۴۲ کلیک کنید و یک سند جدید (New) باز کنید.

۲ فایل را ذخیره کنید.

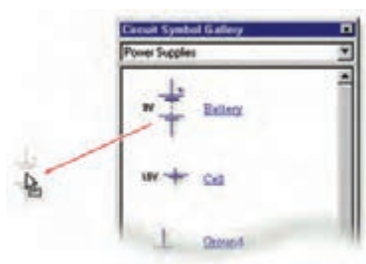
۳ مدار شکل ۴۱ را با توجه به مراحل زیر رسم کنید:
- اضافه کردن قطعه از موزه Gallery به محیط کار نرم‌افزار
- اتصال قطعات به یکدیگر
- تغییر مقدار عناصر مدار
در مدار شبیه‌سازی شده مقاومت R_2 را برابر $100\text{K}\Omega$ قرار دهید.

شکل ۴۲- ایجاد یک سند جدید در منوی File در نرم‌افزار Circuit Wizard



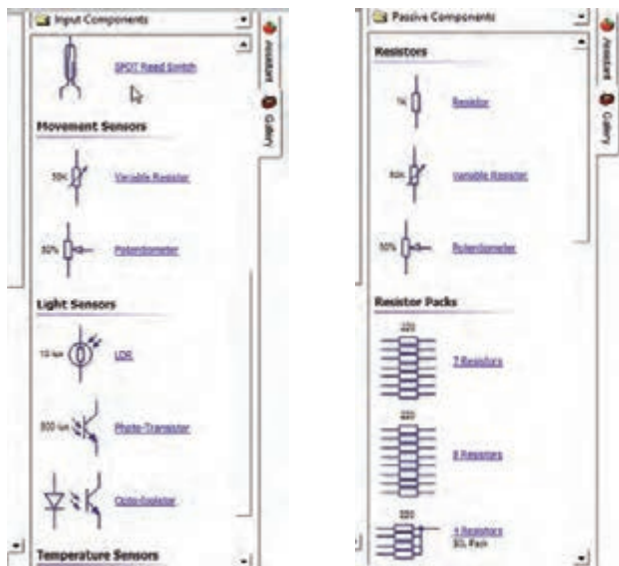
۴ اگر گالری نرم افزار باز نیست، می توانید با کلیک بر روی Gallery نوار ابزار را باز کنید. (شکل ۴۳). در شکل ۴۳ جای قطعات و ابزار در گالری نشان داده شده است.

شکل ۴۳- جای قطعات و ابزار در گالری



۵ از زبانه Power Supplies گالری، نماد باتری را انتخاب کنید. برای انجام این کار مکان نمای 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 نرم افزار بکشید و دوباره کلیک چپ کنید تا باتری به طور ثابت روی میز کار نرم افزار قرار گیرد. در شکل ۴۴ نحوه انتخاب و انتقال باتری به محیط کار نرم افزار را مشاهده می کنید.

شکل ۴۴- انتخاب و انتقال باتری به محیط کار نرم افزار



۶ قطعات الکتریکی غیرفعال مانند مقاومت (R)، خازن (C) و سلف (L) از زبانه Passive Component شکل ۴۵ انتخاب می شود. یک مقاومت انتخاب کنید. ۷ مقاومت تابع نور LDR را از زبانه Input Components انتخاب کنید و روی میز کار بیاورید (شکل ۴۶).

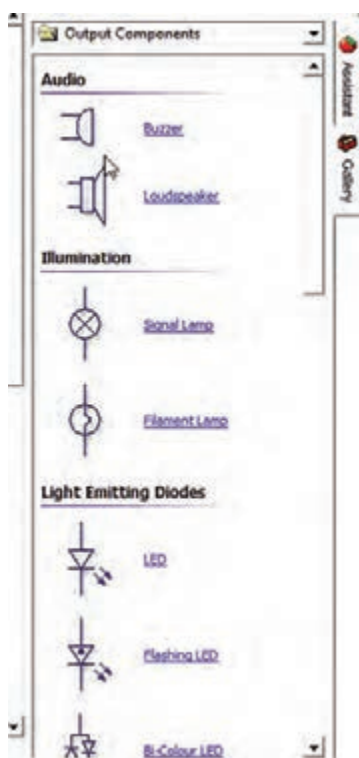
شکل ۴۶- عناصر ورودی مدار

شکل ۴۵- قطعات غیر فعال LCR

سؤال ۱- 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 ترانزیستور معمولی BJT، ترانزیستور FET, MOSFET و قطعات صنعتی مانند ترانزیستور در زبانه قطعات گسسته (Discrete Semiconductors) مطابق شکل ۴۷ وجود دارد. یک ترانزیستور انتخاب کنید و روی میز کار بیاورید.

۹ دیود نورانی LED را از زبانه قطعات خروجی Output Components شکل ۴۸ انتخاب کنید.



شکل ۴۸- زبانه قطعات خروجی Output Components



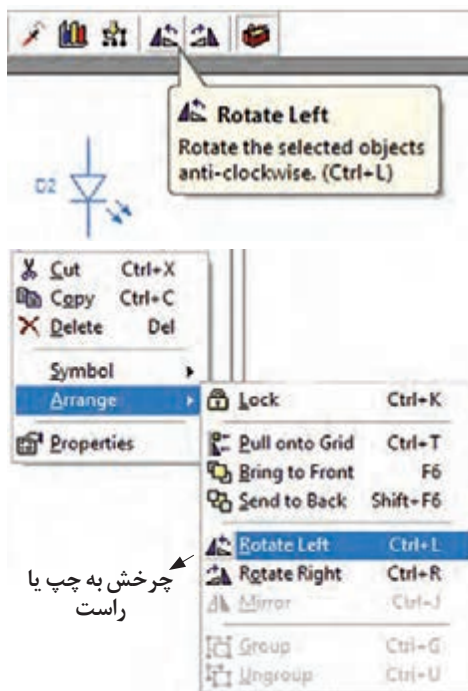
شکل ۴۷- زبانه قطعات نیمه‌هادی

سؤال ۲- زبانه خروجی (Output Components) گالری را باز کنید. نام قطعات موجود، در آن را بنویسید.

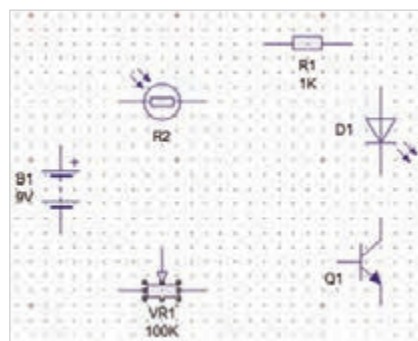
به گونه‌ای عناصر مدار را چیدمان کنید که آرایش مدار اصلی را داشته باشد.

نکته





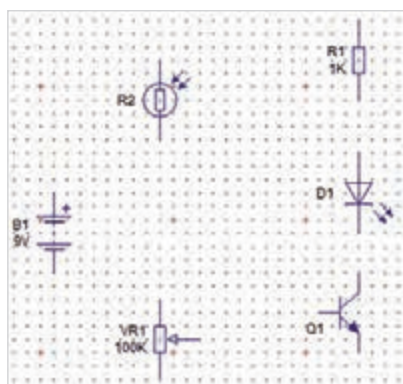
شکل ۴۹ چیدمان قطعات روی میزکار نرم افزار را نشان می دهد. برای منظم کردن مدار و چیدمان افقی یا عمودی قطعات، ابتدا قطعه مورد نظر را انتخاب کنید. سپس از کلیدهای چرخش به چپ Rotate Left(Ctrl+L) و چرخش به راست Rotate Right(Ctrl+R) که در نوار ابزار شکل ۵۰ وجود دارد، استفاده کنید.



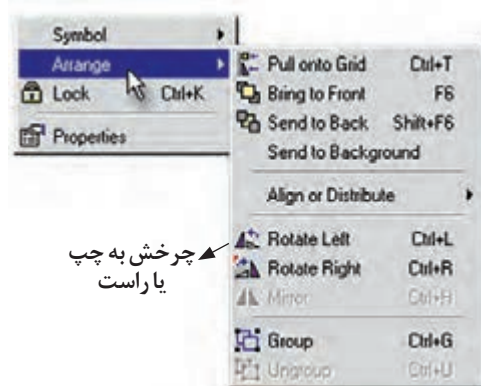
شکل ۵۰- کلید چرخش به چپ

شکل ۴۹- چیدمان قطعات مدار بر روی میز کار نرم افزار

همچنین می توانید 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 سیم بندی عناصر مدار می رسد.



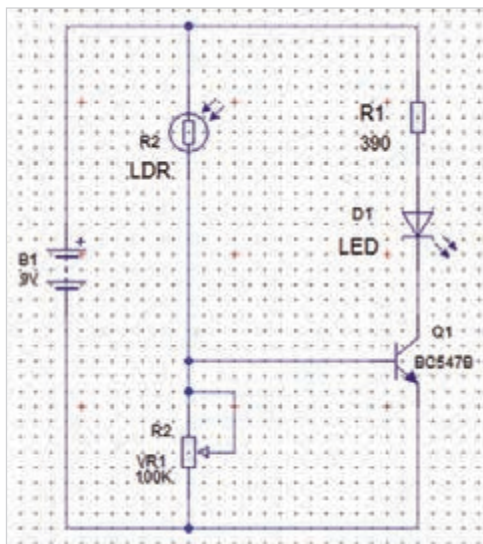
شکل ۵۲- چیدمان قطعات مطابق با نقشه فنی



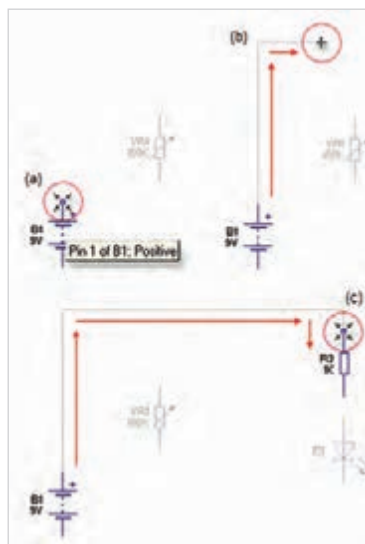
شکل ۵۱- مسیر چگونگی چرخش قطعه به چپ یا راست

۱۰ برای ترسیم اتصال خطوط بین قطعات، مکان نمای ماوس را روی پین مثبت باتری قرار دهید. در این حال علامت مکان نما به صورت نقطه توپر به همراه علامت ضربدر، تغییر شکل می دهد. هم زمان 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.



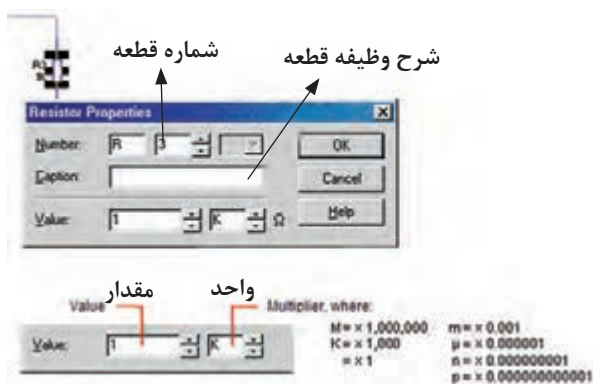
شکل ۵۴- ترسیم خطوط اتصال پایه‌های قطعات



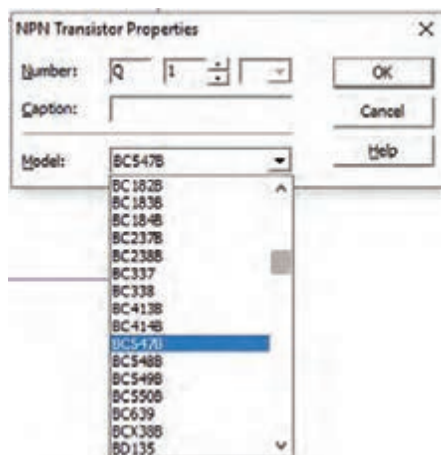
شکل ۵۳- نحوه اتصال خطوط به پایه‌های قطعات

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.

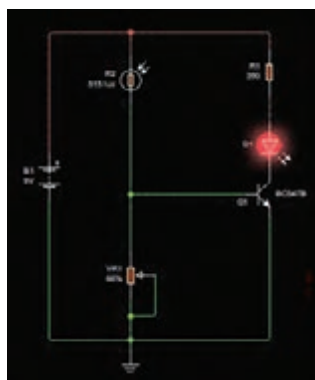


شکل ۵۶- تغییر شماره، نام و مقدار قطعه

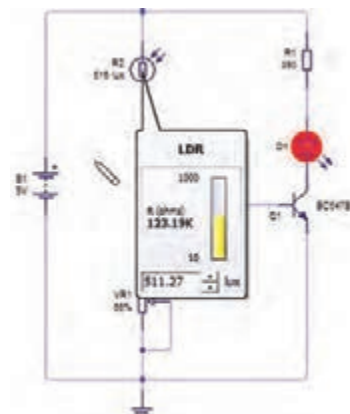


شکل ۵۵- نحوه انتخاب نام و مدل ترانزیستور

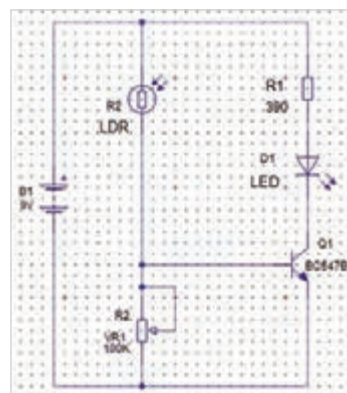
- ۱۴ پس از اتمام کار باید نقشه فنی مدار حسگر تشخیص روشنایی با توجه به شکل ۵۷ کامل باشد.
- ۱۵ با راه اندازی مدار و تغییر میزان روشنایی LDR مطابق شکل ۵۸ عملکرد صحیح مدار را بررسی کنید.
- ۱۶ با فعال کردن Current flow مسیر عبور جریان را مشاهده کنید (شکل ۵۹).
- ۱۷ فایل را ذخیره کنید.



شکل ۵۹



شکل ۵۸



شکل ۵۷

شکل های ۵۷-۵۸-۵۹- نقشه فنی کامل شده مدار حسگر روشنایی در نرم افزار Circuit Wizard

رسم نقشه فنی مدار کنترل دما و مدار راه انداز رله با ترانزیستور در نرم افزار Circuit Wizard

هدف: کسب مهارت تحلیل، شبیه سازی و رسم نقشه فنی مدارهای الکترونیکی با نرم افزار مولتی سیم و Circuit Wizard

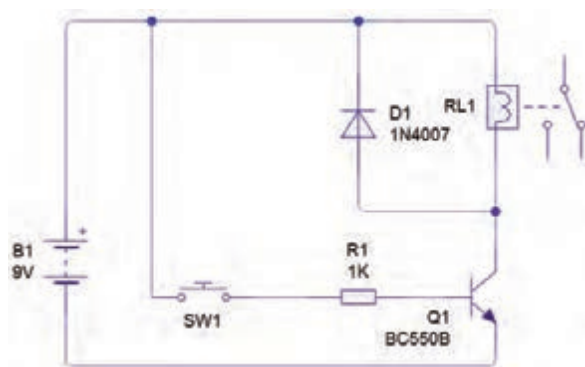
مواد، ابزار و تجهیزات: نرم افزار مرتبط - رایانه - نقشه فنی مدار

کار عملی ۸

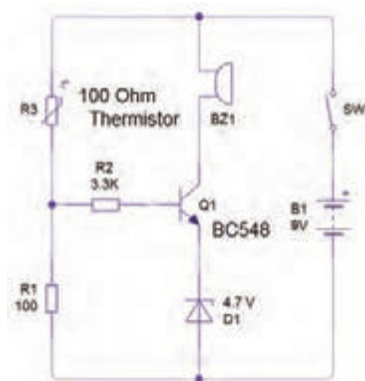


■ مراحل اجرای کار

- ۱ مدارهای شکل ۶۰ و شکل ۶۱ را با نرم افزار مولتی سیم شبیه سازی کنید.



شکل ۶۱- مدار راه انداز رله با ترانزیستور



شکل ۶۰- مدار کنترل دما با مقاومت تابع حرارت (NTC)

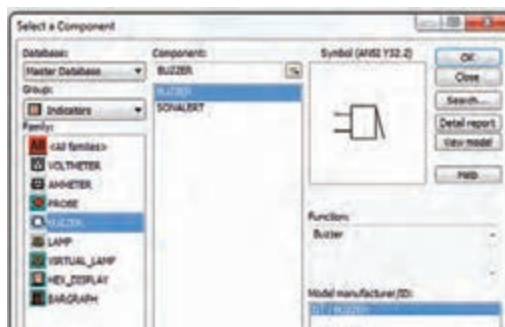
توجه



- ۱- بی زر را از گروه Indicator به محیط کار نرم افزار مطابق شکل ۶۲ بیاورید. مقادیر فرکانس و ولتاژ کار بی زر را با توجه به شکل ۶۳ تنظیم کنید.
- ۲- نقشه فنی مدارهای شکل ۶۰ و شکل ۶۱ را با نرم افزار circuit Wizard رسم کنید.



شکل ۶۳- تنظیم فرکانس و ولتاژ کار بی زر



شکل ۶۲- مسیر انتخاب بی زر

تبدیل نقشه فنی به مدار چاپی (نرم افزار دستی)

تبدیل نقشه فنی مدار به یک طرح مدار چاپی PCB به صورت دستی **Manually** پس از ترسیم نقشه شماتیک مدار حسگر تشخیص روشنایی، فیبر مدار چاپی آن را طراحی می کنیم. می خواهیم طرح مدار چاپی را به صورت دستی رایانه ای طراحی کنیم. منظور از طراحی دستی رایانه ای این است که اتصال ها را خودمان با استفاده از ماوس ترسیم نمائیم.

کار عملی ۹



رسم نقشه مدار چاپی با نرم افزار Circuit Wizard

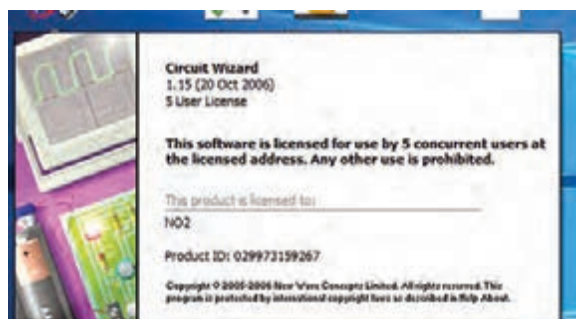
هدف: کسب مهارت طراحی مدار چاپی با نرم افزار به روش دستی رایانه ای
مواد، ابزار و تجهیزات: نرم افزار مرتبط - رایانه - نقشه فنی مدار

■ 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 نرم افزار می توانید آن را باز کنید. چند لحظه صبر کنید تا شکل ۶۴ ظاهر شود. یادآور می شود که نوارهای این نرم افزار در حالت طراحی مدار چاپی همان نوارهای حالت نقشه کشی فنی (شماتیک) است و با سایر نرم افزارها از جمله نرم افزارهای ادیسون و مولتی سیم بسیار شباهت دارد. برای مثال نوار منوی این نرم افزار بسیار شبیه نوار منوی نرم افزار مولتی سیم است. برای طراحی مدار چاپی لازم است تنظیم های اولیه را انجام دهیم. تنظیم های اولیه مواردی مانند انتخاب ابعاد مدار چاپی، Grid/Snap, Origin را در بر می گیرد.

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 $X=0$ و $Y=0$ به طور خودکار در پایین و سمت چپ انتخاب می‌شود. این ویژگی برای تمام نرم‌افزارهای مدار چاپی وجود دارد. در شکل ۶۵ نقطه مبدأ (Origin) را مشاهده می‌کنید.

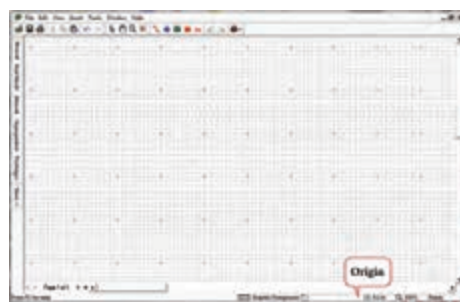


شکل ۶۴- تصویر شروع به کار نرم‌افزار Circuit Wizard

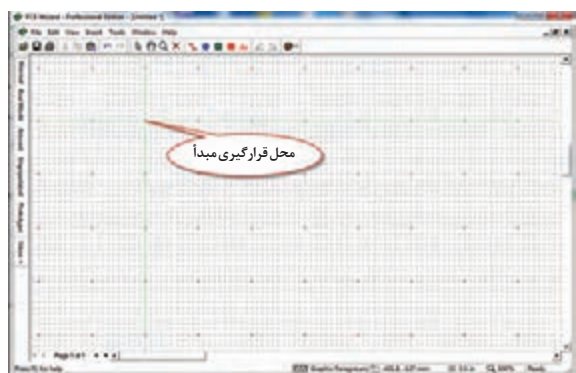
روی محل مبدأ (Origin)، شکل ۶۶ کلیک راست کنید و واحد مختصات X و Y را روی میلی‌متر قرار دهید.



شکل ۶۶- Origin و تعیین واحد مختصات X و Y



شکل ۶۵- نقطه مبدأ Origin



شکل ۶۷- محل قرارگیری مبدأ

۳ روی تغییر مبدأ (Change Origin) کلیک کنید و نقطه مبدأ را مطابق شکل ۶۷ در سمت چپ در نقطه $X=0$ بالا قرار دهید. در این حالت مبدأ به طور خودکار مختصات $X=0$ و $Y=0$ تبدیل می‌شود. این فعالیت را چندین بار انجام دهید.

در شکل ۶۸ جعبه ابزار نرم‌افزار را برای طرح مدار چاپی ملاحظه می‌کنید. در صورتی که مکان‌نما را روی زبانه مربوطه قرار دهید، توضیح مربوط به عملکرد آن به زبان اصلی نوشته می‌شود.

۴ در شکل ۶۹ در مقابل هر زبانه، کار آن به طور خلاصه بیان شده است. مکان نما را روی هریک از نشانه‌ها بگذارید و متن ایجاد شده را با متن شکل ۶۹ که ترجمه آن است، مقایسه کنید.

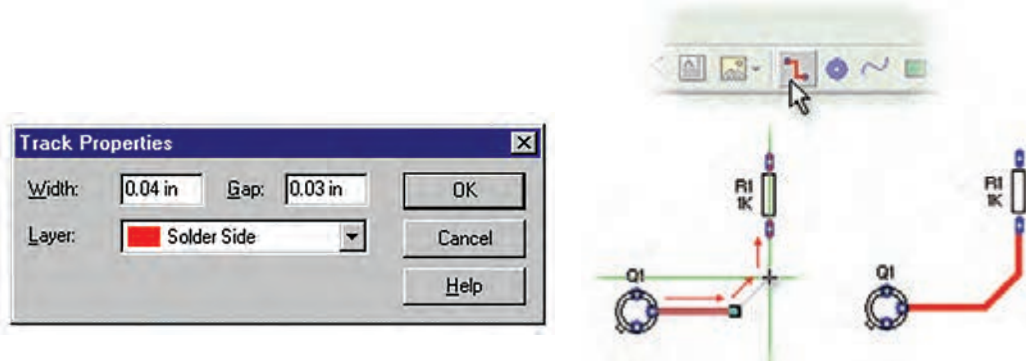


شکل ۶۹- توضیح زبان‌ها

شکل ۶۸- جعبه ابزار

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 می آید. 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 کلیک کردن روی هر نوار مسی شکل ۷۱ ظاهر می‌شود. در این حالت می‌توانیم پهنای خطوط (Width)، لایه برد مدار چاپی (Layer) و کمترین فاصله بین دو نوار مسی (Gap) را تغییر دهیم. پهنای خطوط را تغییر دهید.



شکل ۷۰- نحوه اتصال خطوط مسی بین پایه قطعات

شکل ۷۱- تعیین ویژگی‌های خطوط مسی

۷ قرار دادن Pad (دایره) سوراخ روی برد مدار چاپی: Pad ها 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. Pad ها را از جعبه ابزار شکل ۷۲ می‌توانید انتخاب کنید.

۸ برای تغییر ویژگی‌های (Properties) Pad ها مانند شکل ۷۳، پهنا، ارتفاع و کمترین فاصله دو سوراخ، لایه برد روی Pad، دو بار کلیک کنید. برای تعیین قطر سوراخ براساس پایه قطعات، مقدار Hole را تغییر می‌دهیم. پدها را انتخاب و ابعاد آن را تغییر دهید.



دایره
چهار گوش
له کردن یا کشیدن
عرض یا ارتفاع سوراخ

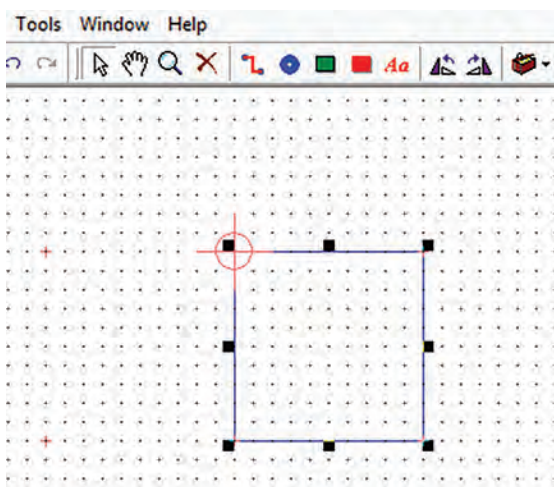
شکل ۷۳- تعیین ویژگی‌های Pad ها



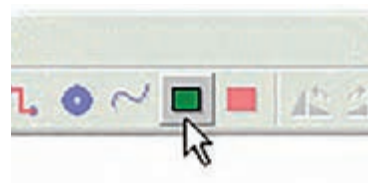
شکل ۷۲- انتخاب Pad از جعبه ابزار

۹ تعیین اندازه ابعاد برد مدار چاپی: برای تعیین ابعاد برد مدار چاپی روی آیکون Circuit Board روی جعبه ابزار شکل ۷۴ کلیک کنید.

در این حالت مکان‌نما تغییر حالت می‌دهد و به صورت + 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.



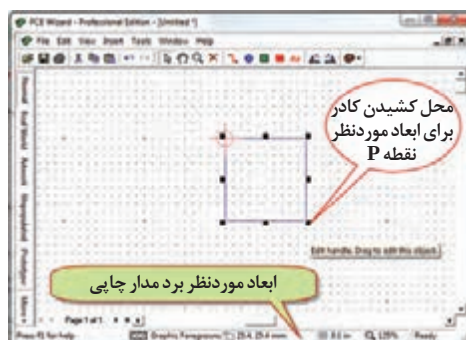
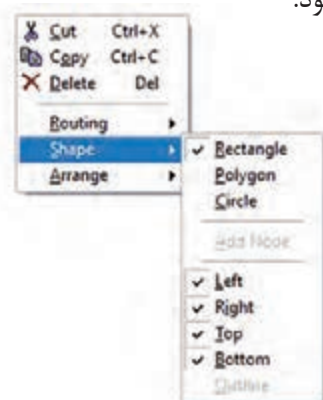
شکل ۷۵- چگونگی رسم ابعاد برد مدار چاپی



شکل ۷۴- آیکون ابعاد برد مدار چاپی Circuit Board

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.



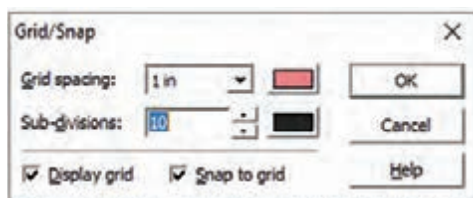
شکل ۷۷- نحوه تغییر شکل کادر برد مدار چاپی

شکل ۷۶- نحوه تعیین اندازه برد مدار چاپی

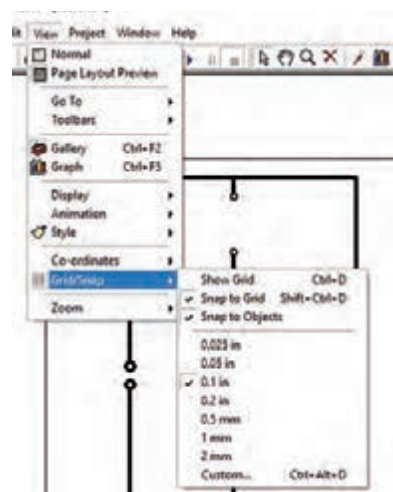
۱۲ با کلیک کردن روی زبانه View در نوار منو، فهرست مربوطه را باز کنید. روی زبانه Grid/Snap کلیک کنید. منوی نوارهای مختلف باز می‌شود، (شکل ۷۸). ابعاد و شکل مورد نظر را انتخاب کنید و تمرین نمایید.

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. هر قدر این عدد کوچک‌تر باشد، جابه‌جایی با دقت بیشتری انجام می‌شود. Snap/Grid را روی ۰/۵ میلی‌متر (توجه ابعاد روی اینچ قرار دارد) قرار دهید. در این صورت در هر مرحله از جابه‌جایی قطعه در برابر هر حرکت قطعه به اندازه ۰/۵ میلی‌متر جابجا 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 ۵×۶ ترسیم کنید.



شکل ۷۹- مسیر تنظیم Grid/Snap

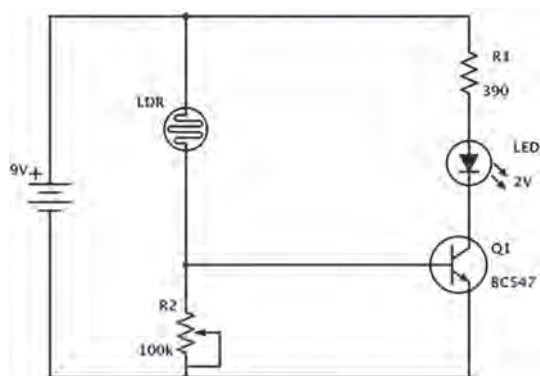


شکل ۷۸- باز کردن نوارهای مختلف Grid/Snap



طراحی مدار چاپی برد حسگر تشخیص نور

هدف: کسب مهارت طراحی مدار چاپی با نرم‌افزار به روش دستی رایانه‌ای
مواد، ابزار و تجهیزات: نرم‌افزار مرتبط - رایانه - نقشه فنی مدار



شکل ۸۰- مدار حسگر تشخیص نور

■ 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 چهار گوشه برد مدار چاپی

■ اضافه کردن نماد قطعات در مدار چاپی

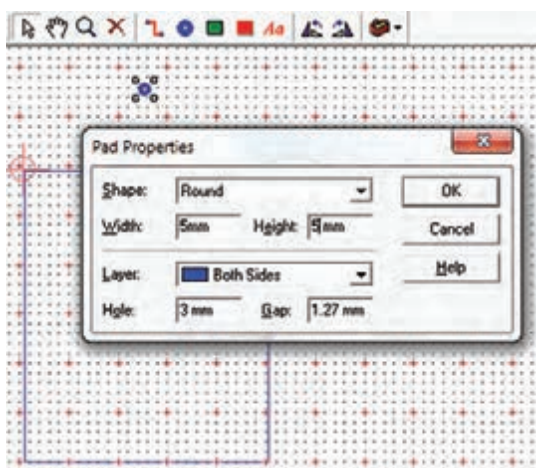
PCB Component

■ اتصال ارتباط مسی بین پایه قطعات

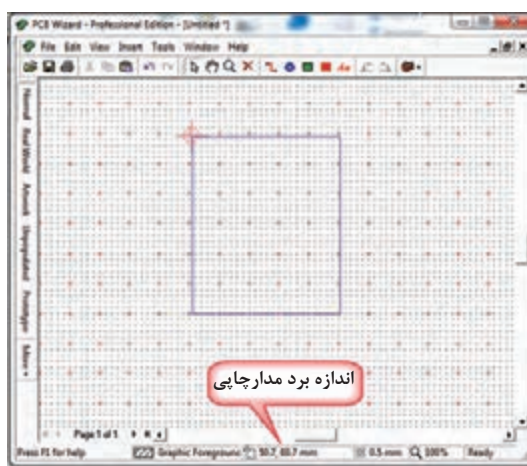
■ اضافه کردن لایه مسی بر روی سطح مدار چاپی در

صورت نیاز

- ۱ اندازه برد را برای این مدار 5×6 سانتی‌متر (50×60 میلی‌متر) در نظر 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 چهار گوشه برد، قطر ۳ میلی‌متر در نظر 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).



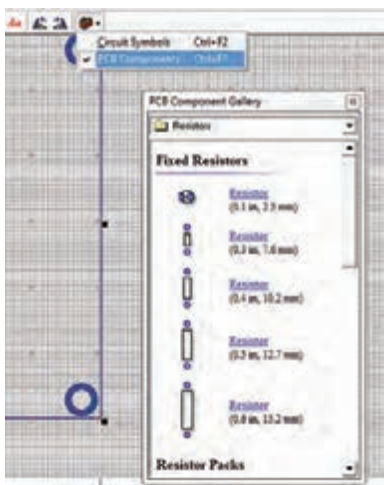
شکل ۸۲- تغییر اندازه Pad گوشه‌های برد مدار چاپی



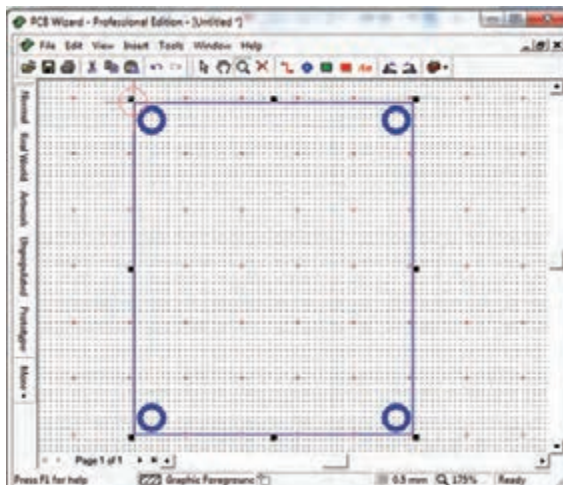
شکل ۸۱- اندازه برد مدار چاپی 50×60 میلی‌متر

۳ حال مرتبه از pad تنظیم شده Copy بگیرید و در فاصله ۳ میلی‌متری 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 شکل ۸۳ باشد.

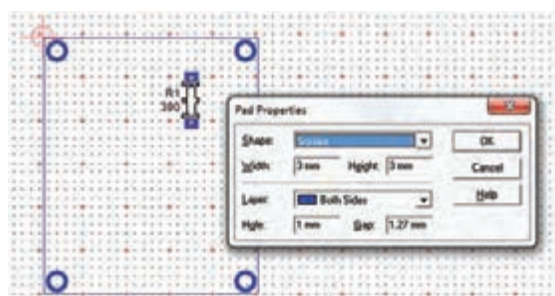
۴ در زبانه PCB Component → Gallery شکل ۸۴ فهرست اندازه استاندارد فیزیکی (ابعاد واقعی) قطعات (Footprint) آورده می‌شود. از این فهرست مقاومت‌ها را با اندازه پایه‌های میلی‌متر انتخاب کنید.



شکل ۸۴-فهرست قطعات PCB Component Gallery



شکل ۸۳-چهار سوراخ گوشه‌های برد



شکل ۸۵-تغییر شکل و اندازه Pad پایه‌های مقاومت

۵ برای افزایش استحکام pad مربوط به پایه‌های قطعات در برابر خوردگی اسید حلال مس‌های اضافی بهتر است ابعاد آن را افزایش دهید. روی قطعه کلیک راست کنید. Pads را انتخاب کنید و پهنا و ارتفاع را به ۳ میلی‌متر تغییر دهید. قطر مناسب سوراخ برای پایه قطعاتی مانند مقاومت، خازن، دیود و ترانزیستور ۱ میلی‌متر است. بنابراین (Hole) سوراخ padها را روی ۱ قرار دهید (شکل ۸۵).

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 LEDs ۵mm انتخاب کنید. ترانزیستور را با توجه به برگه اطلاعاتی آن در شکل ۸۶ نوع To9۲ 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.



BC547 (NPN –Transistor)

➤ The BC547 transistor is an NPN Epitaxial Silicon Transistor.

➤ It is used in general-purpose switching and amplification BC847/BC547 series 45 V, 100 mA NPN general-purpose transistors.

➤ The ratio of two currents (I_c/I_b) is called the DC Current Gain of the device and is given the symbol of h_{fe} or nowadays Beta, (β).

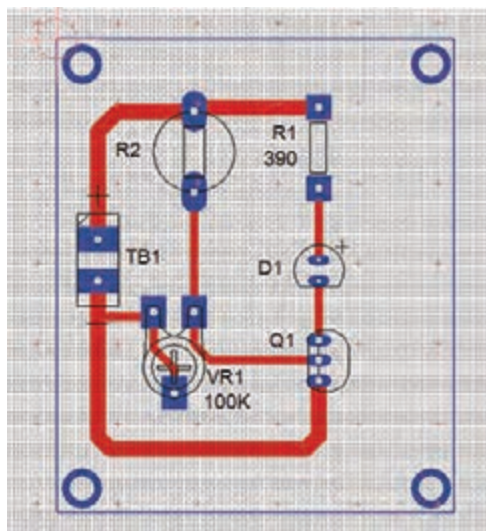


شکل ۸۷- انتخاب پایه‌های ترانزیستور BC547

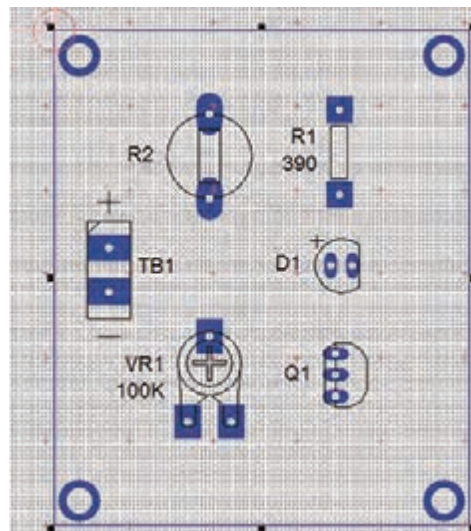
شکل ۸۶- برگه اطلاعاتی ترانزیستور BC547

۷ بعد از انتخاب قطعات می‌توانید اندازه و شکل Pad های مربوط به پایه قطعات را، مشابه مقاومت R_1 تغییر دهید. یک نمونه تغییرات را در شکل ۸۸ 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 R_1 و پایه مثبت LED و پتانسیومتر با LDR اتصال مسی بهتری برقرار باشد، پتانسیومتر را ۱۸۰ درجه و LED را ۹۰ درجه به راست چرخش دهید. پس از اتمام ارتباط مسی بین پایه‌ها باید شکل ۸۹ حاصل شود.

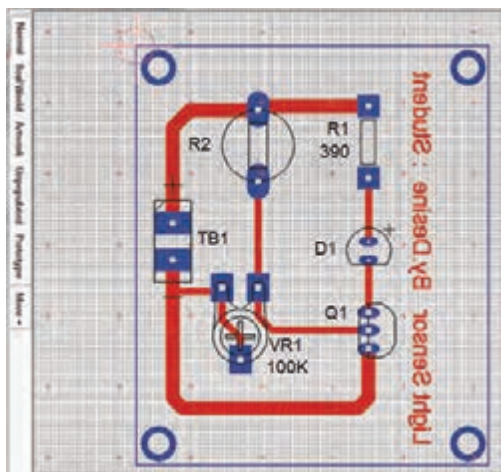


شکل ۸۹- ارتباط مسی پایه‌های قطعات



شکل ۸۸- تغییر شکل پایه‌های قطعات

۹ نام مدار و مشخصات (By. Design :Name Student) طراح مدار چاپی را می‌توانیم با برچسب (متن) مسی بر روی برد بنویسیم. متن‌ها در فیبر به صورت معکوس درج می‌شود. در شکل ۹۰ مسیر انتخاب برچسب مسی را نشان می‌دهد. طبق شکل ۹۱ درج متن نام مدار و طراح مدار چاپی را بنویسید.



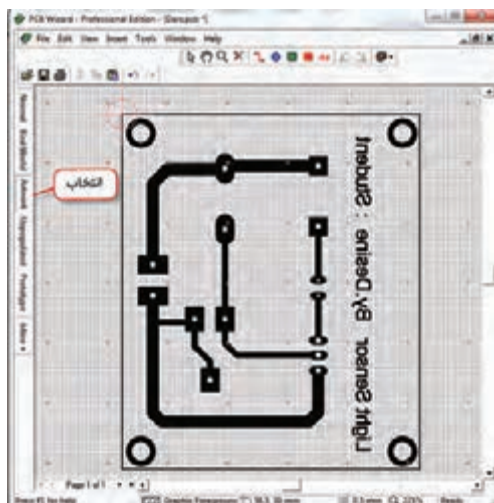
شکل ۹۱- نوشتن متن مسی نام مدار و طراح مدار چاپی



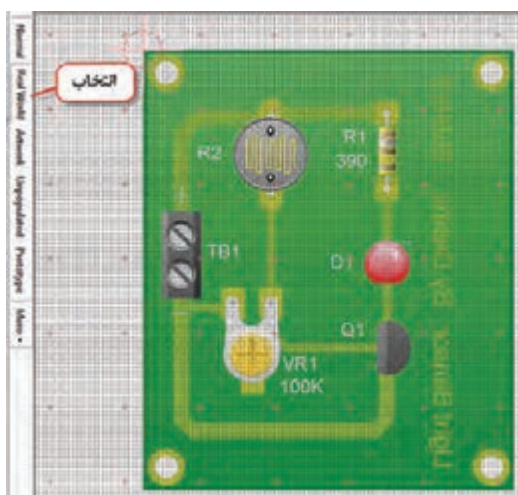
شکل ۹۰- مسیر انتخاب برچسب مسی

۱۰ روی دکمه Real word (دنیای واقعی) کلیک کنید، باید مطابق صفحه شکل ۹۲ تصویر واقعی فیبر مدار چاپی به همراه قطعات ظاهر شود.

۱۱ با کلیک روی دکمه Artwork طرح مدار چاپی را مشاهده خواهید کرد، (شکل ۹۳).

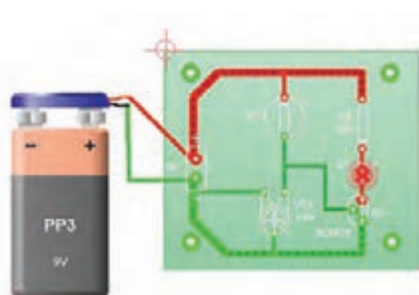


شکل ۹۳- طرح مدار چاپی مدار حسگر روشنایی

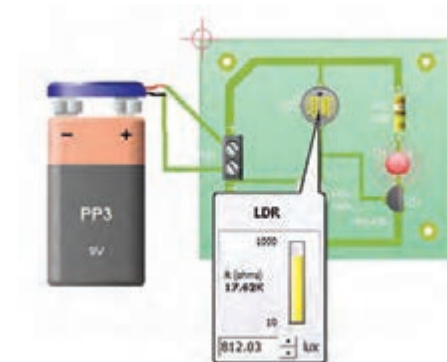


شکل ۹۲- تصویر واقعی فیبر مدار چاپی

۱۲ با اتصال باتری به طرح مدار چاپی مطابق شکل ۹۴ و تنظیم میزان نور به LDR عملکرد مدار را مطابق شکل ۹۵ تست کنید.

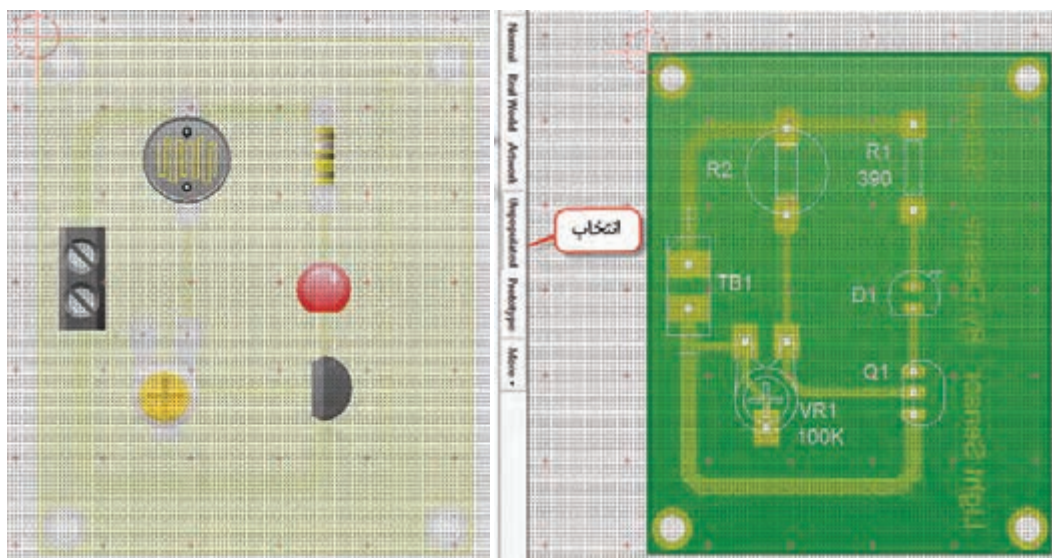


شکل ۹۵- تست عملکرد مدار



شکل ۹۴- اتصال باتری به مدار و تنظیم نور به LDR

۱۲ 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 شکل ۹۶ کلیک کنید. نقشه چیدمان قطعات (Placement) ظاهر می‌شود. این نقشه در موقع مونتاژ قطعات به عنوان راهنما به کار می‌رود. ۱۴ با کلیک روی دکمه prototype نمونه اولیه ساخت مدار چاپی طبق شکل ۹۷ برای بایگانی ایجاد می‌شود.



شکل ۹۷- نمونه بایگانی فیبر مدار چاپی

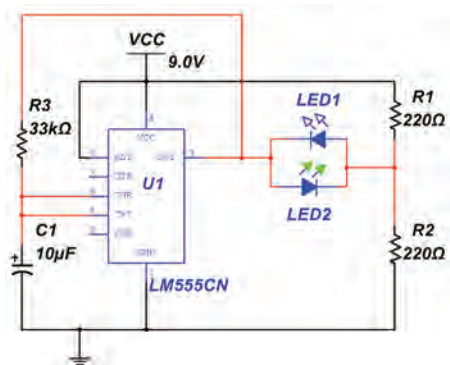
شکل ۹۶- نقشه چیدمان قطعات

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 - رایانه - نقشه فنی مدار

کار عملی ۱۱





شکل ۹۸- مدار چشمک زن با آی سی ۵۵۵

■ مراحل اجرای کار

۱ فیبر مدار چاپی مدار شکل ۹۸ را در ابعاد ۶۰×۷۰ طراحی کنید.

طراحی مدار چاپی با نرم‌افزار به صورت خودکار

طراحی مدار چاپی به صورت خودکار

هدف: کسب مهارت طراحی مدار چاپی با نرم‌افزار به روش خودکار
مواد، ابزار و تجهیزات: نرم‌افزار مرتبط - رایانه - نقشه فنی مدار

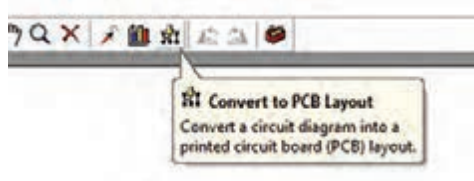
کار عملی ۱۲



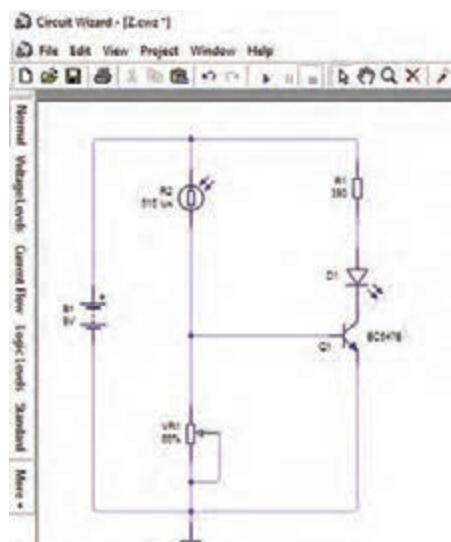
■ مراحل اجرای کار

در این روش ابتدا نقشه فنی مدار رسم می‌شود. سپس به صورت خودکار (Automatic) نقشه فنی به طرح مدار چاپی تبدیل می‌شود، (شکل ۹۹).

۱ با کلیک روی زبانه Tools و انتخاب Convert مطابق شکل ۱۰۰، عملیات تبدیل نقشه فنی الکترونیکی مدار به طرح مدار چاپی آغاز می‌شود.



شکل ۱۰۰- زبانه تبدیل نقشه فنی به فیبر مدار چاپی



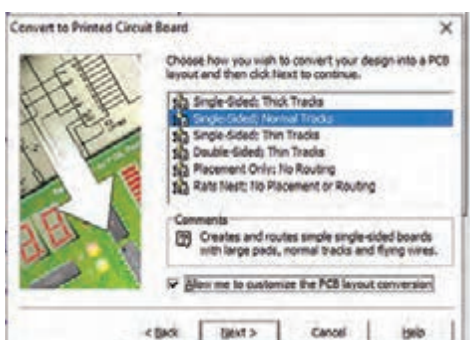
شکل ۹۹- ترسیم نقشه فنی مدار حسگر روشنایی



شکل ۱۰۱

۲ در شروع فرایند تبدیل بعد از انتخاب Convert شکل ۱۰۱ ظاهر می‌شود. 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.

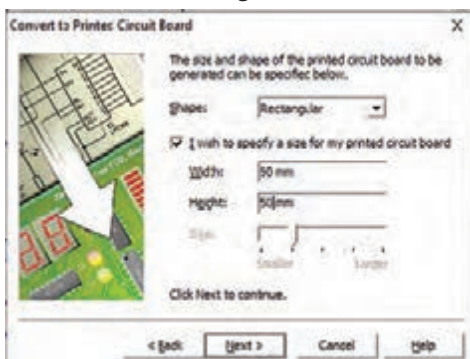
۳ روی گزینه Next کلیک کنید. در صفحه بعد نرم‌افزار آمادگی خود را برای فرایند تبدیل اعلام می‌کند.



شکل ۱۰۲

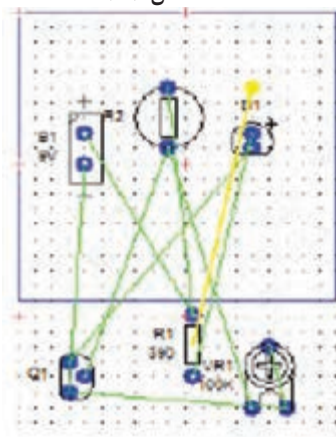
۴ در پنجره بعدی شکل ۱۰۲ نحوه تبدیل طرح به طرح مدار چاپی انتخاب شده و سپس روی Next کلیک می‌کنیم. گزینه‌های انتخابی به این شرح است.

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 ۱۰۳

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).

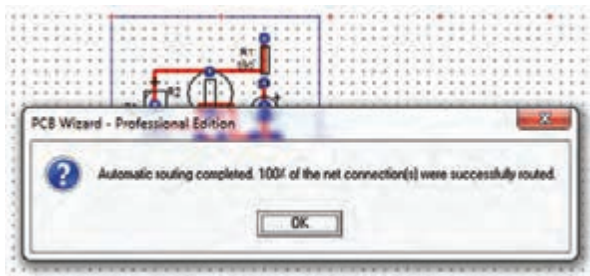
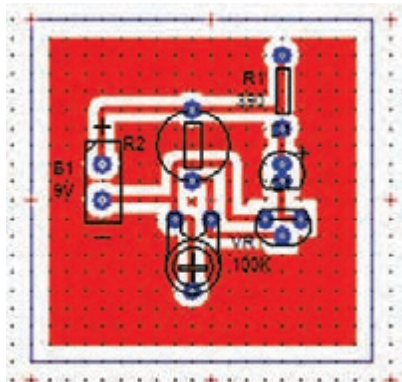


شکل ۱۰۴- چیدمان قطعات و اتصال پایه روی فیبر مدار چاپی

۶ روی گزینه Convert کلیک کنید. در این لحظه چیدمان قطعات و اتصال پایه‌ها روی فیبر مدار چاپی مطابق شکل ۱۰۴ به صورت خودکار انجام می‌شود.

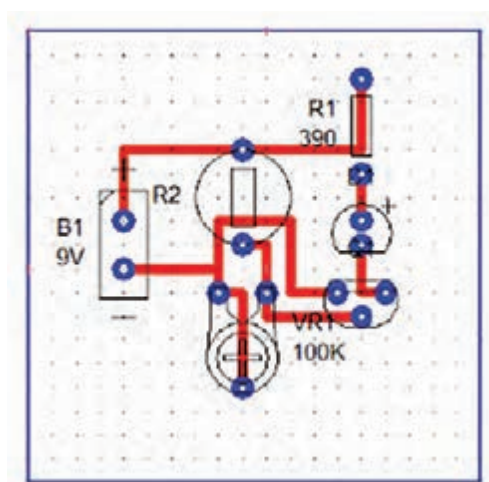
۷ در انتهای اجرای عملیات، متن «مسیریابی خودکار و اتصالات به طور ۱۰۰٪ با موفقیت اجرا شد» بر روی صفحه ظاهر می‌شود (شکل ۱۰۵).

۸ شکل ۱۰۶ لایه مسی که به برد اضافه شده است را نشان می‌دهد.



شکل ۱۰۶- اضافه شدن لایه مسی به برد مدار چاپی

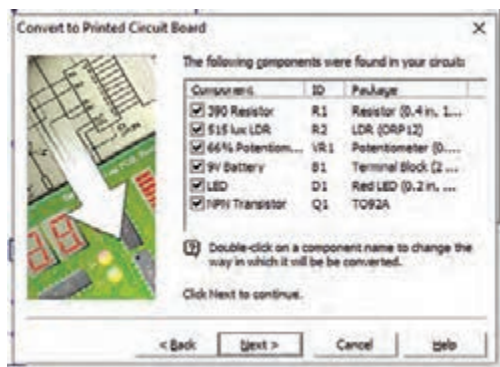
شکل ۱۰۵- مسیریابی خودکار و اتصالات به طور ۱۰۰٪ با موفقیت اجرا شد.



شکل ۱۰۷- حذف لایه مسی و طرح مدار چاپی

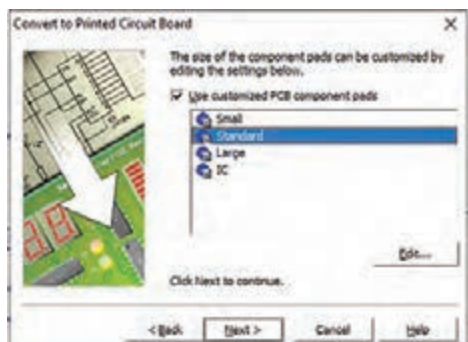
۹ روی لایه مسی کلیک کنید تا انتخاب شود. سپس آن را حذف (Delete) کنید. در این صورت شکل ۱۰۷ به وجود می‌آید. نرم‌افزار به‌طور خودکار برای طرح مدار چاپی، اندازه برد را برحسب تعداد قطعات، با حداقل فاصله نوارهای چاپی، انتخاب می‌کند.

۱۰ با انتخاب حالت‌های فیبر مدار چاپی در واقعیت (Real word)، طرح مدار چاپی (Artwork) و نقشه جای‌گذاری قطعات (Unpopulated) شکل ۹۶ و شکل ۹۷ و شکل ۱۰۷ که به‌صورت خودکار طراحی شده‌اند را با حالت طراحی دستی که در بخش قبل طراحی شده‌اند مقایسه کنید.



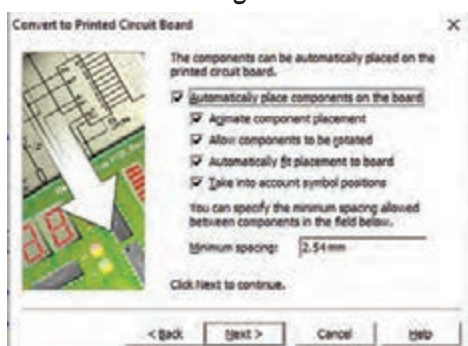
شکل ۱۰۸

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 کلیک روی Next پنجره شکل ۱۰۸ ظاهر می‌شود.



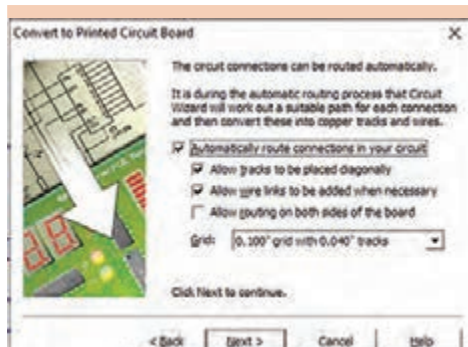
شکل ۱۰۹

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 ۱۱۰

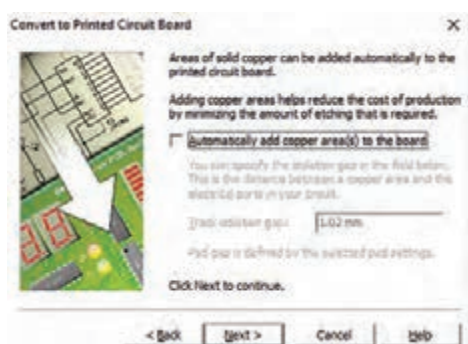
در پنجره بعدی چگونگی قرار گرفتن قطعات به‌طور خودکار روی PCB و تنظیم حداقل فاصله بین اجزاء تنظیم می‌شود. (شکل ۱۱۰)
در پنجره شکل ۱۱۱ چگونگی مسیریابی مدار به‌صورت خودکار تنظیم می‌شود چون طراحی برد یک لایه است تیک امکان مسیریابی دوطرفه را نمی‌زنیم.



شکل ۱۱۱

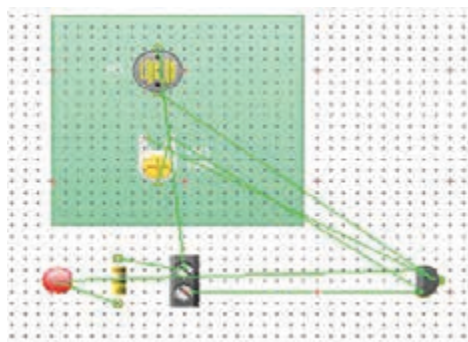
باهم گروهی خود انتخاب‌های شکل‌های ۱۱۰ و ۱۱۱ را به فارسی ترجمه کنید. در مراحل اجرای کار عملی هریک از گزینه‌ها را فعال و غیرفعال کنید و نتایج را به‌صورت یک گزارش ارائه دهید.

فعالیت گروهی



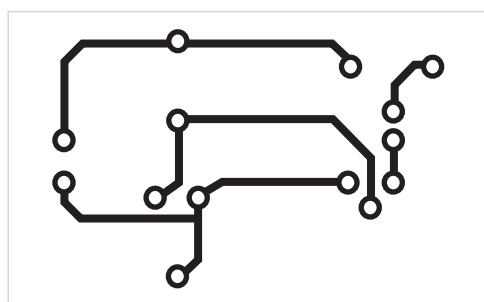
شکل ۱۱۲

در پنجره شکل ۱۱۲ نواحی مس جامد را می‌توان به‌طور خودکار به برد مدار چاپی اضافه یا حذف نمود.



شکل ۱۱۳

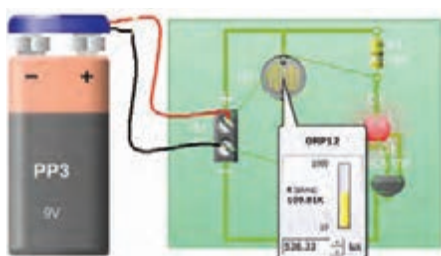
با کلیک روی Next و Convert نقشه شماتیک به طرح مدار چاپی تبدیل می‌شود. (شکل ۱۱۳)



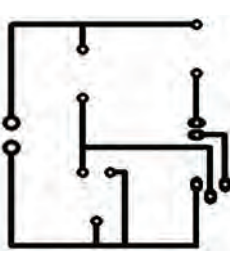
شکل ۱۱۴

با کلیک روی Artwork طرح نهایی برای انتقال روی فیبر مدار چاپی را در شکل ۱۱۴ مشاهده می‌کنید.

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 ۱۱۷



شکل ۱۱۶



شکل ۱۱۵

تعمیق و تثبیت یادگیری (۱)

تذکر: برای تعمیق و تثبیت یادگیری و حتی ارزشیابی استفاده عملی از نرم افزار و انجام پروژه الزامیست.

۱ در نرم افزار Circuit Wizard کلیدهای میان بر $Ctrl+F2$ برای باز کردن فهرست نماد فنی قطعات است.

صحيح □ غلط □

۲ مقاومت تابع نور LDR از نوار فهرست Out put Components انتخاب می شود.

صحيح □ غلط □

۳ دیود نورانی LED از نوار فهرست Out put Components انتخاب می شود.

صحيح □ غلط □

۴ نماد Aa در جعبه ابزار نرم افزار، برای قرار دادن روی طرح فیبرمدارچاپی است. (با مراجعه به نرم افزار پاسخ دهید)

۵ قرار دادن مس جامد روی برد مدارچاپی چگونه انجام می گیرد؟

۶ میزان جابجایی خطوط و قطعات در نرم افزار را Grid/snap تعیین می کند. صحيح □ غلط □

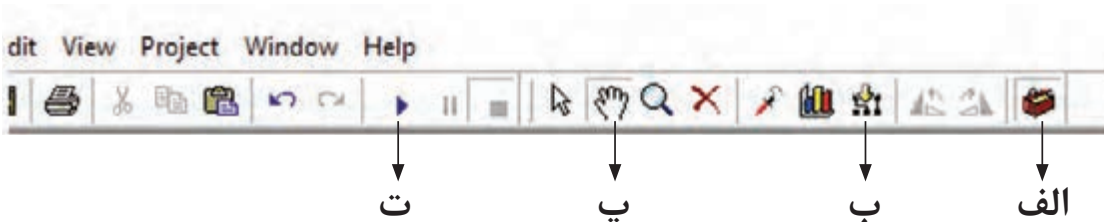
۷ برای چاپ طرح مدار چاپی کدام گزینه را باید انتخاب کرد.

الف (Real word (ب Artwork

پ (Unpopulated (ت Prototype

۸ با کلیک کردن روی Convert چه فرایندی انجام می شود؟ شرح دهید.

۹ در نرم افزار Circuit Wizard در نوار شکل ۱۱۸ عملکرد هرقسمت را شرح دهید.



شکل ۱۱۸

۱۰ آیا با نرم افزار Circuit Wizard می توانید فهرست قطعات به کار رفته در مدار را تهیه کنید؟ مراحل تهیه فهرست قطعات را بنویسید.

صحيح □ غلط □

۱۱ معنای فارسی هر یک از لغات زیر را بنویسید. هریک از این واژگان در کدام قسمت نرم افزار کاربرد دارند؟

الف: Origin

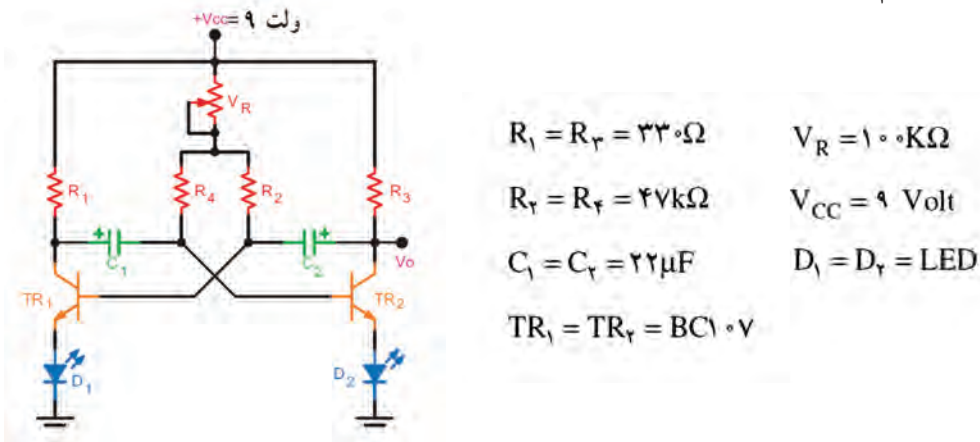
ب: Convert

پ: Track

ت: Artwork

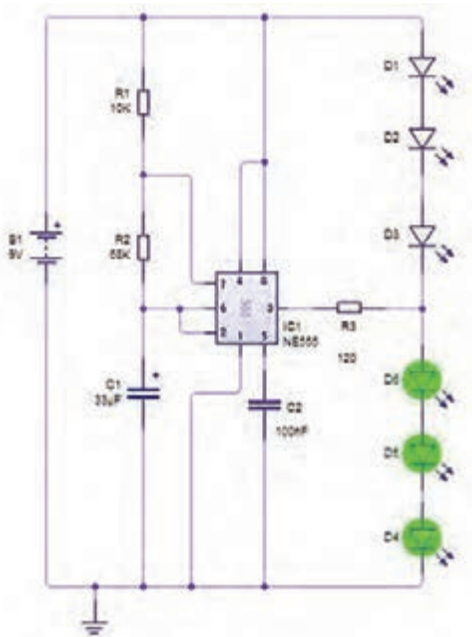
تعمیق و تثبیت یادگیری (۲)

۱ طرح مدار چاپی مدار شکل ۱۱۹ را با استفاده از نرم افزار Circuit Wizard به صورت دستی رایانه‌ای طراحی کنید.
 کلیه مقاومت‌ها $\frac{1}{4}$ وات هستند. در طراحی مدار چاپی، به اندازه دقیق قطعات توجه کنید.



شکل ۱۱۹- 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 شبیه سازی مدار چاپی	واحد یادگیری ۲: شبیه سازی و ترسیم مدار چاپی با نرم افزار	طراحی شماتیک، شبیه سازی و تهیه فایل خروجی طرح PCB با استفاده از نرم افزارهای Multisim و Circuit Wizard	بالاتر از حد انتظار	علاوه بر تحقق شاخص های در حد انتظار، انجام کلیه فعالیت های پودمان (مانند تحقیق کنید، فکر کنید، پژوهش کنید، جستجو کنید، بحث گروهی)
			در حد انتظار	۱- طراحی شماتیک: - ترسیم صحیح نقشه مدار با انتخاب نمادهای استاندارد از کتابخانه قطعات و تنظیم مقادیر پارامترها (مقاومت، ظرفیت، خازن و...) مطابق با نیاز مدار ۲- شبیه سازی اولیه: - اجرای تحلیل های پایه (AC، DC) و تأیید عملکرد مدار با استفاده از ابزارهای اندازه گیری مجازی (اسیلوسکوپ، مولتی متر) - تشخیص و رفع خطاهای مفهومی (مثل اتصال کوتاه، مدار باز) ۳- طراحی PCB: - چیدمان بهینه قطعات با رعایت فاصله های ایمن و مسیرهای سیگنال و تعیین گذرگاه های مسی Track با عرض مناسب ۴- تبدیل به: PCB - تبدیل خودکار شماتیک به PCB در Circuit Wizard - تنظیم پارامترهای فنی: - فاصله مسیرها (Min: ۰/۲mm) - اندازه پدها (متناسب با پایه قطعات) - عرض مسیرها With Tracks (برای جریان های کم Min: ۰/۳mm) ۵- خروجی گیری: - ساخت گزارش شبیه سازی شامل نمودارهای ولتاژ/جریان عبوری از مدار - تولید فایل های ساخت: Bill of Materials (BOM)- prototype - Placement-Artwork Real word- Drill Files طرح مدار چاپی
			پایین تر از حد انتظار	در صورتی که هنرجو همه شاخص های در حد انتظار را محقق نسازد، پایین تر از حد انتظار ارزشیابی می شود.
لازم است تا کیفیت فرایند کسب شایستگی در طول زمان آموزش پودمان براساس انجام فعالیت های کلاسی و عملی، نظم، مشارکت در فعالیت های آموزشی و تربیتی، ابتکار در تکالیف عملکرد درسی و... در نظر گرفته شود.				
شایستگی پودمان (بالاتر از حد انتظار، در حد انتظار، پایین تر از حد انتظار)				

شایستگی‌های غیرفنی و عمومی (ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی)

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

شایستگی‌های غیرفنی و عمومی			شایستگی‌های فنی			شایستگی عملکرد هنرجو در واحد یادگیری
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 حد انتظار 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.





پودمان ۴

طراحی مدار چاپی با نرم افزار تجاری



Altium Designer یک نرم افزار طراحی نقشه الکترونیکی (Schematic) و برد مدار چاپی (PCB) می باشد که توسط شرکت **Altium Limited** توسعه یافته است. این نرم افزار از قابلیت ها و امکانات بسیاری برخوردار است که به مهندسان الکترونیک کمک می کند تا مدارات پیچیده را به طور دقیق و بهینه طراحی کنند. آلتیوم دیزاینر در دهه ۱۹۸۰ میلادی به نام **Protel** شروع به کار کرد و از آن زمان به صورت مداوم بهبود یافته است. در سال ۲۰۰۵، نام آن به **Altium Designer** تغییر یافت و امکانات و قابلیت های آن نیز به طور چشمگیری افزایش پیدا کرد.

آلتیوم دیزاینر امکان طراحی شماتیک مدارات الکترونیکی، طراحی PCB، شبیه سازی و بررسی های تحلیلی مانند آنالیز حرارتی و امکانات مدیریت پروژه را فراهم می کند. این نرم افزار به توسعه دهندگان الکترونیک، مهندسان PCB و صاحبان کسب و کار در ایجاد مدارات پیچیده و پیشرفته کمک می کند. به همین دلیل در این پودمان، نرم افزار آلتیوم دیزاینر برای آموزش طراحی مدار چاپی در نظر گرفته شده است. پس از آموزش این نرم افزار، 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 نرم افزار تجاری و اجرای یک نقشه

آیا تابه حال فکر کرده اید

- بردهای مدار چاپی دستگاه های الکترونیکی نظیر رایانه، دستگاه های صوتی تصویری و تلفن همراه با چه نرم افزاری طراحی شده است؟
 - چگونه می توان یک نقشه الکترونیکی را به طرح مدار چاپی تبدیل کرد؟
 - منظور از بردهای چند لایه چیست و چگونه می توان مدار چاپی دو لایه یا چند لایه را طراحی کرد؟
 - یک نرم افزار مطلوب تجاری از چه ویژگی هایی باید برخوردار باشد؟
- استفاده از نرم افزارهای طراحی مدار چاپی برای انجام کارهای طراحی و شبیه سازی مدارهای الکترونیکی بسیار مفید است. در ادامه تعدادی از دلایل استفاده از این نرم افزارها آورده شده است:
- ۱ سهولت استفاده: نرم افزارهای طراحی مدار چاپی برای افرادی که در زمینه الکترونیک آشنا هستند، بسیار قابل فهم و ساده هستند.
 - ۲ زمان طراحی کوتاه تر: استفاده از این نوع نرم افزارها منجر به کاهش زمان طراحی مدارها، شبیه سازی و انجام تغییرات به سرعت بسیار زیادی می شود.
 - ۳ بهینه سازی عملکرد: با استفاده از این نرم افزارها، می توان به راحتی عملکرد مدارهای الکترونیکی را بهبود بخشید.
 - ۴ انجام شبیه سازی های دقیق: این نوع نرم افزارها امکان انجام شبیه سازی های دقیق و آزمایش های متعدد بر روی مدارها را فراهم می کنند.
 - ۵ کاهش خطاها: با استفاده از این نرم افزارها، احتمال بروز خطاها در طراحی مدارها به حداقل ممکن می رسد. به طور کلی استفاده از نرم افزارهای طراحی مدار چاپی در صنعت الکترونیک، باعث بهبود عملکرد و کاهش هزینه های طراحی و تولید مدارهای الکترونیکی می شود.
- در این واحد یادگیری به آموزش نرم افزار آلتیوم دیزاینر می پردازیم که در بازار کار و صنعت هم از آن استفاده می شود.
- پس از آموزش از فرا گیرنده انتظار می رود که بتواند نرم افزارهای طراحی مدار چاپی را بشناسد، طریقه نصب و کار با نرم افزار آلتیوم دیزاینر را فرا بگیرد، نقشه یک مدار الکترونیکی را در محیط شماتیک رسم کرده و آن را به محیط PCB برد و نقشه مدار چاپی را طراحی کند.

استاندارد عملکرد

رسم نقشه مدار چاپی مدارهای الکترونیکی به کمک نرم افزار تجاری آلتیوم دیزاینر

تجهیزات و ابزار مورد نیاز کارگاه

رایانه رو میزی، چاپگر لیزری، نرم افزارهای مورد نیاز

■ فضای آموزش و تجهیزات مربوط به آن:

سیستم تهویه، ویدئو پروژکتور، رایانه، وایت برد

معرفی نرم افزارهای پیشرفته طراحی مدار چاپی

نرم افزارهای زیادی به بازار عرضه شده اند که به کمک آنها می توان مدار چاپی مدارهای الکترونیکی را طراحی کرد. ولی در عمل تعداد کمی از این نرم افزارها توسط طراحان حرفه ای مدار چاپی مورد استفاده قرار می گیرند که مهم ترین و پرکاربردترین آنها به شرح زیر می باشد:



شکل ۱- نرم افزار OrCAD

■ OrCAD: اورکد یکی از قدیمی ترین و

قدرتمندترین نرم افزارهای رسم شماتیک، طراحی مدارهای الکترونیکی، شبیه سازی طرح الکترونیکی و طرح فیبر مدار چاپی است.

■ امکانات نرم افزار OrCAD:

- دسترسی به کتابخانه این نرم افزار با بیش از ۳۰۰۰ قطعه
- رسم شماتیک در محیط OrCad Capture
- ایجاد کتابخانه ها و المان های جدید در این نرم افزار
- شبیه سازی طرح مورد نظر به وسیله Orcad signal explorer , pspice simulation
- قرار دادن مدار بر روی فیبر مدار چاپی به صورت دستی یا به صورتی که نرم افزار ارائه می کند.
- رسم اتصالات بین قطعات PCB با روش های سیم کشی خودکار و نیمه خودکار
- مشاهده نهایی برد ایجاد شده به صورت گرافیکی و از نماهای مختلف
- امکان ارتباط و تبادل داده این نرم افزار با نرم افزار MATLAB

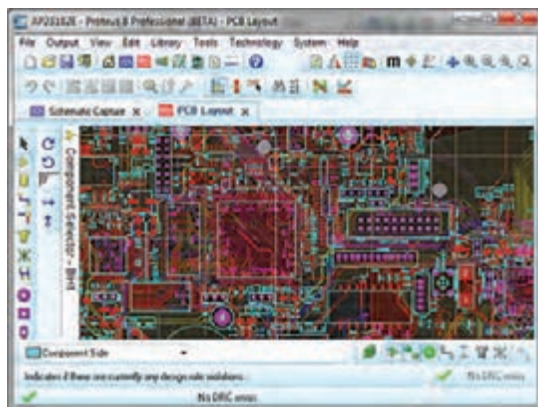
■ Proteus: پروتئوس با نام کامل Proteus Design Suite نرم افزاری است که برای ایجاد شماتیک مدار،

شبیه سازی آن و طراحی بردهای مدار چاپی (PCB) استفاده می شود. از قابلیت های مهم این نرم افزار می توان به شبیه سازی میکروکنترلرها و میکروپروسسورها اشاره کرد.

این نرم افزار به دلیل داشتن قطعات و ابزارهای اندازه گیری مشابه قطعات و ابزارهای واقعی، می توان مدارهای الکترونیکی را مشابه دنیای واقعی شبیه سازی کرده و بعد از رفع اشکالات احتمالی برای آن PCB طراحی کرد.

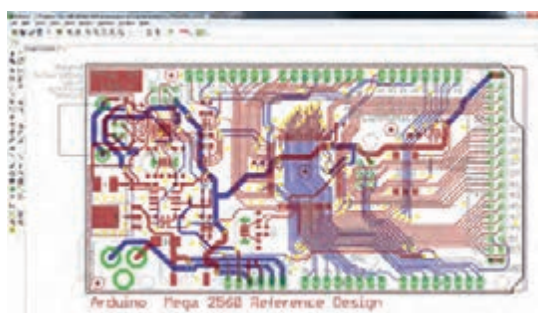
■ قابلیت‌های نرم‌افزار Proteus:

- طراحی مدارات الکترونیکی
- مدل‌سازی دستگاه‌ها و قطعات قابل برنامه‌ریزی
- طراحی مسیریابی‌های پیشرفته
- صرفه‌جویی در وقت و هزینه طراحی مدار
- شبیه‌سازی مدارات میکروکنترلی 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 ۲- 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 به صورت مجازی و شبیه‌سازی شده از قطعات واقعی می‌باشد.



شکل ۳- نرم‌افزار EAGLE

■ قابلیت‌های نرم‌افزار EAGLE:

- امکان مشاهده تصویر سه‌بعدی برد مدار چاپی بعد از سیم‌کشی
- سیم‌کشی خودکار و دستی، امکان چیدن قطعات به صورت 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

■ **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، به راحتی وارد بازار کار خواهند شد.

یکی از مزایای نرم افزار آلتیوم دیزاینر دسته بندی مناسب کتابخانه ها به نحوی است که با صرف زمان کوتاهی قطعه مورد نظر را می توان یافت. آنالیز مدارهای آنالوگ در آلتیوم، توسط تحلیلگر Pspice انجام می شود. محیط طراحی PCB در آلتیوم، به دلیل داشتن کتابخانه هایی کامل و بدون نقص معروف است و این امر سبب راحتی بیشتر کاربر در حین طراحی انواع بردهای مدار چاپی با این نرم افزار خواهد شد. آخرین نسخه نرم افزار آلتیوم که تا کنون به بازار عرضه شده است Altium Designer 25 می باشد که در این درس نیز از این نسخه برای آموزش استفاده می شود. البته تفاوت زیادی بین این نسخه و نسخه های قدیمی تر وجود ندارد و با توجه به اینکه نسخه های جدیدتر به سخت افزار قوی تری نیاز دارند، اگر رایانه شما دارای سخت افزار ضعیفی است می توانید از نسخه های قدیمی تر استفاده کنید.

با دوستان خود درباره ویژگی های یک نرم افزار 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 نرم افزار آلتیوم دیزاینر نسخه ۲۵ را استخراج کنید.

پژوهش



نصب و راه اندازی نرم افزار آلتیوم دیزاینر



شکل ۴- اجرای نرم افزار آلتیوم دیزاینر

پس از نصب نرم افزار آلتیوم نسخه ۲۵، آیکون آن بر روی صفحه نمایش ظاهر می شود. با کلیک بر روی آیکون این نرم افزار اجرا می شود. (شکل ۴)



فیلمی از روش نصب نرم افزار آلتیوم دیزاینر را در کلاس مشاهده کنید.

فیلم



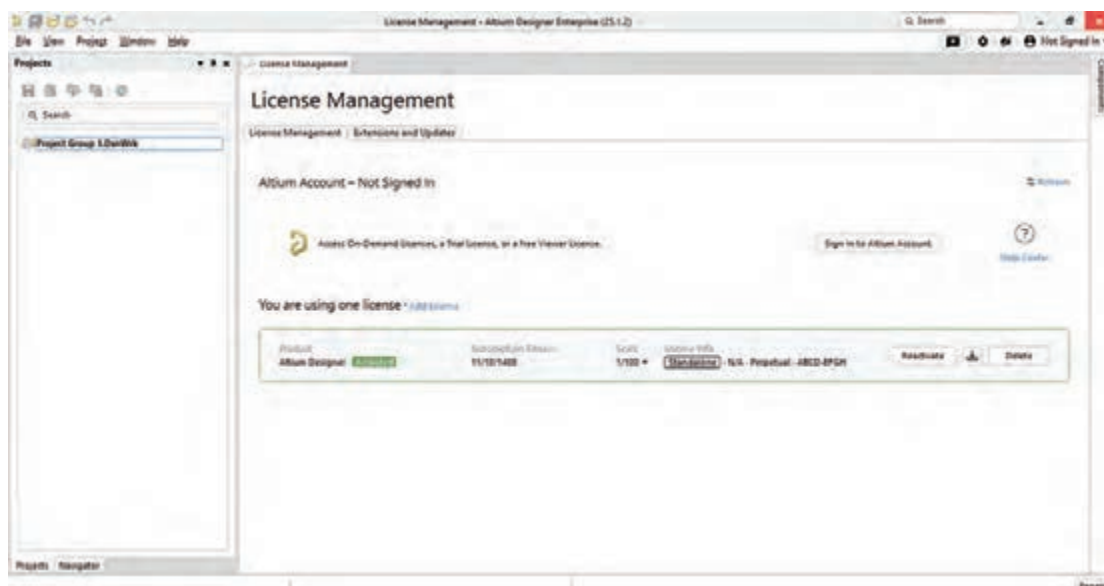
چنانچه رایانه شما قابلیت نصب این نسخه را ندارد، می توانید از نسخه های قدیمی تر استفاده کنید.

نکته

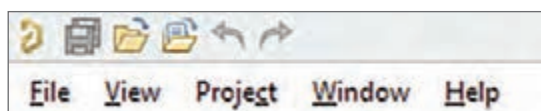


■ معرفی محیط نرم افزار آلتیوم دیزاینر

پس از دوبار کلیک کردن بر روی آیکون نرم افزار وارد محیط اصلی نرم افزار خواهیم شد که در شکل ۵ نمایش داده شده است. همان طور که در پنجره License Management مشاهده می شود، این نرم افزار فعال سازی (Activate) شده و تاریخ اعتبار آن را هم می توان مشاهده کرد. در صورت فعال نشدن نرم افزار بسیاری از قابلیت های نرم افزار غیر فعال شده و عملاً نمی توان از آن استفاده کرد.



شکل ۵- محیط اصلی نرم افزار آلتیوم دیزاینر



شکل ۶- نوار ابزار اولیه نرم افزار آلتیوم

لازم به ذکر است که هر فضای طراحی در این نرم افزار، نوار ابزار مربوط به خود را دارد. شکل ۶ نوار ابزار اولیه نرم افزار Altium Designer را بدون اینکه فایل و یا پروژه ای را باز کرده باشیم نشان می دهد.

نصب و فعال سازی نرم افزار آلتیوم دیزاینر

هدف: کسب مهارت در نصب نرم افزار آلتیوم دیزاینر و فعال سازی آن
مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه، نرم افزار آلتیوم دیزاینر نسخه ۲۰۲۵
مراحل اجرای کار:

پس از مشاهده فیلم روش نصب نرم افزار آلتیوم دیزاینر، این نرم افزار را بر روی رایانه کارگاه نصب کرده و فعال سازی کنید.

کار عملی ۱



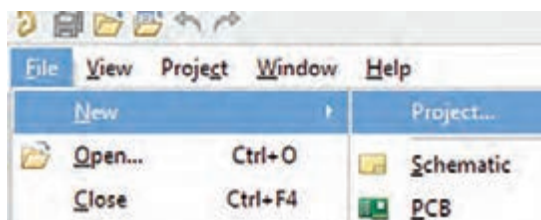
ایجاد یک پروژه مدار چاپی

برای طراحی یک مدار چاپی، ابتدا باید یک پروژه تعریف کنیم. این پروژه شامل چندین محیط کاری مختلف مانند شماتیک، PCB و غیره می باشد که از طریق این پروژه به هم مرتبط می شوند.

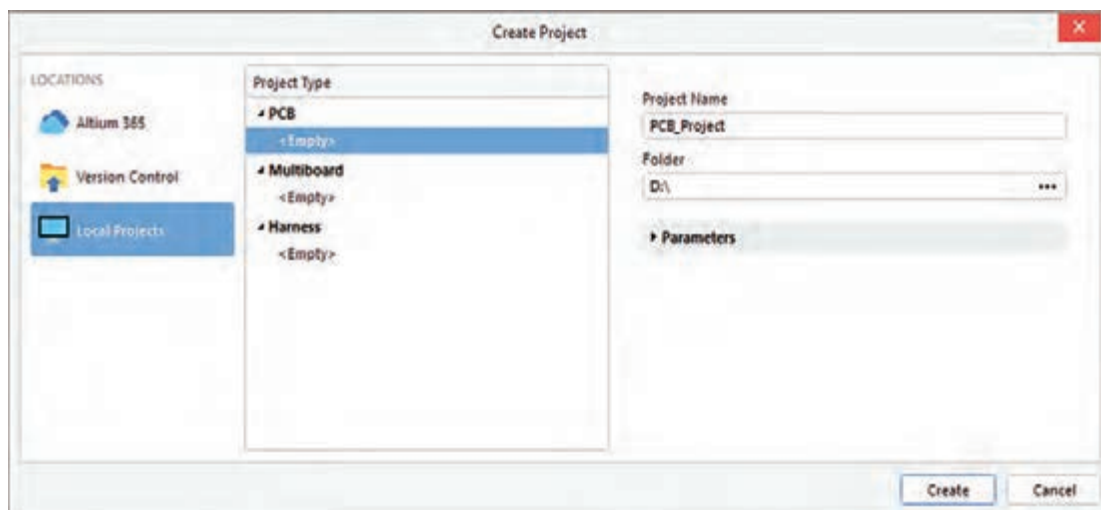
برای تعریف یک پروژه جدید مطابق شکل ۷ مسیر زیر را طی می کنیم:

File > New > Project

با این کار پنجره ساخت پروژه باز می شود. (شکل ۸) در این پنجره، نام پروژه و پوشه محل ذخیره شدن پروژه را تعیین کرده و سپس بر روی دکمه Create کلیک می کنیم.



شکل ۷- مسیر طراحی یک پروژه جدید



شکل ۸- ایجاد یک پروژه جدید

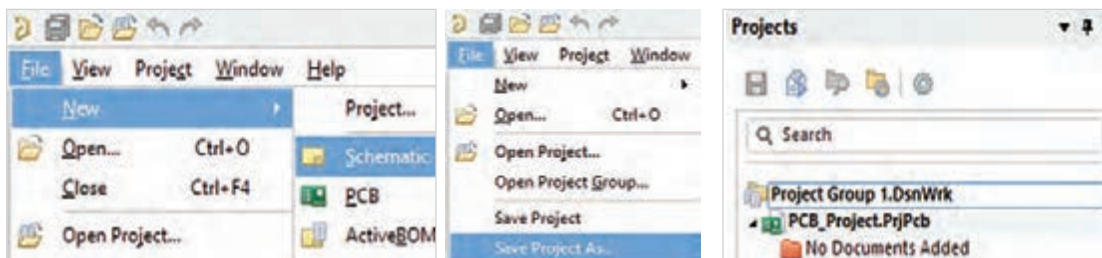
با کلیک راست در فضای خالی پنل Projects که در سمت چپ صفحه قرار دارد، و انتخاب گزینه Add New Project نیز می توان پروژه جدید ایجاد کرد.

نکته



با ایجاد پروژه جدید، در پنل Projects یک پروژه با نام پیش فرض PCB_Project.PrxPcb مشاهده می شود 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 می کنیم. سپس در پنجره باز شده، محل ذخیره پروژه و نام پروژه را تعیین می کنیم. 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 می کنیم:

File > New > Schematic



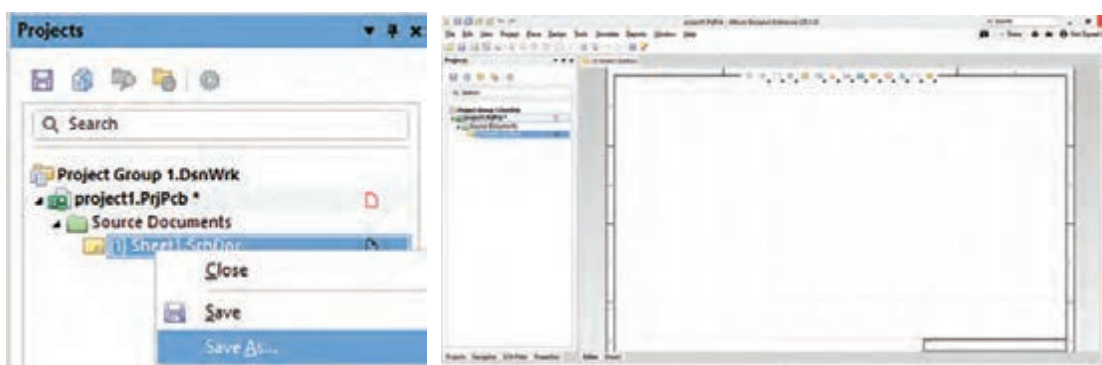
شکل ۹- نام پیش فرض پروژه شکل ۱۰- ذخیره یک پروژه شکل ۱۱- ایجاد یک محیط شماتیک جدید

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.

نکته



پس از ایجاد صفحه شماتیک، فضای کاری آن بر روی صفحه نمایش داده می‌شود. (شکل ۱۲)
نام صفحه شماتیک به صورت پیش فرض Sheet1 می‌باشد.



شکل ۱۳- ذخیره محیط شماتیک جدید

شکل ۱۲- فضای کاری صفحه شماتیک

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 به صورت 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 گزینه های File، Edit، View و چند گزینه کاربردی دیگر می باشد. (شکل ۱۴)



شکل ۱۴- نوار ابزار منوی شماتیک

ب) نوار ابزار استاندارد شماتیک، که شامل آیکون های پر کاربرد منوی شماتیک جهت باز کردن پروژه و فایل و ذخیره کردن آنها، مشاهده و بزرگ نمایی نقشه و غیره می باشد. (شکل ۱۵)



شکل ۱۵- نوار ابزار استاندارد شماتیک

پ) نوار ابزار سیم بندی، که شامل ابزارهای سیم بندی مانند رسم سیم (Wire)، گذرگاه (Bus)، پورت (Port) و غیره است. (شکل ۱۶)



شکل ۱۶- نوار ابزار سیم بندی

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 پنجره های تنظیمات (Properties)، پروژه (Project)، قطعات (Component) و غیره می توان دسترسی پیدا کرد.



شکل ۱۷- نوار وضعیت

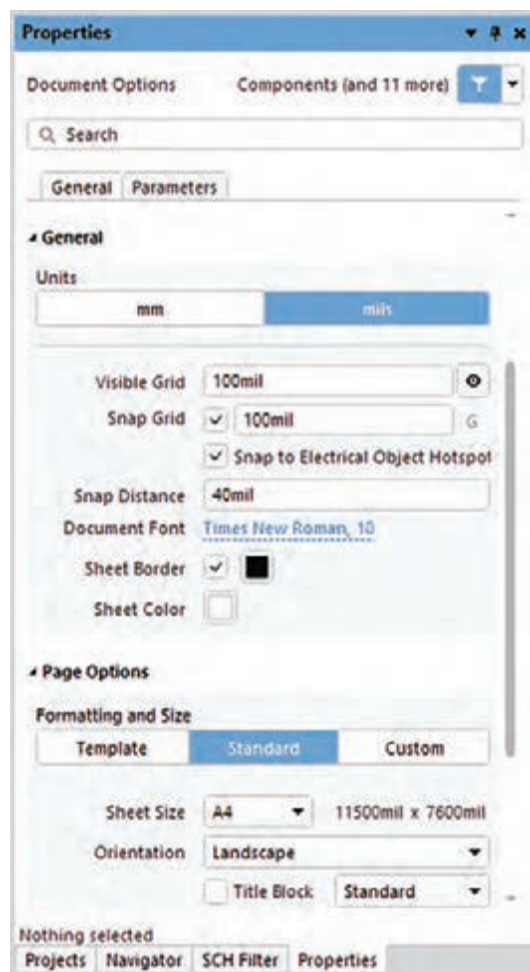
از مسیر زیر می توان نوار وضعیت را فعال یا غیر فعال کرد:

View > Status bar

■ تنظیمات صفحه طراحی شماتیک (Properties)

انتخاب ابعاد محیط طراحی شماتیک، شطرنجی کردن صفحه، تنظیم ابعاد و رنگ آن، واحد اندازه گیری و... گزینه‌های قابل تنظیم در قسمت تنظیمات صفحه طراحی شماتیک (Properties) هستند که از مسیر زیر می‌توان آن را باز کرد:

Panels > Properties



■ 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 (Portrait) بودن یا اصطلاحاً جهت صفحه (Orientation) را می‌توان تنظیم کرد.

■ همچنین در این بخش بلوک تنظیم مشخصات طراحی (Title Block) که در قسمت پایین - سمت راست صفحه قرار گرفته است را می‌توان فعال و یا حذف کرد.

شکل ۱۸- پنجره تنظیمات صفحه طراحی شماتیک

بلوک تنظیم مشخصات طراحی (Title Block) چه کاربردی دارد و معمولاً چه مشخصاتی از یک طرح را در این قسمت درج می‌کنند؟

پژوهش





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 نرم افزار آلتیوم دیزاینر نصب شده باشد.

مراحل اجرای کار:

- ۱ در درایو D پوشه‌ای با نام altiumprj ایجاد کنید.
- ۲ نرم افزار 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 نرم افزار را ببندید.

دانلود و نصب کتابخانه قطعات شماتیک:

برای اینکه بانک قطعات کامل تری داشته باشیم، می‌توانیم کتابخانه قطعات را از سایت آلتیوم دریافت کنیم.

یکی از آدرس‌هایی که می‌توان از آن قطعات استاندارد نرم افزار 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 به صورت یکجا یا تک تک (بر اساس 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

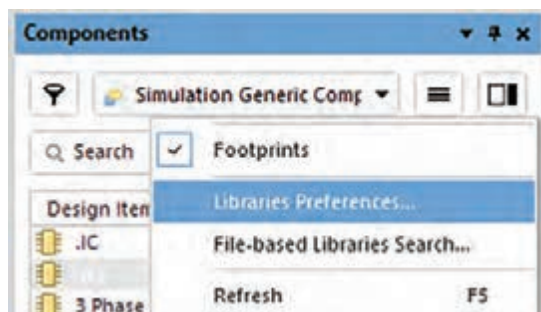
پس از بارگذاری کتابخانه قطعات، پوشه کتابخانه را از حالت فشرده خارج کرده و محتویات آن را در مسیر زیر کپی می‌کنیم:

C:\Users\Public\Documents\Altium\AD25\Library



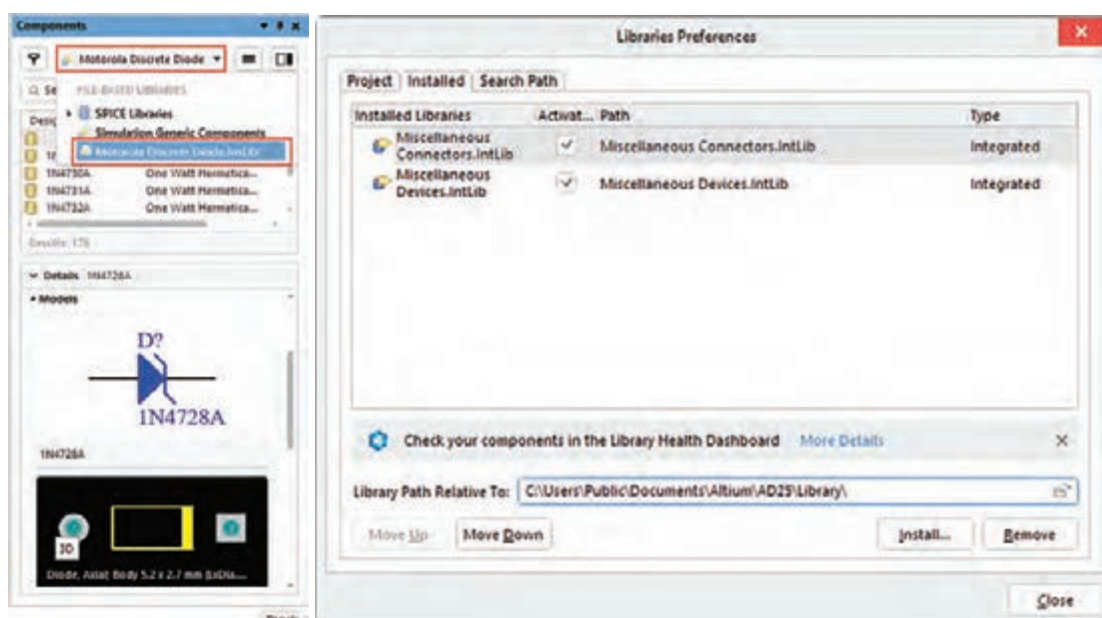
■ نصب کتابخانه قطعات:

برای نصب هر یک از کتابخانه‌ها، در پنجره قطعات شکل ۱۹ بر روی آیکن  کلیک کرده و گزینه Libraries Preferences را انتخاب می‌کنیم.



شکل ۱۹- 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 ۲۰- انتخاب و نصب کتابخانه

شکل ۲۱- 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 نرم افزار آلتیوم

مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه‌ای که بر روی آن نرم افزار 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 Connectors.IntLib و Miscellaneous Devices.IntLib را در مسیر زیر کپی کنید:

C:\Users\Public\Documents\Altium\AD25\Library

۴ نرم افزار 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 نرم افزار را نیز ببندید.

خودارزیابی



۱ یکی از قابلیت‌های مهم نرم افزار شبیه سازی میکرو کنترلرها و میکروپروسسورها می باشد.

۲ نوار وضعیت چه کاربردی دارد و چگونه می توان آن را فعال یا غیر فعال کرد؟

۳ ابعاد محیط طراحی شماتیک را در کدام قسمت و چگونه می توان تغییر داد؟

۴ در کتابخانه لیست جامعی از قطعات الکتریکی و الکترونیکی را می توان 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

با انتخاب آیکون  از نوار ابزار سیم‌بندی نیز می‌توان پنجره قطعات را باز کرد.

نکته



شکل ۲۲- پیدا کردن یک قطعه در کتابخانه قطعات

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 دابل بر روی نام آن، قطعه را در محیط طراحی قرار می‌دهیم.

قبل از قرار دادن قطعه در محیط می‌توان قطعه را با زاویه ۹۰ درجه در جهت عقربه‌های ساعت و یا به صورت 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

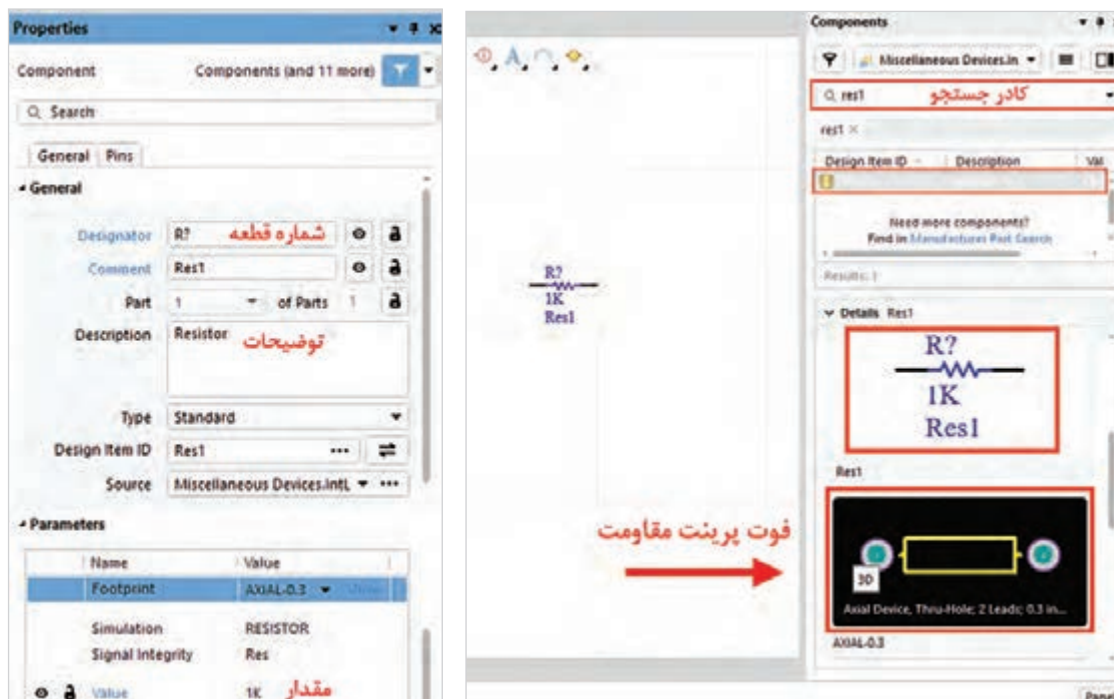


برای اینکه یک قطعه قابل انتقال از محیط شماتیک به محیط PCB باشد، باید برای آن قطعه، Footprint تعریف شده باشد. Footprint به معنای ساختار فیزیکی شامل شکل فیزیکی قطعه، ابعاد قطعه و تعداد و ترتیب پایه‌ها است.

شکل ۲۳ یک مقاومت را که از کتابخانه Miscellaneous، 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 ۲۴- پنجره مشخصات (Properties) مقاومت Res1

شکل ۲۳- انتخاب یک مقاومت از کتابخانه و قرار دادن آن در صفحه شماتیک

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.

کار عملی ۴

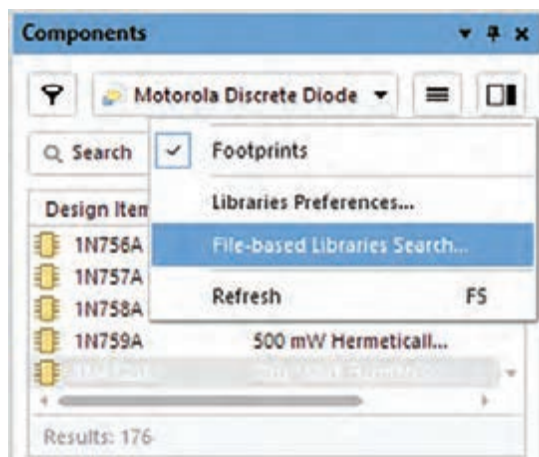


جدول ۱

ردیف	نام قطعه	نام قطعه در کتابخانه قطعات	مقدار	نام Footprint	کتابخانه مربوطه
۱	مقاومت	Res1	10K Ω		
۲	خازن	Cap	100nF		
۳	خازن الکترولیتی	Cap pol1	220UF		
۴	سلف	Inductor	20mH		
۵	مقاومت متغیر	Rpot	470 Ω		
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 پروژّه را بدون ذخیره کردن ببندید.

۶ نرم‌افزار را ببندید.



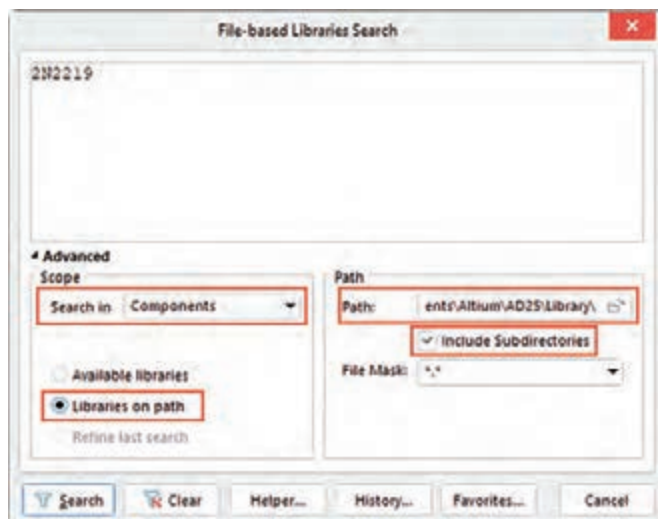
شکل ۲۵- جست‌وجوی قطعه در بین کتابخانه‌ها

جست‌وجوی قطعات در کتابخانه قطعات:

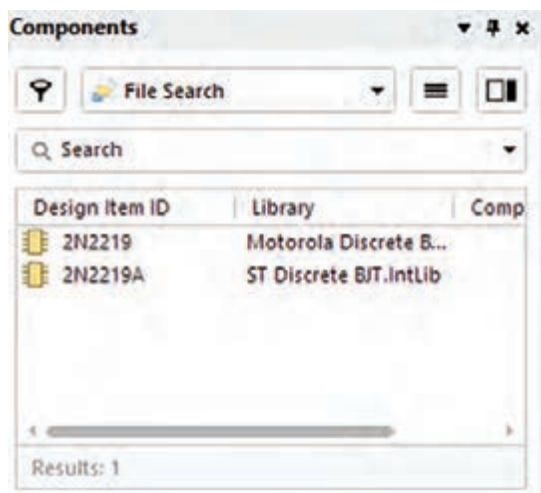
اگر به دنبال قطعه‌ای می‌گردیم که نمی‌دانیم در کدام کتابخانه قرار دارد، برای جست‌وجوی آن قطعه در بین تمام کتابخانه‌ها، در پنجره قطعات بر روی آیکون  کلیک کرده و گزینه File-based Libraries Search را انتخاب می‌کنیم. (شکل ۲۵)

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.

نام کامل قطعه مورد نظر یا بخشی از نام آن را در کادر جست و جو وارد می کنیم و سپس بر روی دکمه Search کلیک می کنیم.
در شکل ۲۶ جست و جو برای ترانزیستور 2N2219 نشان داده شده است.



شکل ۲۶- تنظیمات جست و جوی قطعه در کتابخانه



شکل ۲۷- نتیجه جست و جوی قطعه

نتیجه جست و جو در شکل ۲۷ نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می شود، در سه کتابخانه این ترانزیستور وجود دارد که ممکن است ویژگی ها یا شکل ظاهری آنها متفاوت باشد و می توان براساس مشخصات و ویژگی های مورد نیاز، یکی از آنها را انتخاب کرد.

پس از انتخاب قطعه مورد نظر، سؤالی مبنی بر تمایل به نصب کتابخانه مربوط به آن قطعه پرسیده می شود که در صورت نیاز می توان 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 می رسد.

برای رسم سیم مراحل زیر را طی می کنیم:

۱ ابتدا با استفاده از دستور زیر ابزار سیم کشی را فعال می کنیم:

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.

■ 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 در نظر 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 در نظر 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.

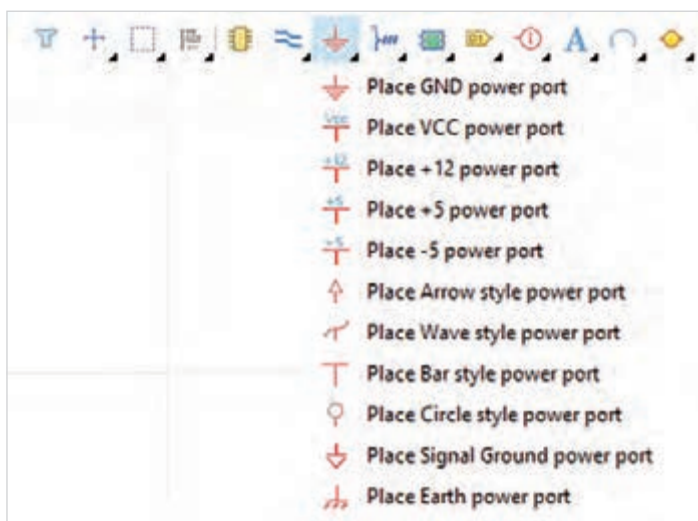
استفاده از پورت‌های تغذیه باعث می‌شود که سیم‌کشی مدار راحت‌تر و خلوت‌تر شود. مثلاً با استفاده از پورت زمین (GND) دیگر نیازی نیست تمام نقاطی از مدار که اتصال زمین دارند با سیم به هم وصل شوند.

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 پورت های تغذیه این است که مانند شکل ۲۸ ماوس را بر روی آیکون پورت تغذیه در نوار ابزار سیم بندی برده و کلید چپ آن را پایین نگه داریم. سپس در پنجره باز شده، پورت مناسب را انتخاب کنیم. (شکل ۲۸)



شکل ۲۸- پورت های 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.

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.

پژوهش



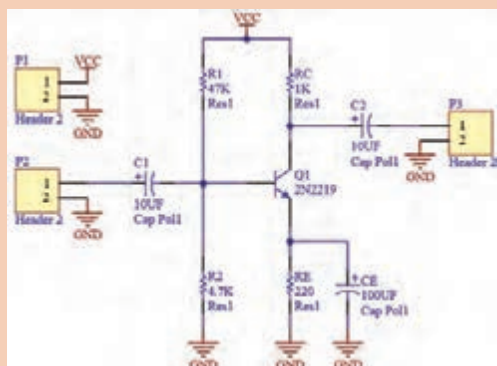
رسم نقشه شماتیک

هدف: کسب مهارت در رسم نقشه الکترونیکی یک مدار در نرم افزار آلتیوم
مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه ای که بر روی آن نرم افزار آلتیوم دیزاینر نصب شده باشد.
مراحل اجرای کار:

کار عملی ۵



- ۱ نرم افزار 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.



شکل ۲۹- نقشه شماتیک کار عملی ۵

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.

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 به دنبال 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؟

خودارزیابی



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 ۳۰- 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 ۳۱- 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)



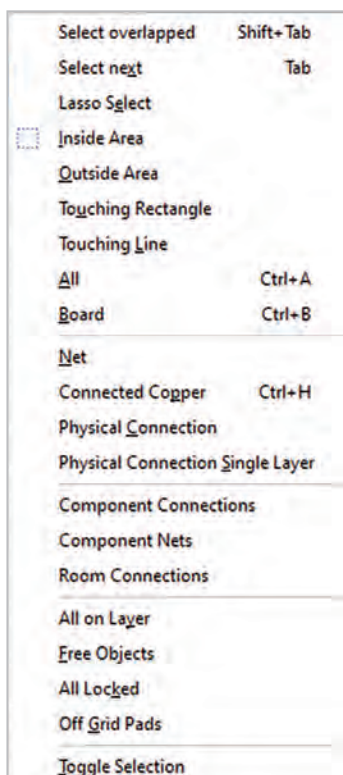
شکل ۳۲- نوار ابزار سیم‌بندی

■ ابزار ویرایش (Edit):

جدول ۲- 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 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.



در شکل ۳۳ انواع حالت‌های انتخاب اشیای مربوط به گزینه Select نشان داده شده است.

■ Origin (تعیین مبدأ مختصات):

به طور 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 ۳۳- گزینه‌های منوی Select



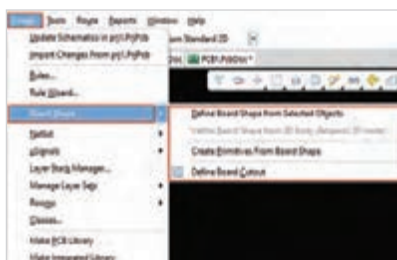
هریک از حالت‌های گزینه Select که در شکل ۳۳ نشان داده شده است را مورد بررسی قرار دهید و به صورت عملی در منزل امتحان کرده و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

■ تنظیم ابعاد فضای طراحی فیبر مدار چاپی:

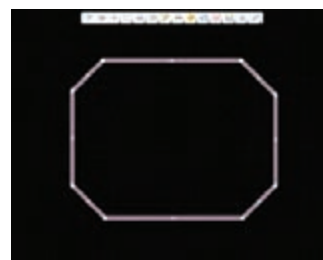
برای ایجاد یک فضای کاری دلخواه بر روی فیبر مدار چاپی ابتدا به کمک ابزارهای طراحی مانند Arc، Track (کمان) و... یک فضای بسته ایجاد کرده و سپس آن فضای بسته را انتخاب (Select) می‌کنیم. (شکل ۳۴) به کمک دستور Design > Board Shape به روش‌های تغییر شکل فضای طراحی فیبر مدار چاپی دسترسی پیدا می‌کنیم. (شکل ۳۵) با اجرای گزینه Define from selected objects، فضای داخل ناحیه انتخاب شده به عنوان فضای کاری در نظر گرفته می‌شود و نواحی دیگر حذف می‌شوند. (شکل ۳۶) همچنین با اجرای گزینه Define Board Cutout فضای خارج ناحیه انتخاب شده به عنوان فضای کاری در نظر گرفته می‌شود.



شکل ۳۶- انتخاب فضای داخل ناحیه به عنوان فضای کاری



شکل ۳۵- روش تغییر شکل فضای طراحی فیبر مدار چاپی



شکل ۳۴- تنظیم ابعاد فضای طراحی فیبر مدار چاپی



شکل ۳۷- پنجره View Configuration

■ لایه‌ها و رنگ‌های برد مدار چاپی:

یکی دیگر از گزینه‌های کاربرد 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 به منظور نمایش دادن مدل‌های سه‌بعدی، لایه‌های پوشش‌دهنده، لایه‌های راهنمای برد مدار چاپی و ... می‌باشد.

■ **Signal And Plane Layers:** در این قسمت امکان تنظیم نمایش یا عدم نمایش لایه های سیگنال (Signal Layers) و همچنین تغییر رنگ این لایه ها وجود دارد که البته تغییر رنگ این لایه ها در اغلب موارد پیشنهاد نمی گردد. تعداد لایه های سیگنال به صورت پیش فرض دو لایه است که با توجه به نوع طراحی ممکن است لازم باشد تعداد آنها را افزایش دهیم. (شکل ۳۸)



شکل ۳۸- لایه های سیگنال

لازم به ذکر است که تنظیمات مربوط به سیم کشی یک لایه یا دو لایه در این بخش انجام نمی شود، بلکه فقط تنظیمات نمایش این لایه ها در این قسمت انجام می گردد. تنظیمات نوع سیم کشی (یک لایه یا دو لایه بودن) از طریق منوی Design > Rules انجام می شود.

■ **Component Layer Pairs:** این بخش که در شکل ۳۹ نشان داده شده است، شامل لایه های زیر می باشد:

الف) لایه های Top Overlay و Bottom Overlay که لایه های راهنمای مونتاژ برد برای لایه بالا و لایه پایین هستند. این لایه ها در واقع همان چاپ سفید رنگ نام قطعات و توضیحات پیرامون بخش های مختلف برد می باشد.

ب) لایه های محافظ (معروف به لایه چاپ سبز) با نام های Top Solder و Bottom Solder و نیز Top Paste و Bottom Paste که برای ایجاد الگوی راهنما برای فرایند مونتاژ خودکار می باشد.



شکل ۳۹- لایه های راهنمای مونتاژ برد

■ **Mechanical Layers:** در این بخش لایه های مکانیکی طراحی نشان داده می شود. (شکل ۴۰) تعداد این لایه ها مانند لایه های سیگنال بستگی به نوع طراحی دارد و ممکن است بیشتر از یک لایه باشد. لایه های مکانیکی در تعیین ابعاد برد و مشخصات مکانیکی برد کاربرد دارد. معمولاً در طراحی های ساده تنها ابعاد برد توسط لایه های مکانیکی تعیین می شود اما در طراحی های دقیق تر لازم است که مشخصات مکانیکی بیشتری تعیین شود که این کار توسط لایه های مختلف مکانیکی صورت می پذیرد.

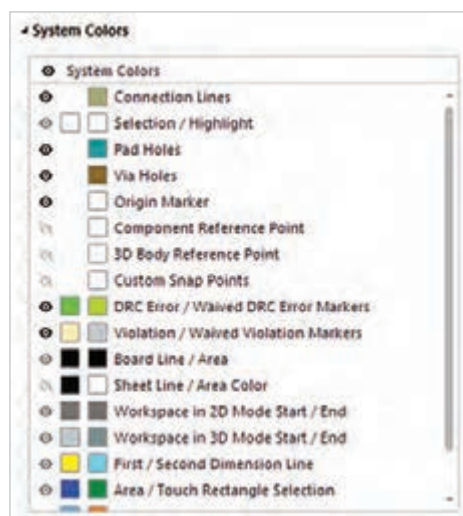


شکل ۴۰- لایه های مکانیکی

■ **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 سوراخ کاری 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 کاربردهای این لایه تعیین ابعاد Pad ها یا پایه‌های قطعات است.



شکل ۴۱- Other Layers



شکل ۴۲- System Colors

■ **System Colors:** در این قسمت می‌توان رنگ‌های مورد استفاده در نرم‌افزار که معمولاً در طراحی برد کاربرد ندارند را ویرایش کرد (شکل ۴۲). به عنوان 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 Gride 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 Via ها می‌باشد.

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

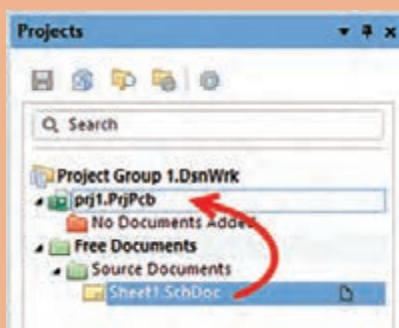
- ۳ مبدأ مختصات را در یک نقطه دلخواه روی برد قرار دهید.
- ۴ ابعاد برد را به ۵۰ mm × ۳۰ mm تغییر دهید.
- ۵ ابتدا فایل PCB و سپس نرم‌افزار را بدون ذخیره کردن ببندید.



- ۱ به کمک گزینه از منوی می توان اشیای نقشه را از حالت «انتخاب» خارج کرد.
- ۲ چگونه می توان 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 در نظر گرفته می شود.
☐ صحیح ☐ غلط
- ۴ لایه های و در واقع همان چاپ سفید رنگ نام قطعات و توضیحات پیرامون بخش های مختلف برد می باشد.
- ۵ در بخش Other Layers چه لایه هایی 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 فایل های شماتیک و PCB تعریف کنیم.



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 می کنیم. (شکل ۴۳)

شکل ۴۳- انتقال فایل شماتیک به داخل پروژه

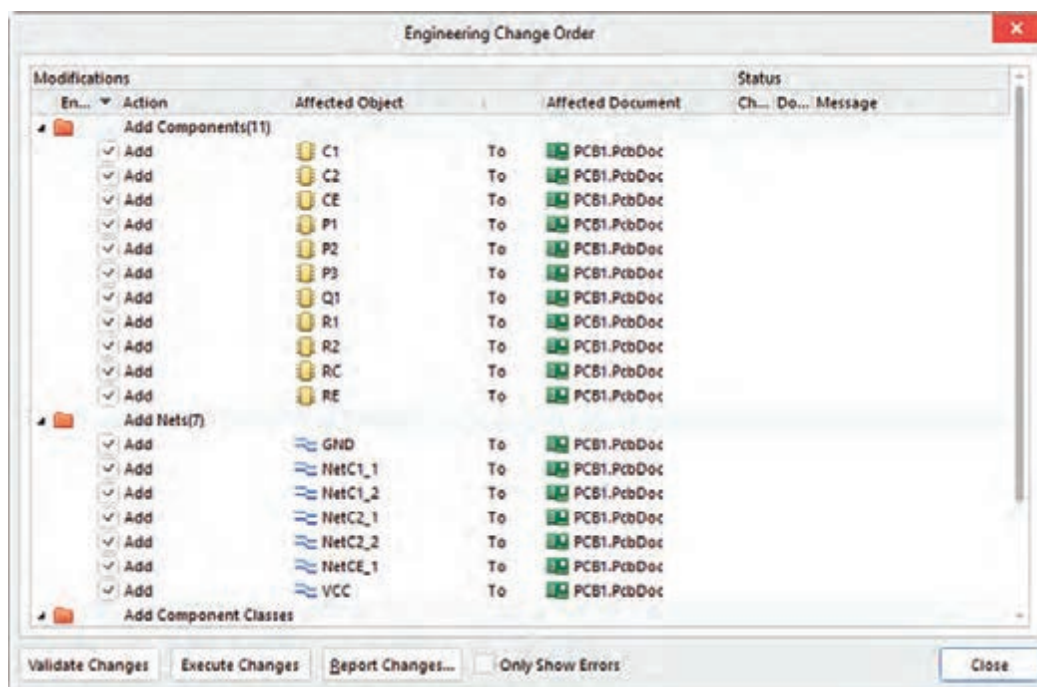
برای انتقال طرح به محیط PCB ابتدا یک فایل PCB به پروژه اضافه می کنیم. برای این کار با کلیک راست بر روی نام پروژه در پنل Projects و انتخاب گزینه Add New to Project و سپس انتخاب PCB، صفحه نقشه مدار چاپی ایجاد می شود.

پس از ایجاد صفحه PCB، فضای کاری آن بر روی صفحه نمایش داده می شود. نام نقشه PCB به صورت پیش فرض PCB1 می باشد. محیط نقشه PCB را به همین نام یا هر نام دلخواه دیگر ذخیره کنید. سپس پروژه را هم ذخیره کنید.

حال به محیط شماتیک برمی گردیم و از نوار ابزار منوی شماتیک، دستور زیر را اجرا می کنیم:

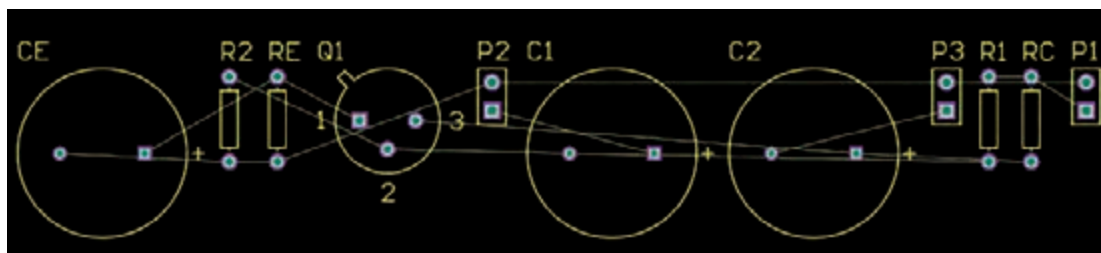
Design > Update PCB Document ...

با اجرای این دستور، پنجره Engineering Change Order مطابق شکل ۴۴ ظاهر می‌شود. همان‌طور که 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 ۴۴- 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.

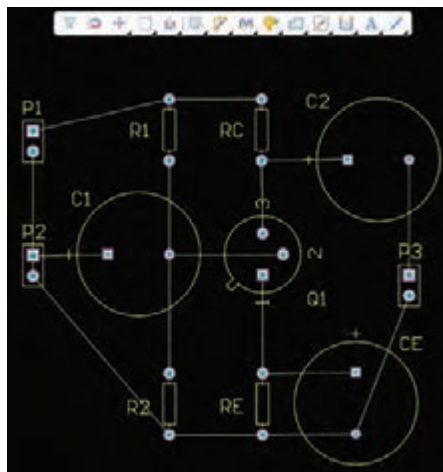


شکل ۴۵- قطعات انتقال یافته به محیط PCB

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 به راحتی اتصالات بین قطعات را تشخیص دهد.

نکته





■ 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. در صورتی که تعداد قطعات کم باشد، این کار به صورت دستی امکان پذیر می‌باشد. اما اگر تعداد قطعات زیاد باشد، انجام این کار زمان زیادی لازم خواهد داشت. برای حل این مشکل، می‌توان از ابزار Auto Placement نرم افزار استفاده کرد. البته نباید فراموش کرد که ممکن است چیدمان انجام شده توسط نرم افزار با سلیقه طراح و حتی با اصول طراحی واقعی مدار متفاوت باشد.

شکل ۴۶- چیدمان قطعات در محیط PCB

دستورات جابه جایی 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.

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.

پژوهش



شکل ۴۶ یک نمونه چیدمان قطعات در محیط PCB را برای نقشه شماتیک شکل ۲۹ نشان می‌دهد.

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.

نکته



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 نرم افزار آلتیوم دیزاینر نصب شده باشد.
مراحل اجرای کار:

- ۱ نرم افزار 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.

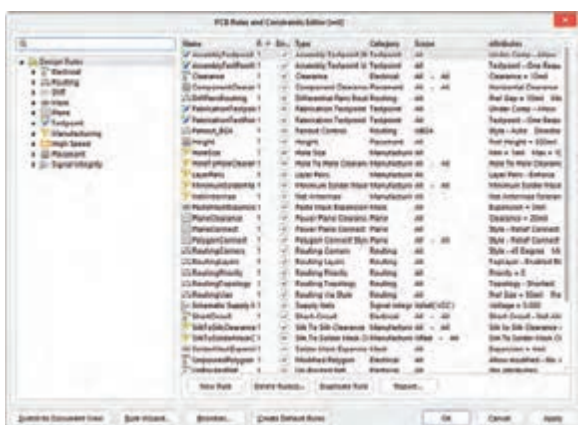
۵ با رعایت نکات و قواعدی که در چیدمان قطعات باید در نظر گرفته شود، قطعات مدار را در جای مناسب قرار دهید.

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:



شکل ۴۷- پنجره تنظیم قواعد طراحی

Design > Rules

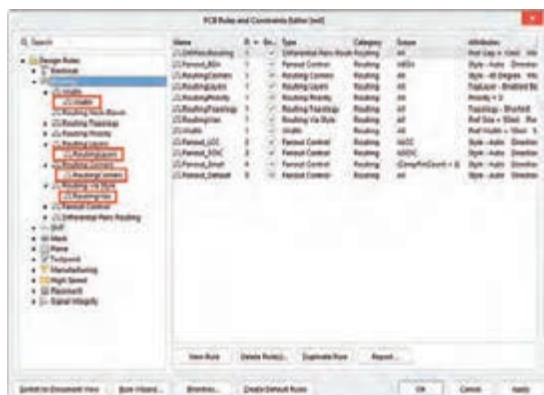
لازم به ذکر است که با وجود اینکه این قوانین متنوع و تنظیمات آن تا حدودی پیچیده است ولی در این قسمت تنها به چند مورد پرکاربرد در بخش‌های Electrical و Routing می‌پردازیم.

■ بخش Electrical:

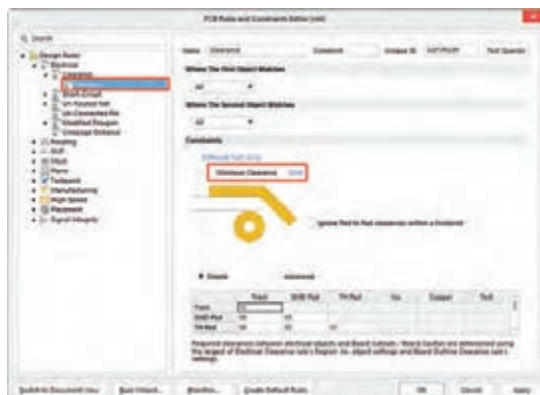
با باز کردن زبانه Electrical و انتخاب Clearance، حداقل فاصله بین مسیر سیم‌کشی‌ها، پدها و Vias را در سیم‌کشی دستی و خودکار می‌توان تنظیم کرد. (شکل ۴۸)

■ بخش Routing:

مهم‌ترین تنظیمات بخش Routing، مربوط به ضخامت خطوط سیم‌کشی، لایه‌های سیم‌کشی و مشخصات Via می‌باشد. (شکل ۴۹)



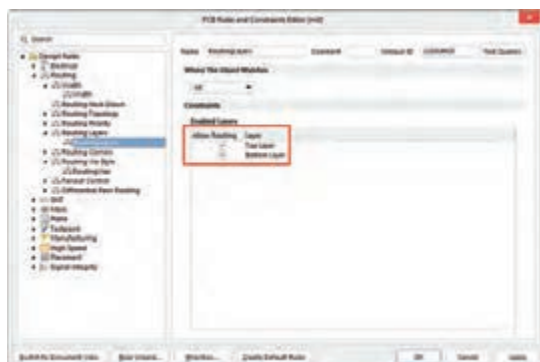
شکل ۴۹- تنظیمات سیم‌کشی



شکل ۴۸- تنظیم حداقل فاصله بین مسیر سیم‌کشی‌ها



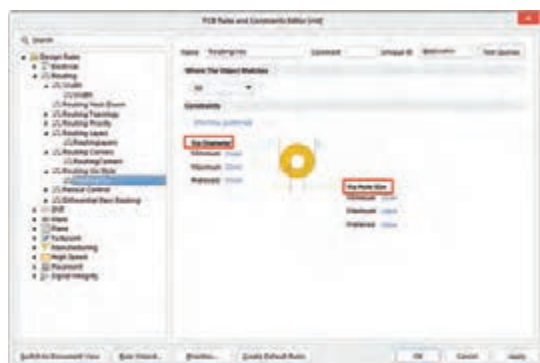
شکل ۵۰- تنظیم ضخامت مسیرهای مسی



شکل ۵۱- تنظیم لایه های مسیریابی



شکل ۵۲- تعیین زاویه چرخش مسیر مسی



شکل ۵۳- تنظیم مشخصات Via

■ 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 می پذیرد. (شکل ۵۰)

■ تنظیم لایه های مسیریابی (Routing Layer):

تعداد لایه های طراحی فیبر مدار چاپی برای طراحی خودکار در این بخش انجام می پذیرد. همان طور که در شکل ۵۱ مشاهده می شود، دو لایه برای مسیریابی فیبر مدار چاپی وجود دارد. طبق قرارداد استاندارد، لایه Bottom Layer که به رنگ آبی است برای سیم بندی زیر برد و لایه Top Layer که به رنگ قرمز است برای سیم بندی روی برد مورد استفاده قرار می گیرد. برای طراحی خودکار مدار یک لایه، لایه رویی (Top Layer) را باید غیرفعال کرد.

■ تعیین زاویه چرخش مسیر مسی (Routing Corners):

تنظیم زاویه چرخش سیم کشی ها در گوشه ها (نقاط تغییر جهت سیم ها) در این بخش صورت می گیرد که به صورت ۹۰ درجه، ۴۵ درجه و گرد قابل تنظیم است. (شکل ۵۲)

■ تنظیم مشخصات Via های مسیریابی (Routing Via):

مقادیر حداقل، حداکثر و پیش فرض قطرهای داخلی و خارجی Via، در این قسمت قابل تنظیم است. (شکل ۵۳)

Via به سوراخ هایی گفته می شود که روی فیبر مدار چاپی ایجاد می شود و قادر است لایه بالایی فیبر مدار چاپی را به لایه 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 می شود. این عمل در هنگام تولید فیبر مدار چاپی انجام می گیرد.

مسیریابی (سیم بندی) در محیط PCB

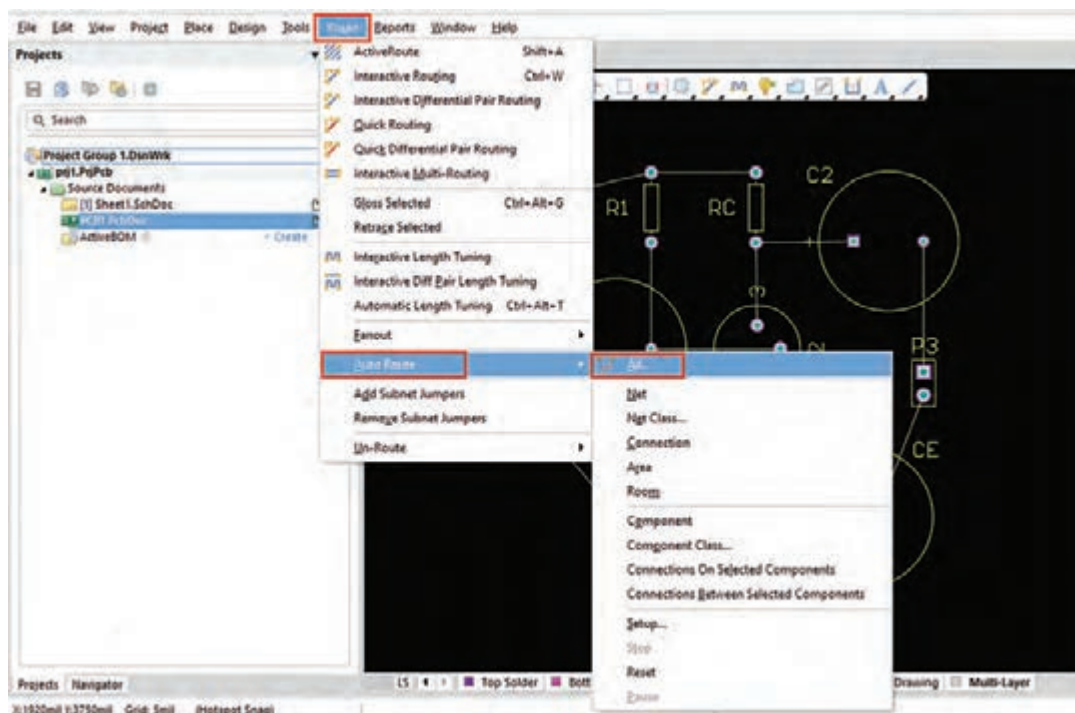
پس از تنظیم قواعد مسیریابی، نوبت به مرحله اجرای مسیریابی می‌رسد. مسیریابی به دو صورت دستی و خودکار صورت می‌پذیرد.

■ 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 به صورت نیمه خودکار انجام شود.

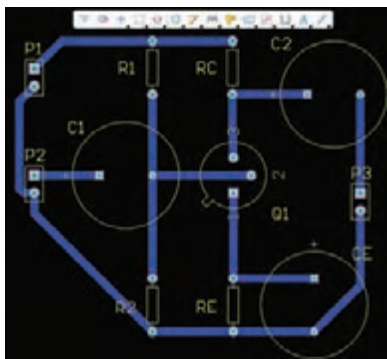
اگر بخواهیم سیم‌کشی به‌طور کاملاً خودکار انجام شود از دستور زیر استفاده می‌کنیم: (شکل ۵۴)

Route > Auto Route > All



شکل ۵۴- 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 ۵۵ نقشه مدار چاپی مدار شکل ۲۹ را که به صورت خودکار طراحی شده است را نشان می دهد. 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 میلی اینچ است)

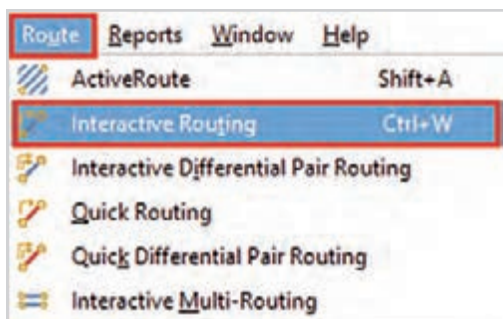
شکل ۵۵- رسم نقشه مدار چاپی به صورت خودکار

در سیم کشی به روش نیمه خودکار، از منوی Route، گزینه Auto Route را انتخاب کرده و سپس با توجه به معیار مورد نظر یکی از روش ها را انتخاب می کنیم. چهار حالت مهم در سیم کشی نیمه خودکار عبارتند از:
 ■ سیم کشی براساس گره (Net): با انتخاب Net و کلیک بر روی یکی از نت ها، فقط سیم کشی پایه های متصل به آن نت انجام می شود.

■ سیم کشی براساس اتصال (Connection): با انتخاب Connection و کلیک بر روی یکی از سیم هایی که اتصال بین دو گره را برقرار کرده است، فقط سیم کشی آن اتصال انجام می شود.

■ سیم کشی براساس قطعه (Component): با انتخاب Component و کلیک بر روی یکی از قطعات، سیم کشی همه پایه های آن قطعه انجام می شود.

■ سیم کشی براساس ناحیه (Area): با انتخاب Area و انتخاب یک ناحیه دلخواه، فقط سیم کشی گره هایی انجام می شود که همه اتصالات آن گره در داخل ناحیه انتخاب شده وجود داشته باشند.



■ مسیریابی دستی: همانند چیدمان دستی، بسیاری از طراحان مسیریابی دستی را نیز به مسیریابی خودکار ترجیح می دهند. برای اجرای این نوع طراحی، کافی است که از مسیر زیر، «سیم کشی تعاملی - Interactive Routing» را فعال کرده تا با کلیک روی هر نت، مسیر اتصال را به صورت دستی تعیین کنیم: (شکل ۵۶)

شکل ۵۶- رسم نقشه مدار چاپی به صورت خودکار

Route > Interactive Routing

پس از انجام مرحله سیم کشی، مراحل طراحی نقشه مدار چاپی به پایان می رسد 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 ترانسپرنس چاپ شود و به کمک یکی از روش های تهیه فیبر مدار چاپی، طرح چاپ شده را بر روی فیبر مسی انتقال دهیم.

در مورد عملکرد گزینه های دیگر منوی Route شکل ۵۶ تحقیق کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

تحقیق





همان طور که می دانید قطعات الکتریکی و الکترونیکی به دو شکل THD و SMD ساخته می شوند. 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.



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.



سیم کشی دستی و خودکار نقشه مدار چاپی

هدف: کسب مهارت در سیم کشی خودکار و دستی نقشه مدار چاپی
مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه ای که بر روی آن نرم افزار آلتیوم دیزاینر نصب شده باشد.
مراحل اجرای کار:

- ۱ نرم افزار 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 سیم کشی را مانند آنچه در درس گفته شد انجام دهید.
- ۴ سیم کشی را به صورت خودکار و نیز نیمه خودکار و با تمرین حالت های 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 می توانید این کار را انجام دهید.
- ۵ سیم کشی را به صورت دستی انجام دهید.
- ۶ پس از اتمام کار، فایل های PCB و شماتیک و همچنین پروژه را ذخیره کنید.
- ۷ نرم افزار را ببندید.



۱ برای انتقال طرح به محیط PCB، پس از ایجاد صفحه PCB چه مرحله ای را باید طی کرد؟ به ترتیب بنویسید.

۲ در هنگام چیدن قطعات در محیط PCB می توان از دستورات چرخش ۹۰ درجه ای و نیز چرخش آینه ای افقی و عمودی استفاده کرد.

صحیح ☐ غلط ☐

۳ برای تنظیم ضخامت سیم کشی در پنجره Rules چه مرحله ای را باید طی کرد؟

۴ طبق قرارداد استاندارد، لایه Bottom Layer که به رنگ است برای سیم بندی برد و لایه Top Layer که به رنگ است برای سیم بندی برد مورد استفاده قرار می گیرد.

۵ اگر بخواهیم سیم کشی خودکار فقط برای پایه های یک قطعه انجام شود چه مرحله ای 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 نرم افزار تجاری	واحدیادگیری ۱: راه اندازی نرم افزار تجاری و اجرای یک نقشه	رسم نقشه مدار چاپی مدارهای الکترونیکی به کمک نرم افزار تجاری Altium Designer	بالاتر از حد انتظار	علاوه بر تحقق شاخص های در حد انتظار، انجام کلیه فعالیت های پودمان (مانند تحقیق کنید، فکر کنید، پژوهش کنید ،جست وجو کنید، بحث گروهی)
			در حد انتظار	۱- نصب و پیکربندی: - نصب و فعال سازی نرم افزار آلتیوم دیزاینر و تنظیمات اولیه نرم افزار - ایجاد پروژه جدید با ساختار صحیح ۲- طراحی شماتیک: - جست وجوی قطعات در کتابخانه های استاندارد و قرار دادن آنها در محیط شماتیک - اتصال صحیح پایه ها با استفاده از ابزار سیم کشی و استفاده از پورت های تغذیه و برچسب گره (Net Label) ۳- انتقال طرح به محیط PCB: - انتقال طرح به محیط PCB - تنظیم صفحه بندی (Board Outline) مطابق با ابعاد طراحی. - تنظیم قواعد طراحی (Rules) متناسب با استاندارد و نیازهای طرح (تنظیم فاصله اشیا، ضخامت مسیره، تعداد لایه های سیم کشی، زاویه چرخش مسیر مسی و مشخصات Via) ۴- استفاده از ابزارهای طراحی: - استفاده از ابزار Select، Deselect و Origin - تنظیمات لایه ها و رنگ ها در محیط PCB ۵- طراحی PCB: - چیدن قطعات در محیط PCB به صورت دستی و با رعایت استانداردها - سیم کشی خودکار کل نقشه مدار چاپی یا بخشی از آن براساس گره، اتصال، قطعه یا ناحیه - سیم کشی دستی با رعایت استانداردهای طراحی
			پایین تر از حد انتظار	در صورتی که هنرجو همه شاخص های در حد انتظار را محقق نسازد، پایین تر از حد انتظار ارزشیابی می شود.
لازم است تا کیفیت فرایند کسب شایستگی در طول زمان آموزش پودمان براساس انجام فعالیت های کلاسی و عملی، نظم، مشارکت در فعالیت های آموزشی و تربیتی، ابتکار در تکالیف عملکرد درسی و... در نظر گرفته شود.				
شایستگی پودمان (بالاتر از حد انتظار، در حد انتظار، پایین تر از حد انتظار)				

شایستگی های غیر فنی و عمومی (ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی)

شاخص ها	ضریب کیفیت عملکرد	شایستگی عملکرد هنرجو
مدیریت کیفیت - جمع آوری و گردآوری اطلاعات - رعایت زبان فنی - رعایت ارگونومی - کنترل مخاطرات احتمالی و حفاظت از تجهیزات کارگاه - صرفه جویی - طراحی خلاقانه پوسته گرافیکی و گرافیک متحرک - رعایت انضباط فردی و کلاسی - پوشش مناسب - احترام به استاد و همکلاسی ها - حضور به موقع در کارگاه و ...	۲	

شایستگی های غیر فنی و عمومی			شایستگی های فنی			شایستگی عملکرد هنرجو در واحد یادگیری
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 می شود. به شرط آنکه:

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

۲ هنرجو در شایستگی های غیر فنی و عمومی، شایستگی در حد انتظار 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 شایستگی های عمومی و غیر فنی از شرایط لازم برای کسب شایستگی می باشد؛ لذا در صورتی که شایستگی فنی را احراز کرده باشد اما در شایستگی غیر فنی و عمومی، سطح در حد انتظار کسب نشده باشد، به معنی عدم احراز شایستگی در واحد یادگیری است.

واحد یادگیری ۲

شایستگی اجرای دستورهای ویژه در نرم افزار تجاری (Altium Designer)

آیا تا به حال فکر کرده اید

- چگونه می توان مشخصات یک گروه از اشیا در محیط شماتیک یا PCB را به طور همزمان تغییر داد؟
 - چرا در برخی از بردهای مدار چاپی فضاهای خالی با لایه مسی پر شده است و چگونه این کار انجام می شود؟
 - چگونه می توان یک طرح مدار چاپی طراحی شده با نرم افزار 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 نرم افزار آلتیوم دیزاینر فرا گرفتید. همچنین یاد گرفتید که چگونه می توان نقشه مدار چاپی را در محیط PCB رسم کرد.

اما قابلیت ها و امکانات نرم افزار آلتیوم بسیار بیشتر از آنچه که در واحد یادگیری قبلی گفته شد می باشد. به عنوان مثال با استفاده از ابزار نام گذاری خودکار قطعات در محیط شماتیک یا ابزار تغییر مشخصات گروهی اشیا می توان طراحی مدار چاپی را با دقت و سرعت بیشتری انجام داد. همچنین با استفاده از ابزارهای رسم کثیرالاضلاع (Polygon) می توان فضاهای خالی روی فیبر را با سطح مسی پر کرد یا به کمک ابزار قطره چکان (Teardrops) اتصالات بین سیم ها و پایه ها را قوی تر نمود و در نتیجه کیفیت طرح مدار چاپی را بهبود بخشید.

در این واحد یادگیری با توجه به محدودیت زمانی، برخی از این قابلیت ها که کاربرد بیشتری دارند آموزش داده می شوند.

پس از آموزش این واحد یادگیری از فرا گیرنده انتظار می رود که بتواند با به کار بردن قابلیت هایی از نرم افزار که در این درس آموزش می بیند، 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 نرم افزار (Altium Designer) برای بهینه سازی مدار چاپی

تجهیزات و ابزار مورد نیاز کارگاه

رایانه رومیزی، پرینتر لیزری، نرم افزارهای 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 جزئی تری از نرم افزار Altium Designer بیان خواهد شد تا با در نظر گرفتن آنها، طراحی ها تخصصی تر انجام گیرد.

نام گذاری خودکار در محیط ویرایشگر شماتیک

همان طور که قبلاً گفته شد، با دو بار کلیک روی قطعه می توان نام آن را اصلاح کرد، اما بعد از جایگذاری تمام قطعات نیز می توان آنها را به صورت خودکار نام گذاری کرد. این کار موجب می شود که قطعات دارای نام های منظم گشته و شاهد خطای تشابه اسمی نباشیم. در ادامه به نحوه نام گذاری خودکار در محیط ویرایشگر شماتیک می پردازیم.

برای نام گذاری خودکار قطعات ابتدا از مسیر زیر پنجره تنظیمات Annotate را باز می کنیم:

Tools > Annotation > Annotate Schematics

در پنجره باز شده می توان روش نام گذاری را انتخاب کرد که به چهار صورت زیر می باشد:

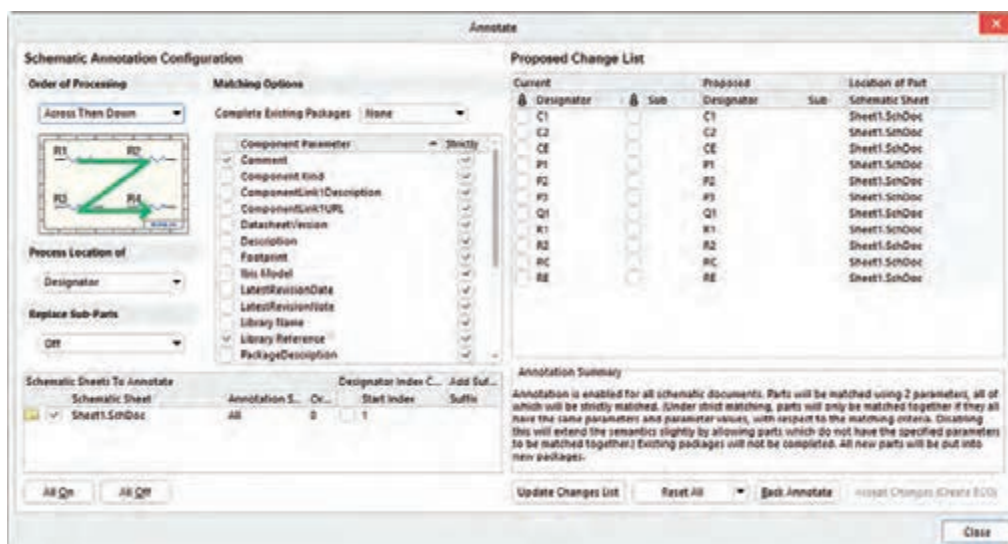
عرضی سپس رو به پایین (Across Then Down) که به طور پیش فرض انتخاب شده است. (شکل ۵۷)

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 نام گذاری، در صورتی که قطعات قبلاً نام گذاری شده بودند، ابتدا گزینه Reset All را انتخاب می کنیم تا نام گذاری قبلی حذف شود.



شکل ۵۷- نام گذاری 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 نام گذاری جدید در قسمت Designator نمایش داده شده و پنجره Engineering Change Order باز می شود که با کلیک بر روی گزینه Execute Changes، مراحل نام گذاری قطعات تکمیل می شود.

کار عملی ۹



نام گذاری خودکار قطعات در محیط شماتیک

هدف: کسب مهارت در نام گذاری خودکار قطعات در محیط شماتیک
مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه ای که بر روی آن نرم افزار آلتیوم دیزاینر نصب شده باشد.
مراحل اجرای کار:
۱ نرم افزار 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 نام گذاری قطعات را تمرین کنید. پس از امتحان هر حالت، گزینه Reset All را انتخاب کنید تا نام گذاری قبلی حذف شود.

۵ بدون ذخیره کردن تغییرات انجام شده، فایل ها و پس از آن نرم افزار را ببندید.

جست و جو و ویرایش هم زمان اشیاء در محیط PCB

یکی از امکانات قابل توجه نرم افزار Altium Designer اصلاح و ویرایش هم زمان اشیایی است که ویژگی مشابهی دارند.

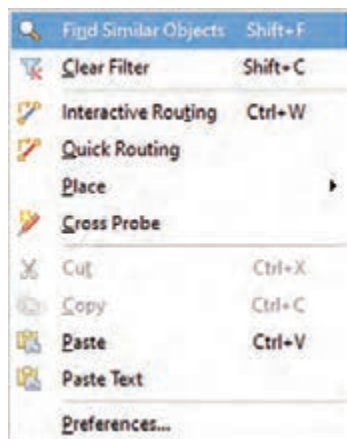
با استفاده از دستور Find Similar Objects می توان برای ویرایش یک باره یک ویژگی خاص که چندین شیء دارای آن ویژگی هستند، استفاده کرد. این ویژگی می تواند مشخصات پایه قطعات (Pad)، ضخامت سیم کشی یک

نت (گره) خاص یا موارد دیگر باشد. مثلاً می توان ضخامت همه سیم هایی 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. برای این کار از دستور زیر استفاده می کنیم:

Edit > Find Similar Objects

سپس بر روی شیئی که می خواهیم ویرایش شود (شیء مرجع) کلیک می کنیم.

همچنین می توانیم بر روی شیء مرجع رفته و بر روی آن کلیک راست کنیم. سپس اولین گزینه یعنی Find Similar Objects را انتخاب کنیم. (شکل ۵۸)



شکل ۵۸- دستور Find Similar Objects

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.



ب



الف

شکل ۵۹- دستور Find Similar Objects برای سیم (شکل الف) و خازن (شکل ب)

همان‌طور که 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 تعیین شده 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، به جای 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 به جای شماره مقاومت، علامت * قرار می‌دهیم، یعنی به صورت R*. می‌نویسیم. در مرحله بعد، به ترتیب 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 $80\text{ mil} \times 80\text{ mil}$ تغییر دهید.
- ۴ با استفاده از دستور Find Similar Objects ضخامت سیم اتصال زمین (GND) را به 100 mil 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



شکل ۶۰- پنجره Polygon

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)

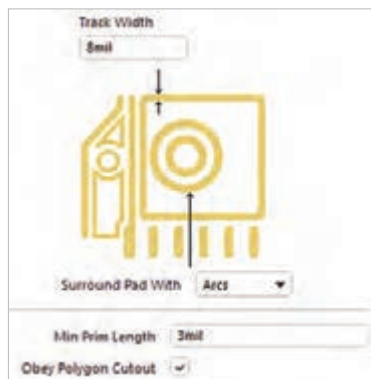
سه روش برای پر کردن فضای داخلی کثیرالاضلاع وجود دارد که عبارتند از:

■ Solid (Copper Regions) که به صورت یک محدوده توپر است. (شکل ۶۱)

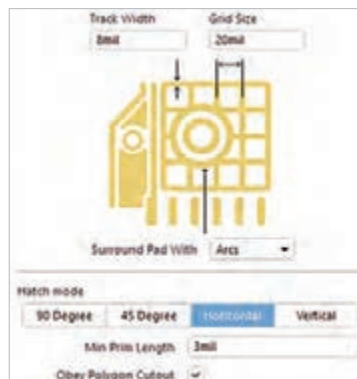
■ Hatched که به صورت یک ناحیه هاشور زده می‌باشد. (شکل ۶۲)

■ None (Outlines Only) که به صورت یک ناحیه توخالی است و فقط برای تعیین محدوده به کار می‌رود. (شکل ۶۳)

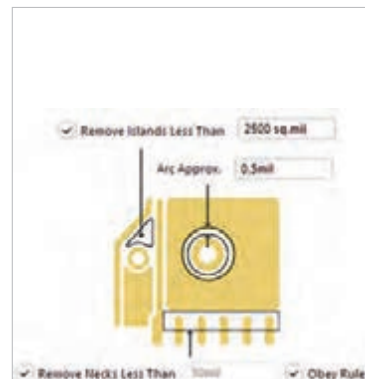
با انتخاب هر روش، تنظیمات مربوط به آن روش را نیز می‌توان به دلخواه تغییر داد.



شکل ۶۳- حالت None



شکل ۶۲- حالت Hatched



شکل ۶۱- حالت Solid

در مورد کاربرد هریک از روش‌های پرکردن فضای داخلی کثیرالاضلاع تحقیق کرده و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

پژوهش



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.

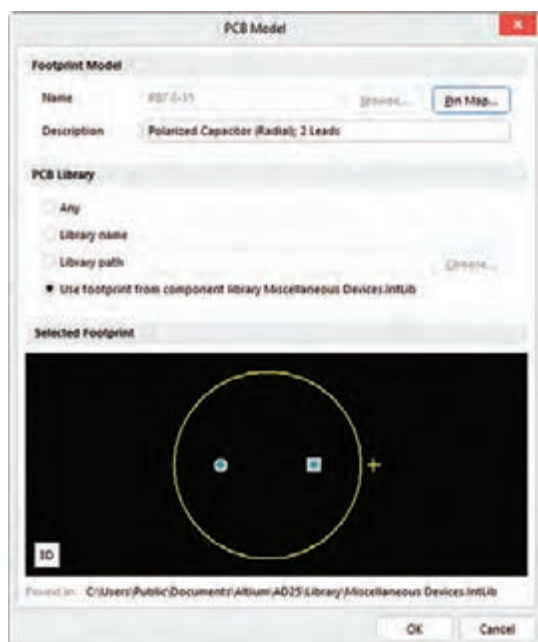


- ۱ پنجره تنظیمات نام گذاری خودکار قطعات را با استفاده از چه دستوری می توان باز کرد؟
- ۲ دو روش استفاده از ابزار ویرایش هم زمان اشیا در محیط PCB را شرح دهید.
- ۳ گزینه Same در پنجره Find Similar Objects به معنای انتخاب اشیاى مشابه شیء مرجع با هر مقداری از این ویژگی می باشد.
☐ صحیح ☐ غلط
- ۴ استفاده از 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 می دهیم:

- بر روی قطعه دو بار کلیک می کنیم 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 آیکن ویرایش (✎) کلیک می کنیم تا پنجره PCB Model باز شود.
- برای انتخاب Footprint جدید از کتابخانه قطعات، در قسمت Pcb Library گزینه Any یا Library Patch را انتخاب می کنیم.
- سپس در قسمت Footprint Model بر روی دکمه Browse کلیک می کنیم تا پنجره Browse Library باز شود.
- در پنجره Browse Library کتابخانه مناسب را انتخاب می کنیم و یا اگر نام Footprint را می دانیم، آن را جست و جو می کنیم.
- پس از یافتن Footprint موردنظر، با فشردن دکمه Ok، آن را انتخاب می کنیم.



شکل ۶۵- جست و جوی Footprint موردنظر

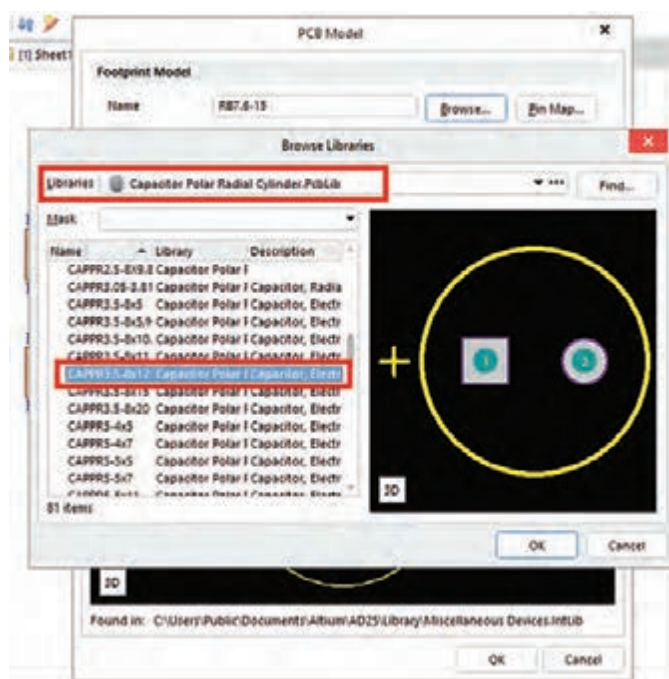


شکل ۶۴- تغییر Footprint قطعات در محیط شماتیک

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

به عنوان مثال همان‌طور که 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 ۶۶- انتخاب Footprint مورد نظر

تغییر Footprint یک قطعه در محیط شماتیک

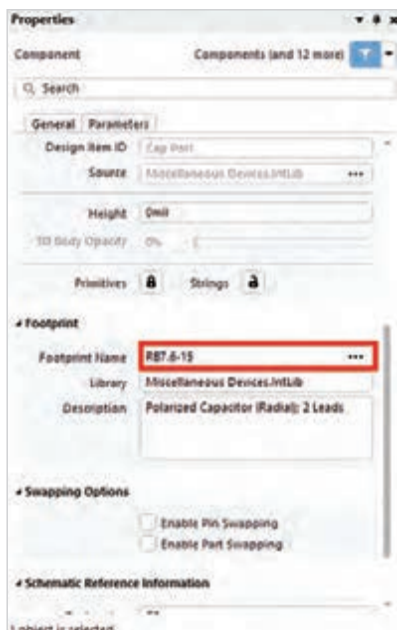
هدف: کسب مهارت در تغییر Footprint یک قطعه در محیط شماتیک
مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه‌ای که بر روی آن نرم‌افزار آلتیوم دیزاینر نصب شده باشد.
مراحل اجرای کار:

- 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 29-05) تغییر دهید.
- ۴ بدون ذخیره کردن تغییرات انجام شده، فایل‌ها و پس از آن نرم‌افزار را ببندید.

کار عملی ۱۲



تغییر Footprint قطعات در محیط PCB



شکل ۶۷- 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 Schematics را انتخاب می‌کنیم. سپس در پنجره باز شده، ابتدا بر روی Execute Changes و سپس بر روی دکمه Ok کلیک می‌کنیم.

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.

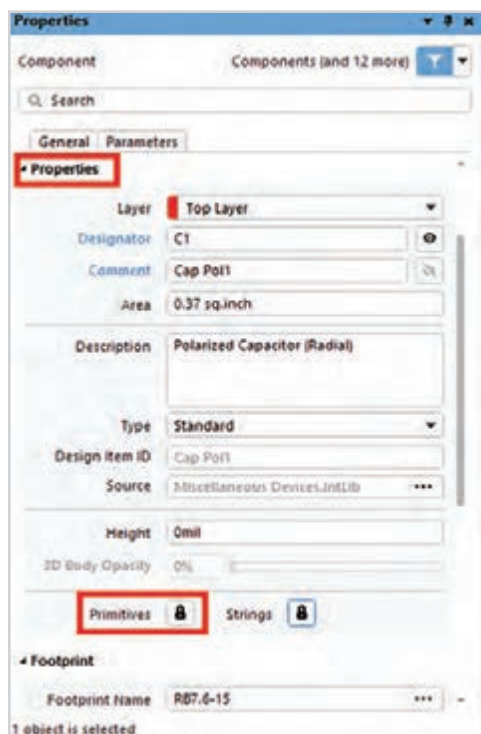
مراحل اجرای کار:

- 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، به ترتیب 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.

کار عملی ۱۳



ویرایش Footprint قطعات در محیط PCB



شکل ۶۸- ویرایش Footprint قطعات در محیط PCB

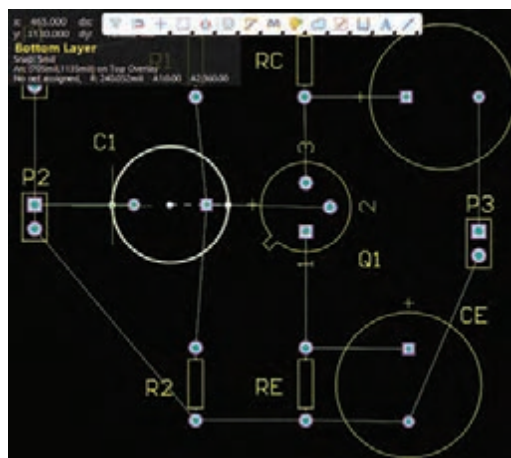
یکی از قابلیت‌های نرم‌افزار Altium این است که می‌توان Footprint قطعات را ویرایش کرد، یعنی تغییراتی را در ابعاد و شکل قطعه یا پایه‌های آن (Pad) ایجاد کرد.

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 به صورت قابل ویرایش درآورده و تغییرات موردنظر را ایجاد می‌کنیم.



شکل ۶۹- ویرایش Footprint یک خازن

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.

تغییرات ایجاد شده در Footprint باید به‌گونه‌ای باشد که محل Pad ها یا شکل Footprint دقیقاً مشابه شکل واقعی قطعه باشد.

نکته





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 نرم افزار آلتیوم نصب شده باشد.
مراحل اجرای کار:

۱ نرم افزار 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 به حالت بسته درآید.

۵ بدون ذخیره کردن تغییرات انجام شده، فایل ها و پس از آن نرم افزار را ببندید.

استفاده از ابزار قطره چکان (Teardrops)

از ابزار قطره چکان به منظور تقویت محل اتصال پدها و مسیر مسی استفاده می شود. این ابزار محل اتصال پد و مسیر مسی را کمی پهن می کند. این کار باعث می شود پدها و اتصال ها دارای سطح تماس بیشتری با فیبر مدار چاپی داشته باشند. در نتیجه از جدا شدن آنها از فیبر مدار چاپی جلوگیری به عمل آید.
برای دستیابی به ابزار قطره چکان می توان از دستور زیر استفاده کرد:

Tools > Teardrops



شکل ۷۰- ابزار قطره چکان

پس از انتخاب ابزار قطره چکان، پنجره Teardrops باز می شود. (شکل ۷۰)

در این پنجره می توان 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 سیم ها با پهنای متفاوت به یکدیگر

■ اتصال سیم ها در حالت عمودی (اتصال T)



هریک از حالت های ابزار قطره چکان را به صورت 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 به کار رفته در پروژه و حتی گزارش تعداد اشیای به کار رفته در پروژه (خط، دایره، پد و...) از امکانات نرم افزار آلتیوم می باشد. برای دسترسی به این امکانات از منوی Reports استفاده می کنیم. (شکل ۷۱)

تهیه فهرست اقلام (Bill of Material)

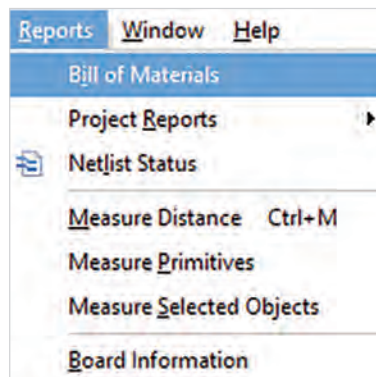
یکی از موارد ضروری در تهیه گزارش پروژه، تهیه فهرست اقلام می باشد. جهت تهیه فهرست اقلام به کار رفته در مدار می توان از دستور زیر استفاده کرد:

Reports > Bill of Material

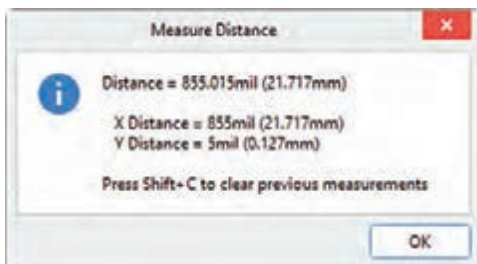
بدین ترتیب، فهرست قطعات به کار برده شده به صورت کلی و دسته بندی نشده ظاهر می گردد. شکل ۷۲ از فهرست اقلام می توان خروجی با فرمت های متفاوت از قبیل PDF یا Excel تهیه کرد.



شکل ۷۲- تهیه فهرست اقلام



شکل ۷۱- گرفتن گزارش از پروژه



شکل ۷۳- اندازه گیری فاصله

اندازه گیری ابعاد طرح (Measure Distance):

با انتخاب گزینه Measure Distance از منوی Reports می توان فاصله بین دو نقطه دلخواه را اندازه گیری کرد. برای این کار باید بر روی نقاط ابتدا و انتهای محدوده مورد نظر کلیک کرد. (شکل ۷۳)

چاپ طرح مدار چاپی

یکی از مهم ترین قسمت های طراحی فیبر مدار چاپی، چاپ فایل PCB است. زیرا برای ساخت برد مدار چاپی، فایل PCB باید به سازنده برد ارائه شود.

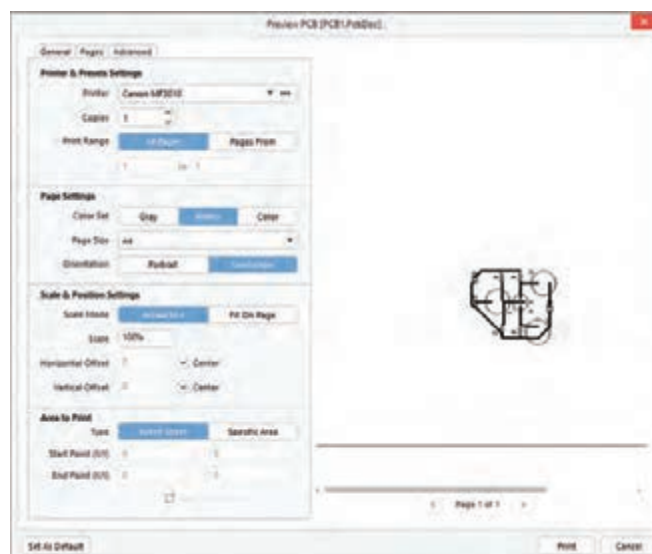
برای چاپ طرح PCB از منوی File گزینه Print را انتخاب می کنیم. با انجام این کار پنجره پیش نمایش چاپ (Preview PCB) باز می شود. (شکل ۷۴)

■ **زبانۀ 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 (Portrait) بودن کاغذ را می‌توان تنظیم کرد. معمولاً رنگ چاپ به صورت 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 در حالت Actual Size و ابعاد چاپ (Scale) بر روی ۱۰۰٪ تنظیم شود.

■ **زبانۀ Pages:** در این زبانۀ و در قسمت Displayer Layers می‌توان تنظیمات مربوط به انتخاب لایه‌های مورد نیاز برای چاپ را انجام داد. (شکل ۷۵)



شکل ۷۵- تنظیمات پنجره چاپ



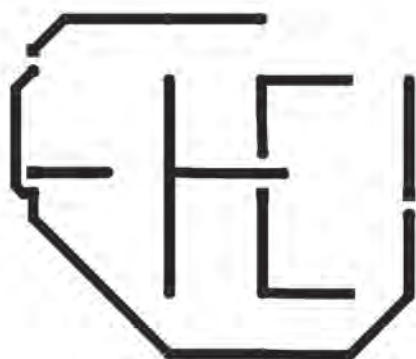
شکل ۷۶- پنجره پیش‌نمایش چاپ

مثلاً برای فیبرهای دولایه، با توجه به اینکه چاپ دو لایه Top Layer و Bottom Layer باید به صورت جداگانه انجام شود، برای چاپ هر لایه، لایه مقابل را غیرفعال می‌کنیم. همچنین لایه Top Overlay که مربوط به چاپ شکل Footprint و نیز شماره قطعات و توضیحات دیگر است نیز باید غیرفعال 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 غیرفعال می‌کنیم. (شکل ۷۷)

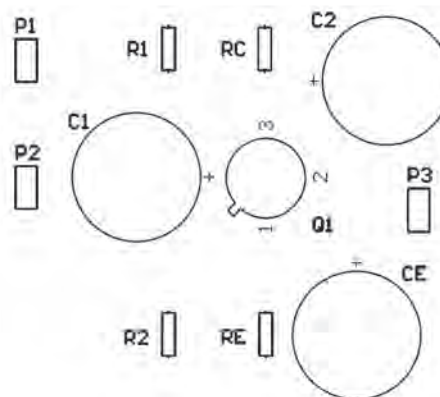
در مورد چاپ لایه‌های مختلف و کاربرد هریک از آنها با دوستان خود در کلاس بحث کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.



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 ۷۶- چاپ لایه Bottom Layer



شکل ۷۷- چاپ لایه Top Overlay

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 - 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.

کار عملی ۱۵



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 به کاررفته 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.

☐ غلط ☐ صحیح

خودارزیابی





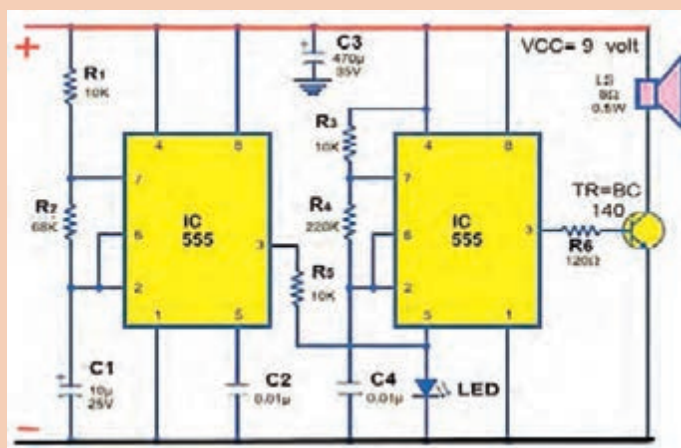
طراحی PCB یک مدار الکترونیکی به طور کامل

هدف: کسب مهارت در طراحی PCB یک مدار

مواد، ابزار و تجهیزات: رایانه‌ای که بر روی آن نرم افزار آلتیوم دیزاینر نصب شده باشد - چاپگر لیزری

مراحل اجرای کار:

- ۱ نرم افزار 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 ۷۸- 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 $80\text{mm} \times 100\text{mm}$ 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 سیم کشی را به دلخواه به صورت دستی یا خودکار انجام دهید و پس از اتمام کار، فایل های 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 نرم افزار را ببندید.

تعمیق و تثبیت یادگیری (۱)

تذکر: برای تعمیق و تثبیت یادگیری و حتی ارزشیابی استفاده عملی از نرم افزار الزامیست.

۱ پس از ایجاد یک پروژه، چگونه می توان 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 می شود:

Edit > Select > Inside Area

۴ لایه سیگنال به صورت پیش فرض دارای لایه با نام های است.

۵ لایه Keep-Out Layer به منظور استفاده می شود.

۶ برای طراحی خودکار مدار یک لایه، معمولاً کدام لایه باید فعال باشد؟

☐ Top Layer (ب)

☐ Bottom Layer (الف)

۷ به سوراخ هایی که روی فیبر مدار چاپی ایجاد می شود و قادر است لایه بالایی فیبر مدار چاپی را به لایه پایین فیبر ارتباط دهد می گویند.

☐ Via (پ)

☐ Hole (ب)

☐ Pad (الف)

۸ نام گذاری خودکار به روش Down Then Across معادل کدام گزینه است؟

☐ (ب) عرضی سپس روبه بالا

☐ (الف) عرضی سپس روبه پایین

☐ (ت) رو به بالا سپس عرضی

☐ (پ) رو به پایین سپس عرضی

۹ چهار مورد از کاربردهای ابزار قطره چکان را نام ببرید.

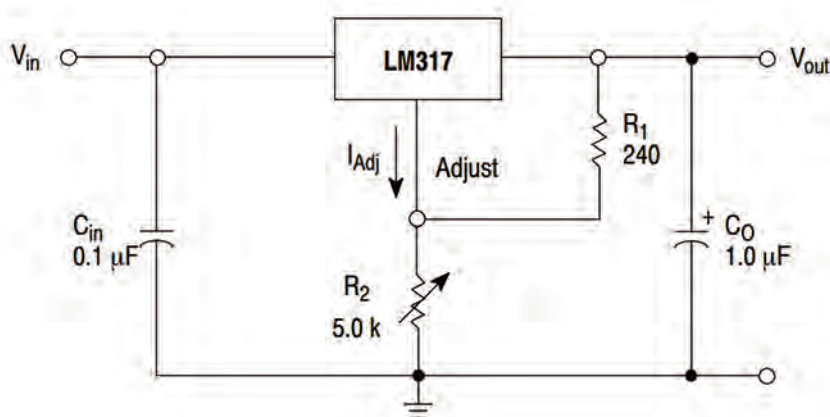
۱۰ با استفاده از دستور می توان فاصله بین دو نقطه دلخواه را اندازه گیری کرد.

۱۱ در پنجره Preview PCB و در قسمت Page Settings چه تنظیماتی را می توان 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 ۷۹- 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 به صورت 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 نرم افزار تجاری	واحدیادگیری ۲: اجرای دستورهای ویژه در نرم افزار تجاری (Altium Designer)	استفاده از امکانات و ابزارهای پیشرفته نرم افزار آلتیوم دیزاینر برای بهینه سازی مدار چاپی	بالاتر از حد انتظار	علاوه بر تحقق شاخص های در حد انتظار، انجام کلیه فعالیت های پودمان (مانند تحقیق کنید، فکر کنید، پژوهش کنید، جست و جو کنید، بحث گروهی)
			در حد انتظار	۱- نام گذاری خودکار قطعات: - باز کردن پنجره Annotate در محیط شماتیک و نام گذاری قطعات به روش های مختلف ۲- جست و جو و ویرایش هم زمان اشیا: - استفاده از دستور «Find Similar Objects» برای تغییر مشخصات اشیا در محیط PCB (مانند تغییر ابعاد پایه همه مقاومت های مدار یا تغییر ضخامت همه سیم های متصل به یک گره خاص و... ۳- استفاده از ابزار Polygon جهت کاهش نویز پذیری مدار و نیز صرفه جویی در مصرف اسید - استفاده از ابزار قطره چکان جهت تقویت محل اتصال ۴- تغییر و ویرایش Footprint: - تغییر Footprint قطعات در محیط شماتیک - تغییر Footprint قطعات در محیط PCB - ویرایش Footprint قطعات در محیط PCB ۵- گزارش گیری و چاپ طرح PCB: - تهیه فهرست اقلام (Bill of Material) - اندازه گیری ابعاد طرح مدار چاپی - انجام تنظیمات مربوط به چاپ و چاپ نقشه PCB بر روی کاغذ یا طلق مخصوص
			پایین تر از حد انتظار	در صورتی که هنرجو همه شاخص های در حد انتظار را محقق نسازد، پایین تر از حد انتظار ارزشیابی می شود.
لازم است تا کیفیت فرایند کسب شایستگی در طول زمان آموزش پودمان براساس انجام فعالیت های کلاسی و عملی نظم، مشارکت در فعالیت های آموزشی و تربیتی، ابتکار در تکالیف عملکرد درسی و... در نظر گرفته شود.				
شایستگی پودمان (بالاتر از حد انتظار، در حد انتظار، پایین تر از حد انتظار)				

شایستگی های غیر فنی و عمومی (ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی)

شاخص ها	ضریب کیفیت عملکرد	شایستگی عملکرد هنرجو
مدیریت کیفیت - جمع آوری و گردآوری اطلاعات - رعایت زبان فنی - رعایت ارگونومی - کنترل مخاطرات احتمالی و حفاظت از تجهیزات کارگاه - صرفه جویی - طراحی خلاقانه پوسته گرافیکی و گرافیک متحرک - رعایت انضباط فردی و کلاسی - پوشش مناسب - احترام به استاد و همکلاسی ها - حضور به موقع در کارگاه و ...	۲	

شایستگی های غیر فنی و عمومی			شایستگی های فنی			شایستگی عملکرد هنرجو در واحد یادگیری
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 می شود. به شرط آنکه:

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

۲ هنرجو در شایستگی های غیر فنی و عمومی، شایستگی در حد انتظار 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.

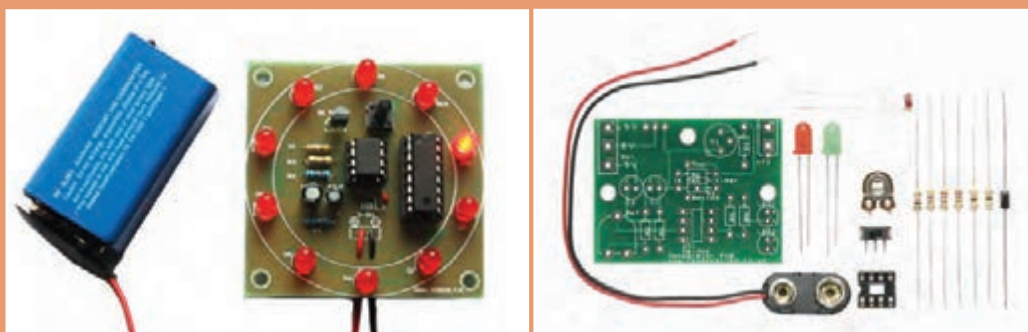
۳ با توجه به اینکه شایستگی های عمومی و غیر فنی از شرایط لازم برای کسب شایستگی می باشد؛ لذا در صورتی که شایستگی فنی را احراز کرده باشد اما در شایستگی غیر فنی و عمومی، سطح در حد انتظار کسب نشده باشد، به معنی عدم احراز شایستگی در واحد یادگیری است





پودمان ۵

مونتاژ و راه اندازی بردهای الکترونیکی



بردهای الکترونیکی جزء جدایی ناپذیر هر دستگاه الکترونیکی هستند که می توانند در یک بُرد کوچک یا یک سامانه هوشمند الکترونیکی پیچیده به کار برده شوند. اجزای پیچیده به هم پیوسته آن متشکل از مقاومت ها، دیودها، خازن ها و آی سی و موارد دیگر به دستگاه اجازه می دهد تا ساعت ها کار کند. به یک معنا مانند «مغز» یک دستگاه الکترونیکی است. فرایند تولید یک برد مدار چاپی (PCB) مراحل متعددی را طی می کند تا طرح اولیه نقشه شماتیک مدار الکترونیکی را به یک برد حرفه ای و قابل اجرا تبدیل کند. این فرایند شامل گام های برنامه ریزی، طراحی، خرید یا سفارش قطعات و آماده سازی مواد، ابزار و تجهیزات لحیم کاری و مونتاژ و مستندسازی کارهای عملی مرتبط است که در قالب یک پروژه صورت می پذیرد. در این پودمان هنرجو باید در بازه زمان تعیین شده سه پروژه را به اجرا در آورد. پروژه ها می توانند همان پروژه پیشنهادی در کتاب یا پروژه هایی باشد که به تأیید هنرآموز کارگاه برسد.

واحد یادگیری ۱

شایستگی آماده سازی فیبرمدار چاپی

آیا تا به حال فکر کرده اید

- گام های طراحی و نقشه اجرایی و ثبت، ذخیره اطلاعات کارهایی که باید انجام شود چه مفهومی دارد؟
 - اجرای فعالیت ها در یک زمان محدود، با هزینه مشخص و کیفیتی معین بیانگر چه مفهومی است؟
 - مستندسازی و برنامه ریزی و زمان بندی صحیح اجرای کار در پروژه ها چه ویژگی را رشد می دهد؟
 - کیفیت کارکرد دستگاه الکترونیکی به چه عواملی بستگی دارد؟
 - فعالیت تحقیقی، شبیه سازی و نمونه سازی چه اثری در اجرای پروژه دارند؟
 - ویژگی های فردی و شایستگی های 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 راه اندازی بردهای الکترونیکی به عنوان یک پروژه در نظر گرفته شده است. اجرای پروژه می تواند موجب ارتقای سطح علمی هنرجویان شود و زمینه مناسبی را برای ارتباط آنان با بازار کار فراهم آورد. پروژه باید به گونه ای باشد که 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 می دهد و آنها را برای اجرای پروژه های کاربردی پیچیده تر در سال های بعد آماده می کند. در این واحد یادگیری علاوه بر طراحی فیبر مدار چاپی مستندسازی پروژه نیز صورت می گیرد. 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 تصمیم ها را برای اجرای پروژه گرفت تا با کیفیت مطلوب به ثمر برسد.

استاندارد عملکرد

انتقال طرح مدار چاپی روی فیبر با برآورد هزینه، برنامه ریزی زمان بندی اجرا و مستندسازی.

۱- مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز

لوازم التحریر - رایانه - نمون برگ‌های مرتبط - 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 به صورت 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

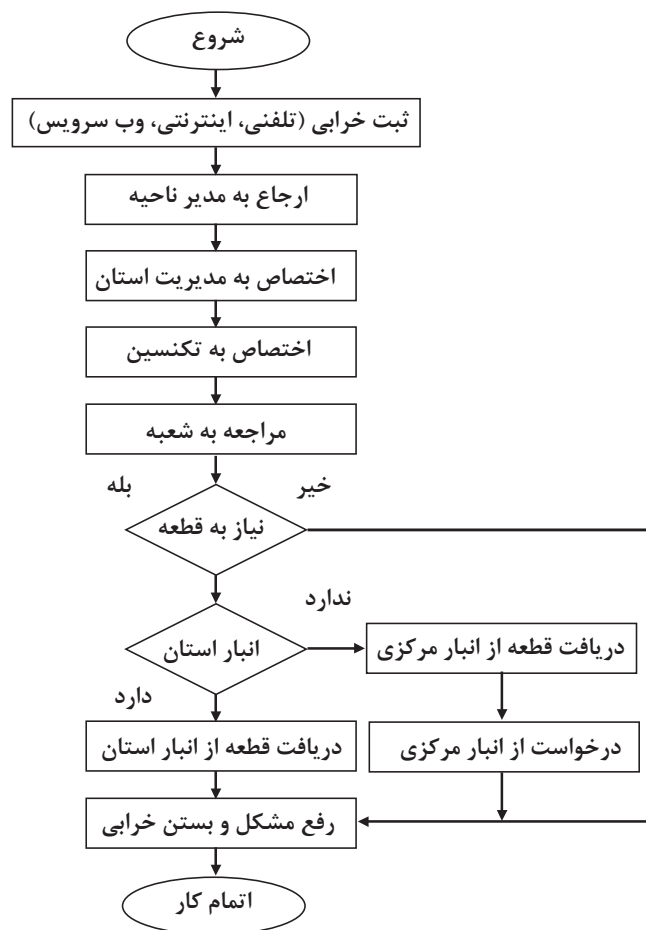
- ۱ کاربران - با مراجعه به مستندات آسان‌تر می‌توانند از محصول استفاده کنند و قابلیت اعتماد آنها بالا می‌رود.
- ۲ تیم‌های حمایت‌کننده، تعمیرکنندگان، نصابان و سرویس‌دهندگان با استفاده از مستندات می‌توانند سرویس بهتر و آسان‌تری را ارائه کنند.
- ۳ تولیدکنندگان - وجود مستندات مانع ایجاد کارها و پرسش‌های اضافی از طرف کاربران و حمایت‌کنندگان می‌شود.

۲- 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





شکل ۱- روندنما یا فلوچارت پشتیبانی دستگاه خودپرداز

کنیم. همان طور که می‌دانید در کتاب درسی طراحی ساخت مدارهای چاپی تعدادی پروژه کاربردی به اجرا درمی‌آید. همچنین برای اجرای مفاهیم مرتبط با پروژه ضرورت دارد تعدادی فعالیت آزمایشگاهی، کارگاهی و نرم‌افزاری نیز اجرا شود. از این رو 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 به صورت 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 به کار 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).

■ ویژگی‌های پروژه، کار عملی و آزمایش

برای درک چگونگی تنظیم یک گزارش کار لازم است ابتدا شرح وظایف را داشته باشیم. به عبارت 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:** همان طور که اشاره کردیم، این واحد یادگیری تأکید بر گزارش کار پروژه دارد. از این رو 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.



از طریق بارش فکری با توجه به نمودار ۱ برای فرایند اجرای یکی از پروژه‌ها، فلوچارت تهیه کنید.

جدول ۱- 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 به صورت 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 شده تشریح عملکرد پروژه به صورت 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 تک تک 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 می شود.

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 ۲- ساختار، چارچوب و ویژگی‌های فعالیت آزمایشگاهی

ردیف	عنوان	مثال
۱	شماره و نام آزمایش یا کار عملی	کار عملی ۷- 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 ۳- 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 A۴ 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.

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).

کار عملی ۲



تکمیل جداول و نمودارها

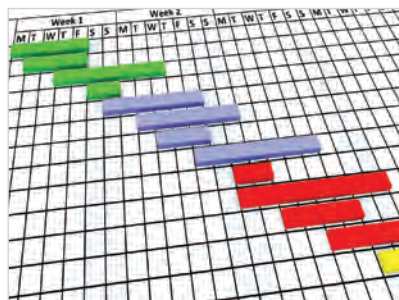


در تمام فرایندهای اجرایی فعالیت‌های آزمایشگاهی، کار عملی و پروژه باید جداول و نمودارها به‌طور دقیق تکمیل و راستی‌آزمایی شود. به عبارت دیگر پس از تکمیل جداول لازم است یک بار دیگر جداول مربوط را بازبینی و اصلاح نمایید و نهایتاً آن‌را به تأیید مربی یا مسئول مربوطه برسانید.

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 به معنی 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

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.

فعالیت



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.

پژوهش



در تدوین فرایند پیشرفت کار لازم است مشکلات به وجود آمده مانند راه اندازی نشدن مدار، پیدا نکردن قطعه و مشکلات غیر مترقبه که باعث تأخیر در اجرای کار شده است، با عنوان «نتیجه گیری و جمع بندی» به طور خلاصه ذکر شود.

فهرست واریسی

نمون برگ فهرست واریسی (چک لیست Check List) ابزاری برای جمع بندی، تحلیل، تفسیر و عملی کردن مسئولیت، وظایف و کارهای محوله به یک فرد در محیط کار است. در واقع منظور نهایی از تهیه فهرست واریسی 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 بهره وری و کارایی بالا رود. فهرست واریسی را به نام های چک لیست، سیاهه رفتار، فهرست بررسی و فهرست بازبینی نیز می نامند. شما هم می توانید یک فهرستی از کارهای روزانه و تحصیلی خود تهیه کنید، تا نتایج بهتری را بتوانید در پایان یک روز کاری یا دوره تحصیلی کسب کنید.

■ چگونگی تولید یک فهرست واریسی (لیست شرح وظایف)

نمون برگ فهرست واریسی دارای اجزا و عناصر مختلفی است. برای تولید یک فهرست واریسی 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 واریسی برای ارزشیابی فرایند اجرای کار عملی برای یک پروژه را مشاهده می کنید. کار عملی در نظر گرفته شده، ساخت یک بُرد مدار چاپی برای پروژه است. هنرجو با تهیه این فهرست واریسی یک نظارت مستمر بر وضعیت اجرای کار و پیشرفت پروژه دارد. به این ترتیب، با برنامه ریزی منظم، هر مرحله از فهرست را به ترتیب انجام می دهد. همچنین در صورت بروز اشکال آن را بررسی و در کمترین زمان ممکن اصلاح می کند. اجرای این امر مانع بروز مشکلات جدی در فرایند کار می شود. فهرست واریسی شامل یک فهرست (لیست List) برنامه ریزی از فعالیت ها در محیط های کار آموزشی، پژوهشی، اداری و صنعتی است. انجام این فعالیت ها در شرکت های تولیدی کالا، محصول تولیدی یا تعمیری را در نظم کاری خوب نگه می دارد و مانع بروز مشکلات و خرابی در دستگاه های تولیدی می شود. چک لیست در حقیقت یک راهنمایی کلی، برای بهبود کیفیت کالا است.



ساخت پروژه 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 ۲/۱۰ ...	کتابخانه هنرستان منزل	✓ ✓ ✓		
۳	خرید ابزار و قطعات پروژه	روز ۲/۱۰ ...	مراجعه به بازار قطعات الکترونیک و فروشگاه‌های مرتبط	✓		
۴	آماده‌سازی فیبر مدار چاپی	از روز ۲/۱۰ ... تا ۲/۱۵	مراجعه به شرکت‌های تهیه فیبر مدار چاپی هنرستان منزل	✓ ✓ ✓		
۵	مونتاژ قطعات روی بُرد و راه‌اندازی پروژه	در روز ۲/۱۰ ...	هنرستان منزل	✓ ✓		
۶	تهیه مستندات و گزارش کار پایان پروژه	از روز ۲/۱۰ ... لغایت ۲/۱۵ ...	کتابخانه هنرستان منزل	✓ ✓ ✓		
۷	ارائه پروژه پایانی	در روز ۳/۱۰ ...	کارگاه هنرستان			

شکل ۴- نمونه برگ فهرست واریسی

ثبت اطلاعات به صورت 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 به گونه‌ای تنظیم شود که امکان ویرایش و تدوین نسخه‌های بعدی در آن مهیا شود. مستندسازی به صورت نسخه چاپی یا نسخه دستی تهیه می‌شود. امروزه به دلیل صرفه جویی 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 نمون برگ درخواست خرید کالا نشان داده شده است.

درخواست خرید

شماره: _____ تاریخ: ۱۴ / /

ردیف	ردیف و شماره درخواست	تاریخ درخواست	شرح	تعداد	واحد	تأخیر	کمیود	توضیح	
تدارکات (امضاء):								تاریخ و امضاء:	
تظیر رئیس کارگاه:									
توافقات و اقدامات نهایی:									
تاریخ اجرای اقدامات:									
تاریخ و امضاء:									

توزیع نسخ: ۱- واحد متقاضی ۲- رئیس کارگاه

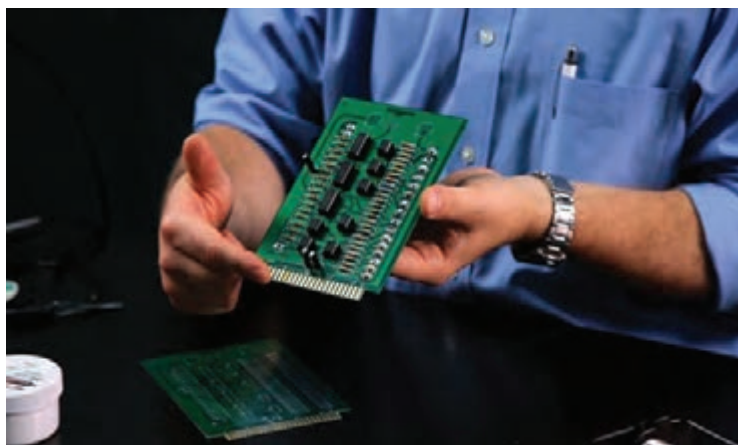
شکل ۵- نمونه نمون برگ درخواست خرید کالا



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 ۶- 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 - 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 می کنید. مشخصات و اطلاعات مشتری که شامل نام، نام خانوادگی و شماره تماس می باشد. در این مرحله می توان مشخصات کامل تری مانند کد ملی شخص یا آدرس ایمیل برای مکاتبات بعدی را نیز ثبت نمود.

شکل ۷- نمونه فرم ثبت سفارش ساخت PCB به صورت اینترنتی

با مراجعه به سایت های 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.

فعالیت



■ چگونگی پر کردن فرم ثبت سفارش PCB اینترنتی

با توجه به نیاز و مورد سفارش، مشتری مشخصات بُرد سفارشی و تعداد سفارش را ثبت می نماید. نوع فیبر و نیز یک رو یا دو رو بودن فیبر را انتخاب می کند. 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 می توان حداکثر اندازه فایل مورد قبول و فرمت آن را متذکر شد. در پایان تعداد سفارش مورد نظر مشتری درج می گردد. پس از اتمام مراحل تکمیل فرم، پیامی به صورت پیامک یا ایمیل برای مشتری ارسال می گردد که از اتمام مراحل سفارش و نحوه قیمت دهی خبر می دهد. در بعضی از فرم های اینترنتی با توجه به ابعاد و تعداد سفارش امکان قیمت دهی فوری به همان صورت اینترنتی وجود دارد. شرکت های معتبر از نرم افزارهای ویژه برای ثبت مشخصات مشتری و ارائه کد پیگیری استفاده می کنند که اطمینان بیشتری برای مشتری ایجاد می کند. قبل از سفارش ساخت فیبر مدار چاپی بهتر است یک استعلام هزینه طراحی و ساخت فیبر مدار چاپی از شرکت های مرتبط تهیه کنید. این کار را می توانید با حضور در محل شرکت انجام دهید. همچنین به صورت غیر حضوری 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 مؤسسه ای الگوی خاص خود را دارد.





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 پرسید 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 مدار چاپی	یک رو			
		دو رو			
۲	چاپ راهنمای قطعه و لاک محافظ و سوراخ کاری	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 می دهند پر کنید.

کار عملی ۴



تکمیل یک نمونه فرم استعلام قیمت
هدف: کسب مهارت در ارتباط با تهیه و تنظیم نمون برگ های 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 دستگاه های 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 - 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 سایت های اینترنتی سه نمونه پیش فاکتور برای قطعات و دستگاه های مندرج در جدول ۶ دریافت کنید. سپس در گروه کاری خود، پیش فاکتورها را به بحث بگذارید و کامل ترین و مناسب ترین 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 ضمانت نامه یا گارانتی داشته باشد.

■ کارت گارانتی (ضمانت‌نامه) و وارانتي

احتمالاً بارها عبارات گارانتی و وارانتي 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 وارانتي علاوه بر شباهت اسمی دارای عملکردی شبیه به هم هستند اما تفاوت بزرگی نیز دارند. برخی از محصولات به دلخواه فروشنده و تولیدکننده دارای گارانتی یا وارانتي 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 به درستی 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.

نام شرکت

ضمانت گارانتی

محصولات از خرید شما بشمار می‌آید. خواهشمندست شرایط مندرج زیر را مطالعه فرمائید.

شرایط گارانتی

- هنگام دریافت کالا به‌صورت آن را به‌دقت کنترل نمایید. بدیهی است هرگونه کسری لوازم پس از آن شامل گارانتی نخواهد بود.
- عملکردهای اصلی دستگاه را (تا جایی که مندرج است) هنگام خرید، آزمایش نمایید تا از صراف وقت و هزینه مجدد پرهیز شود.
- ارائه اصل کارت گارانتی جهت برقراری از خدمات الزامی است.
- لوازم جانبی (کارت حافظه، شارژر، باتری و ...) مشمول این گارانتی نمی‌باشد.
- فروشگاهی که فروشنده مسئول سرویس و تعمیر کالا نمی‌باشد.
- هزینه رفت و برگشت کالا بر عهده مشتری می‌باشد.

موارد تحت پوشش گارانتی:

- ارتقاء، بران افکار
- اشکالات و ایرادات مربوط به خط تولید
- خدمات تعمیر کردن دستگاه
- سرویس دوره‌ای دوربین

موارد نقض و عدم پوشش گارانتی:

- ضربه و شکست فیزیکی، افتاد، الکتریکی، اتصال کوتاه، دوسان و سایر بروز.
- آتش سوزی، مایع، انفجار، سوختگی، دیس سوزش، خود زنگی، رنگ زنگی.
- حوادث طبیعی، تغییر طوفان، سون و طغیان رودخانه.
- ورود عوامل محیطی مانند خاک، شن، مایع، آب و ...
- دستگاه‌هایی که توسط افراد غیر متخصص باز یا دستکاری شده اند.
- عدم مطابقت نام کالا و شماره سریال مندرج در کارت گارانتی با اطلاعات روی دستگاه و تغییر یا مداخله بودن آنها.

نیم: فقط مرکز خدمات مجاز صانیت تشخیص موارد بالا را دارد.

اهداف این گارانتی محدود بوده و مسئول چهره‌ای ضمانت نقضی از نقض آشکار مفاد گارانتی یا گارانتی نقضی شده نمی‌باشد.

نیم: برای برقراری از پوشش کامل موارد خارج از گارانتی می‌توانید با پرداخت هزینه نقضی به‌طور کارت گارانتی اضافی (بیمه‌نامه) نمایید.

جهت کسب اطلاعات بیشتر به آدرس اینترنتی www.com مراجعه و انتقاد یا پیشنهاد خود را به پست الکترونیک info@com ارسال نمایید. لطفاً نحوه فریاد نام کالا و شماره سریال درج شده در کارت گارانتی یا دستگاه مطابقت داشته باشند.

12Month
www.com

لطفاً توجه فرمایید جزئیات سریال، مدل و تاریخ اعتبار با مندرجات روی دستگاه مطابقت داشته باشد.

شکل ۸- کارت گارانتی

در وارانتي، 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 ۹- کارت وارانتي

■ **ویژگی‌های برگه گارانتی و وارانتی:** در هنگام ارائه و تکمیل کارت گارانتی و وارانتی مشخصات کالای تولید شده یا مورد فروش به صورت کامل و با دقت روی کارت توسط ارائه دهنده خدمات ذکر می گردد. 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 می شود. موارد خارج از گارانتی می تواند 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

به نظر شما چه مواردی می تواند گارانتی یا وارانتی یک دستگاه را باطل کند؟ در مورد آنها جست و جو کنید و نتیجه را از طریق بارش فکری در کارگاه به بحث بگذارید.

بارش فکری



معرفی پروژه

اجرای پروژه می تواند موجب ارتقاء سطح علمی هنرجویان شود و زمینه مناسبی را برای ارتباط آنان با بازار کار فراهم آورد. پروژه باید به گونه ای باشد که حتماً به نتیجه برسد و اجرایی شود. تنها در این شرایط است که حس اعتماد و پشتکار در فراگیرنده را افزایش می دهد، و آنها را برای اجرای پروژه های کاربردی پیچیده تر در سال های بعد آماده می کند.

اجرای پروژه های کاربردی عملی سبب می شود که هنرجویان از اجرای کار عملی هراسی نداشته باشند و به راحتی بتوانند در محیط های متنوع و گسترده بازار کار به صورت فعال و خلاق عمل کنند. در این واحد یادگیری هنرجو باید در بازه زمان تعیین شده سه پروژه را به اجرا درآورد. پروژه ها می توانند، همان پروژه پیشنهادی در کتاب یا پروژه هایی باشد که به تأیید معلم کارگاه برسد. در تمام مراحل ساخت پروژه، توجه به شایستگی های غیرفنی مانند، مدیریت منابع، ارتباط مؤثر، کار تیمی، ویژگی های شخصی و اخلاقی و تفکیک و معدوم کردن زباله های تولید شده اهمیت ویژه ای دارد و باید مورد توجه قرار گیرد.

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 می رسد که فرایند صفحه بعد در مراحل اجرا کاملاً رعایت شود.

نکته



- 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 راه‌اندازی 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 به صورت الکترونیکی تهیه می‌شود.
- پس از تهیه گزارش کار باید یک یا دو پرینت تهیه کنید و طی یک ارائه کوتاه، نتایج را ارائه دهید.

با مراجعه به رسانه‌های مختلف از جمله فضای مجازی یا مشاوره با هنرآموز کارگاه، یک پروژه مناسب را انتخاب و نام پروژه را در دفتر هنرآموز ثبت کنید.

فعالیت

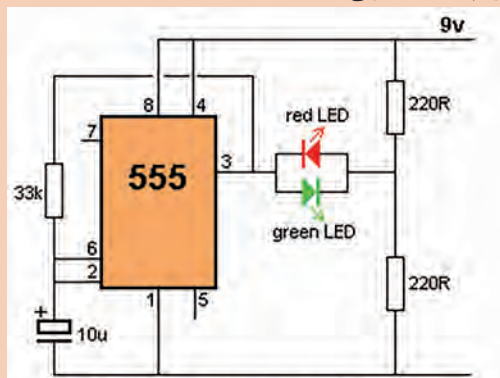


ساخت پروژه ۱

کار عملی ۵



شبیه‌سازی، طراحی مدار چاپی و ساخت پروژه مدار چشمک زن



شکل ۱۰- مدار چشمک زن LED با آی سی ۵۵۵

هدف: کسب مهارت در شبیه‌سازی، طراحی مدار چاپی، اجرای ساخت پروژه

مواد، ابزار و تجهیزات: مداد - پاک کن - کاغذ، رایانه - نرم‌افزار مرتبط فیبر مدار چاپی - کاغذ گلاسه - اتو - چاپگر لیزری - قیچی - اسیدپرکلرودوفر - لوازم اسیدکاری - لوازم لحیم کاری - قطعات الکترونیکی مطابق با نقشه فنی مدار چشمک زن نشان داده شده در (شکل ۱۰).

■ مراحل اجرای پروژه

- ۱ نقشه پروژه موردنظر را تهیه کنید و به تأیید معلم خود برسانید؛ سپس نقشه پروژه را بررسی کنید و نقش قطعات و اجزای آن و ارتباط قطعات آن را باهم به طور خلاصه شرح دهید و نتایج را بنویسید.
- ۲ با استفاده از نرم افزار مولتی سیم (یا هر نرم‌افزار مرتبط دیگر) مدار شکل ۱۰ را در نرم‌افزار ببندید.

مدار را به طور کامل اجرا و شبیه سازی کنید و نتایج حاصل را به طور خلاصه ثبت کنید.

۲ فهرست قطعات مورد نیاز را تهیه کنید و برای خرید به بازار مراجعه کنید.

نکات ایمنی



هنگام خرید قطعات، قیمت ها را از چند محل سؤال کنید تا بتوانید قطعات را با بهترین کیفیت و مناسب ترین قیمت خریداری نمایید، در ضمن همواره در کلیه 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 ۱۳- بستن مدار روی بردبرد و آزمایش آن



شکل ۱۲- اطمینان از سالم بودن قطعات



شکل ۱۱- مراقبت از کیف خود

۴ مدار پروژه انتخاب شده را بر روی بردبرد ببندید و آن را آزمایش کنید (شکل ۱۳).

۵ نقشه الکترونیکی مدار را در نرم افزار آلیتوم دیزاینر رسم کنید.

۶ نقشه الکترونیکی مدار را به محیط PCB نرم افزار آلیتوم دیزاینر انتقال دهید سپس با رعایت استانداردها و نکات طراحی، نقشه PCB آن را رسم کنید.

نکته

فرایند چگونگی عملکرد و علت انتخاب چاپ گر لیزری برای انتقال طرح مدار چاپی روی کاغذ گلاسه در کتاب همراه هنر جو آمده است.



شکل ۱۴- چاپ طرح مدار چاپی با دستگاه چاپ گر

۷ با قرار دادن کاغذ گلاسه از نوع مرغوب در دستگاه چاپ گر لیزری، طرح مدار چاپی پروژه چشمک زن 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 شست و شوی فیبر مدار چاپی را به ترتیب مشاهده می کنید.



الف) تعیین اندازه فیبر



ب) انداختن خط روی فیبر



پ) شست و شو و تمیز کردن فیبر

شکل ۱۵- مراحل برش و شست و شوی فیبر مدار چاپی

فیلمی از نکات ایمنی مربوط به برش فیبر و چگونگی بریدن آن را مشاهده کنید.

فیلم



هنگام خط انداختن و بریدن فیبر مراقب دست‌های خود باشید.

ایمنی



روش‌های متفاوتی مانند استفاده از قیچی اهرمی، خط‌کشی روی فیبر - 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.

یادآوری



۹ قسمت طرح مدار چاپی را با قیچی از کاغذ جدا کنید (شکل ۱۶).

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.



شکل ۱۷- طرح مدار چاپی



شکل ۱۶- برش طرح مدار چاپی از کاغذ



شکل ۱۸- کشیدن اتو روی کاغذ و فیبر

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.

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.

ایمنی



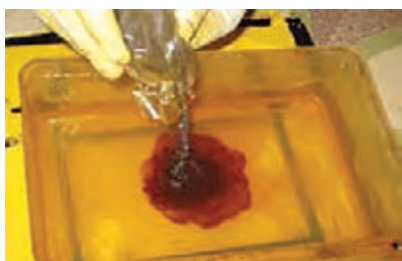
۱۳ فیبر مسی گرم را با کاغذ چسبیده به آن برای مدتی کمتر از ۱۰ دقیقه در آب قرار دهید (شکل ۱۹).
۱۴ بعد از خیس شدن کامل کاغذ چسبیده به فیبر، آن را به آرامی جدا کنید. انگشت خود را به آرامی روی کاغذها حرکت دهید تا فقط قسمت‌های مدار که روی برد چاپ شده است باقی بماند (شکل ۲۰).



شکل ۲۰- جدا کردن کاغذ از سطح روی فیبر

شکل ۱۹- قراردادن فیبر با کاغذ چسبیده در آب جوش

۱۵ محلول اسید را برای حل کردن مس‌های اضافی فیبر مدار چاپی تهیه کنید. اسید مورد استفاده معمولاً پرکلروردو فراست. این اسید به صورت مایع و جامد در بازار عرضه 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 ۲۲- استفاده از ظروف شیشه‌ای، لعابی، چینی یا پلاستیکی



شکل ۲۱- استفاده از دستکش، ماسک و پیش‌بند موقع اسید کاری

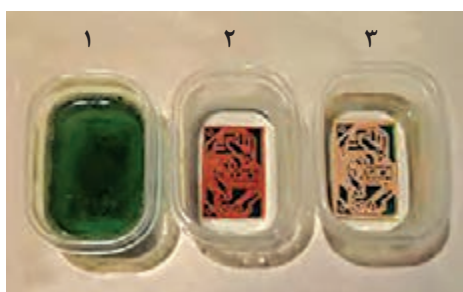
- میزان حجم اسید به اندازه‌ای باشد تا با قراردادن فیبر در داخل آن، محلول حدود ۲ میلی‌متر بالاتر از سطح فیبر قرار گیرد (شکل ۲۳).
- به پرکلرودوفر به اندازه‌ای آب اضافه کنید که محلولی تقریباً غلیظ به دست آید.
- حتماً آب را گرم کنید یا آب گرم را در ظرف بریزید. اگر از ظرف پیرکس استفاده می‌کنید ظرف را روی 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 ۲۵- تکان دادن محلول برای خورده شدن مس اضافی فیبر

شکل ۲۴- استفاده از اجاق برقی برای حرارت دادن محلول اسید کاری

شکل ۲۳- اندازه سطح محلول اسید و آب ۲ میلی‌متر بالاتر از فیبر



شکل ۲۶- شست‌وشوی فیبر پس از اسید کاری



شکل ۲۷- سوراخ کاری پایه قطعات با مته مناسب

- 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 قرار دهید.

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
پودمان ۵: مونتاژ و راه اندازی بردهای الکترونیکی	واحد یادگیری ۱: آماده سازی فیبر مدار چاپی	انتقال طرح مدار چاپی روی فیبر با برآورد هزینه و برنامه ریزی زمان بندی اجرا و مستندسازی	بالاتر از حد انتظار	علاوه بر تحقق شاخص های در حد انتظار، انجام کلیه فعالیت های پودمان (مانند تحقیق کنید، فکر کنید، پژوهش کنید، جستجو کنید، بحث گروهی)
			در حد انتظار	۱- آماده سازی PCB: - تعیین ابعاد فیبر متناسب با طرح نهایی و تراکم مدار. - انتخاب قطعات مبتنی بر کاربرد آنها در مدار برای جانمایی و نصب بر روی فیبر ۲- مستندسازی پروژه (CPM): - تدوین و تکمیل جداول زمان بندی مراحل طراحی، تامین قطعات، مونتاژ. - آماده سازی گزارش پروژه. ۳- برآورد هزینه و خرید: - استعلام قیمت قطعات از ۳ منبع معتبر و تدوین BOM - محاسبه هزینه نهایی با احتساب فیبر مدار چاپی و قطعات. ۴- طراحی و تأیید نهایی: - تأیید شبیه سازی مدار الکترونیکی پروژه توسط نرم افزارهای مرتبط - ترسیم نقشه فنی PCB با رعایت فاصله گذاری استاندارد با نرم افزارهای مرتبط ۵- 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.
			پایین تر از حد انتظار	در صورتی که هنرجو همه شاخص های در حد انتظار را محقق نسازد، پایین تر از حد انتظار ارزشیابی می شود.
لازم است تا کیفیت فرایند کسب شایستگی در طول زمان آموزش پودمان براساس انجام فعالیت های کلاسی و عملی، نظم، مشارکت در فعالیت های آموزشی و تربیتی، ابتکار در تکالیف عملکرد درسی و... در نظر گرفته شود.				
شایستگی پودمان (بالاتر از حد انتظار، در حد انتظار، پایین تر از حد انتظار)				

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

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

شایستگی‌های فنی			شایستگی‌های غیرفنی و عمومی			شایستگی عملکرد هنرجو در واحد یادگیری
کمتر از حد انتظار	در حد انتظار	بالاتر از حد انتظار	کمتر از حد انتظار	در حد انتظار	بالاتر 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 راه اندازی 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 بر روی 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 در حین 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 به دلیل فشار آوردن به قطعات باشد تا پایه‌های آن از سوراخ Padها عبور کنند 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.



شکل ۲۸

■ مونتاژ برد

در ابتدا یک فضای کاری تمیز و منظم برای مونتاژ برد آماده کنید. اطمینان حاصل کنید که میز کار عاری از گردوغبار، رطوبت و الکتریسیته ساکن است. سپس تمام ابزارهای ضروری و استاندارد لحیم کاری را که برای مونتاژ قطعات برد مدار چاپی نیاز دارید مهیا و جمع آوری کنید و بر روی میز کار قرار دهید. این ابزار و مواد مهم که در شکل ۲۸ نشان داده شده است عبارتند از:

- هویه و پایه هویه، سیم لحیم
- قلع کش
- سیم چین
- دم باریک
- گیره برد
- مولتی متر



شکل ۲۹- بررسی مقدار یک قطعه با نقشه فنی

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 مدار چاپی 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 می دهد.



شکل ۳۰

برای مونتاژ قطعات یک مدار الکترونیکی و آزمایش و راه اندازی آن به دستگاه های اندازه گیری شامل منبع تغذیه برای تأمین ولتاژ مورد نیاز برای کار مدار، مولتی متر برای اندازه گیری ولتاژ، جریان و مقاومت در مدار و در برخی موارد سیگنال ژنراتور و اسیلوسکوپ برای اندازه گیری و نمایش سیگنال های الکترونیکی در مدار نیاز دارید.

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.



شکل ۳۱

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.

نکته ایمنی



اگر با دست‌های کثیف یا خیس شروع به مونتاژ برد کنید، احتمال اتصال کوتاه وجود دارد.



شکل ۳۲- آماده کردن قطعات برای مونتاژ

■ 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.

همچنین نمونه‌ای از فهرست واریسی قطعات برد مدار چشمک‌زن در شکل ۳۳ آمده است. ■ از گیره نگه‌دارنده فیبر مدار چاپی برای نگهداری فیبر استفاده کنید (شکل ۳۴).

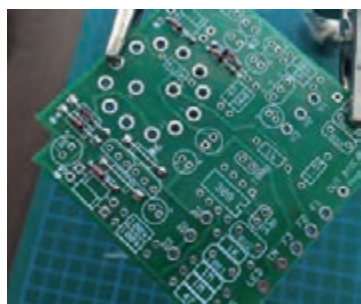


شکل ۳۴- گیره برای نگهداری برد

ردیف Row	نام قطعه Part	نماد فنی Aymbol	شکل ظاهری قطعه Package	تعداد Quantity
۱	مقاومت اهمی 220Ω	R 220Ω		۲ عدد
۲	مقاومت اهمی $33K\Omega$	R $33k\Omega$		۱ عدد
۳	دیود نورانی LED رنگ قرمز	LED 		۱ عدد
۴	دیود نورانی LED رنگ سبز	LED 		۱ عدد
۵	خازن الکترولیتی $10\mu F/16V$	C 		۱ عدد
۶	آی سی ۵۵۵			۱ عدد

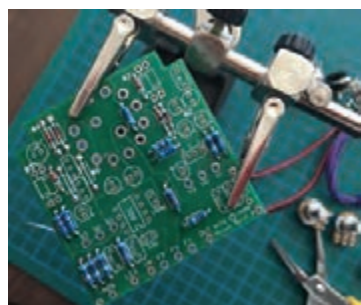
شکل ۳۳- یک نمونه فهرست واریسی قطعات الکترونیکی

■ قرار دادن پین‌های سوزنی (جامپر Jumper)، آنها را از پشت بُرد لحیم کنید (شکل ۳۵).

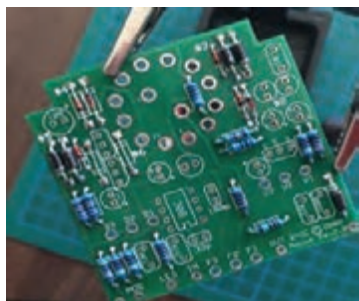


شکل ۳۵

■ در مرحله چهارم مونتاژ مقاومت‌ها را انجام دهید (شکل ۳۶).



شکل ۳۶



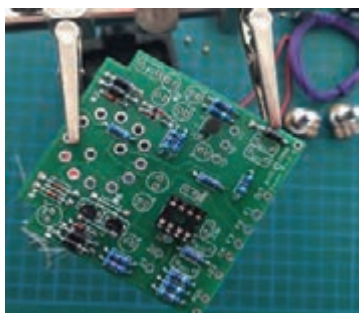
شکل ۳۷

■ قرار دادن دیودهای ۱N۴۰۰۱ تا ۱N۴۰۰۲ و لحیم پایه‌های آن صورت می‌گیرد (شکل ۳۷).



شکل ۳۸

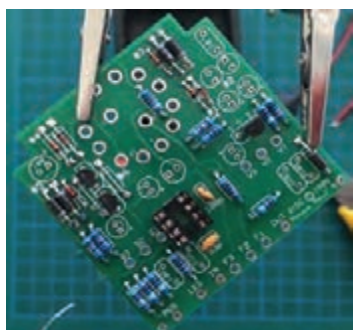
■ سوکت پایه آی سی بعد از دیودها در برد قرار گرفته و پایه‌های آن لحیم می‌شود (شکل ۳۸).



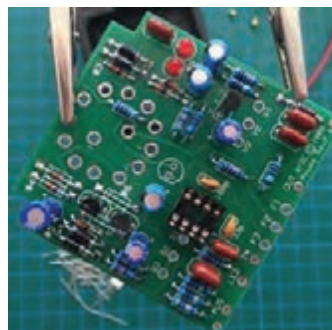
شکل ۳۹

■ بعد از سوکت آی سی نوبت به قرار دادن ترانزیستورها و لحیم پایه‌های آن است (شکل ۳۹).

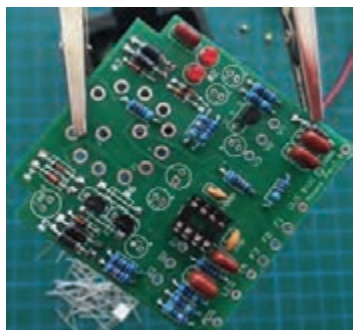
■ قرار دادن خازن‌های سرامیکی و لحیم پایه‌های آن در این مرحله صورت می‌گیرد (شکل‌های ۴۰ و ۴۱).



شکل ۴۰



شکل ۴۱



شکل ۴۲

■ چنانچه برد دارای دیودهای نورانی (LED) باشد، در این مرحله مونتاژ می‌گردد (شکل ۴۲).



شکل ۴۳

■ در مرحله بعد، مونتاژ خازن‌های الکترولیتی صورت می‌گیرد (شکل ۴۳).



شکل ۴۴

■ 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).

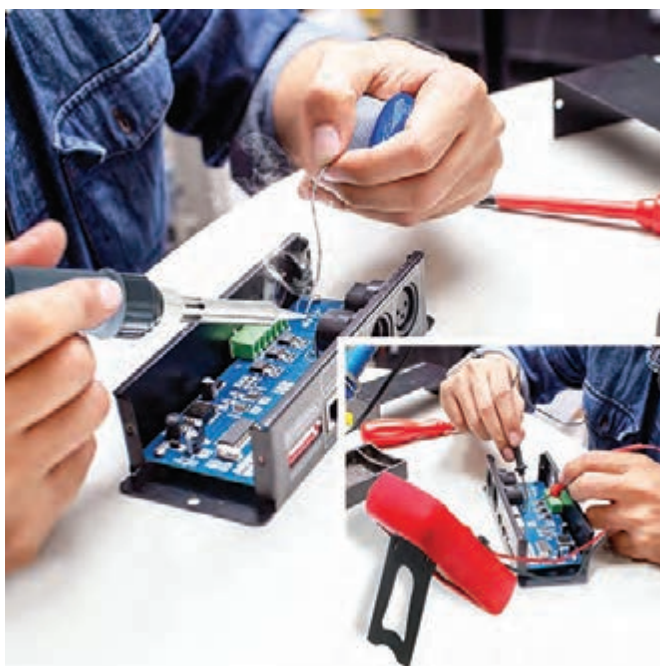
■ آزمایش مدار الکترونیکی

پس از نصب تمامی قطعات بر روی برد و لحیم‌کاری پایه‌های آنها و اتصالات سیم‌کشی مورد نیاز، نوبت به آزمایش مدار می‌رسد. این کار را با اتصال یک منبع تغذیه به مدار انجام 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.



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 زیر را 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 جای گذاری 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 لحیم کاری اطمینان حاصل کنید.
- اتصالات شل یا سیم کشی نادرست را بررسی کنید.
- با مولتی متر مقادیر ولتاژ نقاط مختلف مدار را اندازه گیری کنید تا مطمئن شوید که مقادیر صحیح است.
- با بررسی هر یک از موارد گفته شده بالا عیب را برطرف کنید.
- با اتصال مجدد منبع تغذیه به ورودی مدار آن را راه اندازی کنید و از درستی کار 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 پلی برای ارتباط با دنیای کار باشد. در ادامه مشخصات گزارش پروژه بیان می‌شود. ضمناً زمانی پروژه قابل ارائه خواهد بود که 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 صفحه اول پروژه (بسم الله الرحمن الرحيم) با فونت مناسب آورده شود.

■ در صفحه دوم پروژه، طرح روی جلد تکرار شود.

■ صفحات سوم و چهارم به فهرست پروژه اختصاص داده شود (شکل ۴۷).

■ در صفحه پنجم عنوان پروژه با فونت درشت حروف‌نگاری شود.

■ در صفحه 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.

■ بعد از مقدمه، تشریح نقشه پروژه می‌آید که باید نقشه پروژه نیز در آن ترسیم شود.

■ مراحل ساخت پروژه به‌طور دقیق بیان می‌شود. لازم است در فرایند نوشتن گزارش پروژه مسئله صفحه‌بندی و رعایت فونت‌ها و تیتراها 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 نحوه ساخت آن نیز عنوان بعدی خواهد بود. تصاویری از مراحل ساخت مدار چاپی، 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 کلیه فرایندها در آن بیان می‌شود.



شکل ۴۶- تنظیم روی جلد پروژه

عنوان	صفحه
۱-.....	
۲-.....	
۳-.....	
....	

شکل ۴۷- فهرست پروژه

این پروژه را به پدر و مادرم تقدیم می‌کنم تا شاید توانسته باشم جزئی از زحمات آنان را قدردان شوم.

- در عنوان پایانی موارد و کاربرد آن به طور دقیق بحث می‌شود.
- در صفحه آخر گزارش پروژه، منابع و مآخذ استفاده شده با ذکر نام مؤلف و ناشر و سال چاپ به طور دقیق می‌آید.
- برد پروژه مدار و گزارش آن را جهت ارزشیابی به معلم خود نشان دهید و 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 ارائه پروژه باید اعتماد به نفس داشته باشید و از ساخته خود به طور منطقی دفاع کنید. با صبر و حوصله به پرسش‌های هنجاریان و معلم خود گوش دهید، سپس برای پاسخ، اقدام کنید. تحت هیچ شرایطی در مقابل پرسش گر جبهه مخالف نگیرید.

کار عملی ۶

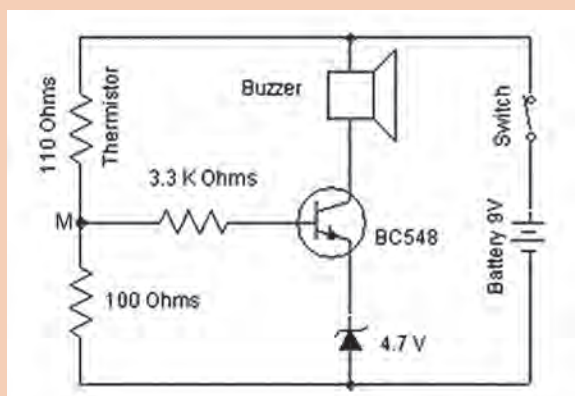


ساخت پروژه ۲:

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-92، BC548 NPN Transistor، or equivalent، $5A/0.4V$ ، $3.3K$ ، 100Ω یا معادل آن BC548



شکل ۴۸- مدار حسگر دما

(اندازه فیبر مدار چاپی با پیشنهاد مربی کارگاه تعیین شود)

■ مقاومت R_1 : $100\Omega - \frac{1}{4}W$

■ مقاومت R_2 : $3.3K\Omega - \frac{1}{4}W$

■ مقاومت تابع حرارت (thermistor): 110Ω

■ D_1 : دیود زنر $4.7V$ ولت

■ بی‌زر (Buzzer)

■ کلید (SPST = on/ off)

■ باتری ۹ ولتی

■ فیبر مدار چاپی

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 به صورت سری به هم متصل شده‌اند. این اتصال یک مدار تقسیم‌کننده ولتاژ ایجاد می‌کند. ترمیستور NTC با افزایش دمای محیط (اتاق)، مقاومت آن به طور 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 $3/3 K\Omega$ 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.

ارائه دو نمونه پروژه پیشنهادی

مدارهای الکترونیکی که در شکل‌های ۴۹ و ۵۰ نشان داده شده است را می‌توانید به عنوان پروژه انتخاب کنید.

پروژه شماره ۱ پیشنهادی

مدار روشنایی لامپ فضای باز خودکار با سلول خورشیدی

کار عملی ۷



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 9013 , $40V$, $50mA$, To-۹۲ NPN Transistor, or equivalent

مقاومت R_1 : $5\% - 1K\Omega - \frac{1}{4}W$

مقاومت R_2 : $5\% - 10K\Omega - \frac{1}{4}W$

پتانسیومتر VR_1 : (on board) روی بردی $50K\Omega$ خطی

LDR_1 : مقاومت تابع نور با قطر ۵mm

RY_1 : رله $12V - 10A$ SPDT با مقاومت سیم‌پیچ ۱۵۰-۶۰۰ اهم

D_1 : دیود سیلیکون ۱N۴۰۰۷ $1000V$

ولت - ۱ آمپر ۲ عدد

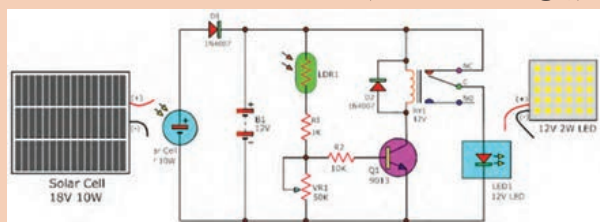
یک باتری $2/5Ah - 12V$

لامپ LED $16A - 2W - 12V$

سلول خورشیدی $10W - 18V$

فیبر مدار چاپی (اندازه فیبر مدار چاپی با

پیشنهاد مربی کارگاه تعیین شود)

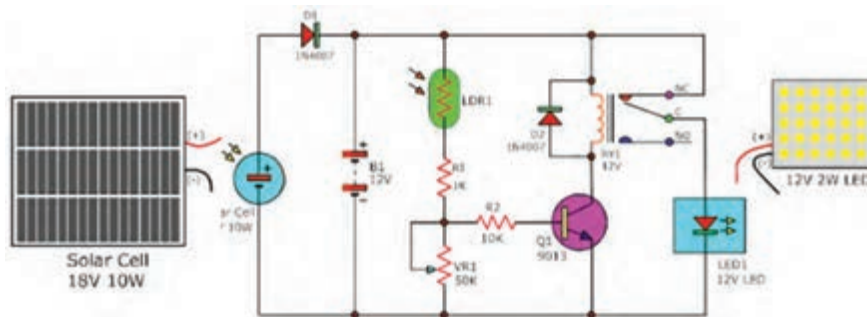


شکل ۴۹- مدار روشنایی لامپ فضای باز

■ 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 ۵۰- مدار روشنایی لامپ فضای باز

■ یک باتری ۱۲V - ۲/۵Ah

■ لامپ LED ۱۲V - ۲W - ۰/۱۶A

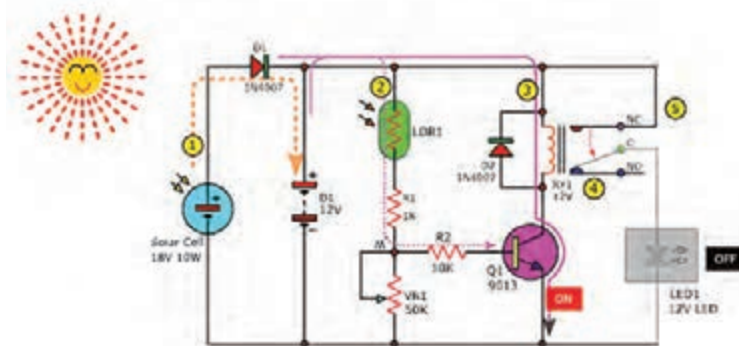
■ سلول خورشیدی ۱۸V - ۱۰W

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

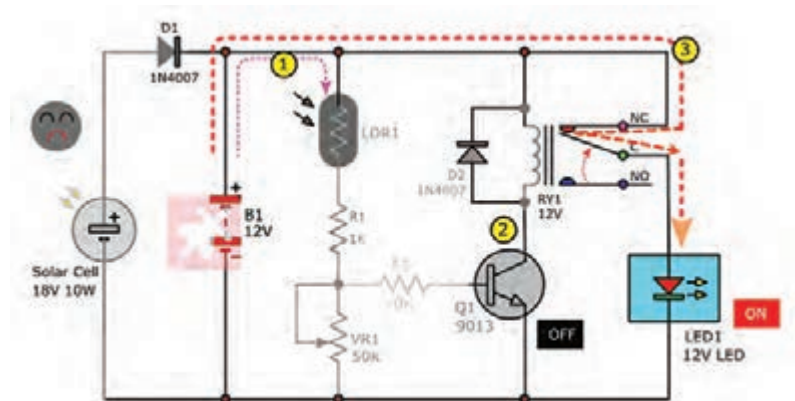
رله را فعال می‌کند. در این صورت کنتاکت‌های رله NC و C (Com) از هم جدا می‌شوند و در عوض کنتاکت‌های NO و C به هم متصل شوند در این حال جریان نمی‌تواند از طریق کنتاکت‌های NC و C عبور کند، بنابراین لامپ LED خاموش می‌شود.



شکل ۵۱- 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 سیم پیچ 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 به طور کامل به لامپ LED می‌رسد و تا مدت زمانی که هوا تاریک است روشن می‌ماند.



شکل ۵۲- 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:

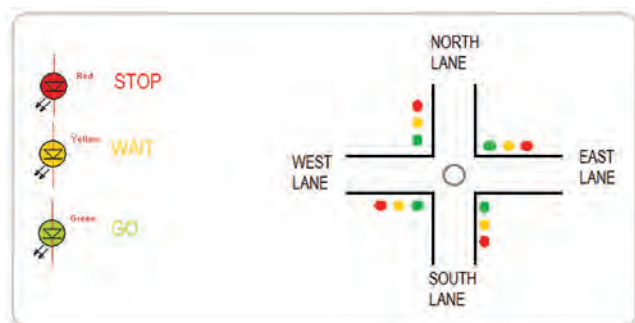
- آی سی تایمر ۵۵۵
- آی سی شمارنده ۴۰۱۷ CD
- دیود ۱N۴۱۴۸ ۸ عدد
- LED سبز ۴ عدد
- LED زرد ۴ عدد
- LED قرمز ۴ عدد
- مقاومت $47K\Omega$ ، $\frac{1}{4}W$
- مقاومت 100Ω ، $\frac{1}{4}W$ ۲ عدد
- خازن $10\mu F$
- باتری ۱۲ ولتی یا ۹ ولتی
- فیبر مدار چاپی (اندازه فیبر مدار چاپی با پیشنهاد مربی کارگاه تعیین شود)

■ مراحل اجرای کار

فرایند اجرای پروژه مشابه مراحل اجرای پروژه (۱) است.

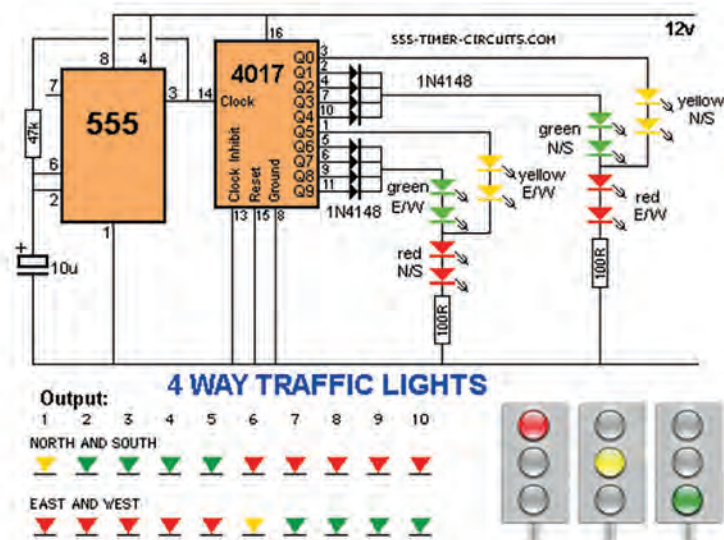
■ چراغ‌های راهنمایی ترافیک

چراغ‌های راهنمایی برای کنترل عبور و مرور وسایل نقلیه و ترافیک در جاده‌ها بسیار مهم هستند، مدار چراغ راهنمایی ساده چهار طرفه با تایمر IC ۵۵۵ و شمارنده IC ۴۰۱۷ طراحی شده است. هر چراغ راهنمایی دارای سه رنگ است.



شکل ۵۳- ترتیب چراغ‌های راهنمایی ترافیک

در این مدار ساده چراغ راهنمایی چهار طرفه، از تایمر IC ۵۵۵ به عنوان مولتی ویبراتوراً استابل برای تولید سیگنال پالس (مربع) استفاده شده است. شبکه RC عرض سیگنال پالس را تعیین می‌کند. پالس خروجی از IC ۵۵۵ به ورودی ساعت IC ۴۰۱۷ 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 ۵۴- مدار پروژه چراغ‌های راهنمایی ترافیک



شکل ۵۵

لازم است برای هر نوع فعالیتی مستندسازی انجام شود و در این فرایند، اندیشیدن به همه جوانب ضرورت دارد (شکل ۵۵).

نکته



گزارش کارهایی را که از کارهای عملی قبلی تهیه کرده‌اید به صورت فایل رایانه‌ای مستندسازی کنید و جهت ارزیابی به مربی خود ارائه دهید.

کار عملی ۹



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، نمون برگ ارزشیابی را در جدول ۷ مشاهده می‌کنید.

جدول ۷- نمون برگ ارزشیابی پروژه

ردیف	عنوان	نمره پیشنهادی	نمره 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 پروژه موردنظر با نیازهای روز	۱		
۱۱	استحکام قطعات مونتاژ شده	۱		
۱۲	اجرای پروژه به صورت 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 ۵۶- 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 مدار چاپی 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
پودمان ۵: مونتاژ و راه اندازی بُردهای الکترونیکی	واحد یادگیری ۲: مونتاژ بدون خطا و راه اندازی بُرد	مونتاژ بدون خطای بُرد و راه اندازی آن تحت ولتاژ نامی	بالا تر از حد انتظار	علاوه بر تحقق شاخص های در حد انتظار، انجام کلیه فعالیت های پودمان (مانند تحقیق کنید، فکر کنید، پژوهش کنید، جستجو کنید، بحث گروهی)
			در حد انتظار	۱- اتصال کوتاه/ قطعی نداشته باشد (تست Vcc- GND با مولتی متر باشد) ۲- تمام قطعات در جهت صحیح نصب شده باشند (مطابق نقشه و علامت های روی برد) ۳- پس از راه اندازی، خروجی طراحی شده را تولید کند (مثلاً LED روشن یا موتور بچرخد). ۴- لحیم ها براق و بدون اتصال سرد باشند (بازرسی چشمی با ذره بین) ۵- عیب نمونه (مثلاً قطعی مسیر) در ۱۰ دقیقه رفع شود (تأیید برد با تست مجدد عملکرد آن)
			پایین تر از حد انتظار	در صورتیکه هنرجو همه شاخص های در حد انتظار را محقق نسازد، پایین تر از حد انتظار ارزشیابی می شود.
	لازم است تا کیفیت فرایند کسب شایستگی در طول زمان آموزش پودمان براساس انجام فعالیت های کلاسی و عملی، نظم، مشارکت در فعالیت های آموزشی و تربیتی، ابتکار در تکالیف عملکرد درسی و... در نظر گرفته شود.			
شایستگی پودمان (بالا تر از حد انتظار، در حد انتظار، پایین تر از حد انتظار)				

شایستگی‌های غیرفنی و عمومی (ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی)

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

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 حد انتظار 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.

- ۱- برنامه درسی درس طراحی و ساخت مدارهای چاپی، دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش ۱۴۰۳.
- ۲- الکترونیک عمومی ۱، مؤلفان: ابوالقاسم جاریانی، شهرام نصیری سوادکوهی و...، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴.
- ۳- الکترونیک پایه، کد ۶۰۹/۱۷ مؤلفان: فتح‌اله نظریان، فرشته داودی لعل‌آبادی و...، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴.
- ۴- الکترونیک عمومی ۲ کد ۴۹۰/۵، مؤلفان: شهرام نصیری سوادکوهی، یداله رضازاده، و...، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴.
- ۵- کارگاه الکترونیک مقدماتی کد ۳۵۹/۶۲ مؤلفان شهرام نصیری سوادکوهی، سیدمحمود صموتی، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
- ۶- آزمایشگاه مجازی ۲ کد ۴۶۶/۶، مؤلفان مهین ظریفیان جولایی، محمود شبانی و... شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
- ۷- راهنمای کاربرد (help) نرم‌افزار Circuit WIZARD
- ۸- 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 می توانند 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 - صندوق پستی ۴۸۷۴ - ۱۵۸۷۵ ارسال کنند.



سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی