# کتاب مونتاژ و دمونتاژ قطعات SMD و مستندسازی

ایران استخدام

سرویس خصوصی خدمات عام المنفعه اخبار شغل و استخدام

Www.IranEstekhdam.Ir

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

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

Www.IranEstekhdam.Ir

«لینک‌های مفید و مرتبط»

دانلود منابع آزمون استخدامی هنرآموز الکترونیک

خرید و دانلود

دانلود نمونه سوالات آزمون استخدامی هنرآموز الکترونیک

خرید و دانلود

بسم الله الرحمن الرحیم

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰی مُحَمَّدٍ وَ آلِ مُحَمَّدٍ وَ عَجِّلْ فَرَجَهُمْ

# مونتاژ و دمونتاژ اس ـ ام ـ دی
# و
# مستند سازی

رشتهٔ الکترونیک

گروه برق و رایانه

شاخهٔ فنی و حرفه‌ای

پایهٔ یازدهم دورهٔ دوم متوسطه

**وزارت آموزش و پرورش**
**سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی**

**نام کتاب:** مونتاژ و دمونتاژ اس‌ـام‌ـدی و مستند سازی ـ ۲۱۱۲۷۶
**پدیدآورنده:** سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
**مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:** دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای وکاردانش
**شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:** سیدمحمود صموتی، شهرام نصیری سوادکوهی، رسول ملک‌محمد، مهین ظریفیان جولایی،محمود شبانی، فرشته داوودی و سهیلا ذوالفقاری (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
محمود شبانی (پودمان اول، دوم، سوم، چهارم، پنجم)ـ محمد خیجی و مجید مکرم (پودمان اول و دوم)ـ زانکو طهماسبی و عبدالرضا گنجه‌خور (پودمان چهارم)ـ سارا ساوئی (پودمان سوم و پنجم) ـ (اعضای گروه تألیف)ـ رسول ملک محمد (ویراستار فنی)
**مدیریت آماده‌سازی هنری:** ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
**شناسه افزوده آماده‌سازی:** جواد صفری (مدیر هنری) ـ رضوان جهانی (صفحه‌آرا)
**نشانی سازمان:** تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
تلفن: ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وبگاه: www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir
**ناشر :** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (داروپخش)
تلفن: ۵ ـ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵
**چاپخانه:** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
**سال انتشار و نوبت چاپ:** چاپ نهم ۱۴۰۴

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

**شابک ۴-۲۷۸۹ - ۰۵ - ۹۶۴ - ۹۷۸** **ISBN 978 - 964 - 05 -2789-4**



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

**امام‌خمینی (قُدِّسَ سِرُّهُ)**

# فهرست


**پودمان اول: دمونتاژ قطعات SMD** ..... ۱

واحد یادگیری ۱: کار با ابزار و دستگاه‌های SMD ..... ۲

۱ـ۱ مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز ..... ۳

۱ـ۲ معرفی ابزارهای مورد نیاز برای دمونتاژ و مونتاژ قطعات SMD ..... ۳

۱ـ۳ مواد مورد نیاز برای لحیم‌کاری ..... ۷

۱ـ۴ استاندارد قطعات SMD ..... ۱۱

۱ـ۵ روش خواندن مقدار مقاومت‌های SMD ..... ۱۳

۱ـ۶ استانداردهای حاکم بر سایر قطعات ..... ۱۶

۱ـ۷ شست‌وشوی برد ..... ۲۳

واحد یادگیری ۲: پیاده‌سازی قطعات SMD ..... ۲۸

۲ـ۱ مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز ..... ۲۹

۲ـ۲ پیاده‌سازی (دمونتاژ) قطعات SMD (مقاومت، سلف و خازن) ..... ۲۹

۲ـ۳ دمونتاژ انواع آی‌سی‌ها ..... ۳۱

۲ـ۴ برداشتن کانکتورهای SMD با پوشش پلاستیکی ..... ۳۲

۲ـ۵ استفاده از سشوار صنعتی برای دمونتاژ قطعات ..... ۳۲

۲ـ۶ هیترهای صنعتی ..... ۳۳

۲ـ۷ هیترهای مادون قرمز (IR) ..... ۳۵

**پودمان دوم: مونتاژ قطعات SMD** ..... ۴۱

واحد یادگیری ۳: نصب قطعات SMD ..... ۴۲

۳ـ۱ مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز ..... ۴۳

۳ـ۲ کارگاه‌های مونتاژ دستی بردهای الکترونیکی ..... ۴۳

۳ـ۳ لحیم‌کاری با استفاده از خمیر لحیم و هویه هوای گرم ..... ۴۷

۳ـ۴ دستگاه‌های مونتاژ تمام خودکار (اتوماتیک) ..... ۵۰

۵ـ۳ کارگاه‌های مونتاژ نیمه اتوماتیک ..... ۵۱
**پودمان سوم: دیجیتال و کاربرد آن** ..... ۶۱
واحد یادگیری ۴: کار با دروازه‌های منطقی ..... ۶۲
۴ـ۱ مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز ..... ۶۳
۴ـ۲ سامانه‌های آنالوگ و دیجیتال ..... ۶۳
واحد یادگیری ۵: مدارهای کاربردی دیجیتالی ..... ۹۲
۵ـ۱ مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز ..... ۹۳
**پودمان چهارم: میکروکنترلرها** ..... ۱۱۱
واحد یادگیری۶ : میکروکنترلر و چگونگی برنامه‌ریزی آن ..... ۱۱۲
۶ـ۱ مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز ..... ۱۱۳
۶ـ۲ معرفی میکروکنترلرها و شرح عملکرد آنها ..... ۱۱۳
۶ـ۳ معماری میکروکنترلر ..... ۱۱۶
۶ـ۴ انواع میکروکنترلر ..... ۱۲۰
۶ـ۵ انتخاب میکروکنترلر مناسب برای یک پروژه مدار الکترونیکی ساده ..... ۱۲۴
۶ـ۶ برنامه‌نویسی در میکروکنترلرها ..... ۱۲۶
۶ـ۷ انواع زبان برنامه‌نویسی ..... ۱۲۷
۶ـ۸ مراحل اجرای یک پروژه با میکروکنترلرها ..... ۱۲۸
۶ـ۹ ساختار برنامه نویسی به زبان C ..... ۱۳۱
۶ـ۱۰ کاربرد دستورهای نوشته شده در زبان C ..... ۱۳۳
واحد یادگیری ۷ : مدارهای کاربردی با میکروکنترلر ..... ۱۴۰
۷ـ۱ مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز ..... ۱۴۱
۷ـ۲ انتخاب میکروکنترلر ..... ۱۴۱

۷ـ۳ پروگرام کردن میکروکنترلر ..... ۱۴۸
۷ـ۴ مدارهای کاربردی با میکروکنترلر ..... ۱۵۶
۷ـ۵ متغیرها در زبان C ..... ۱۶۴

**پودمان پنجم: مشاوره، سرویس و خدمات** ..... ۱۸۳

واحد یادگیری ۸: ارائه مشاوره، سرویس‌های مختلف و مستندسازی ..... ۱۸۴
۸ـ۱ مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز ..... ۱۸۵
۸ـ۲ فهرست وارسی ..... ۱۸۵
۸ـ۳ ثبت اطلاعات و چگونگی تکمیل فرم‌های مختلف ..... ۱۸۷
۸ـ۴ انواع فرم ثبت اطلاعات ..... ۱۸۷
۸ـ۵ ثبت اطلاعات در رایانه ..... ۱۹۳
۸ـ۶ صدور فاکتور ..... ۱۹۸

# 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 ـ حرفه‌ای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته شده است:

۱ـ شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند توانایی مونتاژ و دمونتاژ SMD و مستندسازی

۲ـ شایستگی‌های غیر فنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند نوآوری و مصرف بهینه

۳ـ شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم افزارها

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

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

این کتاب چهارمین کتاب کارگاهی است که ویژه رشته الکترونیک تألیف شده است و شما در طول دو سال تحصیلی پیش رو چهار کتاب کارگاهی و با شایستگی‌های متفاوت را آموزش خواهید دید. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت در شغل و حرفه برای آینده بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید؛ تمام شایستگی‌های آموزش داده شده دراین کتاب را کسب و در فرایند ارزشیابی به اثبات رسانید.

کتاب درسی مونتاژ و دمونتاژ SMD و مستندسازی شامل پنج پودمان است و هر پودمان دارای یک یا چند واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر پودمان می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن را کسب نمایید. هنرآموز محترم شما برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می‌نماید و نمره قبولی شایستگی در هر پودمان حداقل ۲ از ۳ می‌باشد.

همچنین علاوه بر کتاب درسی شما امکان استفاده از سایر اجزای بسته آموزشی که برای شما طراحی و تألیف شده است، وجود دارد. یکی از این اجزای بسته آموزشی کتاب همراه هنرجو می‌باشد که برای انجام فعالیت‌های موجود در کتاب درسی باید استفاده نمایید. کتاب همراه خود را می‌توانید هنگام آزمون و فرایند ارزشیابی نیز همراه داشته باشید.

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 به‌کار 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 را در انجام کارها جدی بگیرید.

امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور، پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت مؤثر و شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

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

## سخنی با هنرآموزان گرامی

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و نیازهای متغیر دنیای کار و مشاغل، برنامه‌درسی رشته الکترونیک طراحی و براساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف گردید. کتاب حاضر از مجموعه کتاب‌های کارگاهی می‌باشد که برای سال یازدهم تدوین و تألیف گردیده است این کتاب دارای ۵ پودمان است که هر پودمان از یک یا چند واحد یادگیری تشکیل شده است. همچنین ارزشیابی مبتنی بر شایستگی از ویژگی‌های این کتاب می‌باشد که در پایان هر پودمان شیوه ارزشیابی آورده شده است. هنرآموزان گرامی می‌بایست برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات برای هر هنرجو ثبت کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد و نمره هر پودمان از دو بخش تشکیل می‌گردد که شامل ارزشیابی پایانی در هر پودمان و ارزشیابی مستمر برای هریک از پودمان‌ها است. از ویژگی‌های دیگر این کتاب طراحی فعالیت‌های یادگیری ساختار یافته در ارتباط با شایستگی‌های فنی و غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای و بحث‌های زیست محیطی است. این کتاب جزیی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است که لازم است از سایر اجزای بستهٔ آموزشی مانند کتاب همراه هنرجو و 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.

کتاب شامل پودمان‌های ذیل است:

**پودمان اول** : با عنوان "دمونتاژ قطعات SMD" است که ابتدا کار با ابزار و دستگاه‌های SMD، سپس به پیاده‌سازی قطعات SMD و شرح کار آنها براساس استانداردهای تعریف شده می‌پردازد.

**پودمان دوم** : عنوان "مونتاژ قطعات SMD" را دارد، که در آن به نصب قطعات SMD، شرح انواع روش‌های چگونگی مونتاژ قطعات SMD و تمیزکاری برد براساس استانداردهای تعریف شده پرداخته می‌شود.

**پودمان سوم** : دارای عنوان "دیجیتال و کاربرد آن" است. در این پودمان دروازه‌های منطقی، تشریح عملکرد گیت‌های پایه، تشریح مدارهای ترکیبی و ترتیبی و مدارهای کاربردی منطقی (دیجیتالی) مانند بستن مدارهای کاربردی ترکیبی (مثلاً قفل رمز) و بستن مدارهای کاربردی ترکیبی (مثلاً شمارنده) و یک نمونه آی‌سی FPGA برنامه‌ریزی شده داده می‌شود.

**پودمان چهارم** : این پودمان "میکروکنترولرها" نام دارد. در این پودمان میکروکنترلر، چگونگی برنامه‌ریزی و مدارهای کاربردی با آن آموزش داده می‌شود.

**پودمان پنجم** : با عنوان "مشاوره، سرویس و خدمات" است که در آن به هنرجویان چگونگی ارائه مشاوره و سرویس‌های مختلف و مستندسازی، انواع سرویس‌های دستگاه‌های الکترونیکی، تشریح انواع نمون‌برگ‌های گارانتی و وارانتی و خدمات پس از فروش آموزش داده می‌شود. امید است که با تلاش و کوشش شما همکاران گرامی اهداف پیش‌بینی شده برای این درس محقق گردد.

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

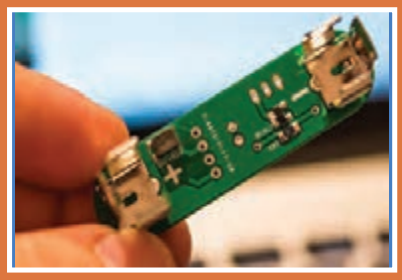
نظرسنجی کتاب درسی

# پودمان ۱

## دمونتاژ قطعات SMD







آیا تاکنون نسبت به ساخت برد مدار چاپی برای مداری که دارای آی‌سی‌های متعدد است اقدام کرده‌اید؟ آیا با کار طاقت‌فرسای مورد نیاز برای سوراخ کردن محل پایه‌های چندین آی‌سی آشنایی دارید؟ یادآور می‌شود که نه تنها تعداد محل‌هایی که باید سوراخ شوند زیاد است، بلکه با توجه به نوع قطعه، چیدمان سوراخ‌های ایجاد شده باید به‌گونه‌ای مرتب باشند که پایه‌های آی‌سی‌های دو ردیفه و چهار طرفه بتوانند به آسانی در آن قرار گیرند. برای حل این مشکلات از قطعات نصب سطحی یا SMD استفاده می‌کنیم. قطعات نصب سطحی نیازی به سوراخ کردن محل پایه‌ها ندارند، که خود دلیل دیگری برای محبوبیت فناوری SMD در صنعت الکترونیک است. در فناوری SMD نیازی به سوراخ کردن و عبور دادن پایه‌های قطعه از سوراخ‌ها و انتقال آن به طرف دیگر فیبر مدار چاپی نیست. در این فناوری پایه‌ها فقط در یک سطح قرار می‌گیرند. این امر موجب شده است تا بتوانیم قطعه‌های SMD را در هر دو سطح برد مدار چاپی دو لایه قرار دهیم. این ویژگی عامل دیگری برای کوچک تر شدن مدارهای مبتنی بر نصب سطحی نسبت به مدارهای با قطعات پایه‌دار است.

یکی از اساسی‌ترین اشکال فناوری SMD این است که نمی‌توانیم آنها را مانند قطعات پایه‌دار بر روی بِردبُرد قرار دهیم. برای کار با این نوع از قطعات در آزمایشگاه، یا آزمایش آنها باید بُرد مدار چاپی خاص طراحی و چاپ نماییم. تاکنون آی‌سی‌های تقویت‌کننده‌های عملیاتی و مدارهای منطقی به‌صورت قطعات نصب سطحی ساخته شده‌اند، اما بسیاری از قطعات وجود دارند، که هنوز معادل SMD آنها ساخته نشده، ولی ساخت قطعات نصب سطحی با توجه به ویژگی‌های آن و تقاضا رو به گسترش است.

# واحد یادگیری ۱

# کار با ابزار و دستگاه‌های SMD

## آیا تا به حال فکر کرده‌اید

- در بردهای تجهیزات الکترونیکی مانند تلفن همراه و لپ‌تاپ از چه نوع قطعاتی استفاده شده است؟
- ابعاد قطعات SMD در چه حدودی است؟
- قطعات الکترونیکی SMD چه مزایایی نسبت به قطعات مجزا (discrete) دارند؟
- برای مونتاژ قطعات SMD از چه ابزارها و تجهیزاتی استفاده می‌شود؟
- در مدارهای الکترونیکی کوچک، ابعاد قطعات به‌کار رفته، چقدراست؟
- قطعات ریز و کوچک استفاده شده در بردهای الکترونیکی پیشرفته چه نام دارند؟
- با کوچک‌تر شدن ابعاد قطعات، چه ابزارهایی برای شناسایی و کار با آنها نیاز است؟
- برای تولید انبوه بردهای الکترونیکی با قطعات SMD، از چه تجهیزاتی استفاده می‌شود؟

قابلیت نصب سطحی و کوچک بودن ابعاد، دو ویژگی مهم برای قطعات SMD هستند. کوچک بودن قطعه به معنی به حداقل رسیدن ابعاد کل مدار است. امروزه نیاز به کوچک کردن مدار در ساخت بسیاری از وسیله‌های الکترونیکی مانند تلفن همراه، تبلت، لپ‌تاپ، ماشین حساب، و دوربین‌های ویدئویی وجود دارد و عامل مهمی در گسترش فناوری SMT در صنعت ساخت وسایل الکترونیکی به شمار می‌آید. هر چه ابعاد برد مدار چاپی کوچک‌تر و طول نوارهای مسی روی برد مدار چاپی کوتاه‌تر باشد، ظرفیت خازنی بین مسیرها کاهش می‌یابد. از طرفی نبود پایه‌های بلند به معنی حذف اندوکتانس القایی و ظرفیت خازنی مزاحم و پراکنده در مدارهای الکترونیکی، مخصوصاً در مدارهای فرکانس بالا است. این دو عامل موجب شده است که قطعات SMD برای استفاده در مدارهای فرکانس بالا مانند مدارهای تلفن همراه، صوتی و تصویری و ویدئو پروژکتور در اولویت قرار داشته باشند.

## استاندارد عملکرد

انتخاب ابزار، مواد و تجهیزات مناسب بر اساس استانداردهای تعریف شده

## ۱ـ۱ مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز

هویه هوای گرم، ابزارایجادخلأ (وکیوم vaccum)، پنس، اسپری پاک‌کننده برد، خمیر فلاکس ویژه قطعات SMD، برد اوراقی، دستمال نخی، ماسک، قطعات SMD، برد اوراقی SMD مدار چاپی.

## ۱ـ۲ معرفی ابزارهای مورد نیاز برای دمونتاژ و مونتاژ قطعات SMD

**هویه هوای گرم مخصوص قطعات SMD:**

هویه هوای گرم (Heater) از ابزار و دستگاه‌های SMD است که برای لحیم‌کاری در هنگام نصب (مونتاژ) و پیاده‌سازی (دمونتاژ) قطعات نصب سطحی (SMD) به‌کار می‌رود. در شکل ۱ـ۱ یک دستگاه هویه هوای گرم نشان داده شده است.




**شکل ۱ـ۱ یک دستگاه هویه هوای گرم**

در یک هویه هوای گرم (هیتر)، هوای گرم به‌وسیله دستگاه کمپرسور هوا (تولید فشار هوا)، به‌صورت فشرده تولید می‌شود. این هوا پس از برخورد با رشته (المنت) گرم‌کننده که روی دسته قرار دارد گرم می‌شود و باد گرم از نازل (خروجی) خارج می‌شود. با استفاده از کلید یا ولوم روی دستگاه مرکزی می‌توانیم دما یا میزان هوا را تنظیم کنیم.

**چه نوع هویه گرم (هیتر) برای کار مناسب است؟**

اولین سؤالی که برای شروع به کار و خرید ابزار و دستگاه در ذهن ایجاد می‌شود، انتخاب نوع هویه هوای گرم مناسب است. برای پاسخ به این پرسش سه نکته را باید در نظر بگیریم:

- **توان دستگاه**
- **نوع هیتر**
- **کیفیت ساخت**

هر هیتر مانند سایر لوازم الکتریکی دارای توان مشخص است. توان دستگاه انرژی مصرفی را تعیین می‌کند. میزان ایجاد فشار هوا (باد) و حرارت تولیدی وابسته به توان دستگاه است. نوع کیفیت دستگاه نیز با توجه به‌محصولات موجود در بازار و متناسب با قیمت، متغیر است. بهترین گزینه برای انتخاب یک دستگاه هویه هوای گرم، توجه به نیاز و استفاده از برگه راهنمای مشخصات فنی دستگاه است که از طرف سازندگان دستگاه‌ها در اختیار مشتریان قرار می‌گیرد. یکی دیگر ازروش‌های انتخاب هویه هوای گرم، پرسش و تحقیق از تعمیرکاران با صلاحیت بردهای SMD است.به‌طور کلی هیترها به دو دسته آنالوگ و دیجیتال تقسیم‌بندی

می‌شوند. تفاوت این دو نوع، در نمایشگر درجه حرارت آن است. در نوع آنالوگ، درجه حرارت تنها از طریق دگمه (ولوم) که درجه‌بندی‌های آن قابل مشاهده است، تنظیم می‌شود. در نوع دیجیتال میزان دما بر روی یک نمایشگر به نمایش در می‌آید.

در نوع جدید دیجیتال، تنظیمات دمای خروجی به‌وسیله کلید یا از طریق چرخاندن ولوم صورت می‌گیرد. در برخی از مدل‌ها، پس از تنظیم با قرار گرفتن دسته هیتر در جایگاه مخصوص، دستگاه به‌طور خودکار درجه هوای فشرده، حالتی شبیه آماده به‌کار به خود می‌گیرد. با برداشتن دسته هیتر تنظیمات به حالت قبل بر می‌گردد.

جست‌وجو کنید

در بین تعمیرکارانی که در محل زندگی شما حضور دارند، جست‌وجو کنید و مشخصات هیتر مناسب پیشنهادی هر یک از آنان را با دلیل انتخاب، جمع‌آوری کرده و در مورد نتایج این جست‌وجو در کلاس بحث نمایید.

برای آشنایی بیشتر با دستگاه هویه هوای گرم، قسمت‌های مختلف یک نمونه دستگاه در شکل ۲ـ۱ نشان داده شده است. این هویه دارای دو بخش هوای گرم و هویه قلمی است. کار هر یک از قسمت‌ها به شرح زیر است:



**شکل ۲ـ۱ قسمت‌های مختلف یک نمونه دستگاه هویه هوای گرم**

۱ کلید روشن و خاموش شماره ۱: روشن یا خاموش کردن قسمت هویه هوای گرم

۲ کلید روشن و خاموش شماره ۲: روشن یا خاموش کردن قسمت هویه قلمی مونتاژ SMD

۳ ولوم هوا AIR: تنظیم میزان هوای خروجی از هویه هوای گرم

۴ ولوم گرم‌کن شماره ۱ (Heater): تنظیم میزان دمای هوای خروجی هیتر

۵ نمایشگر هفت قطعه‌ای شماره ۱ (Segment ۷): نمایش دمای تنظیم شده برای هویه هوای گرم

۶ ولوم گرم‌کن شماره۲ (Heater): تعیین میزان دمای هویه قلمی

۷ نمایشگر هفت قطعه‌ای شماره۲ (Segment ۷): نمایش دمای تنظیم شده برای هویه قلمی

۸ سوکت شماره ۵: اتصال هویه قلمی SMD به دستگاه هویه هوای گرم

۹ خروجی جهت اتصال دسته هویه هوای گرم: اتصال شیلنگ مربوط به هویه هوای گرم

۱۰ دسته مخصوص هویه هوای گرم: محل قرار گرفتن المنت و خروج هوای گرم

۱۱ نازل: اتصال نازل مناسب با توجه به منطقه کار در مراحل مونتاژ و دمونتاژ

۱۲ پایه نگهدارنده دسته هیتر

فعالیت

با مراجعه به راهنمای کاربر هر دستگاه ، عملکرد هریک از شماره های ۱۵،۱۴،۱۳ را مشخص کنید.

معمولاً تنظیمات قسمت هویه هوای گرم با روش‌های خاص، مثلاً کشیدن خط جداساز رنگی از تنظیمات هویه قلمی SMD، مشخص می‌شود.

تحقیق کنید

در مورد انواع دیگر هیتر در اینترنت، فروشگاه‌ها و تعمیرگاه تحقیق نموده و در کلاس ارائه نمایید.

هویه‌های هوای گرم تنوع بسیار زیادی دارد در شکل ۳ـ۱، نمونه‌های دیگری از هیترهای آنالوگ و دیجیتال و یک نمونه سشوار صنعتی را مشاهده می‌کنید.



سشوار صنعتی







**شکل ۳ـ۱ انواع هیتر و یک نمونه سشوار صنعتی**

تحقیق کنید

درباره سشوار صنعتی پژوهش کنید و نتیجه را به کارگاه ارائه کرده و درباره کار برد آن بحث کنید.

کار عملی ۱

**۱ـ راه‌اندازی هویه هوای گرم**

**هدف:** کسب شایستگی در راه‌اندازی اولیه هویه هوای گرم

**مواد، ابزار و تجهیزات:** هویه هوای گرم ـ پیچ‌گوشتی چهارسو ـ پیچ‌گوشتی تخت

فیلم

مراحل آماده‌سازی هیتر را مشاهده کنید.

کار عملی ۱

## مراحل اجرای کار

۱ ابتدا راهنمای کاربرد دستگاه را مطالعه و موارد بیان شده در راهنمای کاربرد را به‌طور دقیق اجرا کنید. مراحل عمومی راه‌اندازی هویه هوای گرم که تقریباً برای تمام هویه‌ها صدق می‌کند را برای یک نمونه هویه در ادامه آورده‌ایم.

۲ **آزاد کردن کمپرسور:** ابتدا پیچ‌های زیر دستگاه را باز کنید. این پیچ‌ها در شکل ۴ـ۱ نشان داده شده است. این پیچ‌ها کمپرسور باد را به بدنه هیتر محکم می‌کند تا در مراحل جابه‌جایی دستگاه به سایر قسمت‌ها آسیبی وارد نکند.

۳ **اتصال پایه نگهدارنده مربوط به دسته:** همان‌طور که در شکل ۵ـ۱ نشان داده شده است، پایه نگه‌دارنده دسته هیتر توسط دو پیچ به بدنه دستگاه متصل می‌شود. با توجه به انتخاب کاربر این پایه قابل نصب در سمت راست یا چپ دستگاه است.



شکل ۴ـ۱ سه پیچ قفل‌کننده کمپرسور به بدنه



شکل ۵ـ۱ پایه نگهدارنده دسته هیتر

۴ **اتصال نازل:** انتخاب نازل با استفاده از دفترچه راهنمای هویه هوای گرم و براساس نوع کار مونتاژ و دمونتاژ صورت می‌گیرد. با توجه به نوع محدوده محل کار روی برد و نوع قطعه، نازل مناسب را انتخاب و به دسته هیتر متصل کنید.

۵ **اتصال هویه:** برای اتصال هویه به دستگاه باید سوکت هویه را به دستگاه متصل کنیم. برای این کار از یک نشانه قرار گرفته روی سوکت استفاده می‌شود، پس از اتصال سوکت، پیچ یا گیره اطمینان آن را محکم می‌کنیم. معمولاً هر هویه SMD اتصالات اضافی برای کارهای مختلف دارد در شکل ۶ـ۱ ، این اتصالات را مشاهده می‌کنید.



شکل ۶ـ۱ اتصالات و ملحقات هویه SMD

بارش فکری

هنگام استفاده از هویه هوای گرم، با چه خطراتی مواجه هستیم و چه نکات ایمنی درباره سلامت خودمان وسالم ماندن هویه را باید رعایت کنیم. از طریق بارش فکری موضوع خود را مطرح وجمع‌بندی نمایید و به‌صورت یک فهرست وارسی به کلاس ارائه دهید.

### هویه SMD

این هویه با توجه به اینکه برای مونتاژ و دمونتاژ بردهای SMT به‌کار می‌رود نسبت به هویه‌های معمولی نیاز به تولید درجه حرارت بالاتری دارد. نوک این هویه‌ها نیز نسبت به نوع معمولی نازک‌تر و تیزتر است. در شکل ۷-۱ چگونگی در دست گرفتن هویه و در شکل ۸ـ۱ سه نمونه نوک هویه را مشاهده می‌کنید که برای کاربردهای خاص در SMD به کار می‌روند.



شکل ۷ـ۱ چگونگی صحیح در دست گرفتن هویه



شکل۸ـ۱ سه نمونه نوک هویه SMD

بحث کنید

با مراجعه به رسانه‌های مختلف درباره میزان توان و درجه حرارت انواع هویه‌های قلمی و هویه‌های هوای گرم قطعات نصب سطحی تحقیق کنید و نتایج را با توان و میزان حرارت انواع هویه‌های معمولی مقایسه نمایید، سپس گزارش را به‌صورت جدولی به کارگاه ارائه دهید.

هویه‌های SMD انواع مختلف دارد. این هویه‌ها اکثراً با هیترهای هوای گرم ارائه می‌شود. نوع دیگری هویه SMD به‌صورت پنسی (Clip Forceps) نیز وجود دارد. این هویه‌ها برای برداشتن قطعات دو پایه و موارد خاص دیگر به‌کار می‌رود. شکل ۹ـ۱ نمونه‌ای از این نوع هویه‌ها را نشان می‌دهد.

جست و جو کنید

در مورد ابزارهای دیگری که برای برداشتن قطعات SMD به‌کار می‌روند جست‌وجو نموده و نتایج را به کارگاه ارائه نمایید.

## ۳ـ۱ مواد مورد نیاز برای لحیم کاری

### روغن لحیم یا خمیر فلاکس (Flux)

خمیر فلاکس یک روغن مخصوص برای کار با هیترهای صنعتی است. این روغن مخصوص، فرایند مونتاژ و دمونتاژ قطعات SMD را سرعت می‌بخشد و آسان می‌کند. عملکرد این خمیر مشابه



شکل ۹ـ۱ هویه مخصوص SMD

عملکرد روغن لحیم در لحیم‌کاری‌های معمولی است. شکل ۱۰ـ۱ خمیر فلاکس در دو بسته‌بندی پمپی و جعبه‌ای را نشان می‌دهد.




الف) جعبه‌ای



ب) پمپی

شکل ۱۰ـ۱ خمیر فلاکس

توجه

ماده فلاکس یا روغن لحیم SMD به‌صورت مایع نیز وجود دارد. این ماده در موارد خاص به کار می‌رود. برای هر یک از انواع فلاکس‌ها، دستورالعمل کاربرد در ارتباط با میزان مصرف، نوع کار و محل استفاده تنظیم شده است.

نکته ایمنی

مواد مورد استفاده در لحیم‌کاری شیمیایی است و بخار تولید شده از آنها در هنگام استفاده، برای بدن مضر است. هنگام استفاده از این مواد باید:
از ماسک مناسب استفاده کنید.
محل کار دارای تهویه مناسب باشد.

فعالیت

با مراجعه به رسانه‌های مختلف انواع روغن لحیم مونتاژ و دمونتاژ قطعات SMD را شناسایی کنید و موارد کاربرد آنها را در یک جدول تنظیم نموده و به کارگاه ارائه کنید.

### ■ پنس(Clip Forceps)

برای برداشتن قطعات SMD از ابزاری به نام پنس استفاده می‌شود. مطابق شکل ۱۱ـ۱ برخی از پنس‌ها با توجه به ابعاد قطعات دارای ابعاد ظریف و نوک تیزتر هستند. با توجه به محل مونتاژ یا دمونتاژ، می‌توانیم از پنس سرکج یا سرصاف استفاده کنیم.





شکل ۱۱ـ۱ پنس نوک تیز سرکج

### ■ دستگاه وکیوم (Vaccum) (مکش یا ایجاد خلأ)

برای برداشتن آی‌سی‌ها یا قطعات دیگر که امکان برداشتن آنها با پنس وجود ندارد، از وکیوم یا ابزار تولید خلأ استفاده می‌شود. این وسیله، هوای بین قطعه و سر لاستیکی ابزار را می‌مکد و خلأ تولید می‌کند. این خلأ باعث چسبیدن قطعه به دستگاه وکیوم می‌شود. دستگاه وکیوم را در اصطلاح عمومی وکیوم می‌نامند. در شکل ۱۲ـ۱ سه نمونه وکیوم را مشاهده می‌کنید.

پژوهش

نوعی ابزار وکیوم دستی وجود دارد که بسیار ارزان و کم هزینه است، با مراجعه به رسانه‌های مختلف آن را بیابید و نتیجه را به‌کارگاه ارائه دهید.






شکل ۱۲ـ۱ سه نمونه دستگاه وکیوم

## سیم لاکی

اگر هنگام دمونتاژ، برد صدمه ببیند و قطعی در مسیر به‌وجود بیاید، باید مدار را دوباره سیم‌کشی و تعمیر کنیم. برای این منظور می‌توانیم سیم لاکی به‌کار ببریم. همان‌طور که قبلاً ذکر شد طبق شکل ۱۳ـ۱ جنس این سیم‌ها از مس بوده و دارای پوشش لاکی است. پوشش لاکی سیم مانع ایجاد هرگونه اتصالی با سایر قسمت‌های مدار چاپی می‌شود.

## سیم لحیم

سیم لحیم برای ترمیم لحیم پایه قطعات، در مونتاژ و دمونتاژ به‌کار می‌رود. برای بردهای SMT از سیم لحیم‌های نازک‌تر استفاده می‌شود. زیرا حجم قلع مورد نیاز هر پایه بسیارکم است. در شکل ۱۴ـ۱یک نمونه قرقره سیم لحیم نازک نشان داده شده است.



شکل ۱۳ـ۱ سیم لاکی ۰/۱



شکل ۱۴ـ۱ سیم قلع نازک

فعالیت

با مراجعه به رسانه‌های مختلف انواع سیم‌های نازک لاکی مورد استفاده برای ترمیم برد مدار چاپی و انواع لحیم‌های مورد استفاده برای قطعات SMD را با توجه به قطر سیم لحیم و میزان درصد قلع و سرب آنها، بیابید و نتایج را در یک جدول خلاصه کنید و نتیجه را به کارگاه ارائه دهید..

کار عملی ۲

**انتخاب و آماده‌سازی ابزار و دستگاه‌های SMD**

**هدف:** کسب مهارت در شناخت و آماده‌سازی ابزار و دستگاه‌های SMD

**مواد، ابزار و تجهیزات**: هویه قلمی ، هویه هوای گرم ، خمیر قلع ، مایع فلکس ، سیم لحیم ، روغن لحیم، قلع‌کش ، پایه هویه ، اسفنج مخصوص پاک‌کننده نوک هویه ، فیبر اوراقی SMD ، لوازم‌التحریر ، سنباده

**مراحل اجرای کار**

۱ یک جدول فهرست وارسی تهیه کنید، ابزار و دستگاه‌های SMD موجود در کارگاه را در اختیار بگیرید و مشخصات فنی هریک از آنها را بنویسید.

| ردیف | نام ابزار یا دستگاه | مشخصات فنی | کاربرد |
|---|---|---|---|
| ۱ | | | |
| ۲ | | | |
| ۳ | | | |
| ۴ | | | |
| ۵ | | | |
| ۶ | | | |

بسازید

با استفاده از وسایل دور ریز یک ابزار ایجاد خلأ بسازید و در کارگاه توضیح دهید و آن را عملاً به‌کار ببرید.

۲ با توجه به فرایند لحیم‌کاری (مونتاژ و دمونتاژ) قطعات SMD که توسط مربی شما در کارگاه ارائه می‌شود، فهرستی از فرایند لحیم‌کاری تهیه کنید.

| مراحل | مونتاژ SMD | مراحل | دمونتاژ SMD |
|---|---|---|---|
| ۱ | | ۱ | |
| ۲ | | ۲ | |
| ۳ | | ۳ | |
| ۴ | | ۴ | |
| ۵ | | ۵ | |

**الگوی پرسش**

۱ هویه‌ای که برای مونتاژ و دمونتاژ قطعات SMD استفاده می‌شود، در مقایسه با هویه‌های قلمی معمولی هم‌تراز درجه حرارت..... دارد.

۲ از سیم لحیم..... برای ترمیم بردهای SMT استفاده می‌شود.

۳ قسمت‌های مختلف هویه هوای گرم (هیتر) را شرح دهید.

.....

.....

۴ کاربرد ابزار وکیوم در لحیم‌کاری SMD را توضیح دهید.

.....

.....

## ۴ـ۱ استاندارد قطعات SMD

تمامی قطعات دو پایه مانند خازن، مقاومت، دیود و دیاک از نظر ابعاد (طول، عرض و قطر) از استانداردهای خاص پیروی می‌کنند. در شکل ۱۵ـ۱ استانداردها نمایش داده شده است. در ادامه انواع استاندارد مقاومت‌های SMD را به عنوان نمونه بررسی خواهیم کرد.

پژوهش

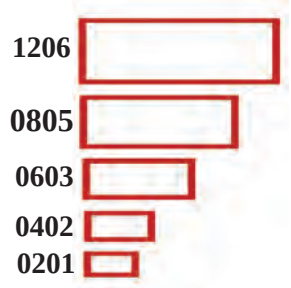
با مراجعه به رسانه‌های مختلف، بررسی کنید که آیا اعداد نشان داده شده در شکل ۱۵ـ۱ مفهوم خاصی را بیان می‌کند یا خیر؟ نتایج را به کارگاه ارائه دهید.

فیلم

فیلم مربوط به انواع قطعات SMD در استانداردهای آنها را مشاهده کنید.

### استاندارد مقاومت‌های SMD

۱ مقاومت‌های نصب سطحی در ابعاد استاندارد شده مختلف ساخته می‌شوند. هر استاندارد را با کد مخصوص چهار رقمی نشان می‌دهند. در این کد، دو رقم اول طول مقاومت بر حسب صدم اینچ یا میلی‌متر و دو رقم بعدی پهنای قطعه را مشخص می‌کند. شکل۱۶ـ۱ و جدول ۱ـ۱ استانداردهای مربوط به مقاومت‌های SMD را با مشخص کردن مقدار توان مجاز و طول و عرض نشان می‌دهد. در جدول ۱ـ۱ ستون اول از سمت چپ کد استاندارد، ستون دوم مقدار حداکثر توان قابل تحمل مقاومت، ستون سوم و ستون چهارم، به ترتیب طول و عرض مقاومت را برحسب میلی‌متر نشان می‌دهند.



شکل ۱۵ـ۱ استاندارد مقاومت‌های SMD

بارش فکری

قطعات SMD چگونه ساخته می‌شوند ؟ از طریق بارش فکری موضوع را بررسی و جمع بندی کنید.

**جدول ۱ـ۱ مقاومت‌های SMD**

| FORM | POWER (Watt) | LENGTH (mm) | WIDTH (mm) |
|---|---|---|---|
| 0402 | 0.063 | 1.0 | 0.5 |
| 0503 | 0.063 | 1.27 | 0.75 |
| 0505 | | 1.27 | 1.25 |
| 0603 | 0.062 | 1.60 | 0.80 |
| 0705 | | 1.91 | 1.27 |
| 0805 | 0.1 | 2.00 | 1.25 |
| 1005 | 0.125 | 2.55 | 1.25 |
| 1010 | | 2.55 | 2.55 |
| 1206 | 0.25 | 3.2 | 1.6 |
| 1210 | 0.25 | 3.2 | 2.6 |
| 1505 | | 5.08 | |
| 2010 | 0.5 | 5 | 2.55 |
| 2208 | | 5.72 | 2.55 |
| | | 5.72 | 1.90 |
| 2512 | 1.0 | 6.5 | 3.25 |
| MELF | | 5.5 | 2.2 |
| MINIMELF | | 3.6 | 1.4 |
| MICROMELF | | 2.0 | 1.27 |




**شکل ۱۶ـ۱ مقاومت‌های SMD**

فعالیت

با مراجعه به رسانه‌های مختلف، انواع جداول مربوط به استاندارد مقاومت‌ها، خازن‌ها، دیودها و ترانزیستورهای SMD را بیابید و نتیجه را در کارگاه به بحث بگذارید.

مقاومت SMD به‌صورت تراشه‌ای ساخته می‌شود که دو انتهای آن از داخل پایه مسطح متصل می‌شود. معمولاً لایه خارجی مقاومت SMD را قلع‌اندود می‌کنند تا تراشه برای نصب آماده باشد. طبق جدول، حداکثر توان قابل تحمل مقاومت‌های استاندارد ۱۰۰۵ برابر با ۰/۱۲۵ وات است. مقاومت‌هایی با توان بالاتر با اندازه‌های بزرگتر نیز وجود دارد. مثلاً مقاومت‌های استاندارد ۲۵۱۲، حداکثر توان قابل تحمل، برابر با ۱ وات دارند.

☑ از قطعات دیگری که از نظر شکل و ابعاد شبیه مقاومت SMD است و در مدارهای SMD زیاد دیده می‌شود، قطعات اتصال کوتاه کننده مقاومت صفر اهمی است. مقاومت این قطعات صفر بوده و در عمل مقاومتی در مسیر جریان ایجاد نمی‌کند. این اتصال کوتاه‌کننده‌ها که نمونه آن در شکل ۱۷ـ۱ نشان داده شده است، برای ایجاد پل بین دو مسیر مسی در برد مدار چاپی مورد استفاده قرار می‌گیرند. روی قطعه اتصال کوتاه‌کننده‌های صفر اهمی ممکن است علامتی نباشد یا عدد ۰۰۰ برروی آنها نوشته شده باشد.




**شکل ۱۷ـ۱ اتصال کوتاه کننده صفر اهمی / مقاومت‌های SMD**

پژوهش

با مراجعه به رسانه‌های مختلف درباره انواع مقاومت‌های SMD استفاده شده در تجهیزات الکترونیکی تحقیق کنید و نتیجه را در کارگاه‌ها به بحث بگذارید.

فعالیت

تعدادی مقاومت SMD در اختیار بگیرید و از روی ابعاد آنها، کد استاندارد هریک را مشخص کنید.

.....

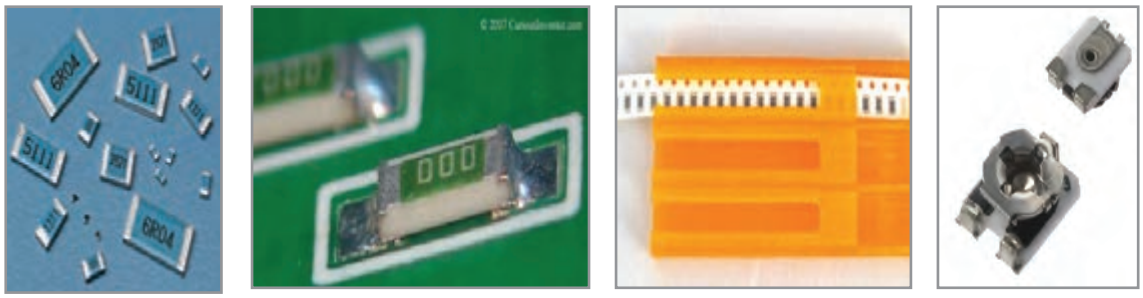
.....

.....

.....

.....

☑ رنگ مقاومت‌های SMD: رنگ این مقاومت‌ها استاندارد شده و به رنگ‌های مشکی و آبی و سبز ساخته می‌شود. رنگ مشکی خطای ۵ درصد و رنگ آبی و سبز خطای ۱ درصد را مشخص می‌کند. در شکل ۱۸ـ۱ نمونه‌هایی از انواع مختلف مقاومت‌های SMD را مشاهده می‌کنید.



**شکل ۱۸ـ۱ انواع مقاومت‌های SMD**

## ۵ـ۱ روش خواندن مقدار مقاومت‌های SMD

با توجه به فناوری ساخت و مقدار توان، مقاومت‌های SMD متنوع بوده و در ابعاد گوناگونی ساخته می‌شود. با توجه به ابعاد مقاومتSMD، مقدارمقاومت آن را به دو روش «مستقیم» و «کدگذاری شده» درج می‌کنند.

### ■ مستقیم

در روش مستقیم مقدار اهمی مقاومت روی آن نوشته می‌شود.

### ■ کدگذاری

به علت کوچک شدن ابعاد قطعه مقدار آن را به کد تبدیل و کد را روی قطعه حک می‌کنند. کدگذاری با سه روش به شرح زیر صورت می‌گیرد:

**الف) نوارهای رنگی:** مانند کد رنگی مقاومت‌های TH، هر رنگ بیان‌گر یک عدد است و روش آن مشابه مقاومت‌های معمولی است.

**ب) کدگذاری عددی:** این روش نیز تا حدودی مشابه مقاومت‌های معمولی است. در این روش مقدار مقاومت را با یک عدد سه یا چهار رقمی به شرح زیر مشخص می‌کنند.

☑ **روش سه رقمی**: مانند مقاومت‌های معمولی، دو رقم اول، ارقام اصلی مقادیر مقاومت است و به تعداد رقم سوم در مقابل دو رقم اول، صفر می‌گذاریم.

**مثال۱**

$۵۶۶ = ۵۶ \times ۱۰^{۶} = ۵۶\ M\Omega$ $\qquad$ $۱۰۰ = ۱۰\ \Omega$ $\qquad$ $۲۰۳ = ۲۰۰۰۰ = ۲۰\ K\Omega$

☑ **روش چهاررقمی**: مانند مقاومت‌های معمولی، سه رقم اول، ارقام اصلی مقادیر مقاومت است و به تعداد رقم چهارم در مقابل سه رقم اول صفر قرار می‌دهیم.

**مثال ۲**

۴۷۵۳= ۴۷۵ × ۱۰$^{۳}$ = ۴۷۵ KΩ　　۳۲۶۰ = ۳۲۶ Ω　　۲۰۰۱ = ۲۰۰۰ = ۲ KΩ

☑ **عدد و حرف**: این روش به دو صورت «دوعدد و یک حرف» و «دوعدد و دو حرف» استفاده می‌شود. در این روش حرف اول ضریب (تعداد صفر) و حرف دوم مقدار خطا را نشان می‌دهد.

برای نشان دادن اعشار نیز از همان حرف اول استفاده می‌شود. جدول ۲ـ۱و ۳ـ۱مقادیر درصد خطا و ضرایب را مشخص می‌کنند.

**جدول ۲ـ۱ ضریب توان ده مقاومت‌های SMD**

| حرف | B | C | D | F | G | H | J | K | M |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| درصد خطا | ۰/۱ | ۰/۲۵ | ۰/۵ | ۱ | ۲ | ۳ | ۵ | ۱۰ | ۲۰ |

**جدول ۳ـ۱ تولرانس مقاومت‌های SMD**

| حرف | R | K | M |
|---|---|---|---|
| ضریب | ۱ | ۱۰$^{۳}$ | ۱۰$^{۶}$ |

**مثال ۳**

K۵۶ = ۰/۵۶ KΩ = ۵۶۰ Ω　　۵M۶ = ۵/۶ MΩ　　۵۶K= ۵۶ KΩ

۲۳KJ = ۲۳ KΩ ± ۵٪　　۱R۰ = ۱ Ω　　R۱۲ = ۰/۱۲Ω

۴K۷M = ۴/۷ KΩ ± ۲۰٪

جست و جو کنید

با مراجعه به رسانه‌های مختلف یک نرم‌افزار بیابید که بتواند رمز مقاومت‌های SMD را آشکار و مقدار مقاومت را رمزگذاری کند.

**پ) روش خواندن مقدار مقاومت با کدگذاری خاص**: برخی مقاومت‌ها با یک کد عددی دو رقمی کدگذاری می‌شوند.کد عددی دو رقمی بیانگر یک مقدارمعین است. اگر علاوه بر دو رقم، یک حرف نیز روی مقاومت درج شود، این حرف ضریب توان در مقاومت را نشان می‌دهد. درجدول ۴ـ۱ حروف و ضرایب آن مشخص شده است. مقدار اهم متناظر با هر یک از اعداد را نیز می‌توان از جدول ۵ـ۱ استخراج نمود.

### جدول ۴ـ۱ حروف و ضریب توان ده مقاومت‌های SMD

| حرف | A | H,B | C | D | E | F | X | Y, R | Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ضریب | ۱۰ | $۱۰^{۲}$ | $۱۰^{۳}$ | $۱۰^{۴}$ | $۱۰^{۵}$ | $۱۰^{۶}$ | ۱ | ۰/۱ | ۰/۰۱ |

### جدول ۵ـ۱ اهم متناظر با اعداد برای مقاومت‌های SMD

| کد | مقدار اهم | کد | مقدار اهم | کد | مقدار اهم | کد | مقدار اهم | کد | مقدار اهم | کد | مقدار اهم | کد | مقدار اهم | کد | مقدار اهم |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۸۱ | ۶۸/۱ | ۶۵ | ۷۵/۰ | ۴۹ | ۳۱/۶ | ۳۳ | ۲۱/۵ | ۱۷ | ۱۴/۷ | ۰۱ | ۱۰/۰ |
| ۸۲ | ۶۹/۸ | ۶۶ | ۷۶/۸ | ۵۰ | ۳۲/۴ | ۳۴ | ۲۲/۱ | ۱۸ | ۱۵/۰ | ۰۲ | ۱۰/۲ |
| ۸۳ | ۷۱/۵ | ۶۷ | ۷۸/۷ | ۵۱ | ۳۳/۲ | ۳۵ | ۲۲/۶ | ۱۹ | ۱۵/۴ | ۰۳ | ۱۰/۵ |
| ۸۴ | ۷۳/۲ | ۶۸ | ۸۰/۶ | ۵۲ | ۳۴/۰ | ۳۶ | ۲۳/۲ | ۲۰ | ۱۵/۸ | ۰۴ | ۱۰/۷ |
| ۸۵ | ۷۵/۰ | ۶۹ | ۸۲/۵ | ۵۳ | ۳۴/۸ | ۳۷ | ۲۳/۷ | ۲۱ | ۱۶/۲ | ۰۵ | ۱۱/۰ |
| ۸۶ | ۷۶/۸ | ۷۰ | ۸۴/۵ | ۵۴ | ۳۵/۷ | ۳۸ | ۲۴/۳ | ۲۲ | ۱۶/۵ | ۰۶ | ۱۱/۳ |
| ۸۷ | ۷۸/۷ | ۷۱ | ۸۶/۶ | ۵۵ | ۳۶/۵ | ۳۹ | ۲۴/۹ | ۲۳ | ۱۶/۹ | ۰۷ | ۱۱/۵ |
| ۸۸ | ۸۰/۶ | ۷۲ | ۸۸/۷ | ۵۶ | ۳۷/۴ | ۴۰ | ۲۵/۵ | ۲۴ | ۱۷/۴ | ۰۸ | ۱۱/۸ |
| ۸۹ | ۸۲/۵ | ۷۳ | ۹۰/۹ | ۵۷ | ۳۸/۳ | ۴۱ | ۲۶/۱ | ۲۵ | ۱۷/۸ | ۰۹ | ۱۲/۱ |
| ۹۰ | ۸۴/۵ | ۷۴ | ۹۳/۱ | ۵۸ | ۳۹/۲ | ۴۲ | ۲۶/۷ | ۲۶ | ۱۸/۲ | ۱۰ | ۱۲/۴ |
| ۹۱ | ۸۶/۶ | ۷۵ | ۹۵/۳ | ۵۹ | ۴۰/۲ | ۴۳ | ۲۷/۴ | ۲۷ | ۱۸/۷ | ۱۱ | ۱۲/۷ |
| ۹۲ | ۸۸/۷ | ۷۶ | ۹۷/۶ | ۶۰ | ۴۱/۲ | ۴۴ | ۲۸/۰ | ۲۸ | ۱۹/۱ | ۱۲ | ۱۳/۰ |
| ۹۳ | ۹۰/۹ | ۷۷ | ۱۰۰ | ۶۱ | ۴۲/۲ | ۴۵ | ۲۸/۷ | ۲۹ | ۱۹/۶ | ۱۳ | ۱۳/۳ |
| ۹۴ | ۹۳/۱ | ۷۸ | ۱۰۲ | ۶۲ | ۴۳/۲ | ۴۶ | ۲۹/۴ | ۳۰ | ۲۰/۰ | ۱۴ | ۱۳/۷ |
| ۹۵ | ۹۵/۳ | ۷۹ | ۱۰۵ | ۶۳ | ۴۴/۲ | ۴۷ | ۳۰/۱ | ۳۱ | ۲۰/۵ | ۱۵ | ۱۴/۰ |
| ۹۶ | ۹۷/۶ | ۸۰ | ۱۰۷ | ۶۴ | ۴۵/۳ | ۴۸ | ۳۰/۹ | ۳۲ | ۲۱/۰ | ۱۶ | ۱۴/۳ |

فکر کنید

بین روش «دو عددی» و «دو عدد و یک حرف» چه تفاوت‌هایی وجود دارد؟

**مثال۴:** مقاومت SMD با کد ۲۴C چند اهم است؟

**پاسخ:** با مراجعه به جدول ۵ـ۱ عدد ۲۴ معادل مقدار ۱۷/۴ است و طبق جدول ۴ـ۱، حرف C بیانگر ضریب $۱۰^{۳}$ است. بنابراین مقدارمقاومت برابر است با:

$۲۴C = ۱۷/۴ \times ۱۰^{۳} = ۱۷/۴\ K\Omega$

**مثال ۵:** مقاومت با کد ۰۱H چند اهم است؟

**پاسخ:** کد۰۱ مطابق جدول ۵ـ۱ برابر ۱۰ و حرف H نیز بیانگر ضریب ۱۰۰ است. مقدار مقاومت برابر است با:

$۰۱H = ۱۰ \times ۱۰^{۲} = ۱۰۰۰\ \Omega = ۱\ K\Omega$

فعالیت

مقاومت‌های SMD مانند سایر قطعات دارای برگه اطلاعات یا Data sheet هستند. با مراجعه به سایت‌های علمی مربوط به Data sheet برگه اطلاعات چند نمونه مقاومت را بیابید و در خارج از ساعات درسی ترجمه کنید. محتوای ترجمه شده را با مطالب درج شده در این کلاس مقایسه کنید.

کار عملی۲

**انتخاب و خواندن مقادیرمقاومت‌های SMD**

**هدف:** کسب مهارت درشناخت قطعه و خواندن مقادیر اهمی مقاومت‌های SMD

**مواد، ابزار و تجهیزات:** قطعات SMD، فیبر اوراقی SMD ـ لوازم‌التحریر

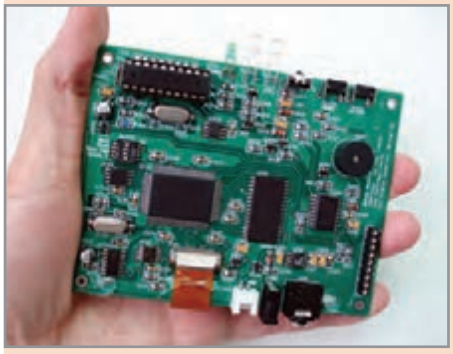
**مراحل اجرای کار**

۱ مقاومت‌های برد شکل ۱۹ـ۱ یا برد اوراقی دیگر را شناسایی کنید.

۲ مقدار مقاومت‌های آن‌را تعیین کنید.

۳ این مقاومت‌ها با چه استانداردی تطابق دارند.

۴ از چه نوع کدهایی برای این مقاومت‌ها استفاده شده است.

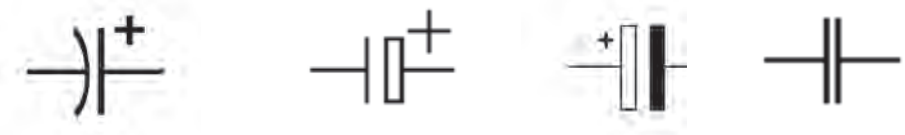


شکل ۱۹ـ۱

## ۶ـ۱ـ استانداردهای حاکم بر سایر قطعات

برای سایر قطعات SMD مانند خازن SMD، سلف، ترانزیستور و دیود نیز استانداردهایی وجود دارد که در ادامه به شرح آن می پردازیم.

■ **استاندارد حاکم بر خازن‌های SMD:** خازن برای ذخیره انرژی به‌صورت الکتروستاتیک در مدارات استفاده می‌شود. این قطعه را با حرف C نمایش داده و واحد آن فاراد (F) است. نماد شماتیکی خازن به‌صورت زیر است(شکل ۲۰ـ۱).



الف) خازن بدون قطب

ب) خازن‌های دارای قطب

شکل ۲۰ـ۱ـ نماد انواع خازن

خازن‌های SMD معمولاً از جنس الکترولیتی، سرامیکی و تانتالیوم هستند. رنگ خازن‌های سرامیکی قهوه‌ای و خاکستری است. این نوع خازن‌ها قطبیت ندارند. خازن‌های تانتالیوم SMD برخلاف خازن‌های سرامیکی دارای قطب مثبت و منفی هستند. رنگ خازن تانتالیوم SMD زرد است و قطب مثبت آن را با یک خط یا علامت «+» مشخص می‌کنند.

پژوهش

در بعضی از بردهای SMT، خازن تانتالیوم به رنگ سفید ـ سیاه است. رنگ سیاه، قطب منفی را مشخص می‌کند. شکل ۱ـ۲۱ و ۱ـ۲۲ و ۱ـ۲۳ شکل ظاهری سه نمونه خازن را نشان می‌دهد. تحقیق کنید آیا نام خازن‌هایی که در زیر شکل نوشته شده است صحیح است؟ سایر انواع خازن‌ها را بیابید و به کلاس ارائه کنید.




شکل ۱ـ۲۱ خازن معمولی SMD




شکل ۱ـ۲۲ خازن الکترولیتی SMD




شکل ۱ـ۲۳ خازن سرامیکی SMD و معمولی

بحث کنید

تمام خازن‌های استفاده شده در یک برد اوراقی را بیابید. چه نوع خازنی بیشتر مورد استفاده قرار گرفته است؟ از نظر ابعاد کدام نوع خازن کاربرد بیشتری دارد؟

## خواندن مقدار خازن‌های SMD

خواندن مقدار خازن‌های SMD مانند خازن‌های سرامیکی معمولی است. دو رقم اول نماینده دو رقم اول مقدار خازن و رقم سوم ضریب توان ده خازن یا تعداد صفرها است. در این روش مقدار خازن برحسب «پیکوفاراد» به‌دست می‌آید.

**مثال:**

$۱۰۴ = ۱۰ \times ۱۰^{+۴}\,PF = ۰/۱\,\mu F$

در برخی خازن‌ها مقدار ولتاژ را نیز با یک حرف نشان می‌دهند. در جدول ۱ـ۶، ولتاژ معادل هر حرف آمده است:

**جدول ۱ـ۶ نماد حروف و ولتاژ معادل آنها**

| نماد | G | J | A | C | D | E | V | T |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ولتاژ | ۴ | ۶/۳ | ۱۰ | ۱۶ | ۲۰ | ۲۵ | ۳۵ | ۵۰ |

کار عملی ۳

### انتخاب و خواندن مقادیر خازن‌های SMD

**هدف:** کسب مهارت درشناخت قطعه و خواندن مقادیر ظرفیت خازن‌های SMD

**مواد، ابزار و تجهیزات:** قطعات SMD، برد اوراقی SMD ـ لوازم‌التحریر

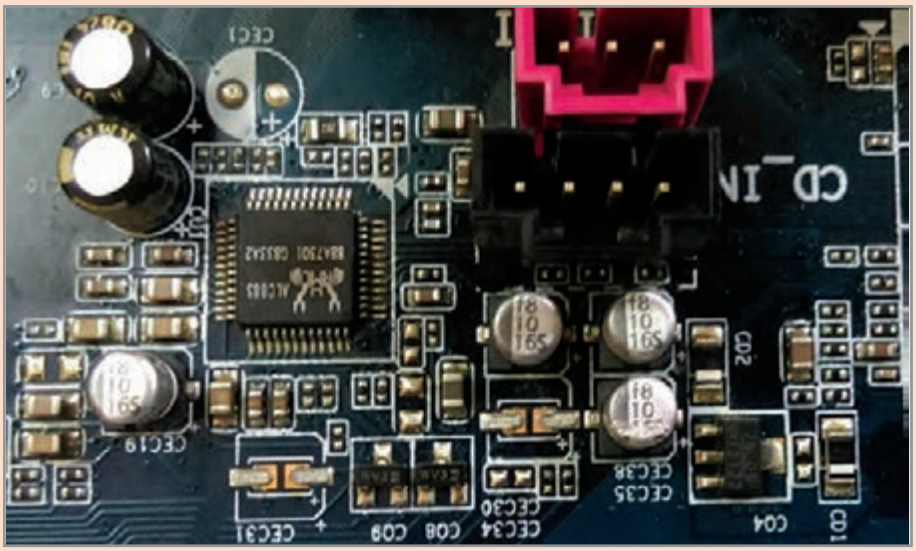
**مراحل اجرای کار**

۱ خازن‌های برد شکل ۲۴ـ۱ یا هر برد دیگری را شناسایی کنید.

۲ مقدار و نوع خازن‌های SMD را مشخص کنید و مقادیر مربوط به ۳ عدد خازن را در جدول ۷ـ۱ درج نمایید.

**جدول ۷ـ۱**

| ردیف | شماره خازن روی برد | نوع خازن | مقدار خازن در صورت امکان |
|---|---|---|---|
| ۱ | | | |
| ۲ | | | |
| ۳ | | | |



شکل ۲۴ـ۱

■ **استاندارد سلف (سیم‌پیچ)های SMD**: خاصیت القایی سیم پیچ را با حرف L نشان می‌دهند. در نقشه‌ها، سلف با علایم شکل ۲۵ـ۱ مشاهده می‌شود:



الف) سلف با هسته فریت ب) سلف متغیر دارای هسته فریت ج) سلف با هسته آهنی د) سلف با هسته هوا

**شکل ۲۵ـ۱ نماد انواع سلف**



شکل ۲۶ـ۱ سلف‌های SMD سفید و سیاه

برخی سلف‌ها دارای جهت هستند و هنگام مونتاژ و دمونتاژ باید به چگونگی قرار گرفتن آنها روی برد دقت کرد. معمولاً جهت قرار گرفتن قطعه روی برد با یک نقطه مشخص می‌شود. سلف‌های SMD بارنگ‌های سیاه و سفید ساخته می‌شوند، شکل ۲۶ـ۱. سلف‌های معمولی که به سلف‌های مقاومتی نیز معروف هستند، مانند مقاومت‌ها با رنگ سیاه ساخته می‌شوند.

برخی از سلف‌ها با روکش پلاستیک ساخته می‌شوند. در بعضی از بردها مجموعه‌ای از سیم‌پیچ‌ها در یک بسته شبیه به آی‌سی قرار گرفته‌اند. نمونه‌ای از این سلف‌ها در شکل ۲۷ـ۱ مشاهده می‌شود.




شکل ۲۷ـ۱ انواع سلف‌های SMD

سلف‌های مقاومتی معمولاً برای حفاظت در مقابل جریان استفاده می‌شوند. سلف‌های استوانه‌ای نیز بیشتر در مدارهای مختلف الکترونیکی به‌کار می‌روند. ترانس‌های SMD معمولاً مکعبی هستند. مانند ترانس‌های معمولی برای تطبیق امپدانس یا کوپلاژ و کاهش یا افزایش مقدار ولتاژ در مدار قرار می‌گیرند.

کار عملی ۴

**انتخاب و خواندن مقادیر سلف‌های SMD**

**هدف:** کسب مهارت درشناخت قطعه و خواندن مقادیر اندوکتانس سلف‌های SMD

**مواد، ابزار و تجهیزات:** قطعات SMD، فیبر اوراقی SMD ـ لوازم التحریر

**مراحل اجرای کار**

۱ سلف‌های SMD را در شکل ۲۸ـ۱ یا برد اوراقی دیگر مشخص کنید.




شکل ۲۸ـ۱

جدول ۸ـ۱

| ردیف | مشخصات سه نمونه سلف |
|---|---|
| ۱ | |
| ۲ | |
| ۳ | |

## استاندارد دیودهای SMD

دیود را با حرف D نمایش می‌دهند. دیود انواع مختلفی دارد که از مهم‌ترین آنها می‌توان به دیود زنر، مادون قرمز و دیود نورانی اشاره کرد. دیود معمولی برای یک‌سوسازی جریان و ولتاژ، دیودهای زنر برای تثبیت ولتاژ و دیودهای نورانی برای تولید نور به‌کار می‌رود. در مدارهای الکترونیکی دیود را به‌صورت شکل ۲۹ـ۱ نشان می‌دهند.



الف) دیود معمولی ب) دیود نورانی ج) دیود گیرنده مادون قرمز د) دیود زنر

شکل ۲۹ـ۱ نماد انواع دیودها

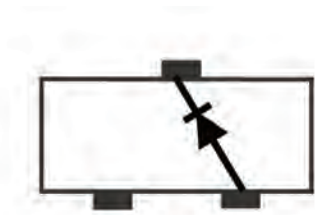
دیودهای SMD معمولی مانند مقاومت به رنگ سیاه بوده ولی اندازه آنها نسبت به مقاومت بزرگ‌تر است. چند نمونه دیود SMD را در شکل ۳۰ـ۱ مشاهده می کنید.



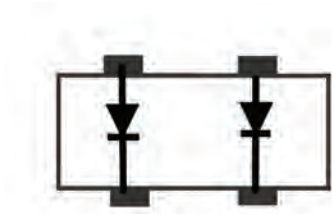

الف) دیود معمولی SMD ب) چند نمونه دیودSMD د) بسته دیودی شامل دو دیود

شکل ۳۰ـ۱ شکل ظاهری انواع دیود SMD

برخی دیودها از نظرشکل ظاهری شبیه به ترانزیستور و آی‌سی هستند. یافتن پایه‌های آند و کاتد این دیودها با مولتی‌متر امکان‌پذیر است. اتصالات داخلی دیودهایی که بسته‌بندی آنها بیش از دو پایه دارند، در شکل ۳۱ـ۱ و ۳۲ـ۱ مشاهده می‌شود.



شکل ۳۱ـ۱ دیود در بسته دارای سه پایه(ترانزیستوری)



شکل ۳۲ـ۱ دیود در بسته دارای چهار پایه

بارش فکری

توجه به نمونه‌هایی از دیودهای SMD که در شکل ۳۰ـ۱ آورده شده است، در قالب بارش فکری به سؤالات زیر پاسخ دهید و در نهایت جمع‌بندی کنید.

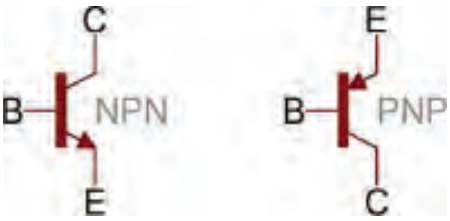
- علت استفاده از بسته‌هایی با سه پایه برای یک دیود چیست؟
- روش یافتن آند و کاتد دیود در بسته‌های دیودی چگونه است؟

جست و جو کنید

با مراجعه به فضای مجازی اطلاعات مربوط به دو نمونه از انواع دیودهای SMD را استخراج نموده و به کارگاه ارائه دهید.

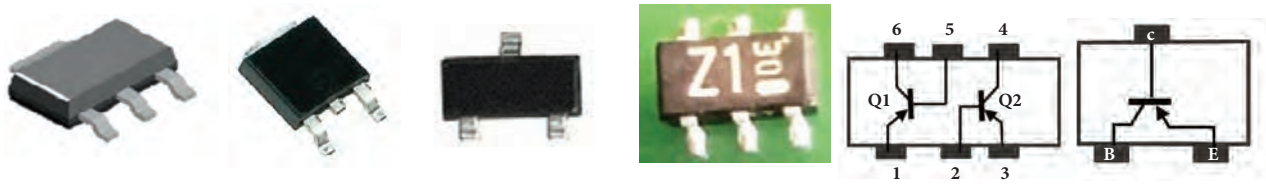
## استاندارد ترانزیستورهای SMD

در مدارهای الکترونیکی ترانزیستور برای کلیدزنی و تقویت‌کنندگی استفاده می‌شود. ترانزیستور را با حرف Q یا Tr نشان می‌دهند. نماد فنی ترانزیستور مثبت (PNP) و منفی (NPN) در شکل ۳۳ـ۱ نشان داده شده است.




شکل ۳۳ـ۱ نماد ترانزیستورهای مثبت و منفی

شکل ظاهری ترانزیستورهای SMD به‌صورت قطعاتی سه پایه یا چهار پایه به رنگ سیاه هستند. در برخی بردهای الکترونیکی، دو یا چند ترانزیستور به‌صورت یکپارچه در یک بسته‌بندی به‌صورت آی‌سی قرار می‌گیرد. شکل ظاهری چند نمونه ترانزیستور و اتصال داخلی دو نمونه ترانزیستور SMD در شکل ۳۴ـ۱ نشان داده شده است.




شکل ۳۴ـ۱ شکل ظاهری ترانزیستورهای SMD فشرده شده (compact) و اتصالات داخلی آن

تذکر

انواع دیگر قطعات الکترونیکی مانند تریستور و ترایاکSMD نیز از نظرشکل ظاهری مشابه ترانزیستور SMD هستند. برای شناسایی این قطعات باید با توجه به شماره فنی آی سی مراجعه کرد و اطلاعات مربوط به آن را از برگه اطلاعات یا دیگر منابع اطلاعاتی فنی استخراج نمود.

کار عملی ۵

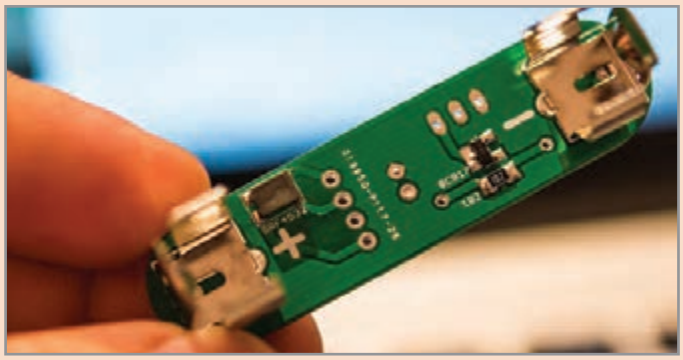
**انتخاب و خواندن دیود وترانزیستور SMD**

**هدف:** کسب مهارت درشناخت قطعه و خواندن نوع دیود و ترانزیستور SMD

**مواد، ابزار و تجهیزات:** قطعات SMD، فیبر اوراقی SMD - لوازم التحریر

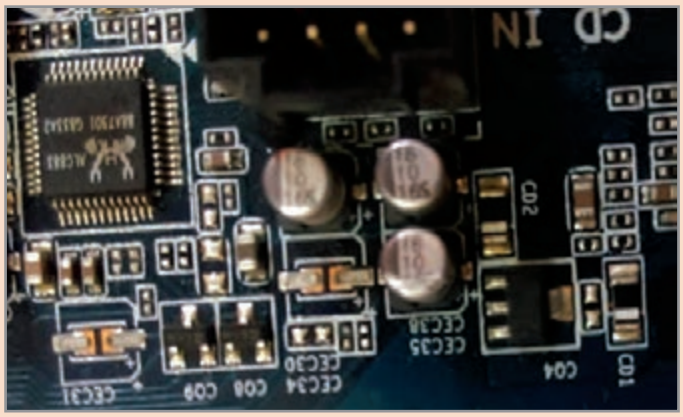
**مراحل اجرای کار**

۱ نوع قطعات SMD شکل ۳۵ـ۱، را مشخص کنید.



شکل ۳۵ـ۱

۲ ازروی برد قطعات شکل ۳۶ـ۱ یا از روی یک نمونه برد اوراقی، ترانزیستورهای SMD را مشخص کنید.



شکل ۳۶ـ۱

## ۱ـ۷ شست وشوی برد

قبل از هر مرحله مونتاژ و یا دمونتاژ قطعات باید برد مدار چاپی تمیز و از وجود هرگونه گرد و غبار و رطوبت پاک شود. برای این کار به مواد و ابزارهایی مانند اسپری خشک، فرچه نرم (قلم‌مو یا برس مویی نرم) و پمپ باد نیاز داریم. برای تمیز کردن برد باید ابتدا برد را توسط فرچه نرم یا پمپ باد ازگرد و غبار پاک کنیم. سپس برد را به‌وسیله اسپری خشک شست‌وشو دهیم.در نهایت با فرچه نرم تمام قسمت‌ها را به‌طور کامل سرویس کنید.
در صورت عدم دسترسی به اسپری، یا هزینه بالای آن، می‌توانید ازحلال‌های دیگر مانند تینر فوری (تینر ۱۰۰۰۰) نیز استفاده نمود. به‌جای فرچه نرم می‌توانید از مسواک نیز استفاده کنید. شکل ۳۷ـ۱ نحوه آغشته کردن فرچه به تینر و تمیز کردن برد را نشان می‌دهد.



**شکل ۳۷ـ۱ شست وشوی برد**

کار عملی ۶

**تمیزکردن برد اوراقی**

**هدف:** کسب مهارت در تمیزکردن برد مدار چاپی با قطعات SMD

**مواد، ابزار، تجهیزات:** برد اوراقی، دستمال، فرچه (قلم مو معمولی و مسواک)، جاروبرقی برای تولید هوای فشرده و تینر ۱۰۰۰۰ یا اسپری مخصوص

فیلم

فیلم نکات ایمنی مربوط به استفاده از مواد حلال پاک‌کننده و آتش‌زا را ببینید.

**مراحل انجام کار**

۱ برد اوراقی را توسط فرچه پهن از گرد و غبار پاک کنید.
۲ توسط اسپری خشک استاندارد، برد را شست‌وشو دهید.
۲ با استفاده از فرچه ذرات به جا مانده را از روی برد جدا کنید.
۴ برد را در جریان باد قرار دهید تا خشک شود.
۵ نتایج حاصل از این کار عملی را به‌طور خلاصه بنویسید.

.....

.....

.....

نکته ایمنی

مواد تمیزکننده مانند اسپری و تینر بسیار خطرناک و آتش‌زا هستند، هنگام کار با این مواد کلیه نکات ایمنی را رعایت کنید.

## الگوی پرسش

۱ تجهیزاتی که برای برداشتن قطعه دمونتاژ شده از روی برد استفاده می‌شود را، در شکل ۳۸ـ۱ علامت بزنید:





شکل۳۸ـ۱

۲ رفع عیب قطعی فیبر مدارهایی که هنگام دمونتاژ به‌وجود آمده است، با استفاده از ..... انجام می‌شود.

۳ با مراجعه به جداول مرتبط مقدار واقعی مقاومت های زیر را بیابید:

الف) 4K7M ب) 1R0 ج) 76B د) 09R

۴ در تصویر برد مدار چاپی شکل ۳۹ـ۱ یا از روی برد مدار چاپی اوراقی خازن‌های SMD را مشخص کنید.

۵ مقاومت‌های سبز از مشکی دقیق‌تر هستند.

صحیح ☐ غلط ☐

۶ خازن‌های تانتالیوم SMD اکثراً به رنگ..... هستند.

الف) آبی ب) سبز

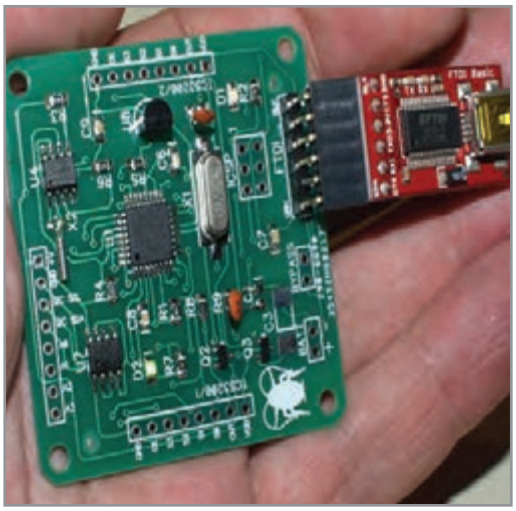
ج) خاکستری د) زرد

۷ مقاومت‌های ..... خطای ۵ درصد دارند.

الف) مشکی ب) سبز

ج) آبی د) گزینه ب و ج

۸ مقاومت 7K4J معادل مقاومتی با اهم ..... است (با مراجعه به جدول).



شکل۳۹ـ۱ شست وشوی برد

الف) ۷۴ KΩ ± ٪۵ ب) ۷۴ KΩ ± ٪۱۰ ج) ۷/۴ KΩ ± ٪۵ د) ۷/۴ KΩ ± ٪۱۰

۹ مقاومت با کد ۲۳۰۲ چند اهم است (با مراجعه به جدول) ؟
الف) ۲۳۰ کیلو اهم ب) ۲۳ کیلو اهم ج) ۲۳۰/۲ کیلو اهم د) ۲۳۰ اهم

۱۰ با مراجعه به جدول مربوطه، کد ۹۶X معادل کدام مقاومت است؟
الف) ۶/۹۷ کیلو اهم ب) ۹۷/۶ اهم ج) ۶/۹۷ اهم د) ۹۷۶ کیلو اهم

۱۱ از وکیوم برای ..... استفاده می‌شود.
الف) حمل قطعه دمونتاژ شده ب) تسهیل لحیم‌کاری ج) سرویس برد د) برداشتن قلع اضافه

۱۲ آی‌سی‌هایی که پایه‌های آنها در کف و زیر قطعه است را چه می‌نامند؟
الف) BGA ب) QFTP ج) BGY د) گزینه الف و ج

**آزمون عملی ۱**

**سرویس برد به کمک تینر یا محلول مناسب دیگر**

**هدف:** کسب مهارت در تمیزکردن برد مدار چاپی با قطعاتSMD

**مواد، ابزار، تجهیزات:** برد اوراقی، دستمال، فرچه (قلم‌مو معمولی و مسواک)، جاروبرقی برای تولید هوا، تینر ۱۰۰۰۰

نکته‌ایمنی

مواد تمیزکننده مانند اسپری و تینر بسیار خطرناک وآتش زا هستند، این مواد را از دسترس کودکان دور نگه‌دارید و بعد از اتمام کار ، دست و صورت خود را با مایع شست و شوی دست و آب بشویید. چنانچه این مواد با پوست بدن شما تماس پیدا کرد، بلافاصله با آب بشویید و در صورت احساس سوزش یا درد مداوم به پزشک مراجعه کنید.

**مراحل انجام کار**

۱ برد را به‌وسیله فرچه پهن از گرد و غبار پاک کنید.
۲ فرچه نرم را به میزان لازم با تینر آغشته کنید.
۳ فرچه را روی محل کار بکشید و قطعه کار را تمیز کنید.
۴ برد را در جریان باد قرار دهید تا خشک شود.
۵ نتایج حاصل از این کار عملی را به‌طور خلاصه بنویسید.

.....

.....

.....

**آزمون عملی ۲**

**قطعه‌شناسی (مقاومت)**

**هدف:** کسب مهارت در تمیزکردن برد مدار چاپی با قطعات SMD

**مواد، ابزار، تجهیزات:** برد اوراقی، دستمال

**مراحل انجام کار**

۱ تمامی مقاومت‌های موجود روی برد اوراقی را شناسایی نمایید.

۲ مقدار واقعی مقاومت را از مقدار نوشته شده روی آن محاسبه کنید.

۳ با مولتی‌متر مقدار اهم مقاومت را اندازه بگیرید.

۴ نتایج محاسبه شده و اندازه‌گیری مقاومت‌ها را با هم مقایسه نمایید.

۵ نتایج حاصل از این کار عملی را به‌طور خلاصه بنویسید.

.....

.....

**آزمون عملی ۳**

**قطعه‌شناسی ـ سلف و خازن**

**هدف:** کسب مهارت درشناسایی قطعات SMD مانند سلف و خازن

**مواد، ابزار، تجهیزات:** برد اوراقی، دستمال

**مراحل انجام کار**

۱ تمامی سلف‌ها و خازن‌های روی برد اوراقی را شناسایی کنید.

۲ نوع خازن‌های به‌کار رفته در برد را مشخص نمایید.

۳ در صورت داشتن کد روی قطعه، آن را به مقدار واقعی تبدیل کنید.

۴ با استفاده از مولتی‌متر مقدار خازن و سلف را اندازه بگیرید و نتیجه را با مرحله قبل مقایسه کنید.

۵ نتایج حاصل از این کار عملی را به طور خلاصه بنویسید.

.....

.....

**آزمون عملی ۴**

با مراجعه به کتاب‌های خود، یک نمونه آزمون نظری و یک نمونه آزمون عملی طراحی کنید و پاسخ‌های آنها را نیز بنویسید. سپس آن را به مربی خود تحویل دهید تا مورد ارزیابی قرار گیرد.

**آزمون نظری**

.....

**آزمون نظری**

.....

## ارزشیابی شایستگی

**شرح کار:**

۱ آماده‌سازی ابزار مواد و تجهیزات مرتبط با مونتاژ و دمونتاژ قطعات SMD
۲ برگه اطلاعات قطعات SMD و استخراج اطلاعات مهم
۳ خواندن کدهای مرتبط با قطعات SMD
۴ تشریح عملکرد مواد، ابزار و دستگاه‌های مرتبط با قطعات SMD
۵ استخراج اطلاعات مهم مرتبط با ابزار، مواد و دستگاه‌ها از منابع اطلاعاتی

**استاندارد عملکرد:**

تشریح عملکرد ابزار و دستگاه مونتاژ و دمونتاژ قطعات SMD مطابق با استاندارد تعریف شده

**شاخص‌ها:**

۱ انتخاب ابزار و مواد و دستگاه‌های استاندارد (۵ دقیقه)
۲ تشریح اصطلاحات فنی، کدهای مرتبط با ابعاد و شکل قطعات SMD (۱۰ دقیقه)
۳ خواندن مشخصات قطعات SMD از روی قطعه و برگه اطلاعاتی (۱۵ دقیقه)

**شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:**

**شرایط:** مکان انجام کار با کف عایق یا آنتی‌استاتیک ـ نور مناسب برای کارهای ظریف (مونتاژکاری) ـ ابعاد حداقل ۶ مترمربع و دارای تهویه یا پنجره ـ دمای طبیعی (۱۸°C ـ ۲۷°C) و مجهز به وسایل اطفای حریق ـ میزکار استاندارد با ابعاد L۱۸۰ × D۸۰ × H۸۰cm مجهز به فیوز حفاظت جان ـ فرد با لباس کار ـ انجام کار در حال نشسته ـ دست‌بند الکترواستاتیک ـ مجهزبه ماسک ـ هویه هوای گرم

**ابزار و تجهیزات:** ابزار عمومی لحیم‌کاری ـ هواکش ـ برد مدار چاپی ـ قطعات SMD برد مستعمل (اوراقی) الکترونیکی قطعات SMD ـ ابزار عمومی برق یا الکترونیک ـ قطعات الکترونیکی مورد نیاز ـ لباس کار ـ فرهنگ لغات (انگلیسی به فارسی) ـ میزکار برق ـ هویه هوای گرم ـ پنس ـ ذره بین

**معیار شایستگی:**

| ردیف | مراحل کار | حداقل نمره قبولی از ۳ | نمره هنرجو |
|---|---|---|---|
| ۱ | شرح استانداردهای حاکم بر قطعات SMD | ۱ | |
| ۲ | خواندن مشخصات قطعات SMD | ۲ | |
| ۳ | تشریح عملکرد و آماده‌سازی ابزار و دستگاه‌های استاندارد مرتبط با قطعات SMD | ۲ | |
| | شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش:<br>۱ـ رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها<br>۲ـ دقت و تمرکز در اجرای کار<br>۳ـ شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر<br>۴ـ اخلاق حرفه‌ای | ۲ | |
| | **میانگین نمرات** | | * |

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

# واحد یادگیری ۲

## پیاده‌سازی قطعات SMD

### آیا تا به حال فکر کرده‌اید

- چگونه می‌توان به تعمیر بردهای SMT پرداخت؟
- چگونه می‌توان قطعات SMD را از روی برد جدا کرد؟
- هنگام پیاده کردن قطعات SMD چه نکات ایمنی باید رعایت شود؟
- چه نکاتی را باید رعایت کنیم تا برد SMT آسیب نبیند؟
- لحیم‌کاری روی قطعات SMD با لحیم‌کاری روی قطعات TH چه تفاوت‌هایی دارد؟

در واحد یادگیری قبل با قطعات SMD، با ابزار و دستگاه‌های آن آشنا شدید. در این واحد یادگیری می‌خواهیم به دمونتاژ یا پیاده سازی قطعات SMD بپردازیم. پیاده‌سازی قطعات SMD دارای پیچیدگی‌های خاص است که در فرایند اجرای کار باید به آن توجه شود.

از آن‌جا که روی بردهای SMD قطعات متعددی که دارای کارایی‌های متفاوت هستند نصب شده است، ضرورت دارد هنگام دمونتاژ قطعات، به محدودیت‌ها و استانداردهای تعریف شده برای برد و قطعات نصب شده روی آن دقت کنیم و از ابزار مرتبط و ویژه دمونتاژ استفاده نماییم. مشاهده فیلم‌های مربوط به هر قسمت به دفعات متعدد ضرورت دارد. سعی کنید قبل از شروع کار با مشاهده فیلم‌ها میزان مهارت و توانایی‌های خود را از نظر مهارتی، دانشی و نگرشی بالا ببرید تا بتوانید شایستگی لازم را در دمونتاژ قطعات SMD کسب کنید. همچنین در فرایند کار به اجرای نکات ایمنی توجه خاص داشته باشید.

### استاندارد عملکرد

پیاده‌سازی قطعات SMD از روی برد اوراقی براساس استانداردهای تعریف شده

## ۱ـ۲ مواد، ابزار وتجهیزات مورد نیاز

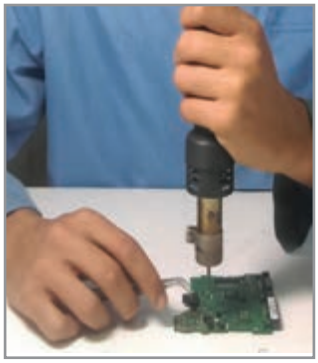
هویه هوای گرم با نازل‌های متفاوت، برد اوراقی، پنس، دستگاه وکیوم، دستمال پارچه‌ای نخی، اسپری تمیزکننده برد مدار چاپی، تینر ۱۰۰۰۰، فرچه (قلم‌مو یا برس مویی)، مسواک مستعمل

## ۲ـ۲ پیاده‌سازی (دمونتاژ) قطعات SMD (مقاومت، سلف و خازن)

فیلم

فیلم مربوط به روش صحیح دمونتاژ قطعات SMD را مشاهده کنید.

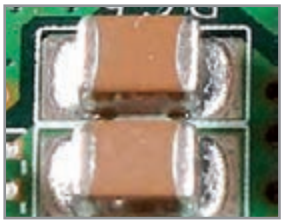
■ برای پیاده‌سازی انواع قطعات SMD، ابتدا باید میزان دما و میزان شدت وزش هوای خروجی دستگاه هویه هوای گرم را با توجه به استانداردهای تعریف شده برای قطعه تنظیم کنیم. میزان دما با توجه به جنس برد و نوع قطعه تعیین می‌شود. برای کارهای معمولی دمای بین ۳۰۰ تا ۴۰۰ درجه مناسب است. میزان خروجی هوای گرم نیز باید در حدی تنظیم شود که قطعات از روی برد به اطراف پرتاب نشوند. پس از تنظیم دستگاه، قبل از شروع کار دمونتاژ، محدوده کار روی برد را با استفاده از فرچه تمیز کنید و با مایع مناسب و استاندارد شست‌وشو دهید تا هرگونه گرد و غبار اضافی از روی برد پاک شود. سپس مقداری خمیر فلاکس روی پایه‌های قطعه اضافه کنید تا دمونتاژ آسان‌تر شود.



شکل ۱ـ۲ دمونتاژ برد با تکنولوژی SMT

مطابق شکل ۱ـ۲، هیتر را به آرامی و به‌صورت عمود روی پایه‌های قطعه بگیرید و حرارت دهید. برای جدا کردن آی‌سی‌ها از روی برد، دقت کنید تا به تمام پایه‌های آی‌سی حرارت یکنواخت داده شود. بعد از مدتی کوتاه، با پنس یک ضربه بسیار ضعیف به قطعه بزنید. اگر تمام پایه‌های قطعه از برد جدا شده باشد می‌توانید آن را به‌وسیله پنس یا دستگاه وکیوم بردارید.

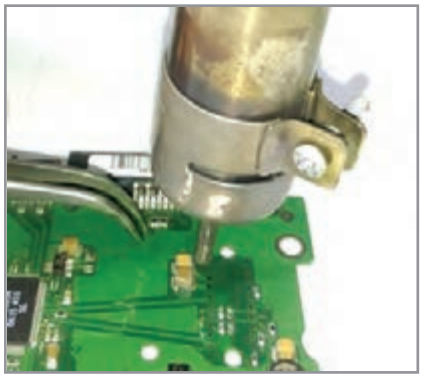
■ **جدا کردن مقاومت، سلف و خازن‌های SMD از روی برد فیبر مدار چاپی:** چون این قطعات تنها دو پایه دارند، جداسازی آنها به کمک هیتر از روی برد فیبر مدار چاپی به آسانی صورت می‌گیرد، شکل ۲ـ۲. برای برداشتن این قطعات باید پایه‌ها را به طور متناوب حرارت دهیم. یعنی طبق شکل ۳ـ۲، پس از حرارت دادن یک پایه به مدت کوتاه، به پایه دیگر حرارت می‌دهیم. حرارت دادن به پایه‌ها را تا ذوب شدن لحیم هر دو پایه ادامه می‌دهیم. هنگام دمونتاژ این قطعات باید دقت کنید که میزان هوای خروجی از هیتر زیاد نباشد. در غیر این صورت قطعه به اطراف پرتاب می‌شود. به خازن‌های الکترولیت نباید حرارت زیاد داد، زیرا سبب انفجار آنها می‌شود.







شکل ۲ـ۲ انواع خازن SMD





شکل ۳ـ۲ دمونتاژ خازن سرامیکی و الکترولیت SMD

فیلم

فیلم مربوط به روش صحیح دمونتاژ انواع خازن را مشاهده کنید.

بارش فکری

اگر به تمام قسمت‌های مقاومت یاخازن به‌طور یکنواخت حرارت دهیم قطعه برداشته می‌شود. چرا این روش اصولی نیست؟

کار عملی ۱

**پیاده‌سازی مقاومت، خازن و سلف SMD**

**هدف:** کسب شایستگی در دمونتاژ مقاومت، خازن و سلف SMD ازروی برد مدار چاپی

**مواد، ابزار و تجهیزات:** هویه هوای گرم ـ خمیر فلاکس ـ پنس ـ برد اوراقی

**مراحل اجرای کار:**

۱ قسمتی از برد مدارچاپی اوراقی که می‌خواهید روی آن کارکنید را شست‌وشو دهید.

۲ چند نمونه مقاومت با استانداردهای مختلف را از روی برد جدا کنید. آیا در پیاده‌سازی آنها تفاوتی مشاهده می‌شود؟ تنظیمات هیتر و زمان لازم برای دمونتاژ همه آنها یکسان است؟ نتیجه را شرح دهید.

.....

.....

۳ چند نمونه خازن الکترولیت، سرامیکی و تانتالیوم را از روی برد جدا کنید. دمونتاژ هر یک از این خازن‌ها چه تفاوتی با یکدیگر دارند؟ شرح دهید.

نکته‌ایمنی

حرارت زیاد باعث انفجار خازن‌های الکترولیتی وذوب شدن قسمت‌های پلاستیکی آنها می‌شود. هنگام دمونتاژ به این نکته باید توجه داشته باشید و آن را در کلیه فرایندها رعایت کنید.

۴ چند نمونه سیم پیچ (سلف) را از روی برد اوراقی SMD جدا کنید.

## ۳ـ۲ دمونتاژ انواع آی‌سی‌ها

### آی‌سی‌های خرچنگی (مربعی پایه‌دار ـ چهار طرفه)

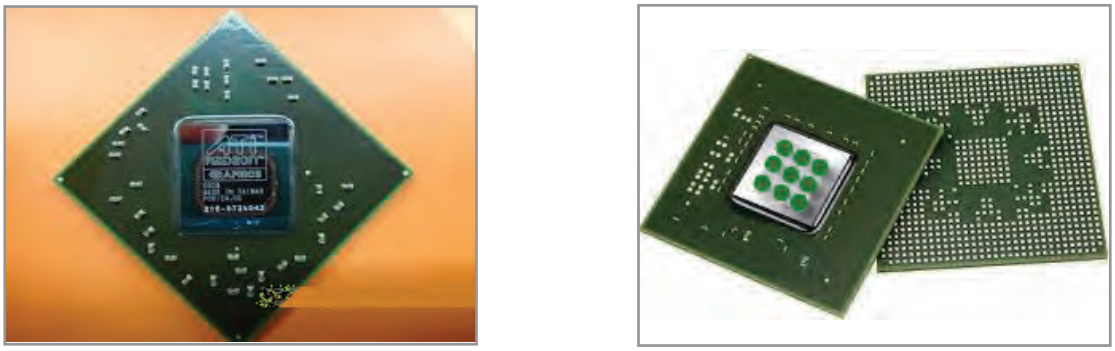
تعداد پایه‌های این نوع آی‌سی‌ها بسیار زیاد است و از چهار طرف آی‌سی خارج می‌شود، به همین دلیل به آن، آی‌سی خرچنگی می‌گویند. و هنگام کار با این آی‌سی‌ها باید خیلی دقیق عمل شود. با توجه به استانداردهای تعریف شده، درجه حرارت هیتر را روی دمای ۴۰۰ تا ۵۰۰ (یا درجه ۵) و درجه هوای خروجی را روی درجه ۳ یا ۴ تنظیم کنید. پس از تنظیم هیتر و تمیزکردن محدوده کار، پایه‌های آی‌سی را به خمیر فلاکس آغشته کنید. سپس پایه‌های آی‌سی را به‌طور کاملاً یکنواخت حرارت دهید، پس از مدتی با مشاهده حالت جدا شدن آی‌سی، می‌توانید آن را با پنس یا وکیوم جداکنید. دقت کنید پنس با پایه‌های آی‌سی برخورد نکند. آی‌سی را از دو نقطه از دو انتهای قطری آن با پنس بگیرید و آن را بردارید. در صورتی‌که نتوانید آی‌سی را با پنس بردارید، باید از دستگاه وکیوم استفاده کنید. شکل ۴ـ۲ مراحلی از اجرای کار را نشان می‌دهد.



شکل ۴ـ۲ دمونتاژ آی‌سی‌های چهار طرفه (خرچنگی)

### آی‌سی‌های BGA

از آنجا که پایه‌های این نوع از آی‌سی‌ها درکف و زیر قطعه قرار دارد، مشاهده نمی‌شوند باید قبل از برداشتن، محل قرار گرفتن آن را روی برد دقیق یادداشت کنید، شکل ۵ـ۲تصویریک نمونه آی‌سی پایه از کف یا BGA را نشان می‌دهد. نشانه‌گذاری با توجه به قطعات اطراف آی‌سی کمک خوبی برای اجرای صحیح این کار است. لازم است جهت قرارگرفتن آی‌سی (ترتیب پایه‌ها) نیز مشخص شود. معمولاً جهت آی‌سی با نوشته‌ها و علایم روی بُرد و روی آی‌سی مشخص می‌شود. این مورد را نیز باید یادداشت کنید.



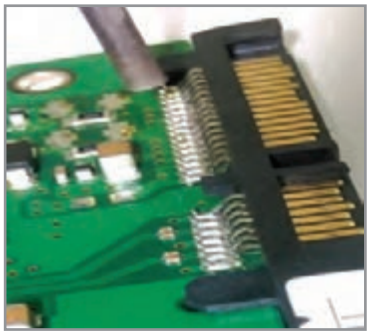
شکل ۵ـ۲ آی سی‌های BGA

## ۲ـ۴ برداشتن کانکتورهای SMD با پوشش پلاستیکی

برخی از قطعات اتصال‌دهنده‌ها (کانکتورها) دارای پوشش پلاستیکی هستند، شکل۲ـ۶. برای جداکردن این کانکتورها می‌توانید طبق شکل۲ـ۷، با توجه به نوع پایه‌های کانکتور به‌طور مستقیم به پایه‌ها حرارت دهید. درصورت عدم امکان حرارت مستقیم می‌توانید طبق شکل۲ـ۸ از زیر برد حرارت دهید و قطعه را بردارید. روش دیگر، قرار دادن پارچه خیس روی قطعه و حرارت دادن آن است. روش اصلی و ایمن برای برداشتن این نوع قطعات استفاده از هیتر مادون قرمز می‌باشد که تنها قلع را ذوب می‌کند و به قسمت‌های پلاستیکی آسیبی نمی‌رساند.



شکل ۲ـ۶ کانکتور پلاستیکی SMD



شکل۲ـ۷ حرارت دادن مستقیم



شکل ۲ـ۸ حرارت از زیر برد

## ۲ـ۵ استفاده از سشوار صنعتی برای دمونتاژ قطعات

سشوارهای صنعتی از نظر ظاهر شبیه سشوارهایی است که برای خشک کردن مو به‌کار می‌رود. این سشوارها می‌توانند حرارت و هوای بیشتری تولید کنند و توان بیشتری دارند. به همین دلیل برای دمونتاژ قطعاتی که با هیتر به سختی جدا می‌شوند از سشوار صنعتی استفاده می‌کنند. هیتر صنعتی را سشوار صنعتی نیز می‌نامند. در شکل ۲ـ۹ نمونه‌ای از سشوارهای صنعتی با امکان اتصال نازل‌های مختلف را مشاهده می‌کنید.





شکل ۲ـ۹ نمونه‌ای از سشوارهای صنعتی با امکان اتصال نازل‌های مختلف

### روش استفاده

میزان شدت هوای خروجی از هیتر صنعتی و دمای آن توسط کلیدهای نصب شده روی سشوار تنظیم می‌شود. با حرکت یکنواخت سشوار و حرارت دادن به قطعه، لحیم پایه‌ها ذوب شده و قطعه برداشته می‌شود. از آنجا که در برخی از هیترهای صنعتی، نازل‌های مختلف وجود ندارد، لازم است روی قطعات و اطراف قطعه مورد نظر چسب نسوز زده شود.

کار عملی ۱

**پیاده‌سازی یک آی‌سی BGA**

**هدف:** کسب شایستگی در دمونتاژ یک آی سی از برد SMD

**مواد، ابزار و تجهیزات:** هویه هوای گرم - سشوار صنعتی ـ پنس ـ برد اوراقی

**مراحل اجرای کار**

۱ یک آی‌سی BGA را یک بار توسط هیتر و یک بار توسط سشوار صنعتی دمونتاژ کنید. هر دو حالت را با هم مقایسه نموده و در قالب یک گزارش در کلاس ارائه دهید.

فیلم

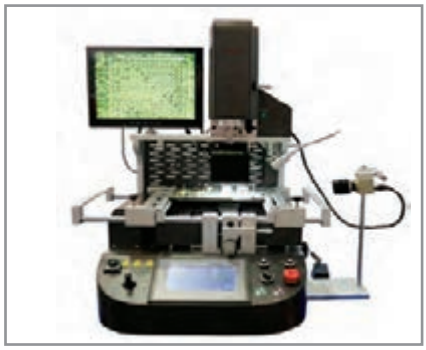
فیلم مربوط به هیترهای صنعتی را ببینید.

## ۶ـ۲ هیترهای صنعتی

برای جدا کردن قطعات حساس SMD مانند آی‌سی‌های کارت گرافیک در لپ‌تاپ‌ها یا قطعاتی که روی بردهای چند لایه قرار گرفته‌اند نیاز به دقت بسیار بالا برای دمونتاژ دارند. برای دمونتاژ این قطعات از هیترهای صنعتی استفاده می‌شود. در شکل ۱۰ـ۲، یک نمونه از این نوع هیتر را مشاهده می‌کنید. این هیتر از قسمت‌های زیر تشکیل شده است:

### دوربین مدار بسته

این دوربین برای نشان دادن قطعه مورد نظر به‌کار می‌رود. با استفاده از دوربین مداربسته می‌توانید مکان دقیق پایه‌های قطعات را روی برد مدار چاپی ببینید. در شکل ۱۱ـ۲ صفحه نمایش (مانیتور) یک نمونه از این نوع دوربین را مشاهده می‌کنید.

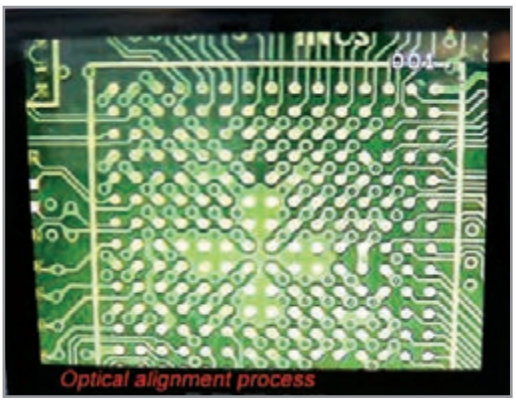


شکل ۱۰ـ۲ هیتر صنعتی




شکل ۱۱ـ۲ مانیتور و تصویر دوربین مدار بسته

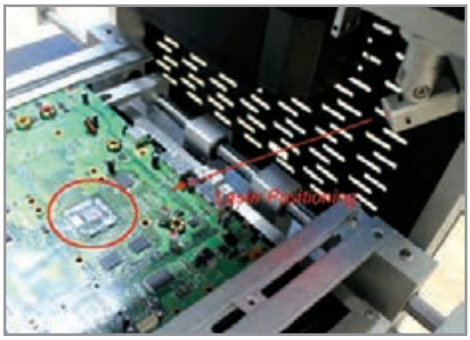
همچنین هنگام مونتاژ توسط این دستگاه نیز می‌توان با دقت خیلی زیاد چگونگی قرار گرفتن قطعه‌ها و اتصال‌های آنها را مورد بررسی قرار داد، شکل ۱۲ـ۲.






**شکل ۱۲ـ۲ مشاهده وضعیت پایه ها**

■ **لیزر:** برای نشان دادن و تمرکز دستگاه روی قطعه مورد نظر برای دمونتاژ به‌کار می‌رود، شکل ۱۳ـ۲.



**شکل ۱۳ـ۲ لیزر**

■ **هیتر:** قسمت حرارتی برای دمونتاژ قطعات و ذوب لحیم‌ها به‌کار می‌رود.

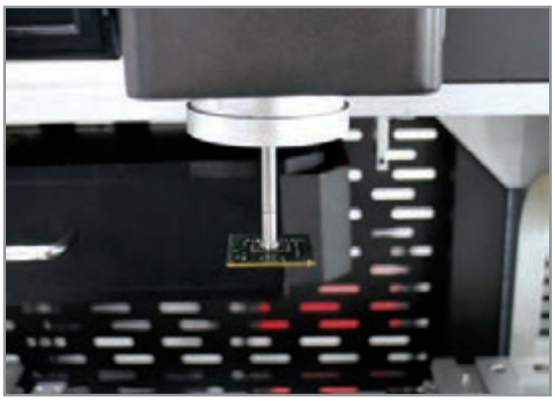
■ **وکیوم:** برای برداشتن قطعه دمونتاژ شده از روی برد مورد استفاده قرار می‌گیرد. در شکل ۱۴ـ۲ عمل وکیوم کردن دستگاه برای برداشتن یک قطعه SMD نشان داده شده است.

فعالیت

تهیه فهرست قیمت: ابتدا فهرستی از قطعات، مواد، ابزار و دستگاه‌های مورد نیاز تهیه کنید. سپس با مراجعه به رسانه‌ها و مراکز مختلف قیمت آنها را استخراج کنید و در جدول ۱ـ۲ بنویسید. نتیجه را به‌صورت گروهی به بحث بگذارید.

جدول ۱ـ۲

| برآورد قیمت قطعات، مواد، ابزار و دستگاه‌های مورد نیاز برای دمونتاژ قطعات SMD | | |
|---|---|---|
| ردیف | مشخصات فنی | قیمت |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| نام و نام خانوادگی تهیه کننده: ..... تاریخ : ..... | | |

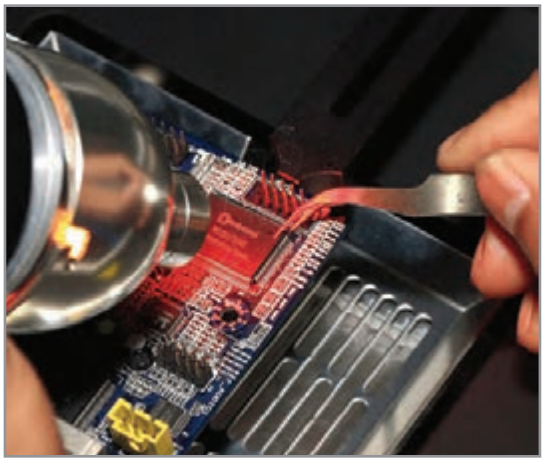


شکل ۱۴ـ۲ وکیوم هیتر صنعتی

## ۷ـ۲ هیترهای مادون قرمز (IR)

این هیترها با تابش اشعه مادون قرمز، قلع پایه‌ها را ذوب می‌کنند. هیترهای مادون قرمز برای جداسازی قطعات خاص مانند آی‌سی‌های BGA و یا BGY به‌کار می‌رود. در شکل ۱۵ـ۲ یک هیتر مادون قرمز مشاهده می‌شود.





شکل ۱۵ـ۲ هیتر مادون قرمز (IR)

کار عملی۲

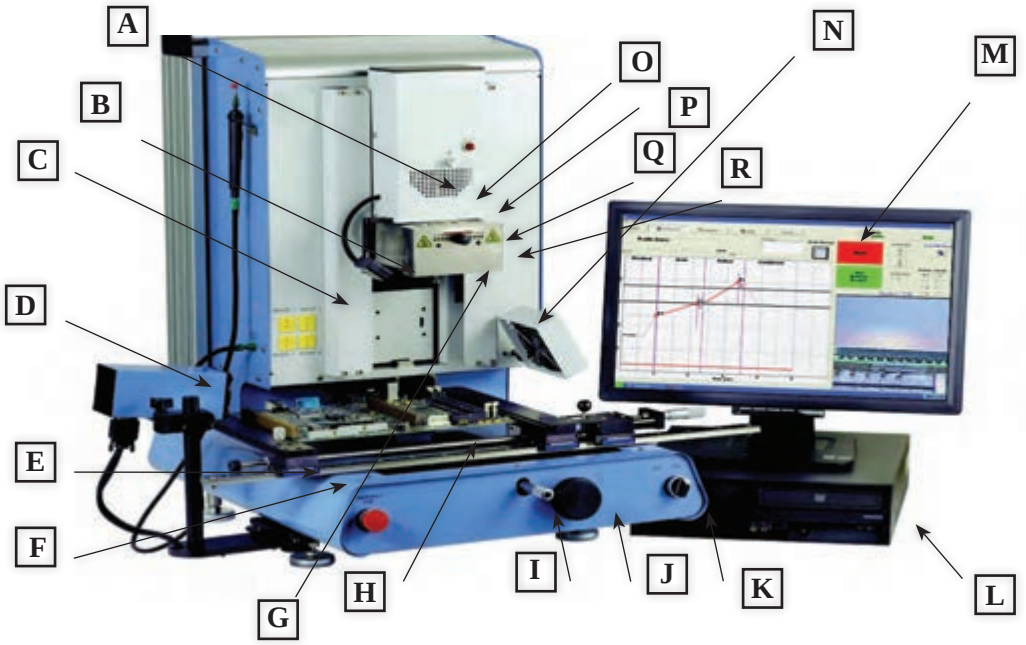
**تعیین اجزای مختلف یک هیتر صنعتی**

**هدف:** کسب شایستگی برای شناختن اجزای یک دستگاه هوای گرم (Heater) مادون قرمز (IR)

**مواد، ابزار و تجهیزات:** لوازم‌التحریر، دفترچه راهنمای دستگاه هوای گرم

**مراحل اجرای کار**

۱ شکل ۱۶ـ۲ قسمت‌های مختلف یک هیتر مادون قرمز را نشان می‌دهد. با توجه به دفترچه راهنمای دستگاه که در ادامه آمده است و فیلم نمایش داده شده، نام قسمت‌های مختلف را در کنار شکل ۱۶ـ۲ مشخص کنید.




شکل ۱۶ـ۲ هیتر مادون قرمز IR

## یک نمونه راهنمای کاربرد هیتر مادون قرمز به زبان انگلیسی

| | |
|---|---|
| A. Reflow Head | Contains the top - side heater and moves up and down via an electric motor that is controlled through the software. The reflow head is clutched to control downward force. |
| B. IR sensor | Used to measure temprature on top of component as the primary means of developing a profile. |
| C. Sensor Inputs | The sensor inputs are K-type thermo-couples. Measured temperatures are displayed through the PC software in real time for use in making profile graphs. |
| D. Sodr-Cam | Used for "real-time" viewing of solder ball melting. |
| E. Board Holder | Fine adjustment of both the X and Y direction is achieved by using the adjusting knobs on the end of the holder for X and on the front of the machine for Y. The right side of the holder is spraing loaded to hold the PCB securely. |
| F. Bottom Heater | Powerful IR heating source used to provide bottom-side board heating and is adjustable to a height of 1.5". |
| G. Emergency Off Switch | In case an emergency shut down is necessary, press this button. |
| H. Optics Housing | Contains the camera and beam splitter (prism). The housing extents and retracts automatically during operation and the lights for the optics will turn on/off automatically when the housing is extended/retrasted. |
| J. Micrometer Dials | Precision "x" and "y" axis board alignment micrometer dials for accurate positioning and aligning of component to PCB. |
| K. Bottom Heater Height Adjust | Used to adjust the height of the heater with respect to adjustment knob the bottom-side board surface. Can be raised to a maximum of 1.5" height. |

| | |
|---|---|
| L. On/Off Switch | Used to turn the system on or off. when turning off the system, always turn off the PC using the windows interface first. When starting the system, always turn on the IR ۳۰۰۰ before starting the PC software. |
| M. Keyboard | Used to enter information into software. |
| N. Mouse | Used to enter information into software. |
| P. Display Monitor | Display PC software. |
| Q. Cooling Fan | The component and PCB are cooled by the coling fan, and can be activated automatically after the reflow cycle is compelet or operated manually. |
| R. Aperture Adjustment knobs | Used to change the size and/or shape of IR pattern to the size of the component being rewoeked. |
| S. Theta Dial | Enables 360 degree rotation of component for alignment to PCB. |
| T. IR Heater Indictor | Neon heater lamp indicates topside IR heater activity. |

کار عملی ۳

**بازدید**

جلسه بازدید از یک مرکز که بردهای الکترونیکی با قطعات SMD را تهیه می‌کنند، برنامه‌ریزی شود و از قبل اهداف بازدید برای هنرجویان مشخص شود و از آنان خواسته شود که گزارش نسبتاً جامعی از فرایند تولید مدار چاپی با استفاده از هیتر صنعتی و هیتر مادون قرمز ارائه کنند.

## الگوی پرسش عملی

### ■ دمونتاژ مقاومت

☑ برد اوراقی را سرویس کنید.
☑ مقاومت‌های برد را شناسایی کنید.
☑ هیتر را تنظیم کنید.
☑ پایه‌های حداقل سه مقاومت را به خمیر فلاکس آغشته کرده و آن را از برد جدا کنید.
☑ گزارش عملکرد و مشکلات خود را در سه سطر بنویسید.

.....

.....

.....

## دمونتاژ خازن

☑ برد اوراقی را سرویس کنید.
☑ خازن‌های برد را شناسایی کنید.
☑ هیتر را تنظیم کنید.
☑ پایه‌های حداقل دو نمونه خازن را به خمیر فلاکس آغشته کرده و آن‌را از برد جدا کنید.
☑ گزارش عملکرد و مشکلات خود را در سه سطر بنویسید.

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

## دمونتاژ آی سی

☑ برد اوراقی را سرویس کنید.
☑ پایه‌های آی سی را به خمیر فلاکس آغشته کنید.
☑ هیتر را تنظیم کنید.
☑ آی‌سی را دمونتاژ کنید.
☑ به کمک وکیوم آی سی را بردارید.
☑ گزارش عملکرد و مشکلات خود را درچند سطر بنویسید.

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

## ارزشیابی شایستگی

**شرح کار:**

۱ انتخاب برد اوراقی با قطعات SMD
۲ انتخاب ابزار دمونتاژ مانند هویه هوای گرم
۳ مطالعه دفترچه راهنمای عملکرد ابزار ودستگاه دمونتاژ
۴ آماده‌سازی ابزار، مواد ودستگاه دمونتاژ قطعات و تنظیمات مربوطه
۵ برداشتن قطعات از روی برد
۶ انتخاب و آماده‌سازی مواد پاک‌کننده
۷ تمیزکاری برد

**استاندارد عملکرد:**

پیاده‌سازی از روی برد اوراقی قطعات SMD بر اساس استانداردهای تعریف شده

**شاخص‌ها:**

۱ انتخاب برد اوراقی قطعات SMD و آماده‌سازی ابزار، مواد و دستگاه‌های دمونتاژ (۱۵ دقیقه)
۲ برداشتن قطعات از روی برد (حداقل ۵ قطعه متفاوت) (۳۰دقیقه)
۳ تمیزکاری برد دمونتاژ شده (۱۵ دقیقه)

**شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:**

**شرایط :** مکان مناسب انجام کار با کف عایق یا آنتی‌استاتیک ـ نور مناسب برای کارهای ظریف ابعاد حداقل ۶ مترمربع و دارای تهویه یا پنجره ـ دمای طبیعی (۱۸°C ـ۲۷°C) عینک، ماسک و مجهز به وسایل اطفای حریق ـ میزکار استاندارد با ابعاد L۱۸۰ × D۸۰× H۸۰cm مجهز به فیوز حفاظت جان ـ فرد با لباس کار مجهز به هویه هوای گرم ـ انجام کار در حال نشسته یا ایستاده ـ مواد پاک‌کننده

**استاندارد ابزار و تجهیزات:** ابزار عمومی لحیم‌کاری ـ برد اوراقی قطعات SMD ـ دفترچه راهنمای دستگاه مورد استفاده ـ برگه اطلاعاتی قطعات ـ مواد پاک‌کننده استاندارد ـ هویه هوای گرم وکیوم ـ پنس ـ فرچه ـ مسواک

**معیار شایستگی:**

| ردیف | مراحل کار | حداقل نمره قبولی از ۳ | نمره هنرجو |
|---|---|---|---|
| ۱ | شرح چگونگی انتخاب ابزار و مواد مناسب برای پیاده‌سازی قطعات SMD | ۱ | |
| ۲ | دمونتاژ قطعات SMD از روی برد اوراقی | ۲ | |
| ۳ | تمیز کاری برد براساس استانداردهای تعریف شده | ۲ | |
| | شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش:<br>۱ـ رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها<br>۲ـ دقت و تمرکز در اجرای کار<br>۳ـ شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر<br>۴ـ اخلاق حرفه‌ای | ۲ | |
| | **میانگین نمرات** | | * |

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

# پودمان ۲

# دمونتاژ قطعات SMD





در صنعت الکترونیک قطعات متعددی وجود دارند که با توجه به ویژگی‌های مخصوص خود، به صورت SMD ساخته می‌شوند. در این فصل به چگونگی تولید و مونتاژ بردهای الکترونیک می‌پردازیم. در فرایند آموزش، ابتدا در مورد انواع روش‌های مونتاژ قطعات نصب سطحی (SMD) توضیح می‌دهیم، سپس تعدادی قطعه SMD را روی یک نمونه برد اوراقی به کمک ابزارهای مونتاژ قطعات SMD نصب می‌کنیم. از آنجا که مونتاژ و دمونتاژ قطعات SMD از ظرافت و دقت خاصی برخورداراست، اغلب بردهای SMD فشرده (Compact) توسط ربات‌های مخصوص که دستگاه «پیک اَند پلیس» (Pick and Place) نامیده می‌شود صورت می‌گیرد. مفهوم لغتی این دستگاه بردار و بگذار است. با توجه به اینکه تهیه این دستگاه در هنرستان‌ها امکان‌پذیر نیست لازم است دانش و مهارت خود را از طریق مشاهده فیلم، بازدید و دوره‌های کارآموزی در کارخانه‌های مرتبط ارتقا دهید. یادآوری می‌شود که امکان مونتاژ قطعات SMD با ابعاد میلی‌متر با استفاده از ابزارهای خاص مانند Loop امکان‌پذیر است.

# واحد یادگیری ۳

## نصب قطعات SMD

### آیا تا به حال فکر کرده‌اید

- چگونه می‌توانیم قطعات SMD را مونتاژ کنیم؟
- اتصال یک قطعه SMD بعد از مونتاژ چه ویژگی‌هایی باید داشته باشد؟
- برای مونتاژ قطعات SMD از چه موادی استفاده می‌شود؟
- برای مونتاژ قطعات SMD چه روش‌هایی وجود دارد؟
- برای مونتاژ قطعات SMD از چه ابزارها و تجهیزاتی استفاده می‌شود؟
- مونتاژ قطعات الکترونیکی SMD با مونتاژ قطعات مجزا (discrete) چه تفاوت‌هایی دارد؟
- چرا تقریباً در همه دستگاه‌های الکترونیکی به روز از قطعات SMD استفاده شده است؟

پس از اتمام این واحد یادگیری، فراگیرنده باید علاوه بر کسب مهارت در انتخاب روش‌های مونتاژ این نوع قطعات و به‌کارگیری ابزارهای مورد نیاز، مهارت لازم را در اجرای مونتاژکاری قطعات نصب سطحی کسب کند. یادآور می‌شود که مونتاژ قطعات SMD با سه روش دستی، اتوماتیک و نیمه‌اتوماتیک صورت می‌گیرد. در این واحد یادگیری تأکید بر مونتاژ قطعات به صورت دستی داریم. نکات ایمنی و بهداشت و مهارت‌های غیرفنی مانند مسئولیت‌پذیری، کار گروهی، نظم در کار، توجه به محیط زیست و اخلاق حرفه‌ای با توجه به اهمیتی که دارد باید در تمام موارد رعایت شود.

### استاندارد عملکرد

نصب قطعات SMD روی برد اوراقی براساس استانداردهای تعریف شده

## ۱ـ۳ مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز

هویه قلمی- هویه هوای گرم- هویه پنسی- خمیر قلع (لحیم)- مایع فلاکس(روغن لحیم)- سیم لحیم- روغن لحیم- قلع کش- پایه هویه- اسفنج مخصوص پاک کننده نوک هویه- فیبر اوراقی SMD- لوازم التحریر- سنباده- پنس - دستمال نخی

## ۲ـ۳ کارگاه‌های مونتاژ دستی بردهای الکترونیکی

فیلم

فیلم مربوط به انواع بردهای SMD را مشاهده کنید.

پرسش

دو مورد از مزایای استفاده از قطعات SMD را نام ببرید.

در این کارگاه‌ها تمام کارها توسط اپراتور و به صورت دستی انجام می‌شود. شخصی که در این نوع کارگاه‌ها کار می‌کند را مونتاژکار قطعات الکترونیکی می‌نامند. در فرایند مونتاژ، قطعات را به صورت دستی روی برد می‌گذارند و عمل لحیم‌کاری را با هویه یا هویه هوای گرم (داغ) به صورت دستی انجام می‌دهند. شکل ۱ـ۳یک نمونه مونتاژ دستی قطعات الکترونیکی را نشان می‌دهد.



شکل ۱ـ۳ کارگاه مونتاژدستی قطعات الکترونیکی

در شکل ۲ـ۳ نمونه دیگری از مونتاژ دستی برد الکترونیکی تلفیقی TH و SMD را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۲ـ۳ مونتاژ دستی بردهای الکترونیکی

لحیم‌کاری دستی قطعات SMD را با دو روش استفاده از هویه معمولی و هویه هوای گرم و خمیر قلع انجام می‌دهند، شکل ۳ـ۳ تصویر یک نمونه مونتاژدستی قطعات SMD را نشان می‌دهد.

## ■ لحیم‌کاری قطعات SMD با استفاده از هویه

فیلم

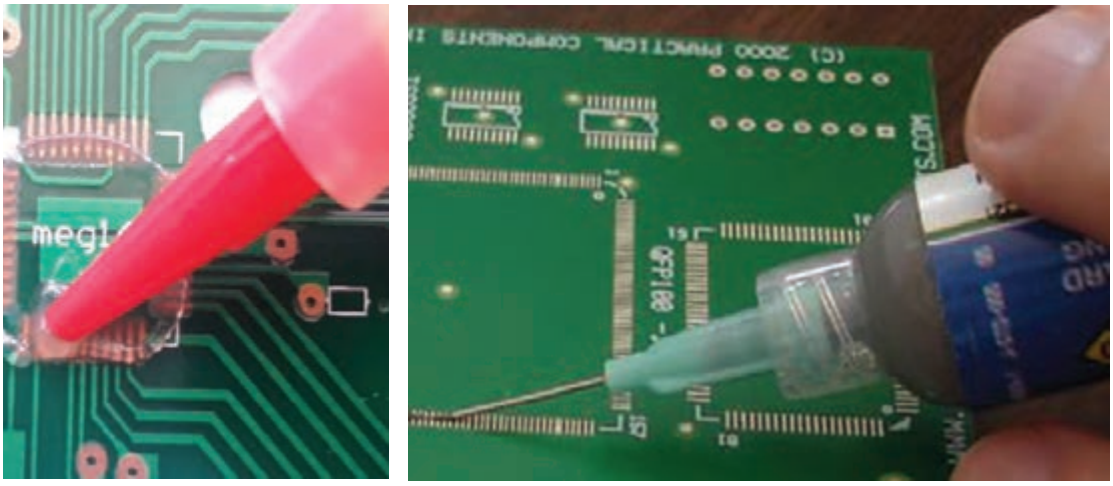
فیلم لحیم‌کاری قطعات SMD با استفاده از هویه را ببینید.



**شکل ۳ـ۳ تصویر یک نمونه مونتاژدستی قطعات SMD**

در این روش ابتدا سطوح مورد نظر را به فلاکس یا روغن لحیم آغشته می‌کنند. سپس لایه‌ای از قلع، یا خمیر قلع روی آن می‌گذارند. سپس قطعه را در محل مربوطه قرار می‌دهند در انتها به‌وسیله هویه مخصوص SMD و لحیم یا خمیر لحیم پایه‌ها را قلع اندود می‌کنند. محل قرار گرفتن پایه‌های قطعات باید یکنواخت و بدون اتصال به یکدیگر باشد و حالت برجسته و براق پیدا کند. در روش دیگر اجرا، محل قرار گرفتن قطعات روی برد مدار چاپی را هم قلع اندود می‌کنند سپس قطعه را روی برد می‌گذارند و عمل لحیم‌کاری را انجام می‌دهند. مراحل اجرای کار به شرح زیر است:

☑ آغشته کردن محل لحیم‌کاری به ماده فلاَکس یا روغن لحیم شکل ۴ـ۳.



**شکل ۴ـ۳ اضافه کردن مایع فلاکس در محل قرار گیری قطعه**

☑ قلع اندود کردن محل پایه‌ها با استفاده از هویه، لحیم مفتولی یا خمیر قلع (لحیم)، شکل ۵ـ۳.

☑ به وسیله حلال مناسب پاک‌کننده، مانند بنزین، الکل، تینر یا اسپری‌های مخصوص پاک کردن برد،

محل قطعه و اطراف آن را با مسواک شست‌وشو دهید. سپس قبل از اینکه حلال تبخیر شود از ابرهای اسفنجی استفاده کنید و آن را با فشار زیاد روی سطح برد بکشید تا سطح لحیم‌کاری شده از روغن لحیم و ذرات ریز پاک شود، شکل ۶ ـ۳.

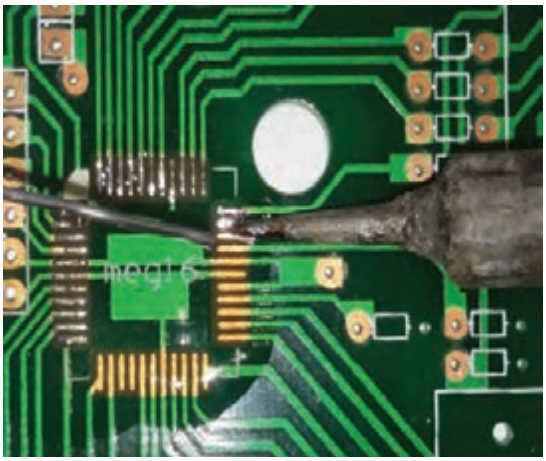
☑ باکمک پنس، قطعه یا IC مورد نظررا در محل خود تنظیم کنید.

☑ در فرایند لحیم‌کاری ابتدا یک یا دو پایه قطعه را با استفاده از هویه در محل خود کمی فشار دهید تا در قلع ذوب شده و آی سی در محل خود محکم شود.

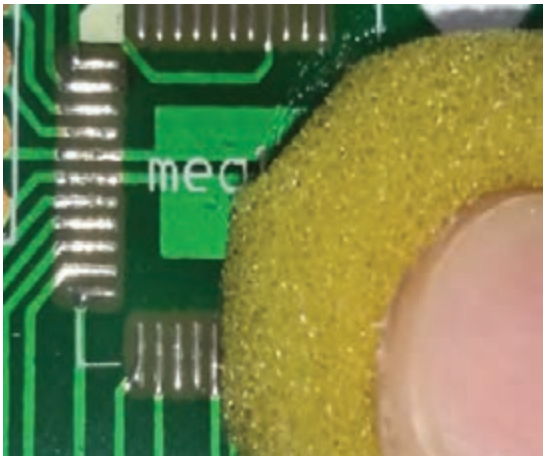
☑ بعد از بازبینی و کسب اطمینان از اینکه IC در محل صحیح خود قرار دارد، سایر پایه‌ها را به همین ترتیب لحیم کنید.

☑ صحت تنظیم دقیق در محل نصب قطعه بسیار مهم است و معمولاً اگر در مرحله‌ای که یک یا دو پایه را محکم می‌کنید قطعه به درستی تنظیم نشده باشد می‌توانید با استفاده از قلع با قطر کم دوباره لحیم‌کاری کنید.

☑ اگر احتمالاً دو پایه به صورت ناخواسته به هم بچسبند، به کمک قلع‌کش مناسب می‌توانید لحیم‌های اضافی را بردارید.همچنین با استفاده از فتیله لحیم آغشته به روغن لحیم و هویه، می‌توانید لحیم‌های اضافی را از بین دو پایه بردارید.



شکل ۵ـ۳ قلع اندود کردن محل پایه ها با هویه و سیم لحیم



شکل ۶ـ۳پاک کردن سطح زیر قطعه به کمک ابرهای اسفنجی

فیلم

فیلم مربوط به مونتاژ کاری قطعات SMD به وسیله هویه را مشاهده کنید.

کار عملی ۱

**مونتاژ تعدادی مقاومت SMD بر روی برد**

**هدف:** کسب مهارت در مونتاژ قطعات SMD با استفاده از هویه قلمی.

**مواد، ابزار و تجهیزات:** فیبر اوراقی، مفتول لحیم، سنباده نرم، پایه هویه، هویه قلمی و اسفنج مخصوص پاک کردن نوک هویه، مایع فلاکس، مقاومت‌های SMD استاندارد ۱۲۰۶، ابر اسفنجی، مسواک، تینر یا حلال مخصوص پاک کردن برد، قلع‌کش، سیم قلع‌کش، فتیله لحیم ، دستمال نخی

نکته

در این مرحله لازم است از برُد اوراقی فعالیت عملی فصل قبل، یعنی دمونتاژ قطعات SMD استفاده کنید.

از آنجا که در فصل قبل با تجهیزات مربوط به لحیم‌کاری آشنا شده اید، با نکات ایمنی و بهداشتی مربوط به آن نیز آشنا هستید. لذا ضرورت دارد کلیه موارد ایمنی و بهداشتی را به طور کامل رعایت کنید.

**مراحل اجرای کار:**

۱ ابزار مورد نیاز را انتخاب و آماده کنید.

۲ برای لحیم‌کاری با استفاده از هویه قلمی و از سیم لحیم با قطر کم استفاده کنید.

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

.....

.....

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

۵ تعدادی مقاومت SMD با استاندارد ۱۲۰۶ را در اختیار بگیرید.

۶ ابعاد مقاومت‌های SMD را اندازه گیری کنید ومشخصات فنی آنها را در جدول ۱ـ۳ بنویسید.

**جدول ۱ـ۳**

| ردیف | طول | عرض | استاندارد |
|---|---|---|---|
| R۱ | | | |
| R۲ | | | |
| R۳ | | | |
| R۴ | | | |

۷ یک قطعه برد اوراقی مدار الکترونیکی که در کار عملی فصل اول تعدادی از مقاومت‌های آن را دمونتاژ کرده‌اید در اختیار بگیرید و آن را مورد بازبینی قرار دهید و استاندارد مقاومت‌هایی که دمونتاژ شده‌اند را شناسایی کنید.

۸ تعدادی از مقاومت‌ها را در محل‌های مناسب مونتاژ کنید. برای مونتاژ به ترتیب زیر عمل کنید.

☑ مقداری مایع فلاکس یا روغن لحیم در محل‌های مورد نظر قرار دهید.

☑ با استفاده از هویه قلمی مخصوص قطعات SMD مقداری لحیم رادر محل‌های مورد نظر قرار دهید و پایه‌ها را با هویه قلع‌اندود کنید.

☑ با استفاده از تینر یا حلال مخصوص پاک کردن برد، محل قطعه و اطراف آن را با مسواک شست‌وشو دهید، سپس به‌وسیله ابر اسفنجی مخصوص قبل از اینکه حلال تبخیر شود با فشار زیاد روی سطح برد بکشید تا سطح از روغن لحیم و ذرات ریز پاک شود.

☑ به کمک پنس مقاومت یا قطعه مورد نظر را در محل خود تنظیم کنید و با هویه در محل خود لحیم کنید. اگر احتمالاً دو پایه به‌صورت ناخواسته به هم بچسبند به کمک قلع‌کش مناسب می‌توانید لحیم‌های اضافی را بردارید. همچنین با استفاده از فتیله لحیم آغشته به روغن لحیم و هویه می‌توانید لحیم‌های اضافی را بردارید.

۹ با قلع‌کش و فتیله لحیم برای برداشتن لحیم اضافی تمرین کنید تا تسلط کامل را به دست آورید.

۱۰ یک قطعه مقاومت SMD راطبق استانداردهای تعریف شده روی برد لحیم کنید.

۱۱ تمام مراحل فوق را برای مقاومت‌های دیگر نیز تکرار کنید

۱۲ گزارش کوتاهی از مونتاژ مقاومت‌های SMD به کمک هویه را بنویسید.

.....

.....

فیلم

فیلم مربوط به مونتاژ کاری قطعات SMD به کمک هویه هوای گرم و خمیر قلع را مشاهده کنید.

## ۳ـ۳ لحیم‌کاری با استفاده از خمیر لحیم و هویه هوای گرم

در این روش به جای قلع مفتولی از خمیر قلع و به جای هویه از هویه هوای گرم استفاده می‌شود. خمیر لحیم ترکیبی از قلع و مایع روغن لحیم (فلاَکس) است که با گرم کردن آن مایع روغن لحیم (فلاَکس) تبخیر شده و قلع باقی می‌ماند. در واقع روغن لحیم سطح کار را تمیز و عملیات لحیم‌کاری را آسان می‌کند. شکل ۷ـ۳ نمونه‌ای از روغن مخصوص و شکل ۸ ـ۳ نمونه‌ای از خمیر لحیم را نشان می‌دهد.




شکل ۷ـ۳ روغن فلاکس

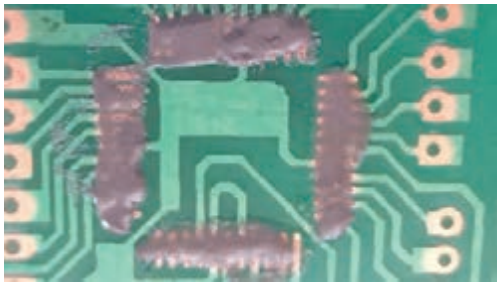




شکل ۸ـ۳ نمونه‌هایی از خمیر لحیم

## ■ مراحل اجرای لحیم‌کاری با هویه هوای گرم

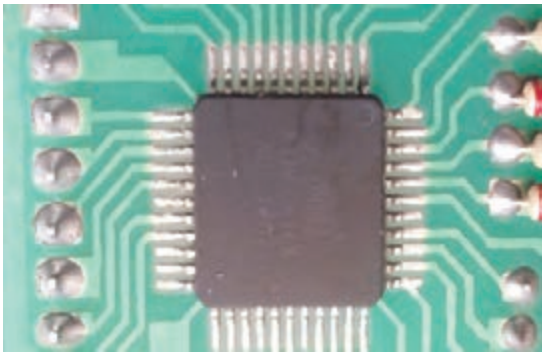
برای لحیم‌کاری با روش هویه هوای گرم باید ابتدا سطح برد را به‌وسیله مواد پاک‌کننده تمیز کنید، سپس لایه‌ای نازک از خمیر لحیم روی تمامی پدها قرار دهید. ضخامت این لایه باید در حدی باشد که بتوانید سطح PCB و پدها را ببینید، شکل۹ـ۳. این مرحله را اندودکردن برد با خمیر لحیم می‌نامند.



**شکل۹ـ۳ قرار گرفتن خمیر قلع روی تمامی پدها**

نکته‌ایمنی

خمیر لحیم یک ماده سمی است، مراقب باشید که این خمیر با پوست شما تماس پیدا نکند. در صورت تماس احتمالی و ناخواسته بلافاصله محل آلوده شده را با آب و صابون بشویید. بعد از اتمام کار حتماً دست و صورت خود را کاملاً شست‌وشو دهید.



**شکل ۱۰ـ۳ قرار دادن قطعه در محل خود**

☑ بعد ازمرحله تمیزکاری و اضافه کردن خمیر لحیم قطعه را به کمک پنس در مکان خود به گونه‌ای قراردهید که هر پایه بر روی پد مخصوص خود قرارگیرد. قطعه را باید نگه دارید تا دراثر جریان هوای گرم جابه‌جا نشود، توجه داشته باشید که پنس در لحیم‌کاری و هوادهی بسیار داغ خواهد شد. بنابراین باید از پنسی استفاده کنید که دستگیره غیر فلزی داشته باشد.

☑ نازل هویه را در فاصلهٔ ۸ سانتی‌متری از قطعه به مدت ۲۰ تا ۴۰ ثانیه نگه دارید تا هوادهی انجام شود. در اثر هوای گرم خمیر کاملاً ذوب می‌شود. پس از اطمینان از اینکه قطعه دقیقاً در محل خود قرار دارد، نازل را به تدریج دور کنید. قطعه را آنقدر نگه دارید تا محل اتصال‌های لحیم‌کاری شده، خنک و محکم شود، شکل ۱۰ـ۳.

☑ پس از اتمام لحیم‌کاری محل‌های اتصال را بازرسی کنید. در این بازبینی لازم است تمام پدها با دقت بررسی شود. پایه‌ها باید محکم لحیم شده باشد و نباید قلع اضافی سبب اتصال دو پایه به هم شود. درصورت وجود قلع اضافی به کمک قلع‌کش و فتیله لحیم قلع اضافی را بردارید.

بارش فکری

چه روش‌ها و ابزارهایی برای مونتاژ قطعات SMD وجود دارد؟ در مورد آنها جست‌وجو کنید و نتیجه را از طریق بارش فکری در کارگاه به بحث بگذارید.

کار عملی ۲

**مونتاژ تعدادی مقاومت SMD بر روی برد اوراقی با استفاده از خمیر لحیم و هویه هوای گرم**

**هدف:** کسب مهارت مونتاژ قطعات SMDبا استفاده از هویه هوای گرم و خمیر لحیم.

**مواد، ابزار و تجهیزات:** فیبر اوراقی، خمیر لحیم، هویه هوای گرم، مایع فلاکس، مقاومت‌های SMD استاندارد ۱۲۰۶، ابر اسفنجی، مسواک، تینر یا حلال مخصوص پاک کردن برد، قلع‌کش، سیم قلع‌کش، پنس با دسته پلاستیکی و دستمال نخی

**مراحل اجرای کار:**

۱ ابزار مورد نیاز را انتخاب وآماده کنید.

۲ برچسب روی خمیر لحیم را بررسی کنید و مشخصات آن را بنویسید.

۳ راهنمای کاربرد هویه هوای گرم را مطالعه کرده و مشخصات فنی آن را به طور خلاصه بنویسید.

.....

.....

.....

۴ تعدادی مقاومت SMD با استاندارد ۱۲۰۶ را در اختیار بگیرید.

۵ ابعاد و مشخصات مقاومت‌های SMD را بررسی کنید و استاندارد هرکدام را بنویسید.

.....

.....

.....

۶ برد اوراقی مدار الکترونیکی که قبلاً با آن کار کرده بودید را مورد بازبینی قرار دهید و استاندارد مقاومت‌هایی که دمونتاژ شده را مشخص نمایید.

۷ تعدادی از مقاومت‌ها را در محل‌های مناسب مونتاژ کنید. برای مونتاژ به ترتیب زیر عمل کنید.

☑ابتدا سطح برد را به وسیله مواد پاک‌کننده تمیز کنید.

☑لایه‌ای نازک از خمیر لحیم روی تمامی پدهای محل‌هایی که قرار است لحیم‌کاری شود قرار دهید.

☑ضخامت این لایه باید به اندازه‌ای باشد که بتوانید سطح مسی PCB و پدها را ببینید.

☑قطعه را به کمک پنس در محل خود قرار دهید و محکم نگه دارید.

☑نازل هویه را در فاصلهٔ ۸ سانتی‌متری از قطعه به مدت ۲۰ تا ۴۰ ثانیه بگیرید. تا خمیر لحیم کاملاً ذوب شود پس از اطمینان از اینکه قطعه دقیقاً در محل خود قرار دارد نازل را به تدریج دور کنید.

☑اگر احتمالاً دو پایه به صورت ناخواسته در اثر خمیر اضافی به هم چسبیده‌اند با قلع‌کش مناسب یا فتیله لحیم، لحیم اضافی را بردارید تا اتصال بر طرف شود.

۸ تمام مراحل فوق را برای مقاومتهای دیگر نیز تکرار کنید.

۹ گزارش کوتاهی از مونتاژ مقاومت‌های SMD به کمک هویه هوای گرم و خمیر لحیم را بنویسید.

.....

.....

.....

.....

## ۴ـ۳ دستگاه‌های مونتاژ تمام خودکار (اتوماتیک)

در این روش تمام فرایند مونتاژ به صورت خودکار توسط ماشین انجام می‌شود. در این فرایند فایل مدار طراحی شده با نرم‌افزارهای روی کامپیوتر دستگاه تمام اتوماتیک بارگذاری می‌شود، شکل ۱۱ـ۳. برد مدار چاپی نیز با توجه به راهنمای استفاده از دستگاه در محل مخصوص قرار می‌گیرد. قطعات که قسمت عمده آن نوع SMD است از طریق درگاه‌های تغذیه قطعه روی دستگاه قرار می‌گیرند. قطعات معمولاً روی لایه‌های مقوا یا کاغذ به شکل نواری نصب شده و به صورت حلقه (رول) بسته‌بندی شده‌اند. این رول‌ها در محل‌های مخصوص روی دستگاه قرار می‌گیرد. برد مدار چاپی که روی یک نقاله قرار گرفته است وارد قسمت پرینتر خمیر لحیم می‌شود. دستگاه ابتدا خمیر لحیم را در محل‌های مسی مدار، چاپ می‌کند سپس برد روی نقاله حرکت کرده و وارد قسمت قطعه‌گذاری (pick and place ) می‌شود. در این قسمت قطعات SMD به وسیله ربات از روی نوارهای قطعات برداشته می‌شود و در محل صحیح خود قرار می‌گیرد و پس از نصب کامل قطعات، نقاله برد را به سمت کوره دستگاه می‌برد. در کوره خمیر لحیم ذوب شده و عمل لحیم‌کاری صورت می‌گیرد و پس از اتمام کار برد به آرامی به بیرون هدایت می‌شود.

فیلم

فیلم مربوط به دستگاه مونتاژ تمام اتوماتیک قطعات SMD را مشاهده کنید.

تحقیق کنید

آیا دستگاه‌های کوچک تمام خودکار برای اجرای لحیم‌کاری وجود دارد؟ با مراجعه به رسانه‌های مختلف اطلاعات مورد نیاز را استخراج و به کارگاه ارائه دهید.



**شکل ۱۱ـ۳ دستگاه تمام خودکار مونتاژ قطعات SMD**

## ۵ـ۳ کارگاه‌های مونتاژ نیمه اتوماتیک

در این کارگاه‌ها قسمت اعظم فرایند عملیات به صورت دستی اما با کمک برخی ماشین‌آلات صورت می‌گیرد. معمولاً بردهای تولیدی در این کارگاه‌ها دارای ترکیبی از قطعات SMD و TH هستند. مراحل مونتاژ یک مدار الکترونیکی در کارگاه‌های نیمه اتوماتیک به شرح زیر است:

- اندود کردن برد با خمیر لحیم
- قطعه‌گذاری قطعات SMD
- ذوب خمیر لحیم و لحیم‌کاری قطعات SMD
- مونتاژ دستی قطعات TH
- کنترل کیفی یا QC

فیلم

فیلم مربوط به خمیر اندود کردن برد مدار چاپی را ببینید.

**مرحله اول اندود کردن برد با خمیر لحیم :**

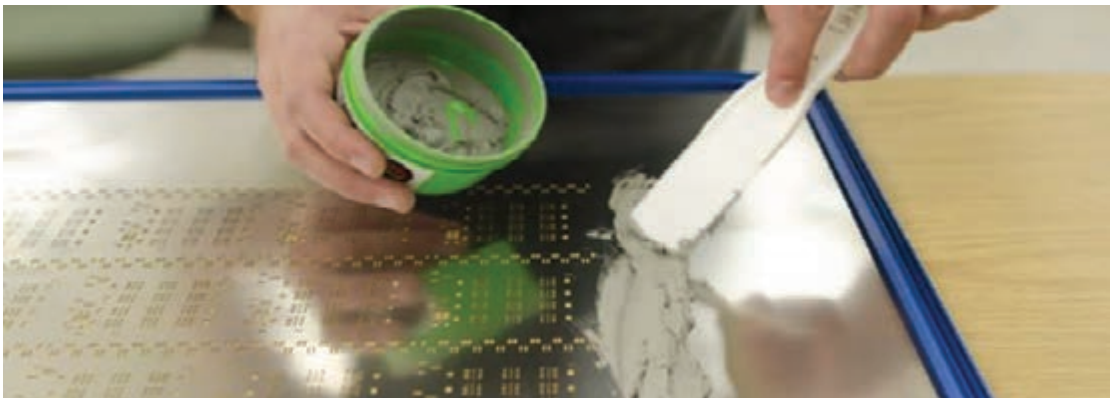
برای مونتاژ قطعات SMD باید با خمیر لحیم، برد را خمیر اندود کنید. خمیر لحیم به رنگ خاکستری است. این خمیر باید قبل از قطعه‌گذاری روی تمام پدهایی که قطعه سوار می‌شود قرار گیرد. خمیر اندود کردن برد مدار چاپی به دو صورت انجام می‌شود.

☑ **با استفاده از شابلون**

روش شابلون شبیه چاپ سیلک است. در این روش از یک شابلون فلزی استفاده می‌شود. روی شابلون، محل پایه قطعاتی که باید مونتاژ شود برش خورده است. پس از ثابت کردن شابلون روی PCB شکل ۱۲ـ۳ خمیر لحیم را روی آن قرار می‌دهند و تمام منافذ و حفره‌هایی که مشخص‌کننده محل پایه‌ها است را با خمیر لحیم پر می‌کنند. به این عمل خمیراندود کردن می‌گویند.

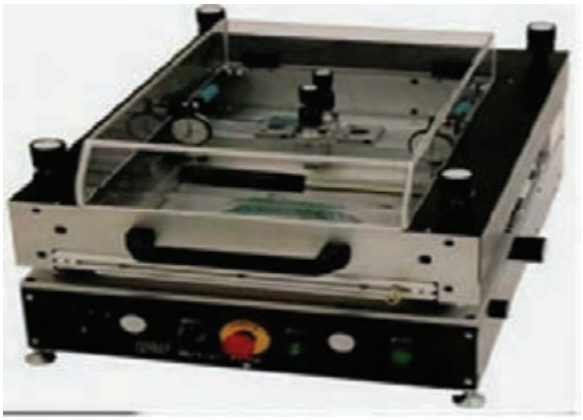
تحقیق کنید

در مورد انواع روش‌های ساخت شابلون تحقیق کنید و نتیجه را در قالب یک گزارش به کلاس ارائه دهید.



شکل ۱۲ـ۳ خمیر اندود کردن لحیم به کمک شابلون

☑ **با استفاده از دستگاه پرینترخمیرلحیم:** در روش پرینتر خمیر لحیم از یک دستگاه خودکار برای خمیر اندود کردن برد استفاده می‌شود. در این روش نقشه مدار چاپی به پرینتر بارگذاری می‌شود و پرینتر خمیر لحیم را در محل‌های مورد نظر قرار می‌دهد، شکل ۱۳ـ۳.



شکل ۱۳ـ۳ دستگاه پرینترخمیر لحیم

**مرحله دوم قطعه‌گذاری قطعات SMD:**

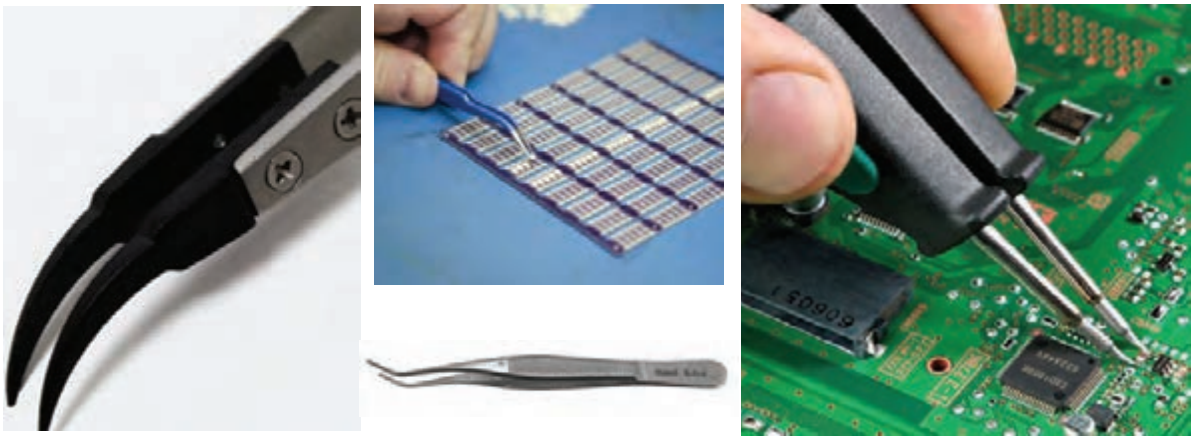
بعد از اینکه خمیر در محل‌های مناسب قرار گرفت، قطعه‌گذاری می‌کنیم. قطعه‌گذاری کاری بسیار ساده ولی بسیار حساس است. به دو روش می‌توانیم قطعه‌گذاری قطعات SMD را انجام دهیم.

☑ در روش اول قطعات SMD را با دست و با استفاده از یک پنس با دقت در محل‌های خود چیدمان می‌کنیم.

فیلم

فیلم مربوط به قطعه‌گذاری دستی روی برد را ببینید.

برای انجام این کار دو نوع پنس وجود دارد. یکی پنس معمولی است که قطعه توسط آن برداشته می‌شود و بدون اعمال حرارت در محل خود قرار می‌گیرد. پس از استقرار همه قطعات، برد را در داخل کوره قرار می‌دهند. دومین نوع هویه پنسی است که علاوه بر نگه داشتن قطعه، بعد از جاگذاری می‌تواند با اعمال حرارت عمل لحیم‌کاری را نیز انجام دهد. در شکل ۱۴ـ۳ پنس معمولی و هویه پنسی نشان داده شده است.



الف) هویه پنسی

ب) چند نمونه پنس معمولی

شکل ۱۴ـ۳ استفاده از پنس برای قطعه گذاری دستی

جست و جو کنید

در شکل ۱۵ـ۳ یک نمونه پنس را مشاهده می‌کنید که با اتصال به قطعه SMD و دستگاه مولتی متر، می‌تواند کمیت‌های مربوط به قطعه SMD را اندازه بگیرد. با مراجعه به منابع معتبر بررسی کنید آیا مولتی متر پنسی وجود دارد ؟ نتیجه را در قالب یک گزارش به کلاس ارائه دهید.

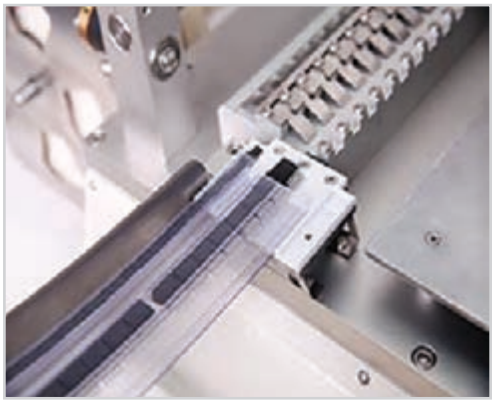


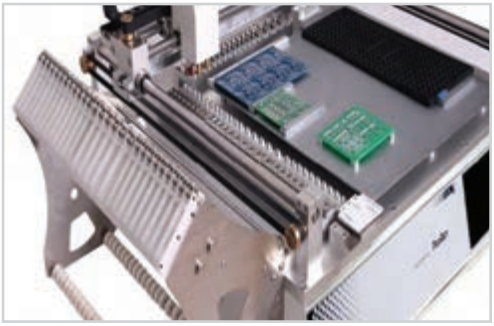
شکل ۱۵ـ۳ پنس قابل اتصال به مولتی متر

توجه داشته باشید که در بردهای الکترونیکی بزرگ، به خاطر تکراری بودن و خسته شدن از فرایند مونتاژ، بهتر است برای تولید انبوه بردها از روش جایگذاری به کمک دستگاه خودکار Pick And Place استفاده کرد.

☑ **دستگاه خودکار Pick And Place**: این دستگاه در واقع یک ربات است که با استفاده از مکش هوا قطعات را بر می‌دارد و در جای خود قرار می‌دهد. برای راه‌اندازی اولیه دستگاه باید راهنمای کاربرد دستگاه را با دقت مطالعه کرد و فرایند تنظیمات آن را در طی یک دوره کارآموزی کوتاه مدت فرا گرفت تا برنامه‌ریزی دستگاه و اجرای تنظیمات اولیه، جایگذاری و محکم کردن برد PCB و قرار دادن رول‌های قطعات برد در محل خود با دقت و به ترتیب صحیح انجام شود. بعد از انجام تنظیم‌ها و راه‌اندازی دستگاه‌ها شما می‌توانید با سرعت بسیار بالایی شروع به چیدمان قطعات برد با تعداد تولید آن با تیراژ بسیار نمایید. استفاده از دستگاه Pick And Place برای تولید انبوه با صرفه است و برای تولید برد با تعداد کمتر، مثلاً روزی ۲۰ عدد با روش قطعه‌گذاری دستی مقرون به صرفه‌تر و سریع‌تر است. در شکل ۱۶ـ۳ نمونه‌هایی از دستگاه پیک اَند پِلیس را مشاهده می‌کنید.







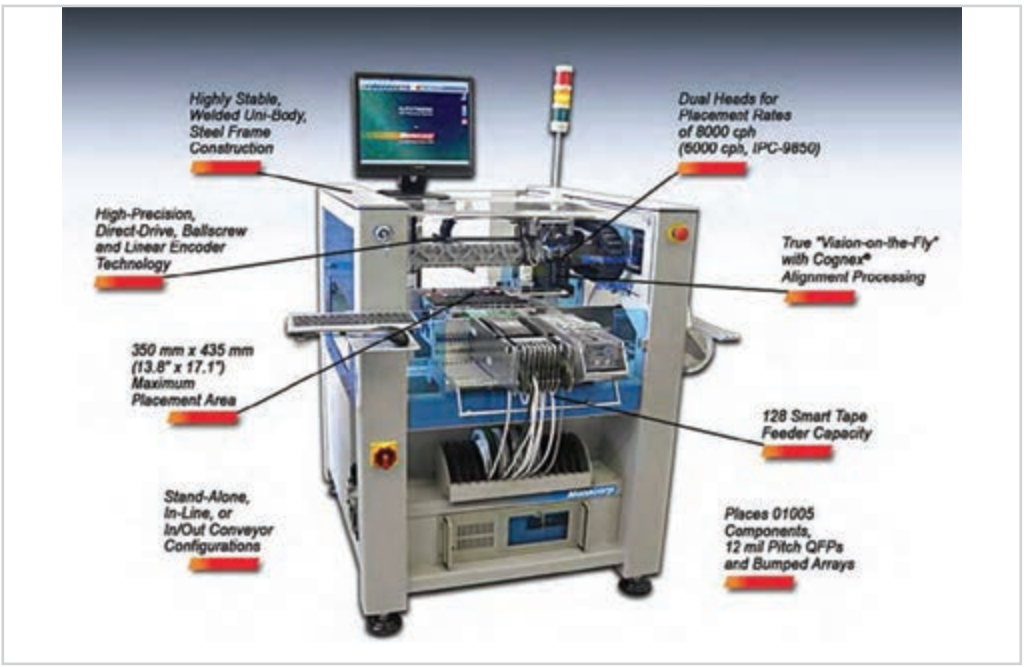
شکل ۱۶ـ۳ نمونه‌هایی از دستگاه Pick And Place

فیلم

فیلم مربوط به نحوه عملکرد دستگاه Pick And Place را مشاهده نمایید.

کارگروهی

با هم فکری اعضا گروه خود ، مطالب نوشته شده به زبان اصلی در شکل ۱۷-۳ را که مربوط به عملکرد دستگاه مونتاژ است ، به فارسی ترجمه کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.




**شکل ۱۷ـ۳ نمونه هایی از دستگاه Pick And Place و اجزای تشکیل دهنده آن**

تحقیق کنید

در مورد انواع دستگاه‌های Pick And Place تحقیق نموده و نتیجه را به کارگاه ارائه دهید.

فیلم

فیلم مربوط به کوره ذوب خمیر لحیم را ببینید.

### مرحله سوم ذوب خمیر لحیم:

بعد از قطعه‌گذاری به‌صورت دستی یا به‌وسیله دستگاه باید خمیر لحیم ذوب شود تا عمل لحیم‌کاری اتفاق بیفتد. ذوب کردن خمیر لحیم درکوره ذوب لحیم صورت می گیرد. این دستگاه با استفاده از امواج مادون قرمز دمای بردها را تا ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد بالا می‌برد. پس از ذوب شدن خمیر لحیم دما را به‌صورت کنترل شده پایین می‌آورد. واحد کنترل دما در زمان پایین آمدن درجه حرارت، از انبساط ناگهانی و جابه‌جایی قطعات و ایجاد ترک در محل‌های لحیم‌کاری شده جلوگیری می کند. شکل ۱۸ـ۳ یک نمونه دستگاه کوره ذوب خمیر لحیم را نشان می‌دهد.




**شکل ۱۸ـ۳ دستگاه کوره جهت ذوب کردن خمیر لحیم**

کوره‌های مادون قرمز در انواع مختلف و با امکانات و توان‌های متفاوت ساخته می‌شود. انتخاب توان کوره با توجه به نیاز و حجم تولید صورت می‌گیرد. پس از سرد شدن کوره برد آماده می‌شود و می‌توانید آن را از کوره خارج کرده و مورد بهره‌برداری قرار دهید. بعضی بردها دو طرفه هستند یعنی در هر دو طرف برد قطعه SMD قرار می‌گیرد. در این موارد ابتدا طرفی را که تعداد قطعات کمتری دارد مونتاژ می‌کنند. سپس طرف دیگر برد را خمیر اندود کنید و مراحل را تکرار نمایید. توصیه می‌شود قبل از اینکه برد را دوباره در کوره قرار دهید طرف اول برد که لحیم‌کاری شده است را با استفاده از چسب مخصوص بپوشانید. چسب زدن مانع جابه‌جا شدن قطعات در زمان گرم شدن برد می‌شود.



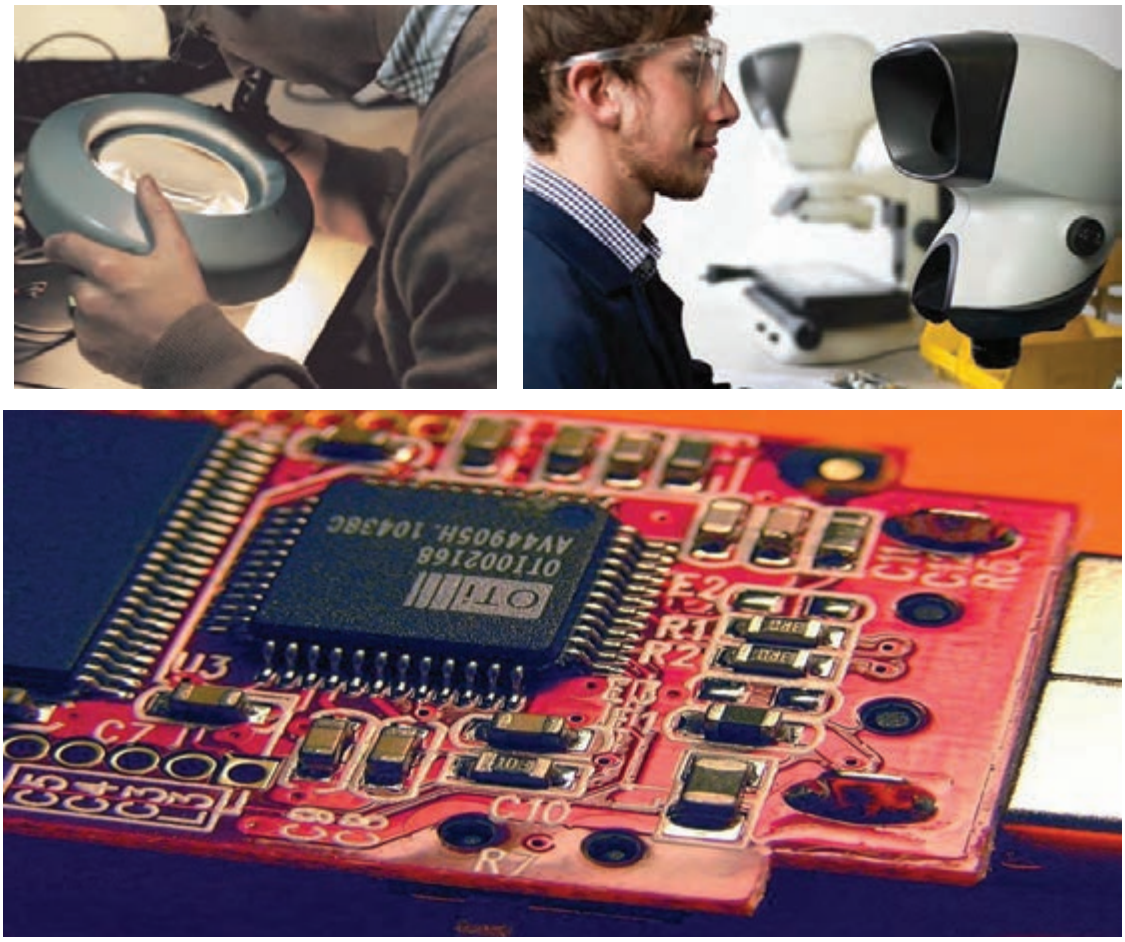
**شکل ۱۹ـ۳ لحیم‌کاری دستی قطعات DIP با هویه و سیم لحیم**

■ **مرحله چهارم لحیم‌کاری قطعات TH:**

پس از لحیم شدن قطعات SMD قطعات TH باید به صورت دستی چیدمان شده و به وسیله هویه لحیم‌کاری شوند، شکل ۱۹ـ۳. در تولیدات انبوه این نوع بردها از وان قلع برای لحیم‌کاری قطعات TH نیز می‌توان استفاده کرد.

■ **مرحله پنجم آزمایش و کنترل کیفی (QC) برد:**

در تولید با حجم بالا برای بازرسی بردها از دستگاه‌های خودکار استفاده می‌شود. این دستگاه‌ها کیفیت لحیم‌کاری، اتصالات نابه‌جا و مونتاژ اشتباه قطعات را به سرعت تشخیص می‌دهند و به کاربر اعلام می‌کنند. یادآوری می‌شود که در تولید با حجم کم، برای QC بردها نیازی به این دستگاه‌ها وجود ندارد، با بازرسی چشمی و آزمایش تک تک بردها عمل QC صورت می‌گیرد(شکل ۲۰ـ۳).




**شکل ۲۰ـ۳ QC از طریق بازرسی چشمی برای قطعات SMD**

فعالیت

در مورد نحوه مونتاژ بردهای تجهیزات الکترونیکی محیط اطراف خود تحقیق نموده و نتیجه را به کارگاه ارائه دهید.

کار عملی

**بازدید:** از یک کارگاه مونتاژ خودکار بردهای الکترونیکی بازدید کنید و گزارش جامعی از چگونگی تولید برد ارائه دهید.

**الگوی پرسش**

۱ کدام‌یک از روش‌های مونتاژ قطعات SMD نیاز به مفتول لحیم دارد؟
۲ سرعت مونتاژ در حجم انبوه قطعات SMD بیشتر است یا قطعات مجزا؟ چرا؟
۳ کارگاه‌های مونتاژ قطعات الکترونیکی به لحاظ تجهیزات به چند دسته تقسیم می‌شوند؟
۴ انواع روش‌های مونتاژ دستی قطعات SMD را نام ببرید.
۵ روش مونتاژ به کمک هویه هوای گرم و خمیر قلع را توضیح دهید.

۶ دستگاه Pick And Place چه کاری انجام می‌دهد؟ با مراجعه به راهنمای کاربرد، مشخصات نمونه‌ای از آن را بنویسید.

۷ چرا استفاده از دستگاه Pick And Place در بسیاری از مواقع مقرون به صرفه نیست؟

۸ هویه پنسی چه کاربردی دارد؟ با مراجعه به کاتالوگ مشخصات یک نوع هویه پنسی را بنویسید.

**الگوی آزمون نظری پایان واحد یادگیری:**

۱ در کارگاه‌های مونتاژ دستی از کدامیک از ابزارهای زیر استفاده می‌شود؟

الف) هویه هوای گرم ب) دستگاه Pick And Place

ج) کوره لحیم‌کاری د) شابلون

۲ در لحیم‌کاری به کمک هویه هوای گرم از خمیر لحیم استفاده می‌شود.

صحیح □ غلط □

۳ سیم لحیم استفاده شده برای مونتاژ قطعات SMD هیچ فرقی با نوع استفاده شده در مونتاژ قطعات مجزا ندارد.

صحیح □ غلط □

۴ برای پاک کردن روی برد از کدام یک از حلال‌های زیر استفاده می‌شود؟

الف) اسپری مخصوص پاک کردن برد ب) الکل

ج) تینر د) هر سه مورد

۵ خمیر قلع ترکیبی از..... و..... است.

۶ جهت برداشتن قلع اضافی بین پدهای قطعه مونتاژ شده از ..... یا..... استفاده می‌شود.

۷ کارگاه‌هایی که در آن، قسمت عمده‌ای از عملیات مونتاژ به صورت دستی و برخی به کمک ماشین‌آلات انجام می‌شود را کارگاه‌های ..... گویند.

الف) دستی ب) تمام اتوماتیک ج) نیمه اتوماتیک

۸ در شکل ۲۱ـ۳ ابزار بازرسی چشمی برای قطعات TH را مشاهده می‌کنید، آیا بزرگ‌نمایی ذره‌بین این ابزار، برای بازرسی چشمی قطعات SMD مناسب است؟ شرح دهید

۹ ابزارها و دستگاه نشان داده شده در شکل ۲۲ـ۳ چه نام دارد؟ کاربرد آن را بنویسید



شکل ۲۱ـ۳




شکل ۲۲ـ۳

**آزمون عملی پایان واحد یادگیری:**

**الگوی آزمون ۱:** مونتاژ مقاومت‌های SMD روی برد به کمک هویه و سیم لحیم

۱ دو عدد مقاومت SMD که توسط مربی به شما تحویل داده می‌شود را در اختیار بگیرید.

۲ محل مقاومت‌های مورد نظر روی برد اوراقی که توسط مربی مشخص شده است را با استاندارد قطعه مقایسه کنید.

۳ مقاومت‌ها را در محل خود با استفاده از هویه و سیم لحیم مونتاژ کنید.

۴ محل لحیم‌کاری را با حلال‌های مخصوص و ابزار مناسب پاک کنید.

۵ برد را جهت ارزشیابی به مربی خود ارائه دهید.

**الگوی آزمون ۲:** مونتاژ مقاومت‌های SMD روی برد به کمک هویه هوای گرم

۱ دو عدد مقاومت SMD که توسط مربی مشخص شده است را در اختیار بگیرید.

۲ استاندارد قطعه را با ابعاد محل مشخص شده توسط مربی روی برد اوراقی مقایسه کنید.

۳ محل مورد نظر را با خمیر لحیم، خمیر اندود کنید.

۴ به کمک پنس و هویه هوای گرم، مقاومت‌ها را روی برد مونتاژ کنید.

۵ محل لحیم‌کاری را با حلال‌های مخصوص و ابزار مناسب پاک کنید.

۶ برد را جهت ارزشیابی به مربی خود ارائه دهید.

## ارزشیابی شایستگی

**شرح کار:**

۱ تشریح انواع روش‌های چگونگی مونتاژ قطعاتSMD

۲ مونتاژ قطعات SMD به صورت استاندارد روی برد اوراقی

۳ تمیزکاری برد براساس استانداردهای تعریف شده

**استاندارد عملکرد:**

**شاخص‌ها:**

۱ انتخاب قطعه مورد نظر و صحت آن (حداقل دو قطعه) (۱۵ دقیقه)

۲ تشریح اصطلاحات فنی و نکات مهم از روی برگه اطلاعات (۱۰ دقیقه)

۳ انتخاب ابزار مناسب لحیم‌کاری SMD (۷ دقیقه)

۴ مونتاژ قطعات بر روی برد با رعایت استاندارد و دقت کافی و استفاده از ابزار خاص لوپ (۲۰ دقیقه)

۵ تمیزکاری برد مونتاژ شده (۱۰ دقیقه)

**شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:**

**شرایط :** مکان مناسب انجام کار با کف عایق یا آنتی استاتیک ـ نور مناسب برای کارهای ظریف ـ ابعاد حداقل ۶ مترمربع و دارای تهویه یا پنجره ـ دمای طبیعی (۷۲°C ـ ۸۱°C) عینک، ماسک و مجهز به وسایل اطفای حریق ـ میزکار استاندارد با ابعاد L۱۸۰×D۸۰×H۸۰ cm مجهز به فیوز حفاظت جان ـ فرد با لباس کار مجهز به هویه هوای گرم انجام کار در حال نشسته یا ایستاده ـ رایانه ـ پرینتر ابزار عمومی‌لحیم‌کاری ـ برد اوراقی قطعاتSMD ـ دفترچه راهنمای دستگاه مورد استفاده ـ برگه اطلاعاتی قطعات ـ مواد پاک‌کننده استاندارد ـ هویه هوای گرم ـ وکیوم ـ پنس فرچه ـ مسواک

**معیار شایستگی:**

| ردیف | مراحل کار | حداقل نمره قبولی از ۳ | نمره هنرجو |
|---|---|---|---|
| ۱ | تشریح انواع روش‌های چگونگی مونتاژ قطعات SMD | ۱ | |
| ۲ | مونتاژ قطعات SMD به صورت استاندارد روی برد اوراقی | ۲ | |
| ۳ | تمیزکاری برد براساس استانداردهای تعریف شده | ۲ | |
| | شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:<br>۱ـ رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها<br>۲ـ دقت و تمرکز در اجرای کار<br>۳ـ شایستگی تفکر و یادگیری مادام العمر<br>۴ـ اخلاق حرفه‌ای | ۲ | |
| | **میانگین نمرات** | | * |

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

# پودمان ۳

# دیجیتال و کاربرد آن







امروزه واژه دیجیتال را در زندگی روزمره زیاد به‌کار می‌برند. کلمه دیجیتال یک واژه انگلیسی است. دیجیت (Digit) به‌معنی رقم و دیجیتال (Digital) به‌معنی منطق رقمی است. مدارهای دیجیتال را اصطلاحاً مدارهای منطقی می‌گویند. بحث دیجیتال بخش مهمی از علم الکترونیک به‌شمار می‌رود. اکثر وسایل و امکاناتی که امروزه مورد استفاده ما قرار می‌گیرد دیجیتالی است، استفاده از دوربین دیجیتال، مخابرات و ارتباطات دیجیتال، قفل در دیجیتالی، کتاب و عکس دیجیتالی، کاربرد کارت‌های شناسایی و اعتباری در بانکداری دیجیتال نشانه‌ای از پیشرفت روشن این علم است. منطق رقمی که سیستم‌های دیجیتالی بر مبنای آن کار می‌کند صفر و یک است. یعنی سیگنال دیجیتال وجود دارد یا وجود ندارد و بین این دو حالت بودن و نبودن، حالت دیگری تعریف نمی‌شود.مدارها و قطعات وسایل الکترونیکی را می‌توان به دو گروه تقسیم کرد، آنالوگ و دیجیتال. دستگاه‌های الکترونیکی ممکن است از یک نوع و یا ترکیبی از این دو نوع باشد. به‌طور کلی سامانه‌های دیجیتال به‌دلیل داشتن ویژگی‌های خاص، انعطاف‌پذیرتر و پرکاربردتر از دستگاه‌های آنالوگ هستند. در این پودمان به‌طور خلاصه به نکات طراحی و عملکرد مدارهای دیجیتالی متداول می‌پردازیم.

# واحد یادگیری ۴

# کار با دروازه‌های منطقی

## آیا تا به حال فکر کرده‌اید

- در سامانه‌های دیجیتال، اطلاعات چگونه پردازش و نمایش داده می‌شود؟
- سرعت پردازش و انتقال اطلاعات مدارهای دیجیتال بیشتر از سامانه‌های آنالوگ است؟
- کدام سامانه اعداد در مدارهای دیجیتال بیشتر استفاده می‌شود؟
- سطوح منطقی صفر و یک برای بیان متغیرها چگونه تولید می‌شوند؟
- توابع منطقی اصلی در مدارهای دیجیتال چگونه نوشته می‌شوند؟
- چه قطعاتی برای ساخت دروازه‌های منطقی به‌کار می‌رود؟
- گیت‌های ترکیبی چگونه ساخته می‌شوند؟
- توابع منطقی را به چه دلیل و چگونه ساده می‌کنند؟
- چند روش برای ساده‌سازی توابع منطقی وجود دارد؟
- چگونه می‌توان تابع منطقی را ساده کرد و آن را نمایش داد؟

یک ماشین حساب گویاترین نمونهٔ سامانه دیجیتال است، نمونه‌های متعدد دیگری از جمله ساعت‌های دیجیتال، نمایشگر چراغ‌های راهنمایی و دستگاه‌های صوتی و تصویری و نوع پیشرفته دیگری مانند رایانه نیز وجود دارند که با یک منطق خاص کار می‌کنند. این منطق معمولاً طبق منطق بولی است که به‌طور مشترک در تمام مدارهای دیجیتالی یافت می‌شود. در سامانه‌های دیجیتال، یک یا چند دروازه منطقی (Logical gate) روی یک یا دو ورودی منطقی عملیات منطقی انجام می‌دهند و در نهایت یک خروجی منطقی را تولید می‌کنند. گیت‌های منطقی از مبنای دودویی یا همان اعداد باینری پیروی می‌کنند. در منطق الکترونیک، هر سطح منطقی نماینده ولتاژ معینی است که این ولتاژ به نوع منطقی که استفاده می‌شود بستگی دارد. توابع منطقی از ترکیب گیت‌های منطقی ساخته می‌شوند که به آنها مدارهای منطقی یا دیجیتالی می‌گویند. برای کاهش حجم مدارهای منطقی، آنها را با چند روش ساده می‌کنند. در این پودمان به اختصار به توصیف دیجیتال، سامانه اعداد و بیان تابع و ساده‌سازی آن می‌پردازیم و مدارهای آن را به‌صورت سخت‌افزاری و نرم‌افزاری تجربه می‌کنیم.

## استاندارد عملکرد

کار با دروازه‌های منطقی و مدارهای ترکیبی دیجیتالی با رعایت استانداردهای حاکم بر آن

## ۱ـ۴ مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز

لوازم‌التحریر ـ رایانه ـ نرم‌افزارهای مورد نیاز ـ بردبُرد ـ دیود نورانی LED ـ مقاومت‌های ۱۵۰Ω، $\frac{۱}{۴}$ وات ـ ۳۳۰Ω، $\frac{۱}{۴}$ وات و ۱۰KΩ، $\frac{۱}{۴}$ وات ـ سیم‌های بردبُرد ـ میز آزمایشگاهی الکترونیک با تجهیزات استاندارد ـ کلید شستی کوچک (SPST Push Button) ـ کلید یک پل کوچک ـ برگه اطلاعات آی‌سی‌های دیجیتال ـ ذره‌بین ـ آی‌سی‌های ۷۴۸۶، ۷۴۳۲، ۷۴۰۸، ۷۴۰۴، ۷۴۰۲، ۷۴۰۰

## ۲ـ۴ سامانه‌های آنالوگ و دیجیتال

به‌طور کلی همه وسایل الکتریکی و الکترونیکی در قالب سامانه‌های آنالوگ و دیجیتال یا تلفیقی از آنها ساخته می‌شوند.

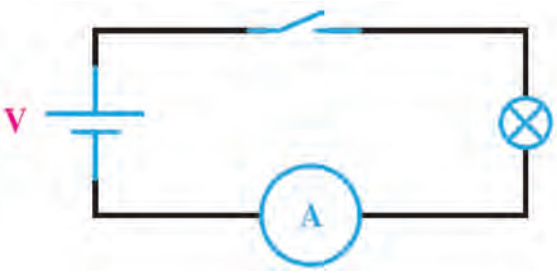
■ **سامانه آنالوگ:** سامانه آنالوگ به سامانه‌ای گفته می‌شود که در آن تغییرات سیگنال به‌صورت پیوسته است، یعنی اطلاعات در تمامی لحظات وجود دارد. شکل موج‌هایی مانند سینوسی، DC و مثلثی از انواع سیگنال‌های آنالوگ هستند.

■ **سامانه دیجیتال:** گروه دیگری از سیگنال‌ها وجود دارند که دارای تغییرات پله‌ای و مجزا هستند. به‌عبارت دیگر ولتاژ آنها بین دو مقدار حداقل و حداکثر تغییر می‌کند. به سامانه‌هایی که با چنین ولتاژهایی کار می‌کنند «سامانه‌های دیجیتال» می‌گویند. از جمله دستگاه‌هایی که با این سامانه دیجیتالی کار می‌کنند می‌توان مرکز تلفن، ماشین‌حساب و رایانه را نام برد. در شکل ۱ـ۴ یک نمونه سیگنال دیجیتالی نشان داده شده است.

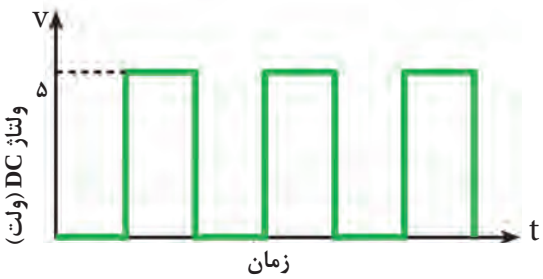
به‌کمک مدار داده شده در شکل ۲ـ۴ و قطع و وصل پی‌درپی کلید و مشاهدهٔ نور لامپ یا اندازه‌گیری جریان آن یک سیگنال دیجیتالی به‌وجود می‌آید، زیرا هنگام قطع و وصل کلید، لامپ دو حالت روشن و خاموش به‌خود می‌گیرد.

جست و جو کنید

در منزل یا هنرستان و محیط کار دستگاه‌هایی را بیابید که فقط دارای سامانه آنالوگ، فقط دارای سامانه دیجیتال یا دارای سامانه تلفیقی آنالوگ و دیجیتال هستند. نتیجه را در قالب یک گزارش ارائه دهید.




شکل ۲ـ۴




سیگنال با دو حالت مختلف (۰) و (۵) ولت

شکل ۱ـ۴ سیگنال دیجیتال

## سامانه‌های اعداد

سامانه اعداد دهدهی یا اعشاری که در زندگی روزمره با آن سروکار داریم، برای ماشین‌های محاسبه‌گر الکترونیکی سامانه مناسبی نیست، زیرا در این مدارها تفکیک ده حالت از یکدیگر میسر نیست و میزان اشتباه و خطا را افزایش می‌دهد. عناصر نیمه‌هادی مانند دیود و ترانزیستور اجزایی دو حالتی هستند، یعنی می‌توانند دو حالت هدایت جریان (بستن کلید) یا حالت قطع جریان (باز کردن کلید) را داشته باشند. اگر هر وضعیت این اجزا را معادل یک علامت در نظر بگیریم، تنها سامانه اعداد مناسب برای این ماشین‌ها، سامانه اعداد دودویی یا باینری (Binary) است.

■ **سامانه دودویی (Binary)**: در سامانه اعداد دودویی، از دو نشانه یا رقم «۰» و «۱» استفاده می‌شود. به این سامانه اعداد، سامانه اعداد در پایهٔ «۲» نیز گفته می‌شود. شمارش در پایه ۲ نیز مشابه شمارش در پایه ۱۰ است؛ یعنی، هر رقم ارزش مکانیِ متناسب با خود را دارد. به هر یک از ارقام باینری «بیت» گفته می‌شود.

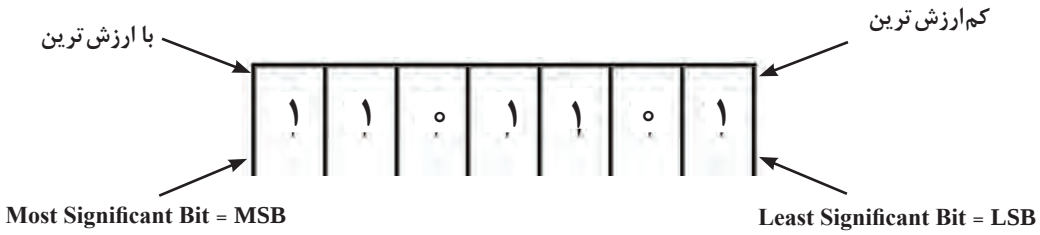
| $۲^۶$ | $۲^۵$ | $۲^۴$ | $۲^۳$ | $۲^۲$ | $۲^۱$ | $۲^۰$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۶۴ | ۳۲ | ۱۶ | ۸ | ۴ | ۲ | ۱ |
| ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ |

MSB LSB

شکل ۳ـ۴

برای مثال، در عدد دودویی ۱۱۰۱۱۰۱ رقم سمت راست کمترین ارزش مکانی و رقم سمت چپ دارای بیشترین ارزش مکانی است. در این مثال کم‌ارزش‌ترین بیت دارای ارزشی برابر ۱ $=۲^۰$ است و با ارزش‌ترین بیت دارای ارزشی برابر ۶۴ $=۲^۶$ است، شکل ۳ـ۴.

ارزش مکانی سایر ارقام این عدد نیز درشکل ۳ـ۴ و ۴ـ۴ مشخص شده است.




شکل ۴ـ۴

☑ برای به‌دست آوردن معادل دهدهی هر عدد باینری، کافی است ارزش مکانی ارقام «۱» آن عدد را با هم جمع کنیم. به این ترتیب معادل اعشاری عدد باینری ۱۱۰۱۱۰۱ برابر است با:

$$۱۱۰۱۱۰۱_۲ = (۱\times۲^۶) + (۱\times۲^۵) + (۱\times۲^۳) + (۱\times۲^۲) + (۱\times۲^۰)$$

$$= ۶۴+۳۲+۸+۴+۱$$

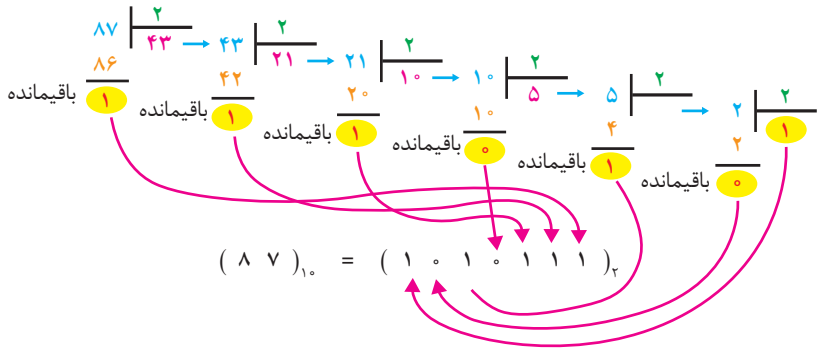
$$= (۱۰۹)_{۱۰}$$

یا

۶۴ ۳۲ ۱۶ ۸ ۴ ۲ ۱ $=۶۴+۳۲+۸+۴+۱$ $=(۱۰۹)_{۱۰}$

۱ ۱ ۰ ۱ ۱ ۰ ۱

☑ **تبدیل اعداد دهدهی به اعداد دودویی معادل آن:** برای تبدیل اعداد دهدهی به اعداد دودویی، از تقسیم‌های متوالی عدد دهدهی بر ۲ استفاده می‌کنیم. به مثال شکل ۵ـ۴ توجه کنید.




**شکل ۵ـ۴ تبدیل اعداد با مبنای ده به مبنای ۲ با روش تقسیم‌های متوالی**

نکته

به هریک از ارقام باینری، بیت گفته می‌شود. هر ۸ بیت یک بایت (byte) نام دارد. هر کلمه یا واژه (word) از یک یا چند بایت تشکیل می‌شود.

پرسش

عدد $(۱۰۰۰۱۱۱۱۱۱۱۰۱۱۰۱)_{۲}$ دارای ..... بیت و ..... بایت است.

■ **مبنای ۸ (اکتال) و مبنای ۱۶ (هگزادسیمال):** برای مختصرنویسی اعداد باینری معمولاً آنها را در مبنای هشت یا شانزده می‌نویسند. این‌کار را به دو دلیل انجام می‌دهند؛ نخست آنکه در نوشتن، خواندن یا انتقال زنجیره «۰» و «۱» اعداد باینری احتمال خطا زیاد است. لذا بیان اعداد در مبنای دیگر (با ارقام بیشتر) یک ضرورت است. دلیل دوم این است که باید مبنای عددی را طوری انتخاب کنیم تا تبدیل اعداد باینری به این مبنا و برعکس، خیلی سریع انجام شود. مبنای هشت و مبنای شانزده هر دو دارای این ویژگی هستند. برای نوشتن اعداد در مبنای هشت، از هشت نشانه یا رقم ۰، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷ و برای نوشتن اعداد در مبنای ۱۶، از شانزده نشانه ۰، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، A، B، C، D، E و F استفاده می‌کنیم. هر یک از حروف A، B، C، D ، E و F در مبنای ۱۶ به‌ترتیب معادل ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴ و ۱۵ است. در جدول ۱ـ۴ ارقام یا نشانه‌های مربوط به هریک از مبناها آورده شده است.

**جدول ۱ـ۴**

| Numbering System | | |
|---|---|---|
| System | Base | Digits |
| Binary | ۲ | ۰ ۱ |
| Octal | ۸ | ۰ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵ ۶ ۷ |
| Decimal | ۱۰ | ۰ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵ ۶ ۷ ۸ ۹ |
| Hexadecimal | ۱۶ | ۰ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵ ۶ ۷ ۸ ۹ A B C D E F |

در جدول ۲ـ۴ اعداد دهدهی ۰ تا ۱۵ در مبنای ۲، مبنای ۸ و مبنای ۱۶ نیز آورده شده است.

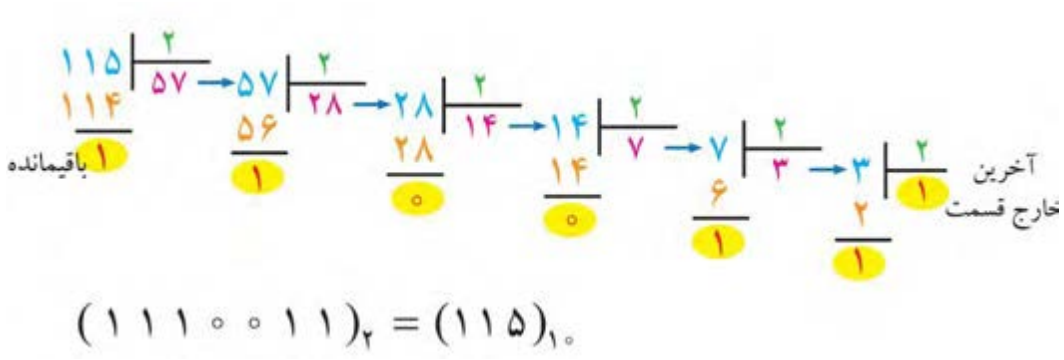
**جدول ۲ـ۴**

| شانزده‌شانزدهی | هشت‌هشتی | دودویی | دهدهی |
|---|---|---|---|
| ۰ | ۰ | ۰۰۰۰ | ۰ |
| ۱ | ۱ | ۰۰۰۱ | ۱ |
| ۲ | ۲ | ۰۰۱۰ | ۲ |
| ۳ | ۳ | ۰۰۱۱ | ۳ |
| ۴ | ۴ | ۰۱۰۰ | ۴ |
| ۵ | ۵ | ۰۱۰۱ | ۵ |
| ۶ | ۶ | ۰۱۱۰ | ۶ |
| ۷ | ۷ | ۰۱۱۱ | ۷ |
| ۸ | ۱۰ | ۱۰۰۰ | ۸ |
| ۹ | ۱۱ | ۱۰۰۱ | ۹ |
| A | ۱۲ | ۱۰۱۰ | ۱۰ |
| B | ۱۳ | ۱۰۱۱ | ۱۱ |
| C | ۱۴ | ۱۱۰۰ | ۱۲ |
| D | ۱۵ | ۱۱۰۱ | ۱۳ |
| E | ۱۶ | ۱۱۱۰ | ۱۴ |
| F | ۱۷ | ۱۱۱۱ | ۱۵ |

مثال

عدد دهدهی ۱۱۵ را در مبنای ۲ و مبنای ۸ بنویسید و عدد ۱۷ را در مبنای ۱۶ بنویسید.

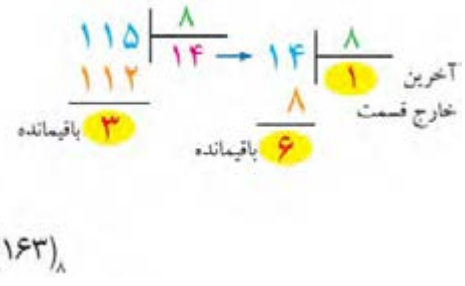
**حل:** الف) تبدیل اعداد دهدهی به دودویی (مبنای ۱۰ به مبنای ۲) در شکل ۶ـ۴ آمده است.



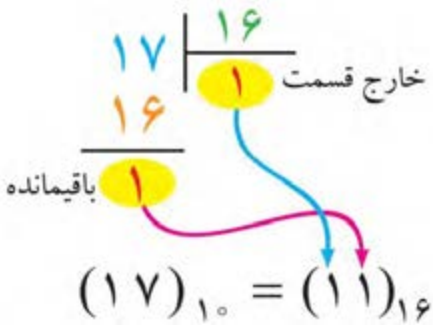

**شکل ۶ـ۴ تبدیل اعداد با مبنای ۱۰ به مبنای ۲ با روش تقسیم‌های متوالی**

ب) تبدیل اعداد دهدهی به اُکتال (Octal) (مبنای ۱۰ به مبنای ۸) در شکل ۷ـ۴ آمده است.

پ) تبدیل اعداد دهدهی به هگزا[1] (Hex) (مبنای ۱۰ به مبنای ۱۶) در شکل ۸ـ۴ آمده است.




**شکل ۷ـ۴ تبدیل اعداد با مبنای ۱۰ به مبنای ۸ با روش تقسیم‌های متوالی**




**شکل ۸ـ۴ تبدیل اعداد با مبنای ۱۰ به مبنای ۱۶ با روش تقسیم‌های متوالی**

■ **تبدیل اعداد در سامانه‌های مختلف:** برای تبدیل اعداد در مبنای غیر از ۱۰ مانند تبدیل (۲ به ۸)، (۲ به ۱۶) و (۸ به ۱۶) یا برعکس (۸ به ۲)، (۱۶ به ۲) و (۱۶ به ۸) ابتدا باید عدد مورد نظر را به مبنای ده ببریم، سپس با تقسیم‌های متوالی بر مبنای عدد خواسته شده نتیجه را به‌دست آوریم. روش ساده‌تری نیز برای این تبدیل‌ها وجود دارد که سرعت کار را بالاتر می‌برد. با این روش و از طریق تمرین زیاد به‌راحتی می‌توانید تبدیل هر عدد را بدون استفاده از محاسبات به‌دست آورید. در ادامه به تشریح این روش می‌پردازیم.

---

۱ـ در برخی کتاب‌ها واژه «هگزا» را به جای هگزادسیمال نیز استفاده می‌کنند.

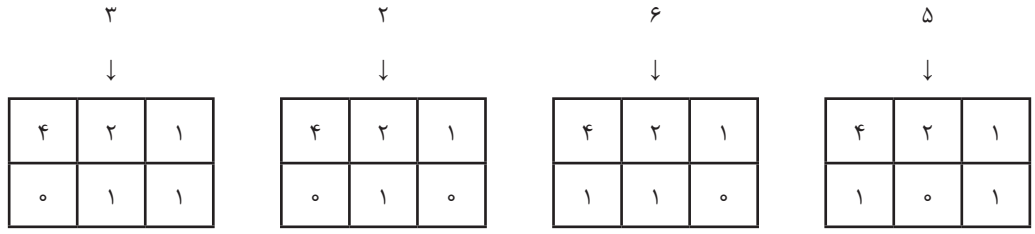
☑ تبدیل مبنای ۸ به ۲:

برای تبدیل یک عدد اُکتال به عدد باینری معادل آن، باید به‌جای هر رقم عدد اُکتال، معادل سه بیتیِ معادل باینری آن را بنویسیم(شکل ۹ـ۴).

**مثال**

عدد ۳۲۶۵ در مبنای ۸ را به عدد باینری تبدیل کنید.

$۳۲۶۵_{۸} = ۰۱۱۰۱۰۱۱۰۱۰۱_{۲}$




**شکل ۹ـ۴ تبدیل عدد اکتال به عدد باینری معادل آن**

**نکته مهم**

بزرگترین عدد به‌کار رفته در سیستم اُکتال عدد ۷ است که در سامانه دودویی به‌صورت ۱۱۱ درمی‌آید.

**بارش فکری**

در تبدیل عدد باینری به اُکتال از چه روشی استفاده می‌شود؟ درباره موضوع بحث و در کلاس مطالب را جمع‌بندی کنید.

**بحث کنید**

در ردیف اول جدول شکل ۱۰ـ۴ اعداد ۱، ۲، ۴ و ۸ نوشته شده است، این اعداد در چه مبنایی انتخاب شده است؟ نتیجه حاصل را در قالب یک گزارش ارائه دهید.

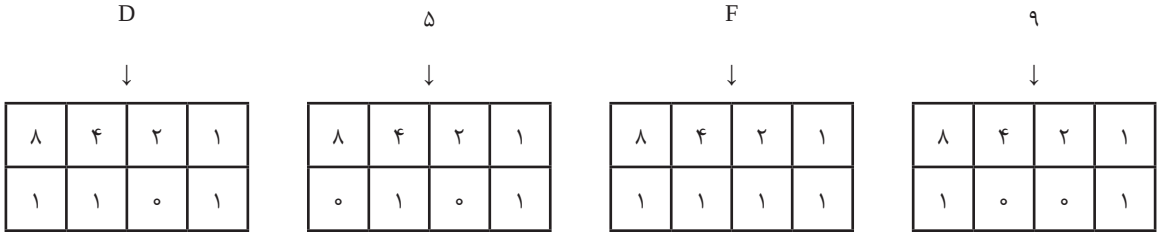
☑ تبدیل مبنای ۱۶ به ۲:

برای تبدیل یک عدد HEX به عدد باینری معادل آن، باید به‌جای هر رقم HEX معادل چهار بیت باینری آن را بنویسیم، شکل ۱۰ـ۴.

**مثال**

عدد D۵F۹ در مبنای ۱۶ را به عدد باینری تبدیل کنید.

$D5F9_{HEX} = 1101010111111001_2$




**شکل ۱۰ـ۴ تبدیل یک عدد هگزا دسیمال به باینری**

☑ برای تبدیل یک عدد باینری به عدد HEX معادل آن، باید عدد باینری مورد نظر را از سمت راست به گروه‌های چهارتایی تقسیم کنید، سپس معادل HEX هرگروه را جایگزین نمایید.

مثال: عدد ۱۰۱۰۱۱۱۰۰۱۱۱۰۰۱۱ در مبنای ۲ را به عدد HEX تبدیل کنید.

بر اساس دسته‌بندی انجام شده در شکل ۱۰ـ۴ تبدیل را انجام می‌دهیم.

$1010111100111001_2 = AE37_{HEX}$

یا

| ۱۰۱۰ | ۱۱۱۰ | ۰۱۱۱ | ۰۰۱۱ | |
|---|---|---|---|---|
| ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | $=(AE73)_{HEX}$ |
| A | E | ۷ | ۳ | |

نکته مهم

امروزه اغلب ماشین‌حساب‌ها دارای انواع تبدیل‌های ذکر شده هستند و عملاً نیازی به محاسبه این تبدیل‌ها وجود ندارد. آموزش داده شده به‌منظور درک عمیق‌تر مفاهیم مرتبط با دیجیتال و میکروکنترلر است

پژوهش

با مراجعه به رسانه‌های مختلف، حداقل دو نمونه مبدل را بیابید و با آن تمرین کنید. نتیجه را در قالب گزارش ارائه دهید.

## کد BCD

بعضی از ماشین‌های محاسبه‌گر الکترونیکی، عملیات ریاضی را در کد BCD (Binary Coded Decimal) انجام می‌دهند.

در کد BCD هر رقم دهدهی را با چهار بیت باینری معادل آن نشان می‌دهند. به مثال‌های زیر توجه کنید:

$(3)_{10} \rightarrow (11)_2 \rightarrow (0011)_{BCD}$

$(9)_{10} \rightarrow (1001)_2 \rightarrow (1001)_{BCD}$

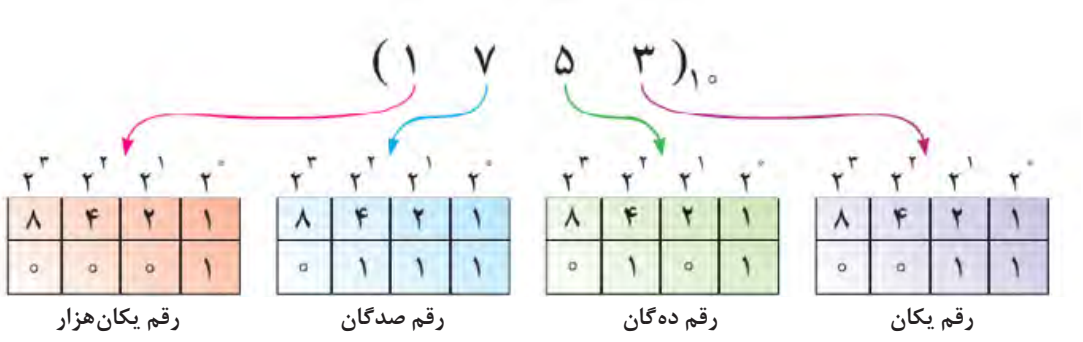
$(5)_{10} \rightarrow (101)_2 \rightarrow (0101)_{BCD}$

جدول ۳ـ۴ معادل باینری و BCD اعداد یک رقمی

| عدد BCD | عدد باینری | عدد دهدهی |
|---|---|---|
| ۰۰۰۰ | ۰ | ۰ |
| ۰۰۰۱ | ۱ | ۱ |
| ۰۰۱۰ | ۱۰ | ۲ |
| ۰۰۱۱ | ۱۱ | ۳ |
| ۰۱۰۰ | ۱۰۰ | ۴ |
| ۰۱۰۱ | ۱۰۱ | ۵ |
| ۰۱۱۰ | ۱۱۰ | ۶ |
| ۰۱۱۱ | ۱۱۱ | ۷ |
| ۱۰۰۰ | ۱۰۰۰ | ۸ |
| ۱۰۰۱ | ۱۰۰۱ | ۹ |

تبدیل اعداد دهدهی به معادل BCD آنها از تبدیل اعداد دهدهی به معادل باینری آنها به‌مراتب ساده‌تر است، زیرا برای این تبدیل، دانستن معادل باینری ارقام صفر تا ۹ کفایت می‌کند.

توجه داشته باشد که در این روش نمایش اعداد، باید هر رقم دهدهی را با چهار بیت باینری نمایش دهیم. در جدول ۳ـ۴ تفاوت نمایش ارقام دهدهی صفر تا ۹ به‌صورت باینری و BCD نشان داده شده است. بر اساس جدول ۳ـ۴، معادل BCD عدد دهدهی ۱۷۵۳ در شکل ۱۱ـ۴ نشان داده شده است.




شکل ۱۱ـ۴ معادل BCD عدد

کار عملی ۱

## سیگنال آنالوگ و دیجیتال و سیستم اعداد

**هدف:** کسب مهارت در تشخیص سیگنال‌های آنالوگ و دیجیتال
مهارت تبدیل سیستم‌های اعداد به یکدیگر

**مواد، ابزار و تجهیزات:** لوازم التحریر ـ اینترنت ـ رایانه ـ نرم‌افزار مولتی‌سیم یا هر نرم‌افزار مناسب دیگر ـ نرم‌افزار PC Binary Converter یا نرم‌افزار مشابه ـ دستگاه ماشین حساب یا ماشین حساب Windows رایانه

**مراحل اجرای کار:**

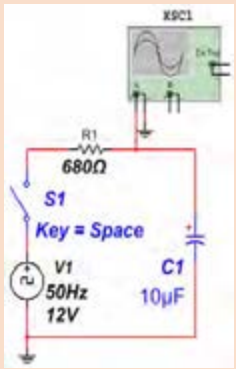
۱ مدار شکل ۱۲ـ۴ را در فضای نرم‌افزاری ببندید.

۲ منبع ورودی را سیگنال مربعی با دامنه ۱۲ ولت و فرکانس ۵۰ هرتز انتخاب کنید. سپس کلید $S_1$ را وصل کنید.

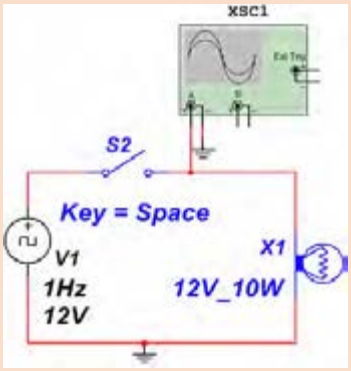
۳ شکل موج خروجی دو سر خازن را روی صفحه اسیلوسکوپ نرم‌افزار به‌صورت پایدار ظاهر کنید.

۴ آیا با مشاهده شکل موج خروجی می‌توان نتیجه گرفت که سیگنال شارژ و دشارژ خازن، یک نوع سیگنال آنالوگ است؟ بلی ☐ خیر ☐

۵ مدار شکل ۱۳ـ۴ را در محیط نرم‌افزاری ببندید. سپس کلید $S_2$ را وصل کنید.



شکل ۱۲ـ۴



شکل ۱۳ـ۴

۶ شکل موج خروجی را روی صفحه اسیلوسکوپ نرم‌افزار به‌صورت پایدار ظاهر کنید.

۷ آیا با مشاهده شکل موج خروجی می‌توان نتیجه گرفت که سیگنال دو سر لامپ یک سیگنال دیجیتال است؟

بلی ☐ خیر ☐

۸ مداری رسم کنید که بتواند باز و بسته بودن یک در را به سطوح منطقی تبدیل کند.

.....

.....

.....

۹ اعداد جدول ۴ـ۴ را که در سیستم دهدهی (Decimal) هستند، به سیستم‌های باینری، اُکتال و هگزادسیمال تبدیل کنید.

۱۰ با استفاده از نرم‌افزار PC Binary Converter یا نرم‌افزارهای مشابه و دستگاه ماشین حساب، شکل ۴ـ۱۴ (ماشین حساب Windows) تبدیل مبنای اعداد جدول ۴ـ۴ را راستی‌آزمایی کنید.

جدول ۴ـ۴

| مبنای ۱۰ (Decimal) | مبنای ۲ (Binary) | مبنای ۸ (Octal) | مبنای ۱۶ (Hexadecimal) |
|---|---|---|---|
| ۵ | | | |
| ۱۲ | | | |
| ۱۷ | | | |
| ۳۶ | | | |
| ۷۵ | | | |
| ۱۲۸ | | | |
| ۱۸۰ | | | |
| ۴۸۰ | | | |
| ۵۱۲ | | | |

نکته

نرم‌افزار PC Binary Converter مبدل سامانه‌های اعداد است. این نرم‌افزار رایگان و قابل بارگیری از اینترنت است. قابلیت‌های دیگر این نرم‌افزار را مشخص کنید و نتایج را به‌طور خلاصه بنویسید.




شکل ۴ـ۱۴ نرم‌افزار مبدل و ماشین حساب

۱۱ اعداد زیر را به‌صورت نمایش‌کد BCD بنویسید.

الف) ۵۷ .....

ب) ۷۸۶ .....

پ) ۹۴۳ .....

ت) ۲۹۱ .....

## سطوح منطقی صفر و یک

همان‌گونه که اشاره شد در مدارهای دیجیتالی دو حالت وجود دارد. این حالت‌ها را با اصطلاحات مختلفی بیان می‌کنند. مثلاً برای نشان دادن حالت روشن و حالت خاموش لامپ، از اصطلاحات مختلفی استفاده می‌شود که در جدول ۵ـ۴ نشان داده شده است.

**جدول ۵ـ۴**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| صفر | وجود نداشتن | low | OFF | کلید قطع | لامپ خاموش |
| یک | وجود داشتن | high | ON | کلید وصل | لامپ روشن |

هر یک از این اصطلاحات بیانگر مفهوم خاصی از مدار است، برای مثال «OFF_ON» روشن و خاموش بودن، «high_low» حداقل و حداکثر ولتاژ اعمال شده به مدار و «۱ـ۰» معرف بودن و نبودن است. برای بیان مفاهیم و عبارات دیجیتالی، جهت خلاصه‌نویسی بیشتر از صفر و یک استفاده می‌شود.

البته باید دقت داشت که صفر و یک به‌کار رفته در مدارهای دیجیتالی با صفر و یک عبارات جبری یکسان نیست. در مباحث دیجیتال، ۰ و ۱ نشان‌دهنده وضعیت مدار هستند. درصورتی که در ریاضی مفهوم صفر و یک، بیانگر مقدار عددی است. سطح ولتاژ (حداکثر ولتاژ) در مدارهای دیجیتالی مقادیری در محدودهٔ بین ۵ تا ۱۵ ولت دارد. یکی از این مقادیر ولتاژی، سطح ولتاژ ماکزیمم (۵ ولت) و سطح ولتاژ مینیمم (حدود صفر ولت) است.

## دروازه‌های منطقی پایه

در دروس تخصصی پایه دهم با انواع گیت‌های منطقی مانند AND، OR و NOT آشنا شده‌اید و تعدادی از آی‌سی‌های دیجیتالی را به‌صورت نرم‌افزاری و سخت‌افزاری اجرا کرده‌اید. به جدول ۶ـ۴ توجه کنید. در این جدول انواع گیت‌های منطقی، جدول صحت، نماد و تابع خروجی آنها آمده است. از این جدول می‌توانید در بستن مدارهای مختلف استفاده کنید.

**جدول ۶ـ۴ گیت‌های پایه و ترکیبی همراه با نماد، تابع منطقی خروجی و جدول صحت**

| نام دروازه | نماد (سمبل گرافیکی) | تابع جبری | جدول درستی |
|---|---|---|---|
| AND |  | $Y=AB$ | A B Y<br>0 0 0<br>0 1 0<br>1 0 0<br>1 1 1 |
| OR |  | $Y=A+B$ | A B Y<br>0 0 0<br>0 1 1<br>1 0 1<br>1 1 1 |
| NOT |  | $Y=\overline{A}$ | A Y<br>0 1<br>1 0 |
| NAND |  | $Y=\overline{AB}=(AB)'$ | A B Y<br>0 0 1<br>0 1 1<br>1 0 1<br>1 1 0 |
| NOR |  | $Y=\overline{A+B}=(A+B)'$ | A B Y<br>0 0 1<br>0 1 0<br>1 0 0<br>1 1 0 |
| XOR |  | $Y=A\oplus B=\overline{A}B+A\overline{B}$ | A B Y<br>0 0 0<br>0 1 1<br>1 0 1<br>1 1 0 |
| XNOR |  | $Y=\overline{A\oplus B}=\overline{A}\overline{B}+AB$ | A B Y<br>0 0 1<br>0 1 0<br>1 0 0<br>1 1 1 |
| Buffer |  | $Y=A$ | A Y<br>0 0<br>1 1 |

بارش فکری

جدول ۶ـ۴ را از طریق بارش فکری مورد تجزیه و تحلیل قرار دهید و نتیجه را در قالب یک گزارش تنظیم کنید.

نکته

دروازه‌های منطقی مطابق شکل ۱۵ـ۴ عملگرهایی با یک یا چند ورودی و یک خروجی هستند. برای ترسیم دروازه‌های منطقی از علامت‌های اختصاری استفاده می‌کنیم. هر دروازه بر اساس منطقی خاص که برای وضعیت‌های ورودی و خروجی آن تعریف شده، ساخته می‌شود.




شکل ۱۵ـ۴

## دروازه‌های منطقی ترکیبی

با ترکیب برخی دروازه‌های منطقی پایه با یکدیگر، دروازه‌های منطقی جدیدی ساخته می‌شوند که در مدارهای دیجیتالی کاربرد فراوانی دارند. این دروازه‌ها عبارت‌اند از: دروازه‌های منطقی NAND، NOR، OR انحصاری و NOR انحصاری.

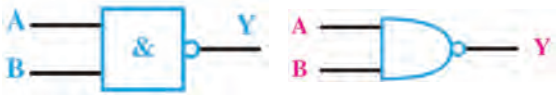
☑ **عملگر یا دروازه NAND ـ «نفی و»:** مانند شکل الف) ۱۶ـ۴ در دروازه‌های منطقی NAND متغیرهای ورودی ابتدا با هم AND شده و سپس NOT می‌شوند، لذا خروجی آن زمانی وجود دارد (یک است) که حداقل یکی از ورودی‌های آن صفر باشد. در نقشه‌های دیجیتالی دروازه NAND را با علایم اختصاری شکل ب و پ) ۱۶ـ۴ نشان می‌دهند. جدول صحت دروازه منطقی NAND مطابق جدول ۷ـ۴ است.

نکته

در گیت NAND خروجی زمانی صفر است که همه ورودی‌های آن یک باشد.




الف)




ب) استاندارد آمریکایی　　پ) استاندارد IEC

شکل ۱۶ـ۴ علائم اختصاری دروازهٔ NAND

☑ **دروازه منطقی NOR ـ «نفی یا»:** عملگر یا دروازه‌های منطقی NOR به دروازه‌ای گفته می‌شود که خروجی آن زمانی وجود دارد که همه ورودی‌ها وجود نداشته باشند. به عبارت دیگر دروازه NOR از ترکیب دو دروازه OR و NOT به‌وجود می‌آید. در واقع در دروازه NOR ابتدا متغیرها مشابه شکل ۱۷ـ۴ با یکدیگر OR شده و سپس NOT می‌شوند.

فعالیت

جدول صحت دروازه منطقی NOR و نماد اختصاری آن را ترسیم کنید و در قالب گزارش ارائه دهید.

**جدول ۷ـ۴ جدول صحت دروازه منطقی NAND**

| A ورودی | B ورودی | Y خروجی |
|---|---|---|
| ۰ | ۰ | ۱ |
| ۰ | ۱ | ۱ |
| ۱ | ۰ | ۱ |
| ۱ | ۱ | ۰ |

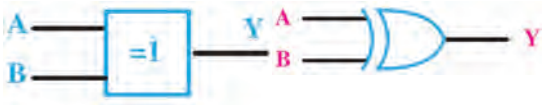



شکل ۱۷ـ۴

**جدول ۸ـ۴ جدول صحت دروازه منطقی XOR**

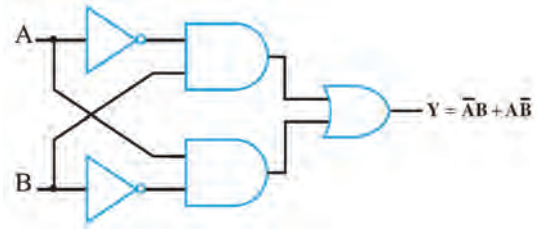
| A ورودی | B ورودی | Y خروجی |
|---|---|---|
| ۰ | ۰ | ۰ |
| ۰ | ۱ | ۱ |
| ۱ | ۰ | ۱ |
| ۱ | ۱ | ۰ |

☑ **دروازه منطقی OR انحصاری (Exclusive OR_XOR)**: این عملگر یا دروازه منطقی فقط دارای دو ورودی و یک خروجی است. خروجی این دروازه منطقی زمانی وجود دارد (در وضعیت یک قرار می‌گیرد) که دو ورودی آن با هم برابر نباشند یا به‌عبارت دیگر دو ورودی در سطح منطقی مشابه نباشند (دو ورودی مخالف باشند). جدول ۸ـ۴ جدول صحت دروازه منطقی OR انحصاری (XOR) را نشان می‌دهد. با توجه به جدول صحت این دروازه، تابع منطقی آن را می‌توان به‌صورت رابطه مقابل نوشت: $Y = \overline{A}B + A\overline{B}$
این تابع منطقی را به‌صورت $Y=A\oplus B$ نشان می‌دهند.
مدار معادل دروازهٔ منطقی XOR با استفاده از دروازه‌های منطقی پایه به‌صورت شکل ۱۸ـ۴ است. در نقشه‌ها و مدارهای منطقی، دروازهٔ XOR را با علایم اختصاری شکل ۱۹ـ۴ نشان می‌دهند.




الف) استاندارد آمریکایی ب) استاندارد IEC

شکل ۱۹ـ۴ علائم اختصاری دروازهٔ XOR



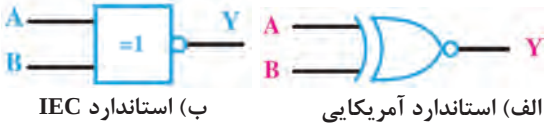

شکل ۱۸ـ۴ مدار معادل XOR

☑ **دروازه منطقی NOR انحصاری (Exclusive NOR_XNOR)**: این دروازه منطقی نیز مشابه XOR فقط دارای دو ورودی و یک خروجی است. خروجی آن هنگامی وجود دارد (در وضعیت یک قرار می‌گیرد) که هر دو ورودی یکسان باشند یا به‌عبارتی دیگر دو ورودی در سطح منطقی مشابه باشند (دو ورودی برابر باشند).

فعالیت

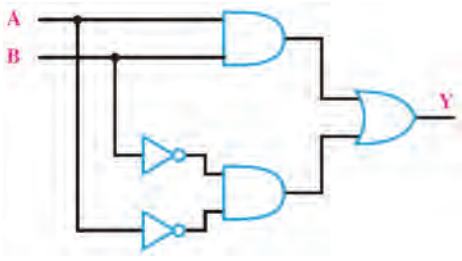
جدول صحت دروازه منطقی NOR انحصاری (XNOR) را تنظیم کنید و در قالب یک گزارش ارائه دهید.

تابع منطقی خروجی دروازه منطقی XNOR به‌صورت $Y = \overline{A}\,\overline{B} + AB$ نوشته می‌شود و آن را به‌صورت $\overline{A \oplus B}$ نیز می‌نویسند. مدار معادل دروازهٔ منطقی XNOR با استفاده از دروازه‌های منطقی پایه به‌صورت شکل ۲۰ـ۴ است. در نقشه‌ها و مدارهای منطقی، دروازهٔ XNOR را با علایم اختصاری شکل ۲۱ـ۴ نشان می‌دهند.



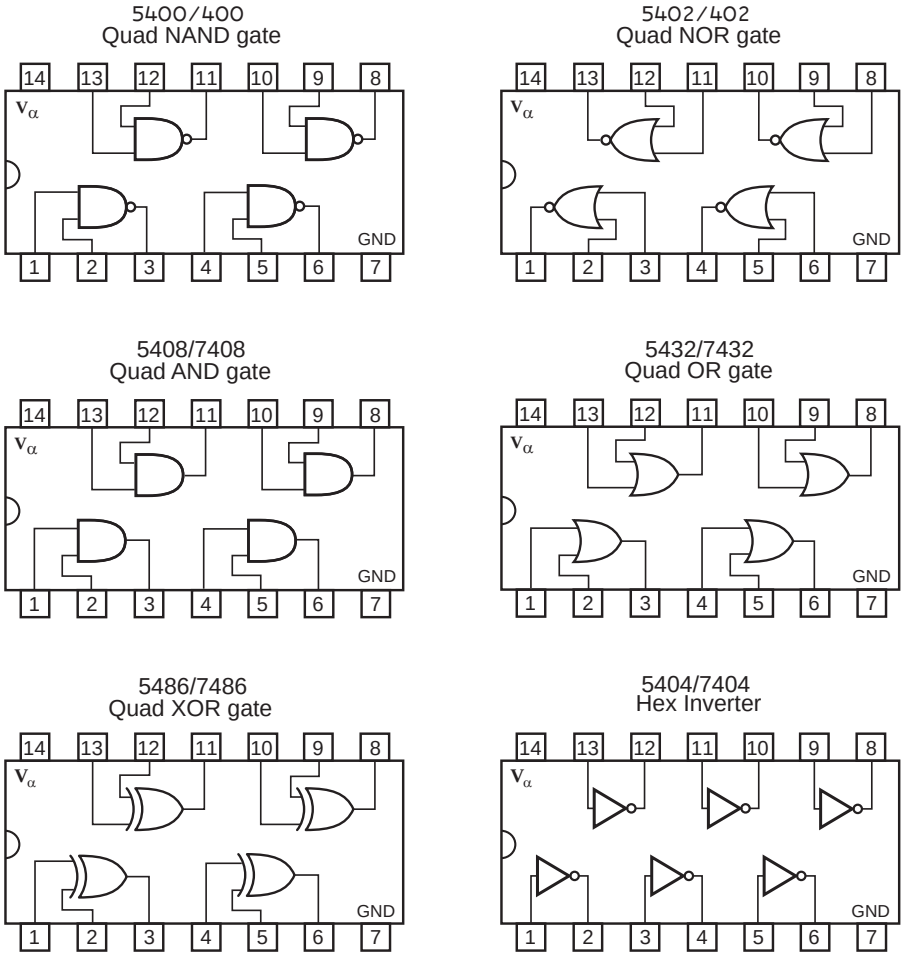

الف) استاندارد آمریکایی ب) استاندارد IEC

شکل ۲۱ـ۴ علائم اختصاری دروازهٔ XNOR




شکل ۲۰ـ۴

☑ **معرفی مشخصات پایه‌های آی‌سی گیت‌های منطقی:** شکل ۲۲ـ۴ نقشه تعدادی از آی‌سی‌های پرکاربرد دیجیتالی را نشان می‌دهد. در این شکل شمارهٔ پایه‌های آی‌سی، تعداد گیت‌ها و ارتباط گیت‌ها با پایه‌ها مشخص شده است. در آی‌سی‌های شکل ۲۲ـ۴ پایه ۱۴ تغذیه آی‌سی و پایه ۷ زمین آی‌سی است.




**شکل ۲۲ـ۴ نقشه آی سی های پرکاربرد**

## بررسی مدارهای منطقی

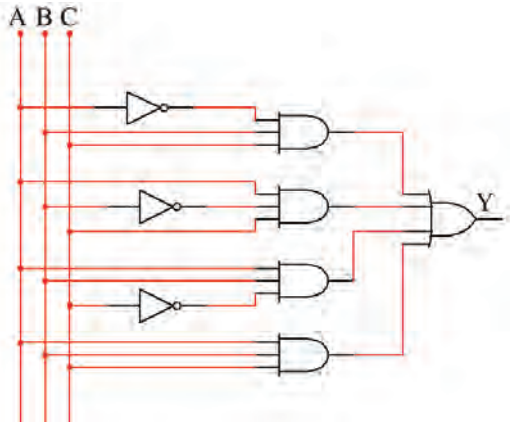
هدف از آشنایی با دروازه‌های منطقی آن است که از آنها در ساخت مدارهای منطقی استفاده شود. برای اینکه با چگونگی به‌کارگیری این دروازه‌ها آشنا شوید یک مثال صرفاً برای آشنایی با طراحی بیان می‌شود.

مثال: مداری را طرح کنید که خروجی آن تابع رأی اکثریت یک هیئت داوری سه نفری باشد.

حل: برای رسم مدار منطقی لازم است ابتدا جدول صحت را تشکیل دهیم و سپس بر اساس آن عبارت منطقی را بنویسیم. اگر سه فرد A، B و C ورودی و Y یا F خروجی باشد، هرگاه دو یا سه فرد رای داده باشند خروجی باید یک (۱) شود. بنابراین خروجی مدار دارای جدول صحتی به‌صورت جدول ۹ـ۴ و عبارت منطقی به‌صورت F خواهد بود.

**جدول ۹ـ۴**

| A | B | C | F | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | | |
| ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | | |
| ۰ | ۱ | ۰ | ۰ | | |
| ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ← | $\overline{A}BC$ |
| ۱ | ۰ | ۰ | ۰ | | |
| ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ← | $A\overline{B}C$ |
| ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ← | $AB\overline{C}$ |
| ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ← | $ABC$ |




**شکل ۲۳ـ۴**

$$F = \overline{A}BC + A\overline{B}C + AB\overline{C} + ABC$$

برای نوشتن عبارت منطقی مربوط به جدول صحت، به ستون خروجی جدول توجه می‌کنیم. رابطه F (خروجی مدار) از حاصل‌جمع (OR) سطرهایی که خروجی آن «یک» است، به‌دست می‌آید. در هر سطری که خروجی یک است وضعیت ورودی‌ها را بررسی می‌کنیم. برای مثال در سطر چهارم که A =۰، B =۱ و C =۱ است، F =۱ خواهد شد. تابع منطقی در این سطر به صورت زیر نوشته می‌شود.

(C هست) و (B هست) و (A نیست)

↓ ↓ ↓ ↓ ↓

$F = (\overline{A}) \cdot (B) \cdot (C) = \overline{A}BC$

**بحث کنید**

چرا تابع منطقی خروجی با روش ذکر شده به‌دست می‌آید. حال با توجه به جملات به‌دست آمده برای تابع خروجی، می‌توان مدار منطقی را چنین رسم کرد، شکل ۲۳ـ۴.

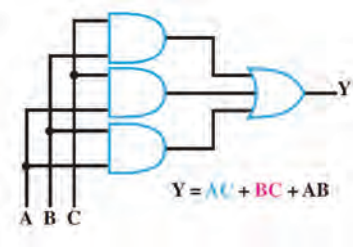
**توجه**

تنظیم این جدول و رسم مدار آن صرفاً به‌خاطر درک مفاهیم است و ضرورتی در به‌خاطر سپردن آن وجود ندارد.

به‌جای مدار فوق می‌توانیم از مدار شکل ۲۴ـ۴ که از دروازه‌های منطقی کمتری تشکیل شده است استفاده کنیم. عملکرد این مدار کاملاً مشابه مدار قبلی است. در حقیقت دو رابطه زیر از نظر منطقی عملکرد یکسانی دارند.

$$Y = \overline{A}BC + A\overline{B}C + AB\overline{C} + ABC \quad (۱)$$

$$Y = AC + BC + AB \quad (۲)$$




شکل ۲۴ـ۴

## توابع منطقی (جبر بول) و دیاگرام کارنو

به کمک پاره‌ای قوانین حاکم، می‌توانیم رابطه (۱) که تابع منطقی شکل ۲۳ـ۴ آمده است را ساده کنیم تا رابطه (۲) به‌دست آید. به یاد داشته باشید که توابع جبر بول را تنها به این دلیل ساده می‌کنیم که هنگام ساختن مدار از دروازه‌های منطقی کمتری استفاده شود در غیر این‌صورت ساده‌سازی کاربردی ندارد.

توجه

جبر بول و دیاگرام کارنو در دستور آموزش این کتاب قرار ندارد و صرفاً برای آشنایی آمده است. ساده‌سازی توابع بولی با استفاده از نرم‌افزار به‌آسانی امکان‌پذیر است.

کار عملی ۲

**هدف:** کسب مهارت در استخراج مشخصات فنی تراشه‌های (IC) دیجیتال
کسب مهارت در بستن مدارهای منطقی

**مواد، ابزار و تجهیزات:** لوازم‌التحریر ـ اینترنت ـ رایانه ـ نرم‌افزار مولتی‌سیم یا هر نرم‌افزار مناسب دیگر ـ دیود نورانی LED قرمز و سبز ـ مقاومت‌های ۱۵۰ Ω، $\frac{۱}{۴}$ وات، ۱۰ KΩ، $\frac{۱}{۴}$ وات و ۳۳۰ Ω، $\frac{۱}{۴}$ وات ـ بِردبُرد ـ سیم‌های بِردبُرد ـ میز آزمایشگاهی الکترونیک با تجهیزات استاندارد ـ کلید شستی کوچک (SPST Push Button) ـ کلید یک پل کوچک ـ برگه اطلاعات آی‌سی‌های دیجیتال ـ آی‌سی‌های ۷۴۰۰، ۷۴۰۲، ۷۴۰۴، ۷۴۰۸، ۷۴۳۲، ۷۴۸۶

**مراحل اجرای کار:**

☑ تمام آی‌سی‌هایی که برای آزمایش مدارهای دیجیتال از آنها استفاده خواهید کرد از نوع TTL معمولی انتخاب شده‌اند. این آی‌سی‌ها به «سری ۷۴» مشهورند، زیرا دو رقم سمت چپ شماره سریال همهٔ آنها با ۷۴ یا ۵۴ شروع می‌شود. ممکن است بعد از این دو رقم یک تا سه حرف آمده باشد و پس از این حروف نیز دو یا سه رقم دیگر و سرانجام یک یا دو حرف بعد از آن درج شده باشد که هر یک از آنها مفهوم خاصّی دارد. در شکل ۲۵ ـ۴ این مفاهیم بیان شده است.

پژوهش

آی‌سی‌های دیجیتال در سری TTL و CMOS ساخته می‌شوند. در مورد شماره سریال، ولتاژ تغذیه و سایر موارد این نوع آی‌سی‌ها تحقیق کنید و نتایج را در قالب یک گزارش ارائه دهید.




**مثال‌هایی مربوط به مشخصات آی‌سی‌های خانواده TTL**

| شمارهٔ آی‌سی | نماد | مفهوم |
|---|---|---|
| ۷۴۰۴ | بدون حرف | استاندارد |
| ۷۴H۰۴ | H = High Speed | سریع |
| ۷۴L۰۴ | L = Low Power | کم‌مصرف |
| ۷۴S۰۴ | S = Schottky | نوع شاتکی |
| ۷۴SL۰۴ | LS = Low Power Schottky | کم‌مصرف شاتکی |
| ۷۴AS۰۴ | AS = Advanced Schottky | شاتکی اصلاح شده |
| ۷۴ALS۰۴ | ALS = Advanced Low Power Schottky | شاتکی کم‌مصرف اصلاح شده |

**شکل ۲۵ـ۴ مشخصات آی‌سی‌های TTL**

**جدول ۱۰ـ۴**

| ردیف | شماره آی‌سی | مشخصات فنی از روی شماره |
|---|---|---|
| ۱ | | |
| ۲ | | |
| ۳ | | |

۱ سه نمونه آی‌سی سری ۷۴ یا ۵۴ را دریافت کنید و با مراجعه به شکل ۲۵ـ۴ شماره برخی از مشخصات آنها را استخراج و در جدول ۱۰ـ۴ یادداشت کنید.

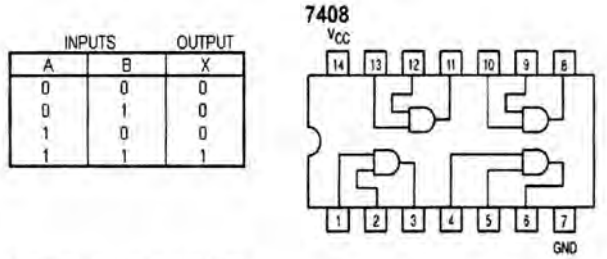
۲ با توجه به شکل ۲۶ـ۴ مشخصات آی‌سی ۷۴۰۸ را از نظر تعداد گیت و جدول صحت هر گیت توضیح دهید.

.....

.....

.....

۳ با مراجعه به برگه اطلاعات آی‌سی ۷۴۰۸ در شکل ۲۶ـ۴ مقادیر مجاز ماکزیمم و مینیمم ولتاژ و جریان و محدوده درجه حرارت کار آی‌سی ۷۴۰۸ را در جدول ۱۱ـ۴ یادداشت کنید.




Recommended Operating Conditions

| | SN 74LS08 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | MIN | NOM | MAX | Unit |
| Vcc Supply Voltage | 4.75 | 5 | 5.25 | V |
| High - Level input voltage | 2 | | | V |
| Low - Level input voltage | | | 0.8 | V |
| High - Level ouput current | | | -0.4 | mA |
| Low - Leveloutput current | | | 8 | mA |
| Operating free-air temperature | 0 | | 70 | C |

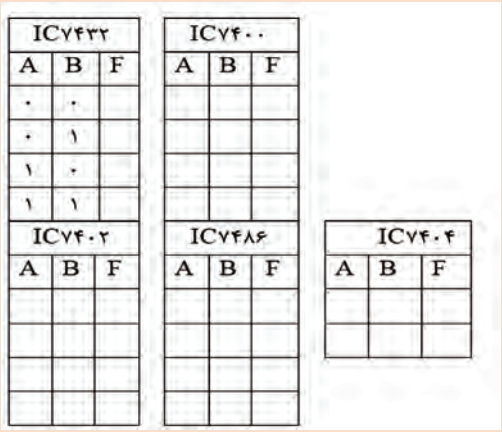
شکل ۲۶ـ۴ برگه اطلاعات آی‌سی ۷۴۰۸

جدول ۱۱ـ۴

| Symbol نماد | Parameter مشخصه | | مقادیر Min | Nom | Max |
|---|---|---|---|---|---|
| VCC | Supply Voltage | ولتاژ تغذیه | | | |
| VIH | High Level Input Voltage | ولتاژ حالت H ورودی | | | |
| VIL | Low Level Input Voltage | ولتاژ حالت L ورودی | | | |
| I OH | High Level Output Current | جریان خروجی در حالت سطح بالا | | | |
| I OL | Low Level Output Current | جریان خروجی در حالت سطح پایین | | | |
| TA | Free Air Operating Temperature | درجه حرارت کار در هوای آزاد | | | |

۴ مدار داخلی آی‌سی‌های گیت منطقی را از نظرتعداد گیت و جدول صحت بررسی کنید. جدول شکل ۲۷ـ۴ را کامل کنید.

| ردیف | شماره آی‌سی | مدار داخلی | تابع خروجی |
|---|---|---|---|
| ۱ | ۷۴۳۲ | | |
| ۲ | ۷۴۰۰ | | |
| ۳ | ۷۴۰۲ | | |
| ۴ | ۷۴۸۶ | | |
| ۵ | ۷۴۰۴ | | |

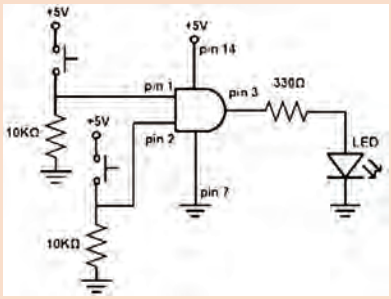


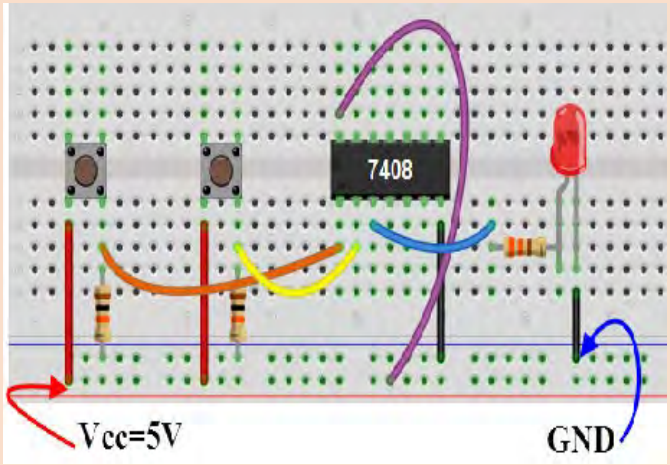

شکل ۲۷ـ۴ جدول شماره آی‌سی‌ها و جدول صحت

توجه

شماره آی سی ها جهت آشنایی با مدار داخلی آن هاست و نیاز به حفظ کردن آن ها و شماره پایه ها نیست.در صورت استفاده باید به برگه اطلاعات هریک در Data Book مراجعه شود.

۵ با استفاده از آی‌سی ۷۴۰۸ مدار شکل ۲۸ـ۴ را روی بردبُرد ببندید.




شکل ۲۸ـ۴ مدار گیت AND

☑ کلیدهای A و B را به‌صورت جداگانه یا با هم تغییر وضعیت دهید و به وضعیت روشن شدن LED توجه کنید. نتایج حاصل را در جدول ۱۲ـ۴ بنویسید.

۶ با استفاده از جدول ۴ـ۱۲ جدول صحت گیت AND را رسم کنید و در مورد عملکرد مدار توضیح دهید.

.....

.....

.....

.....

**جدول ۴ـ۱۲**

| حالت خروجی | وضعیت ورودی‌ها | |
|---|---|---|
| F= LED | B | A |
| | قطع | قطع |
| | وصل | قطع |
| | قطع | وصل |
| | وصل | وصل |

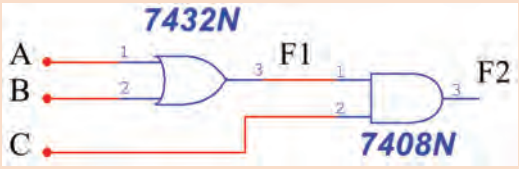
فعالیت

مدار سایر گیت‌های منطقی را ببندید و جدول صحت آنها را به‌دست آورید.

۷ جدول صحت مدار منطقی شکل ۴ـ۲۹ را در جدول ۴ـ۱۳ بنویسید.

**جدول ۴ـ۱۳ مدار منطقی**

| حالت خروجی | | وضعیت ورودی‌ها | | |
|---|---|---|---|---|
| F۲= | F۱= | C | B | A |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |




**شکل ۴ـ۲۹ مدار منطقی**

۸ تابع منطقی F۱ و F۲ در شکل ۴ـ۲۹ را بنویسید

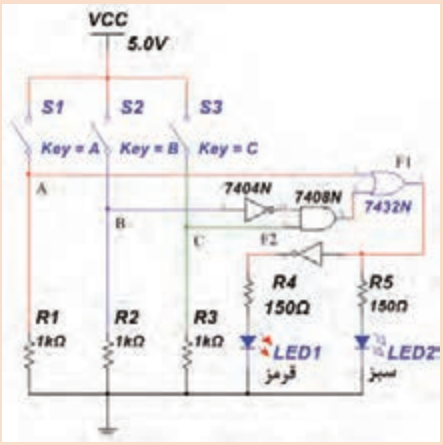
F۱ = .....

F۲ = .....

۹ مدار شکل ۳۰ـ۴ مدار منطقی یک در، با قفل رمزدار سه‌بیتی ($S_1$، $S_2$، $S_3$) برای ورود سه فرد مشخص به داخل محیط کارخود (مانند یک کارگاه تخصصی) است. اگر رمز صحیح وارد شود LED سبز روشن می‌شود در غیراین‌صورت LED قرمز روشن خواهد شد. مدار را روی بردبُرد ببندید.

۱۰ مدار را راه‌اندازی کنید. جدول صحت مدار را به‌دست آورید.

۱۱ سطرهایی که F = ۱ می‌شود را به‌عنوان یک کد سه‌بیتی برای هر فرد در نظر بگیرید و در جدول ۱۴ـ۴، رمز ورود هر فرد را مشخص کنید.




شکل ۳۰ـ۴ مدار قفل

**جدول ۱۴ـ۴**

| ردیف | | کد یا رمز ورود |
|---|---|---|
| ۱ | فرد اول | |
| ۲ | فرد دوم | |
| ۳ | فرد سوم | |

## ساده‌سازی توابع منطقی (جبر بول) با استفاده از دستگاه Logic Converter نرم‌افزار

یکی از دستگاه‌هایی که در نرم‌افزارهای مختلف از جمله نرم‌افزار مولتی‌سیم وجود دارد ابزار Logic Converter است. این وسیله یک ابزار مناسب جهت برقراری ارتباط بین جدول صحت و تابع است. دستگاه مبدل منطقی (Logic Converter) در نوار ابزار وسایل اندازه‌گیری قرار دارد. با استفاده از این وسیله می‌توانید ورودی‌ها و خروجی را در جدول صحت مشخص کنید، سپس تابع مربوطه را به‌دست آورید. عمل عکس نیز امکان‌پذیر است.

پژوهش

با مراجعه به رسانه‌های مختلف حداقل دو نمونه دیگر Logic Converter را بیابید و با آن کار کنید. نتیجه را در قالب یک گزارش به کلاس ارائه دهید.

کار عملی ۳

**هدف:** کسب مهارت درساده سازی توابع منطقی با نرم افزار

**مواد، ابزار و تجهیزات:** لوازم التحریر ـ اینترنت ـ رایانه ـ نرم‌افزار مولتی سیم یا هر نرم‌افزار مناسب دیگر

**مراحل اجرای کار**

۱ برای شروع کار دستگاه Logic Converter را روی میز کار بیاورید و روی آن دو بار کلیک چپ کنید تا شکل عملیاتی دستگاه روی میز کار ظاهر شود.

روی علامت سؤال در سمت راست شکل ۳۱ـ۴ کلیک چپ کنید و این کار را متوالیاً ادامه دهید، تا خروجی مطابق جدول ۱۵ـ۴ روی دستگاه ایجاد شود.

نکته

با هر بار کلیک کردن، علامت سؤال تغییر حالت می‌دهد و به حالت صفر، یک یا X می‌رود.

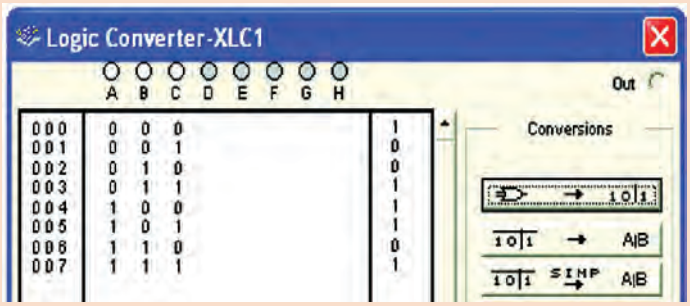
در شکل ۳۲ـ۴ جدول کامل شده را روی دستگاه مشاهده می‌کنید.

**جدول ۱۵ـ۴ جدول صحت**

| خروجی | ورودی‌ها | | |
|---|---|---|---|
| Y | C | B | A |
| ۱ | ۰ | ۰ | ۰ |
| ۰ | ۱ | ۰ | ۰ |
| ۰ | ۰ | ۱ | ۰ |
| ۱ | ۱ | ۱ | ۰ |
| ۱ | ۰ | ۰ | ۱ |
| ۱ | ۱ | ۰ | ۱ |
| ۰ | ۰ | ۱ | ۱ |
| ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |




شکل ۳۱ـ۴ تنظیم جدول صحت روی دستگاه مبدل منطقی




شکل ۳۲ـ۴ جدول صحت کامل شده روی دستگاه مبدل منطقی

فعالیت

یکی از جدول‌های صحتی را که در مباحث قبل به آن اشاره شده است در نظر بگیرید، با استفاده از Logic Converter تابع آن را به‌دست آورید. این تمرین را برای چند نمونه جدول دیگر انجام دهید تا کاملاً مسلط شوید.

روی کلید  دستگاه مبدل منطقی کلیک کنید و در نوار پایین دستگاه عبارت چند جمله‌ای مربوط به تابع که در زیر آمده است، ظاهر می‌شود.

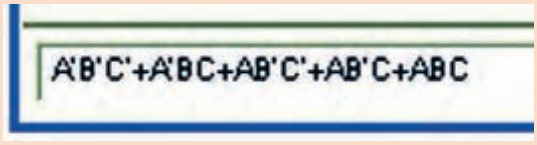
$$Y = \overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C} + \overline{A}BC + A\overline{B}\,\overline{C} + A\overline{B}C + ABC$$

در شکل ۳۳ـ۴ چند جمله‌ای ظاهر شده در پایین جدول را ملاحظه می‌کنید.

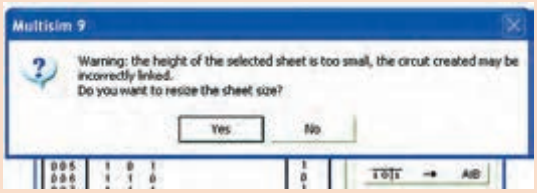
توجه

همان‌طور که قبلاً توضیح داده شد، عملیات ریاضی جبر بول و تبدیل توابع توسط محاسبه‌گرهای مشابه Logic Converter موجود در نرم‌افزار مولتی‌سیم به آسانی اجرا می‌شود، بنابراین عملاً نیازی به یادگیری توابع وجود ندارد و مباحث عنوان شده صرفاً جهت درک دقیق‌تر مفاهیم آمده است.

روی کلید  در دستگاه Logic Converter کلیک کنید. در این حالت دستگاه مبدل منطقی تابع را تبدیل به مدار می‌کند و نقشهٔ آن را می‌دهد. با توجه به ابعاد نقشه، علامت اخطار طبق شکل ۳۴ـ۴ روی صفحه ظاهر می‌شود و از شما می‌پرسد آیا می‌خواهید اندازه‌ها را اصلاح کند؟ برای تأیید گزینهٔ yes را فعال کنید.



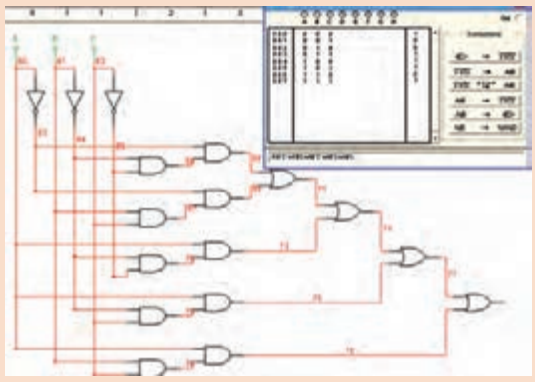

شکل ۳۳ـ۴ چند جمله‌ای ظاهر شده در پایین جدول



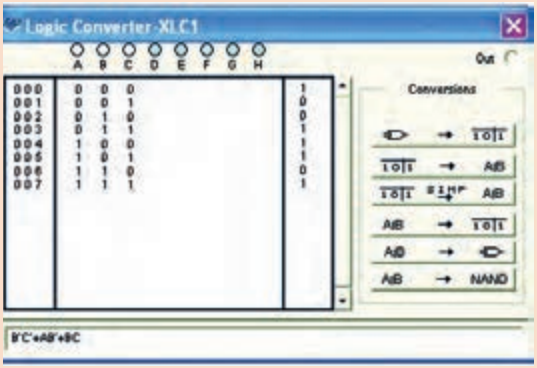

شکل ۳۴ـ۴ اخطار جهت اصلاح ابعاد مدار به منظور ترسیم

پس از فعال کردن  گزینهٔ yes، مجدداً کلید را فعال کنید پس از مدت کمی، نقشهٔ مدار مربوط به تابع Y طبق شکل ۳۵ـ۴ روی صفحه ظاهر می‌شود.

در صورتی که بخواهید ساده‌ترین شکل تابع را بر اساس جبر بول، قوانین دمورگان و جدول کارنو به‌دست آورید، پس از تنظیم جدول صحت روی دستگاه مبدل منطقی، روی زبانهٔ  کلیک کنید. پس از کلیک کردن تابع ساده شده در زبانهٔ پایین صفحه دستگاه مطابق شکل ۳۶ـ۴ ظاهر می‌شود.



شکل ۳۵ـ۴ نقشهٔ مدار تابع Y




شکل ۳۶ـ۴ ساده‌ترین حالت تابع Y

فعالیت

با استفاده از دستگاه Logic Converter نرم‌افزار، یکی از توابع اشاره شده در مباحث قبل را در نظر بگیرید و مدار اصلی آن را به‌دست آورید. این تمرین را برای چند نمونه دیگر اجرا کنید تا کاملاً مسلط شوید.

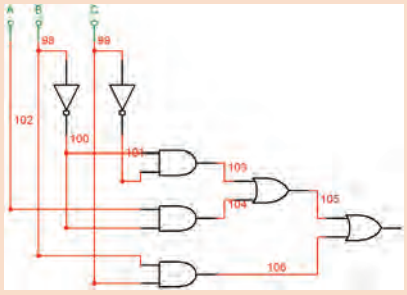
در شکل ۴ـ۳۶ روی زبانهٔ A/B → کلیک کنید. پس از فعال کردن yes در اخطار داده شده، مدار شکل ۴ـ۳۷ که ساده شدهٔ مدار شکل ۴ـ۳۵ است ظاهر می‌شود.

۲ جدول ۴ـ۹ جدول صحت تابع برای رأی اکثریت یک هیئت داوری سه نفره است. با استفاده از دستگاه Logic Converter آن را ساده کنید و در نهایت مدار آن را در دو حالت معمولی و ساده شده به‌دست آورید و دربارهٔ نتایج به‌دست آمده توضیح دهید.

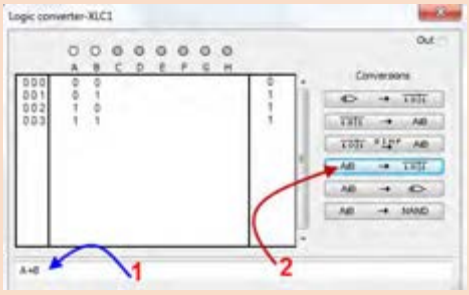
.....

.....

.....




شکل ۴ـ۳۷ مدار ساده شدهٔ شکل ۴ـ۳۵




شکل ۴ـ۳۸ جدول صحت با تابع

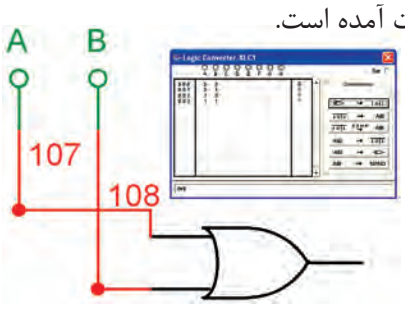
فعالیت

مدار به‌دست آمده در فعالیت قبل را با استفاده از دستگاه Logic Converter نرم‌افزار ساده کنید. این فعالیت را برای چند نمونه دیگر تکرار کنید تا کاملاً مسلط شوید.

## استفاده از دستگاه Logic Converter برای به‌دست آوردن جدول صحت یا نوشتن تابع

برای به‌دست آوردن جدول صحت، تابع Y=A+B را در مکان شماره ۱ شکل ۴ـ۳۸ بنویسید، سپس با استفاده از زبانه شماره ۲ در دستگاه مبدل منطقی، جدول تابع تشکیل می‌شود.

با استفاده از زبانهٔ A/B → مدار منطقی را به‌وسیله دستگاه به‌دست آورید. در شکل ۴ـ۳۹ نقشه اتصال تابع Y=A+B به‌دست آمده است.

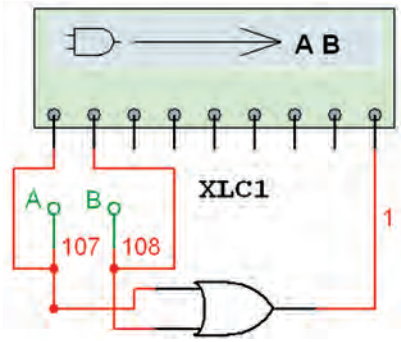



شکل ۴ـ۳۹ به‌دست آوردن Y=A+B

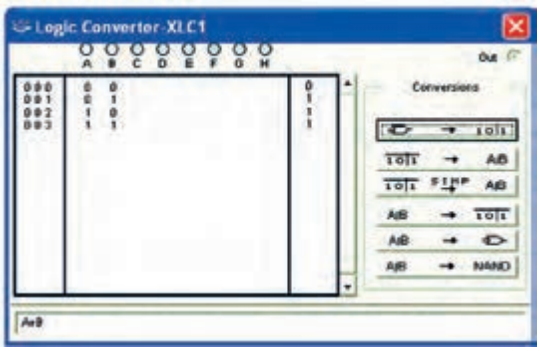
☑ به‌دست آوردن تابع یک مدار منطقی (دیجیتال) با استفاده از دستگاه Logic Converter

برای به‌دست آوردن تابع، طبق شکل ۴ـ۴۰ ورودی‌های مدار را به دو ترمینال سمت چپ دستگاه نرم‌افزار و خروجی آن را به اولین ترمینال در سمت راست وصل کنید.

روی صفحهٔ دستگاه مبدل منطقی دو بار کلیک کنید. طبق شکل ۴ـ۴۱ تابع منطقی خروجی مدار و جدول صحت آن روی صفحه ظاهر می‌شود.




شکل ۴ـ۴۰ نحوهٔ اتصال مدار دیجیتالی به دستگاه مبدل منطقی




شکل ۴ـ۴۱ به‌دست آوردن تابع و جدول صحت با استفاده از دستگاه مبدل منطقی

کار عملی ۴

## تبدیل جدول صحت به تابع بولی و مدار عملی در نرم‌افزار

**هدف:** کسب مهارت در استفاده از دستگاه Logic Converter موجود در نرم‌افزار

**مواد، ابزار و تجهیزات:** لوازم‌التحریر ـ رایانه ـ نرم‌افزار

**مراحل اجرای کار**

۱ رایانه را روشن کنید و نرم‌افزاری را که در آن Logic Converter وجود دارد فعال کنید.

۲ دستگاه Logic Converter را روی میز کار بیاورید.

۳ جدول صحت شماره ۴ـ۱۶ را با توجه به آموخته‌های خود در دستگاه وارد کنید.

۴ با فعال کردن کلید مرتبط تابع بولی جدول صحت را به‌دست آورید.

۵ با فعال کردن کلید مربوطه مدار منطقی را به‌دست آورید.

۶ با استفاده از دستگاه Logic Converter تابع را ساده کنید و مدار آن را به‌دست آورید و برای ارزشیابی به مربی کارگاه تحویل دهید.

**جدول ۴ـ۱۶ جدول صحت**

| A | B | C | F |
|---|---|---|---|
| ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| ۰ | ۰ | ۱ | ۱ |
| ۰ | ۱ | ۰ | ۱ |
| ۰ | ۱ | ۱ | ۱ |
| ۱ | ۰ | ۰ | ۱ |
| ۱ | ۰ | ۱ | ۱ |
| ۱ | ۱ | ۰ | ۱ |
| ۱ | ۱ | ۱ | ۰ |

## الگوی پرسش

۱ ویژگی‌های دستگاه‌های دیجیتال کدام گزینه است؟

الف) سرعت، دقت و حجم کم　　ب) دقت، سرعت و حجم کم، تنوع و سادگی در ذخیره و انتقال اطلاعات

پ) سرعت، دقت و حجم زیاد　　ت) دقت و سرعت زیاد، حجم کم، تنوع و سادگی انتقال اطلاعات

۲ برای اینکه لامپی را بتوانیم هم زمان با فشردن دو کلید روشن کنیم کلیدها را به‌صورت سری ☐ موازی ☐ می‌بندیم.

۳ مدار شکل ۴ـ۴۲ معادل کدام است؟

الف) AND　　ب) OR　　پ) NAND　　ت) NOR

۴ به ۸ بیت..... می‌گویند.

۵ گیت ..... دارای یک ورودی است.

۶ گیت NAND از ترکیب دو گیت ..... و ..... ساخته می‌شود.

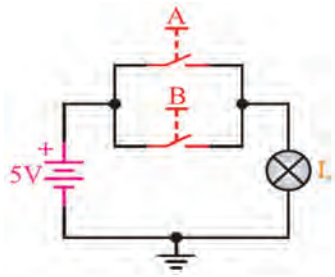
۷ مدار منطقی شکل ۴ـ۴۳ معادل کدام گیت منطقی است؟

۸ جدول صحت خروجی F را، در جدول ۴ـ۱۷ مشاهده می‌کنید، رابطه خروجی تابع را بنویسید.

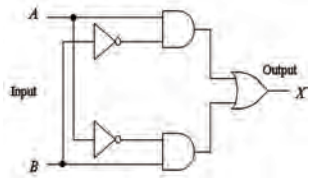
۹ تابع منطقی خروجی‌های F۱ و F۲ مدارهای منطقی شکل ۴ـ۴۴ را بنویسید.

**جدول ۴ـ۱۷**

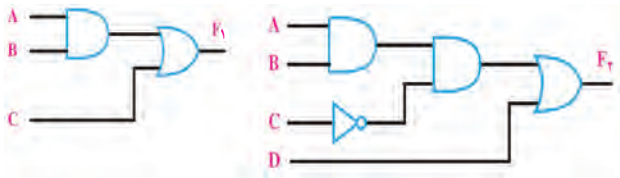
| A | B | C | F |
|---|---|---|---|
| ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| ۰ | ۰ | ۱ | ۱ |
| ۰ | ۱ | ۰ | ۰ |
| ۰ | ۱ | ۱ | ۰ |
| ۱ | ۰ | ۰ | ۱ |
| ۱ | ۰ | ۱ | ۱ |
| ۱ | ۱ | ۰ | ۰ |
| ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |




شکل ۴ـ۴۲




شکل ۴ـ۴۳




شکل ۴ـ۴۴

۱۰ مدار منطقی تابع های زیر را ترسیم کنید.

الف) F=A+BCD　　ب) F=A+BC+D′　　پ) F=BC+AC+B′C′

## الگوی آزمون عملی نرم‌افزاری پایان واحد یادگیری

۱ تابع F را به کمک دستگاه Logic Converter ساده کنید.

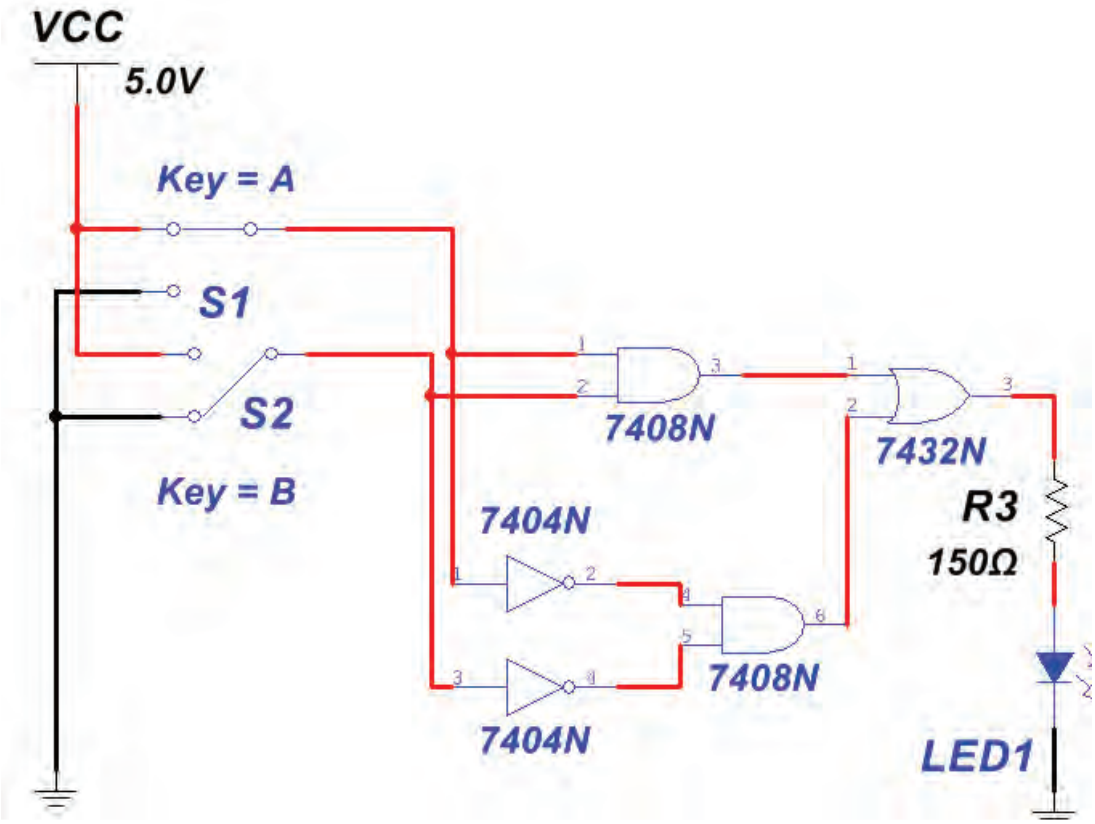
$F=A'BC'+ABC+A'B'C'+AB'C$

۲ مدار منطقی آن را ببندید.

**الگوی آزمون عملی پایان واحد یادگیری با قطعات واقعی**

۱ مدار شکل ۴۵ـ۴ را روی بردبُرد ببندید.

۲ کلیدهای A و B را به‌صورت جداگانه یا با هم تغییر وضعیت دهید و به وضعیت روشن شدن LED توجه کنید. جدول صحت مدار را به‌دست آورید.




شکل ۴۵ـ۴

## ارزشیابی شایستگی

**شرح کار:**
۱ تشریح سامانه اعداد
۲ تشریح عملکرد گیت‌های پایه و ترکیبی
۳ ساده‌سازی توابع مدارهای منطقی با نرم‌افزار

**استاندارد عملکرد:**
کار با دروازه‌های منطقی و مدارهای ترکیبی دیجیتالی با رعایت استانداردهای حاکم بر آن

**شاخص‌ها:**
۱ تبدیل اعداد از یک مبنا به مبنای دیگر (۱۰ دقیقه)
۲ تشریح دروازه‌های منطقی و استفاده از لاجیک کنورتور (۲۰ دقیقه)
۳ استخراج اطلاعات مهم در ارتباط با دروازه‌های منطقی از برگه‌های اطلاعات (۳۰ دقیقه)
۴ شبیه‌سازی دروازه‌های منطقی با نرم‌افزار مرتبط (۲۰ دقیقه)
۵ بستن مدار دروازه‌های منطقی با آی‌سی (۲۰ دقیقه)

**شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:**
**شرایط :** مکان مناسب انجام کار با کف عایق یا آنتی استاتیک ـ نور مناسب برای کارهای ظریف ـ ابعاد حداقل ۶ متر مربع و دارای تهویه یا پنجره ـ دمای طبیعی (۱۸°C ـ ۲۷°C) و مجهز به وسایل اطفاء حریق ـ میزکار استاندارد با ابعاد L۱۸۰ × D۸۰ × H۸۰ cm ـ مجهز به فیوز حفاظت جان ـ فرد با لباس کار مجهز ـ انجام کار در حال نشسته ـ رایانه ـ اینترنت ـ لوازم‌التحریر ـ نرم‌افزارهای مورد نیاز ـ بردبُرد ـ دیود نورانی LED ـ ذره‌بین ـ مقاومت‌های ۱۵۰ Ω، $\frac{۱}{۴}$ وات ـ ۳۳۰ Ω، $\frac{۱}{۴}$ وات و ۱۰ KΩ، $\frac{۱}{۴}$ وات ـ سیم‌های بردبُرد ـ میز آزمایشگاهی الکترونیک با تجهیزات استاندارد ـ کلید شستی کوچک (SPST Push Button) ـ کلید یک پل کوچک ـ برگه اطلاعات آی‌سی‌های دیجیتال ـ آی‌سی‌های ۷۴۰۰،۷۴۰۲،۷۴۰۴،۷۴۰۸،۷۴۳۲،۷۴۸۶

**معیار شایستگی:**

| ردیف | مراحل کار | حداقل نمره قبولی از ۳ | نمره هنرجو |
|---|---|---|---|
| ۱ | تبدیل اعداد از یک مبنا به مبنای دیگر با نرم‌افزار | ۱ | |
| ۲ | تشریح دروازه‌های منطقی و استفاده از LOGIC CONVERTER | ۲ | |
| ۳ | استخراج اطلاعات مهم در ارتباط با دروازه‌های منطقی از برگه‌های اطلاعات | ۱ | |
| ۴ | شبیه‌سازی دروازه‌های منطقی با نرم‌افزار مرتبط و یافتن مواردی مانند تابع و جدول صحت آن | ۲ | |
| ۵ | بستن سخت‌افزاری مدار دروازه‌های منطقی با آی‌سی | ۲ | |
| | شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش:<br>۱ـ رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها<br>۲ـ دقت و تمرکز در اجرای کار<br>۳ـ شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر<br>۴ـ اخلاق حرفه‌ای | ۲ | |
| | **میانگین نمرات** | | * |

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

# واحد یادگیری ۵

# مدارهای کاربردی دیجیتالی

## آیا تا به‌حال فکر کرده‌اید

- طراحی مدارهای منطقی پیشرفته براساس یک اصول واحد صورت می‌گیرد.
- چرا در طراحی مدارهای دیجیتالی از تراشه‌های (IC) آماده استفاده می‌شود؟
- در ماشین‌حساب محاسبات ریاضی مانند عمل جمع و تفریق چگونه انجام می‌شود؟
- برای آدرس‌دهی، جهت فرمان دادن به دستگاه‌ها چه نوع مداری به‌کار می‌رود؟
- در سامانه‌های دیجیتالی، اطلاعات طی چه مراحلی و به چه صورت ثبت و ذخیره می‌شود؟
- در مدارهای دیجیتالی، اطلاعات چگونه در قسمت‌های مختلف جابه‌جا می‌شود؟
- نمایش زمان در مدارهای چراغ‌های راهنمایی دیجیتال با چه نوع مداری صورت می‌گیرد؟
- دستگاه فرکانس متر دیجیتالی چه اجزایی دارد و چگونه کار می‌کند؟

برای درک عملکرد مدارهای کاربردی نیاز به تحلیل مدارهایی مانند مدارهای ترکیبی و ترتیبی است. در این مدارها تابع یا تابع‌های خروجی برحسب متغیرهای ورودی و از روی مدار منطقی داده شده به‌دست می‌آید. در طراحی هر نوع مدار منطقی، خروجی‌ها به‌طور هم‌زمان وابسته به تغییرات متغیرهای ورودی هستند و از اصول طراحی مدارهای ترکیبی تبعیت می‌کنند. در این واحد یادگیری به تشریح این‌گونه مدارها به‌طور اجمالی و اختصاری می‌پردازیم و چند نمونه مدار کاربردی را عملاً اجرا می‌کنیم. مدار محاسبه‌گر (عملیات ریاضی)، مدار مبدل ارقام بر روی نمایشگر (رمزگشاها) و مبدل صفحه کلید به ارقام باینری (رمزگذار) از مدارهای ترکیبی خاص به شمار می‌آیند. مدارهای ترتیبی، مدارهایی منطقی هستند که خروجیِ آنها تابع وضعیت زمان حال و گذشته متغیرهایِ ورودی مدار است. در این مدارها از عناصرِ حافظه (فلیپ فلاپ) استفاده می‌شود. مدارهایی مانند حافظه‌ها، ثبات‌ها (رجیسترها)، شمارنده‌ها و ساعت دیجیتالی، مدارهای ترتیبی هستند. یادآوری می‌شود که برای تحلیل، بررسی و اجرای عملی یک مدار کاربردی، باید در تمام مراحل، نکات ایمنی و بهداشتی و توجه به مهارت‌های غیرفنی مانند کارگروهی، مسئولیت‌پذیری، پایبندی به نظم و ترتیب که از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، رعایت شود.

## استانداردعملکرد

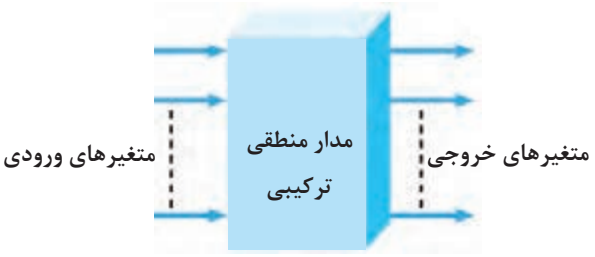
بستن مدارهای کاربردی دیجیتالی با رعایت استانداردهای حاکم بر آن

## ۱ـ۵ مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز

لوازم‌التحریر ـ رایانه ـ نرم‌افزارهای مورد نیاز ـ بردبُرد ـ دیود نورانی LED ـ مقاومت‌های ۱۵۰Ω، $\frac{۱}{۴}$ وات ـ ۳۳۰ Ω، $\frac{۱}{۴}$ وات ـ سیم‌های بردبُرد ـ میز آزمایشگاهی الکترونیک با تجهیزات استاندارد ـ کلید یک پل کوچک ـ برگه اطلاعات آی‌سی‌های دیجیتال ـ آی‌سی‌های ۷۴۸۳ـ۷۴۴۷ـ۷۴۲۹۳

## مدارهای ترکیبی

مدارهای ترکیبی، مدارهایی هستند که خروجی‌های آن به‌طور هم‌زمان به ورودی‌های آن وابسته است. مدار ترکیبی شامل متغیرهای ورودی، دروازه‌های منطقی و متغیرهای خروجی است. شکل ۱ـ ۵ بلوک دیاگرام مدار ترکیبی را نشان می‌دهد.




شکل ۱ـ۵ بلوک دیاگرام مدار ترکیبی

### اصول طراحی مدارهای ترکیبی

برای طراحی مدارهای منطقی ترکیبی مراحل زیر به ترتیب انجام می‌شود.

توجه

هدف از بیان این قسمت، آموزش طراحی مدار دیجیتال نیست، بلکه هدف آشنایی کلی با فرایند و مراحل طراحی است. هنرجویان علاقه‌مند به طراحی مدارهای دیجیتالی می‌توانند به منابع متعددی که در این زمینه وجود دارد مراجعه کنند.

- ☑ تحلیل مسئله تعریف شده و تعیین تعداد ورودی و خروجی مورد نیاز و در نهایت رسم بلوک دیاگرام.
- ☑ تشکیل جدول صحت و نوشتن تابع منطقی مدار و ساده‌سازی آن.

در این قسمت بعضی از مدارهای ترکیبی با کاربردهای ویژه، که مصرف عام دارند و به‌صورت تراشه‌های (IC) تجارتی عرضه می‌شوند را معرفی می‌کنیم. در هر مورد، اصول کار مدار را با توجه به مفاهیم اساسی جبربول بیان می‌کنیم، سپس بحث را با معرفی تراشه‌های تجارتی به پایان می‌رسانیم. علت انتخاب این روش نگاه سیستمی به مدار است.

## مدارهای جمع‌کننده

☑ جمع‌کننده ناقص H.A (Half Adder)

جمع دو عدد تک‌بیتی باینری را می‌توان با مداری به نام جمع‌کننده ناقص یا به اختصار H.A انجام داد، شکل ۲ـ۵ بلوک دیاگرام جمع‌کننده ناقص را نشان می‌دهد.




شکل ۲ـ۵ بلوک دیاگرام جمع‌کننده ناقص

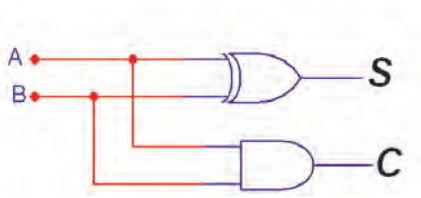
این مدار دو ورودی (A و B) و دو خروجی (S و C) دارد، خروجی‌ها مجموع ارقام ورودی‌ها هستند. در خروجی، رقم اول حاصل جمع را با S (SUM) و رقم نقلی را با C (Carry) مشخص می‌کنند.
در شکل ۳ـ۵ مدار جمع‌کننده ناقص با گیت‌های دیجیتالی رسم شده است. جدول صحت جمع دو بیت A و B را در جدول ۱ـ۵ مشاهده می‌کنید.

بحث کنید

هدف از رقم نقلی چیست؟ با مراجعه به اسناد مختلف مفهوم آن را بیابید و نتیجه را در قالب یک گزارش ارائه کنید.

**جدول ۱ـ۵ جدول صحت H.A**

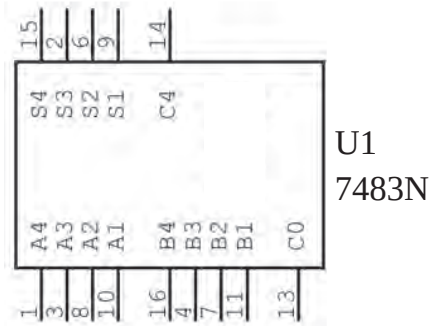
| A | B | C | S | |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0+0=0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0+1=1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1+0=1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1+1=10 |




**شکل ۳ـ۵ مدار جمع‌کننده ناقص**

### ☑ جمع‌کننده چهار بیتی

برای جمع کردن دو عدد چهار بیتی $A(A_4A_3A_2A_1)$ و $B(B_4B_3B_2B_1)$ می‌توانید از تراشه ۷۴۸۳ که یک جمع‌گر چهار بیتی است استفاده کنید. شکل ۴ـ۵ این تراشه را نشان می‌دهد.




**شکل ۴ـ۵ IC جمع‌کننده ۴ بیتی**

کار عملی۱

**بستن مدار ترکیبی جمع‌کننده ناقص و جمع‌کننده چهاربیتی به‌صورت نرم‌افزاری و سخت‌افزاری**

**هدف:** کسب مهارت در بررسی عملکرد مدارهای ترکیبی

**مواد، ابزار و تجهیزات:** لوازم‌التحریر ـ اینترنت ـ رایانه ـ نرم‌افزار مولتی‌سیم یا هر نرم‌افزار مناسب دیگر ـ دیود نورانی LED قرمز و سبز ـ مقاومت‌های ۱۰۰Ω، $\frac{۱}{۴}$ وات ـ بِردبُرد ـ سیم‌های بِردبُرد ـ میز آزمایشگاهی الکترونیک با تجهیزات استاندارد ـ کلید یک پل کوچک (مینیاتوری، قابل نصب روی بردبرد) ـ برگه اطلاعات آی‌سی‌های دیجیتال ـ آی‌سی ۷۴۸۳

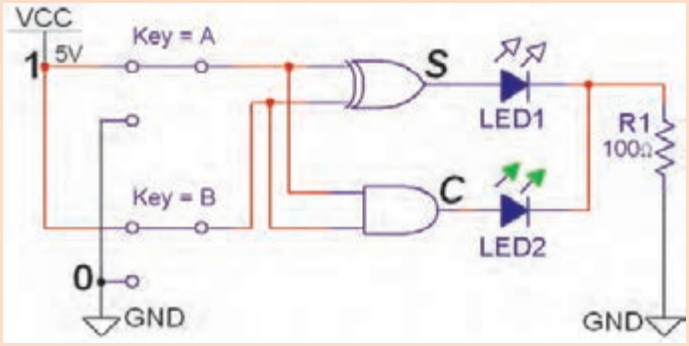
## مراحل اجرای کار

۱ مدار جمع‌کننده ناقص را مطابق شکل ۵ـ۵ روی میز کار نرم‌افزار ببندید.

۲ با تغییر وضعیت کلیدها در مدار شکل ۵ـ۵ جدول صحت مدار جمع‌کننده ناقص ۲ـ۵ را کامل کنید.

**جدول ۲ـ۵ جمع‌کنندهٔ ناقص**

| A | B | Co | S |
|---|---|---|---|
| ۰ | ۰ | | |
| ۰ | ۱ | | |
| ۱ | ۰ | | |
| ۱ | ۱ | | |




شکل ۵ـ۵ مدار عملی جمع‌کننده ناقص

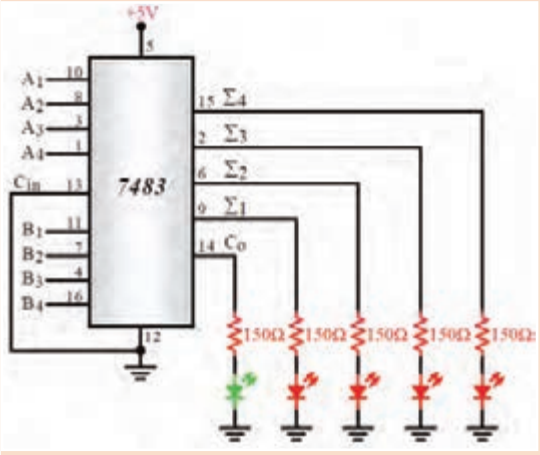
۳ در کدام حالت از ورودی‌ها، بیت نقلی ظاهر شده است؟

۴ مدار شکل ۶ـ۵ یک جمع‌کننده ۴ بیتی با آی‌سی ۷۴۸۳ است. مدار را روی برد بُرد ببندید.

۵ با انتخاب مقادیر مختلف برای دو عدد باینری چهاربیتی

$A = A_4\ A_3\ A_2 A_1$ و $B = B_4\ B_3\ B_2\ B_1$

وضعیت خروجی جمع‌گر را مشاهده کنید. وضعیت روشن شدن لامپ‌ها، عدد باینری خروجی را نشان می‌دهد. می‌توانید از جدول ۳ـ۵ کمک بگیرید.




شکل ۶ـ۵

**جدول ۳ـ۵ جمع‌کننده ۴ بیتی**

| عدد حاصل | وضعیت بیت‌های خروجی | | | | | وضعیت بیت‌های عدد B | | | | | وضعیت بیت‌های عدد A | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $S_1$ | $S_2$ | $S_3$ | $S_4$ | $C_o$ | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ | عدد B | $A_1$ | $A_2$ | $A_3$ | $A_4$ | عدد A |
| ۵ | ۱ | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ | ۲ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | ۳ |
| | | | | | | ۰ | ۱ | ۱ | ۰ | | ۱ | ۰ | ۰ | ۱ | |
| | | | | | | ۱ | ۰ | ۱ | ۰ | | ۰ | ۰ | ۱ | ۱ | |
| | | | | | | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | | ۱ | ۰ | ۰ | ۱ | |

## مقایسه‌کننده تک‌بیتی

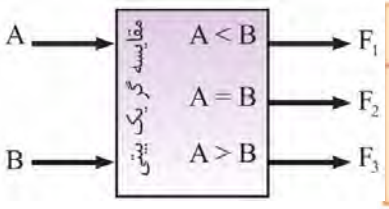
فیلم

فیلم مربوط به مدارهای مقایسه‌کننده را ببینید.

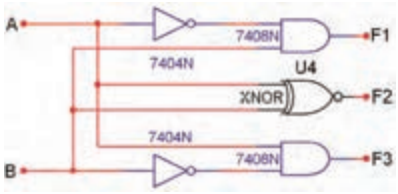
مدار مقایسه‌گر تک‌بیتی باینری، در ورودی دو عدد یک‌رقمی باینری (A و B) را دریافت می‌کند و در خروجی حاصل مقایسه را به‌صورت A>B یا A=B یا A < B مشخص می‌کند. در شکل ۵ـ۷ بلوک دیاگرام مقایسه‌کننده تک‌بیتی نشان داده شده است. در جدول ۵ـ۴، جدول درستی مقایسه‌گر دو عدد یک رقمی باینری رسم شده است. مدار مقایسه‌گر با گیت‌های دیجیتالی را در شکل ۵ـ۸ مشاهده می‌کنید.

**جدول ۵ـ۴**

| A | B | $F_1$ A < B | $F_2$ A = B | $F_3$ A > B |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |




شکل ۵ـ۷ بلوک دیاگرام مدار مقایسه‌کننده تک بیتی




شکل ۵ـ۸ مدار مقایسه‌کننده تک بیتی

فعالیت

با توجه به جدول ۵ـ۴ تابع منطقی $F_1$، $F_2$ و $F_3$ را بنویسید.

$F_1$ = .....

$F_2$ = .....

$F_3$ = .....

کارگروهی

آیا می‌توانید در مدار شکل ۵ـ۸، خروجی $F_2$ را با گیت دیگری طراحی کنید؟ با همکار گروه خود بحث کنید و مدار جدید را در نمودار شکل ۵ـ۹ رسم کنید.

شکل ۵ـ۹

پژوهش

با مراجعه به رسانه‌های مختلف شماره آی‌سی مقایسه‌کننده ۴ بیتی را شناسایی کنید. جدول صحت و نحوه بستن مدار آن را در قالب یک گزارش ارائه دهید.

پرسش

در فرایند ورود کارت اعتباری به دستگاه ATM آیا مقایسه‌ای صورت می‌گیرد، چگونه؟ توضیح دهید.

کار عملی ۲

### مقایسه‌گر تک‌بیتی با نرم‌افزار

**هدف:** بررسی مدار مقایسه‌گر دو عدد یک رقمی باینری در نرم‌افزار

**مواد، ابزار و تجهیزات:** نرم‌افزار مناسب ـ رایانه ـ لوازم‌التحریر

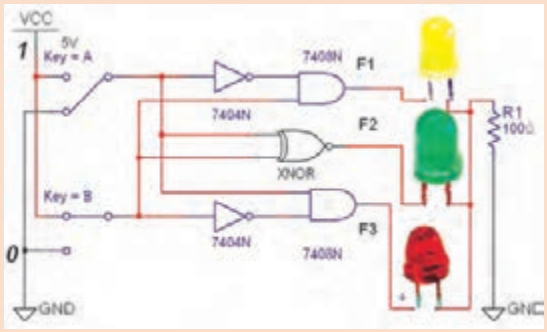
**مراحل اجرای کار**

۱ مدار مقایسه‌گر یک بیتی شکل ۱۰ـ۵ را روی محیط کار نرم‌افزار ببندید.

۲ ورودی A و B را طبق جدول صحت ۵ـ۵ تغییر وضعیت دهید و وضعیت خروجی‌های مدار را با توجه به ورودی‌ها مشخص کنید و در جدول ۵ـ۵ بنویسید.

**جدول ۵ـ۵ مقایسه‌کننده تک‌بیتی**

| ورودی‌ها | | $F_1$ | $F_2$ | $F_3$ |
|---|---|---|---|---|
| A | B | A<B | A=B | A>B |
| ۰ | ۰ | | | |
| ۰ | ۱ | | | |
| ۱ | ۰ | | | |
| ۱ | ۱ | | | |



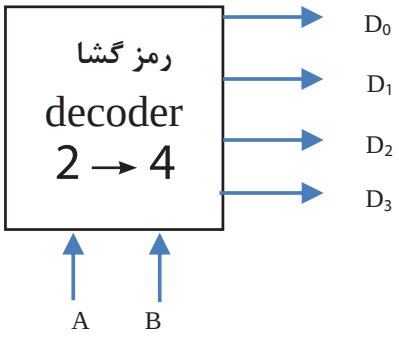

شکل ۱۰ـ۵ مدار عملی مقایسه‌کننده یک بیتی

## مدارهای رمزگشا (Decoder)

فیلم

فیلم مربوط به مدارهای رمزگشا را ببینید.

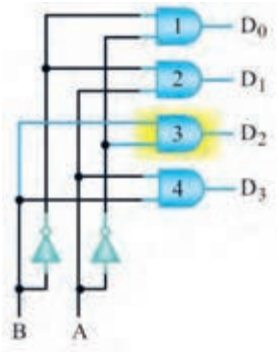
در ورودی رمزگشا، کد باینری اعمال می‌شود. به ازای هر عدد باینری یکی از خروجی‌ها در تراز (۰) یا (۱) منطقی قرار می‌گیرد. شکل ۱۱ـ۵ بلوک دیاگرام رمزگشای (۲ به ۴) را نشان می‌دهد. اگر خروجی در تراز (۱) منطقی قرار گیرد رمزگشا را حالت فعال (۱) یا (Active High) می‌گویند. اگر خروجی رمزگشا در تراز (۰) منطقی قرار گیرد حالت فعال (۰) یا (Active Low) گویند. در شکل ۱۲ـ۵ مدار رمزگشای دو به چهار و در جدول ۶ـ۵، جدول درستی این رمزگشا نشان داده شده است.




شکل ۱۱ـ۵ بلوک دیاگرام رمزگشا

**جدول ۶ـ۵ رمزگشا دو به چهار**

| B | A | $D_0$ | $D_1$ | $D_2$ | $D_3$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |




**شکل ۱۲ـ۵ مدار رمزگشا دو به چهار**

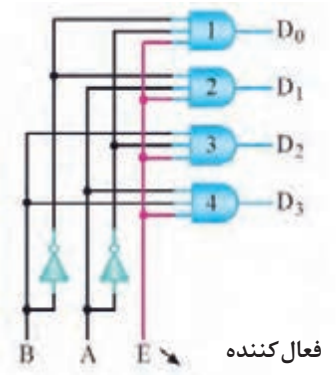
در مدارهای ترکیبی می‌توان با یک خط کنترل به نام تواناساز (Enable) خروجی را تحت کنترل درآورد. با فعال شدن پایه En خروجی‌ها می‌توانند فعال شوند. در صورتی‌که ورودی تواناساز En صفر باشد، خروجی فعال نخواهد شد. مدار رمزگشای دو به چهار، شکل ۱۳ـ۵ دارای ورودی تواناساز است. جدول صحت آن را در جدول ۷ـ۵ مشاهده می‌کنید.

**پرسش**

آیا با فشار دادن دکمه‌ای مربوط به عدد در صفحه کلید تلفن و ظاهر شدن عدد مربوطه روی صفحه نمایش عمل رمزگشایی رخ می‌دهد؟ توضیح دهید.

**جدول ۷ـ۵ جدول صحت دکودر ۴ → ۲ با خط تواناساز**

| E | B | A | $D_0$ | $D_1$ | $D_2$ | $D_3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | X | X | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |




**شکل ۱۳ـ۵**

**تحقیق کنید**

با مراجعه به منابع معتبر، آی‌سی با عملکرد رمزگشای ۳ به ۸ را بیابید. شماره فنی آی‌سی، مشخصات پایه‌ها و جدول صحت آن را به‌صورت گزارش به کارگاه ارائه دهید.

یکی از کاربردهای مهم مدارهای رمزگشا اجرای توابع منطقی است. زیرا استفاده از این مدارها سبب کاهش گیت‌های منطقی و ساده‌سازی حجم مدارهای دیجیتالی می‌شود.

**فعالیت**

با مراجعه به کتاب همراه هنرجو و اجرای تابع با مدار رمزگشا فرایند را تحلیل کنید و مدار آن را با استفاده از نرم‌افزار شبیه‌ساز به اجرا درآورید.

کار عملی ۳

**بررسی مدار رمزگشای ۴ → ۲ در نرم‌افزار**

**هدف:** بررسی مدار رمزگشای ۴ → ۲ و تکمیل جدول درستی آن

**مواد، ابزار و تجهیزات:** نرم‌افزار مناسب ـ رایانه ـ لوازم‌التحریر

**مراحل اجرای کار**

۱ نرم‌افزار را فعال کنید.

۲ مدار شکل ۱۴ـ۵ را روی محیط نرم‌افزار ببندید.

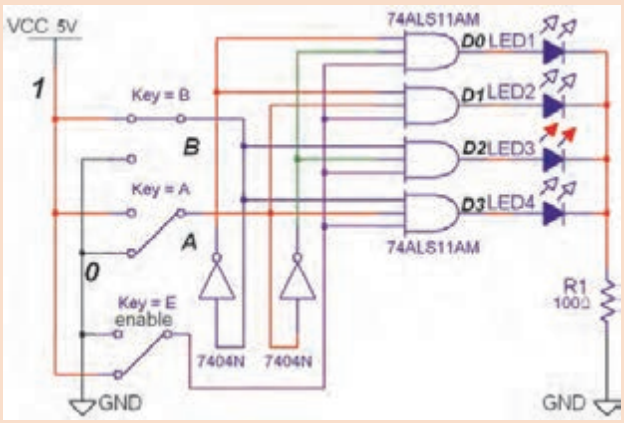
۳ ورودی توانساز ($E_n$) را در صفر قرار دهید. ورودی A و B را تغییر دهید. آیا در خروجی‌ها تغییری حاصل می‌شود؟

.....

۴ ورودی توانساز ($E_n$) را در وضعیت (۱) قرار دهید، سپس با تغییر ورودی‌ها، جدول ۸ـ۵ را کامل کنید.

**جدول ۸ـ۵ جدول صحت رمزگشای ۲ به ۴**

| $E_n$ | A | B | $D_0$ | $D_1$ | $D_2$ | $D_3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۰ | X | X | | | | |
| ۱ | ۰ | ۰ | | | | |
| ۱ | ۰ | ۱ | | | | |
| ۱ | ۱ | ۰ | | | | |
| ۱ | ۱ | ۱ | | | | |




**شکل ۱۴ـ۵ مدار عملی رمزگشای ۲ به ۴**

## مدارهای مالتی‌پلکسر (Multiplexer)

فیلم

فیلم مربوط به مدارهای مالتی‌پلکسر را ببینید.

مالتی‌پلکسر یا Data Selector Logic مدارهایی هستند که به‌وسیله خطوط آدرس، اطلاعات خطوط ورودی را به یک خط خروجی انتقال می‌دهند. هر مالتی‌پلکسر با m خط ورودی و یک خط خروجی به N خط آدرس نیاز دارد به‌طوری که رابطه $m=2^N$ برقرار است.

در شکل ۵ـ۱۵ بلوک دیاگرام و جدول صحت یک مالتی‌پلکسر ۱ ← ۴ را مشاهده می‌کنید. برای چهار خط ورودی به دو خط آدرس (A و B) نیاز داریم.

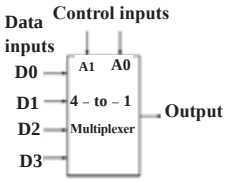
در شکل ۵ـ۱۶ مدار یک مالتی‌پلکسر ۱ ← ۴ با گیت‌های منطقی رسم شده است. در این مدار مثلاً اگر کد خط آدرس (۱۰) باشد ورودی سوم D۲ و اگر (۰۱) باشد، مطابق شکل ۵ـ۱۶ ورودی دوم D۱ را به خروجی وصل می‌کند. در این شکل با آدرس A۱Ao=۱۰ اطلاعات خط D۲ به خروجی منتقل می‌شود.

☑ مالتی‌پلکسرها با ورودی‌های بیشتر به‌صورت آی‌سی به بازار عرضه می‌شود. آی‌سی ۷۴۱۵۱ یک مالتی‌پلکسر ۸ به ۱ با سه خط آدرس‌دهی است. یکی از کاربردهای مالتی‌پلکسر مانند رمزگشاها اجرای توابع منطقی است.

در شکل ۵ـ۱۷ تابع

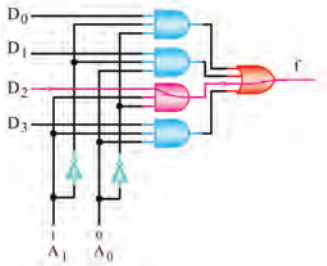
$$F=\frac{A\overline{B}\overline{C}}{۴}+\frac{A\overline{B}C}{۵}+\frac{\overline{A}BC}{۳}+\frac{ABC}{۷}+\frac{AB\overline{C}}{۶}$$

با یک آی‌سی مالتی‌پلکسر ۷۴۱۵۱ اجرا شده است.

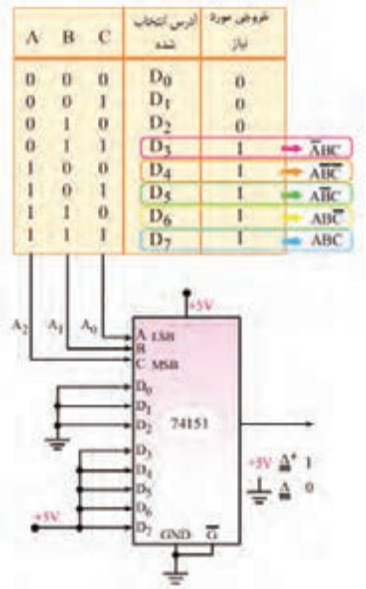



| Control Inputs | | Output |
|---|---|---|
| A | B | Y |
| 0 | 0 | D0 |
| 0 | 1 | D1 |
| 1 | 0 | D2 |
| 1 | 1 | D3 |

شکل ۵ـ۱۵ بلوک دیاگرام و جدول صحت مالتی پلکسر ۴ به ۱



شکل ۵ـ۱۶ مالتی پلکسر ۴ به ۱



شکل ۵ـ۱۷ اجرای تابع با مالتی‌پلکسر ۸ به ۱

پژوهش

با مراجعه به رسانه‌های مختلف، نمونه‌های دیگر از آی‌سی مالتی‌پلکسر بیابید و عملکرد آن را با استفاده از برگه اطلاعات تجزیه و تحلیل کنید. نتیجه را در قالب یک گزارش به کارگاه ارائه دهید.

## مدارهای ترتیبی

فیلم

فیلم مربوط به مدارهای ترتیبی را ببینید.

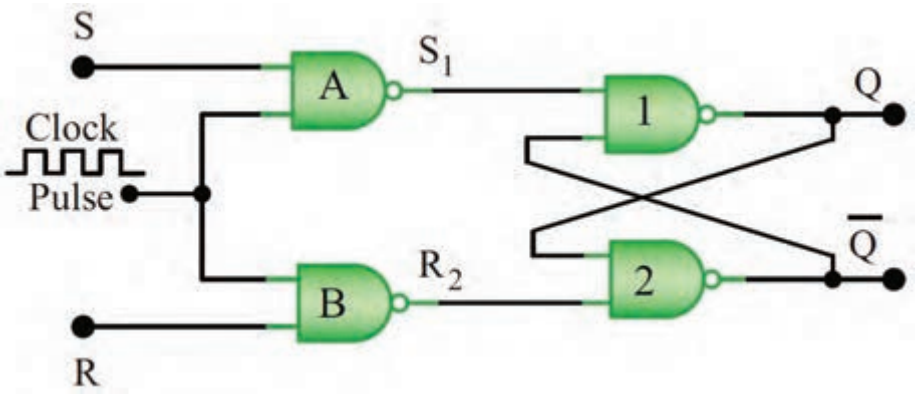
همان‌طور که مشاهده کردید خروجی مدارهای منطقی ترکیبی، در هر لحظه تابع معینی از ورودی‌های آنها در همان لحظه است. به عبارت دیگر با تغییر هم زمان ورودی‌های مدار، خروجی‌های آن نیز متناسب با ورودی‌ها تغییر می‌کند. مدارهای ترکیبی توانایی نگهداری و به خاطرسپاری حالت‌های ورودی را ندارند. ماشین‌های حسابگر و سیستم‌های کنترل دیجیتالی، برای نگهداری اطلاعات و استفاده مکرر از آنها نیاز به حافظه دارند. مدارهای دارای حافظه را مدارهای ترتیبی می‌نامند. این مدارها قابلیت به خاطرسپاری (در حافظه نگهداشتن) ترتیب پیامدها را دارند. ممکن است یک مدار ترتیبی بیش از یک ورودی یا خروجی داشته باشد. در اغلب مدارهای ترتیبی زمان تغییر وضعیت یا پذیرش اطلاعات جدید را به کمک یک سیگنال کنترل خاص، که پالس ساعت (Clock Pulse) نامیده می‌شود، تعیین می‌کنند.

## فلیپ‌فلاپ‌ها

فلیپ‌فلاپ‌ها ساده‌ترین مدارهای ترتیبی هستند، که از آنها به‌منظور سلول حافظه برای ذخیره و نگهداری اطلاعات استفاده می‌کنیم. با چند فلیپ‌فلاپ می‌توانیم یک رجیستر یا یک شمارنده ساخت. علاوه بر این، برای تقسیم فرکانس، آشکارسازی فاز و نظایرآن باید از فلیپ‌فلاپ‌ها استفاده کرد.

### ☑ فلیپ‌فلاپ R_S

مدار فلیپ‌فلاپ SR را در شکل ۱۸ـ۵ مشاهده می‌کنید. در این مدار، پالس ساعت (Clock Pulse) به‌عنوان یک سیگنال فعال‌ساز عمل می‌کند.




**شکل ۱۸ـ۵ مدار فلیپ‌فلاپ SR ساعتی**

S اول کلمه Set به معنی تنظیم کردن، پرکردن و R اول کلمه Reset به‌معنی بازگشت به‌حالت اولیه یا پاک کردن است.

پژوهش

در مورد فلیپ‌فلاپ R_S ساعتی، جدول درستی و عیب آن پژوهش کنید و نتیجه را به کارگاه ارائه دهید.

ساخت فلیپ‌فلاپ‌ها سیر تکاملی طولانی را طی نمود و نوع J_K_M_S کامل‌ترین آنها است.

پژوهش

در مورد ساختمان فلیپ‌فلاپ J_K_M_S ، D و T و جدول درستی آنها تحقیق کنید و نتیجه را به‌صورت یک گزارش به کارگاه ارائه دهید.

انواع متداول فلیپ‌فلاپ‌ها به همراه کاربرد آنها در جدول ۹ـ۵ آورده شده است. فلیپ‌فلاپ JK_MS، در میان فلیپ فلاپ‌ها دارای بیش‌ترین کاربرد است.

**جدول ۹ـ۵ انواع فلیپ فلاپ**

| فلیپ فلاپ | کاربرد |
|---|---|
| JK_MS_FF | ساخت فلیپ فلاپ D و T |
| FF_D | از این فلیپ فلاپ به عنوان یک سلول ثبّات (ثبت کننده) استفاده می‌کنند. |
| FF_T | از فلیپ فلاپ T اغلب به عنوان تقسیم‌کننده فرکانس در ساختمان مدارهای ساعت یا شمارنده استفاده می‌شود. |

کار عملی ۴

**بستن یک نمونه مدارهای ترتیبی به‌صورت نرم‌افزاری**

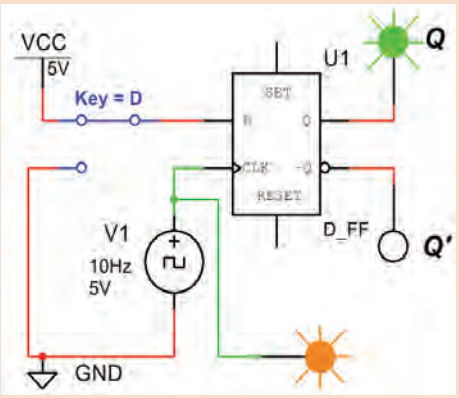
**هدف:** کسب مهارت در بررسی عملکرد مدارهای ترتیبی

**مواد، ابزار و تجهیزات:** لوازم‌التحریر ـ اینترنت ـ رایانه ـ نرم‌افزار مولتی‌سیم یا هر نرم‌افزار مناسب دیگر

**مراحل اجرای کار**

۱ فلیپ‌فلاپ D را از نوار Component و Misc Digital نرم‌افزار مولتی سیم انتخاب کنید و آن را روی میز کار نرم‌افزار بیاورید.

۲ مدار شکل ۱۹ـ۵ را در فضای نرم‌افزار ببندید. کلید ورودی D را تغییر وضعیت دهید و حالت خروجی را پس از مشاهده در جدول ۱۰ـ۵ یادداشت کنید.




شکل ۱۹ـ۵ مدار فلیپ‌فلاپ D

**جدول ۱۰ـ۵ جدول صحت فلیپ‌فلاپ D**

| cp | D | Q(t) | $\overline{Q}(t)$ |
|---|---|---|---|
| | ۰ | | |
| | ۱ | | |

**سؤال:**

اگر D=۱ باشد، بعد از پنج پالس ساعت، خروجی مولد در چه وضعیتی قرار می‌گیرد؟ شرح دهید.

تحقیق

فلیپ‌فلاپ با کدام حالت پالس ورودی تحریک می‌شود؟ در مورد چگونگی عملکرد فلیپ‌فلاپ‌ها بر اساس پالس ساعت تحقیق کنید. نتایج تحقیق را به کلاس ارائه دهید.

## شیفت رجیسترها (Shift Registers)

☑ شیفت رجیسترها برای ثبت وحفظ اطلاعات باینری به‌صورت موقتی به کارمی‌روند. علاوه بر این، می‌توان از آنها برای انتقال اطلاعات نیز استفاده کرد. شیفت رجیسترها به علت کاربرد وسیعی که در سیستم‌های دیجیتالی دارند با قابلیت‌های متفاوت و تنوع زیاد در بازار یافت می‌شوند. در جدول ۱۱ـ۵ انواع شیفت رجیسترها از نظر چگونگی ورود و خروج اطلاعات (۰ و ۱ باینری) آورده شده است.

**جدول ۱۱ـ۵ انواع شیفت رجیستر**

| | |
|---|---|
| Serial input ـ Serial output (SISO) | ورودی سری ـ خروجی سری |
| Serial input ـ Paralell output (SIPO) | ورودی سری ـ خروجی موازی |
| Paralell input ـ Serial output (PISO) | ورودی موازی ـ خروجی سری |
| Paralell input ـ Paralell output (PIPO) | ورودی موازی ـ خروجی موازی |

کار عملی ۵

### مدار شیفت‌رجیستر ورودی سری ـ خروجی موازی در نرم‌افزار

**هدف:** بررسی عملکرد مدار شیفت‌رجیستر SIPO

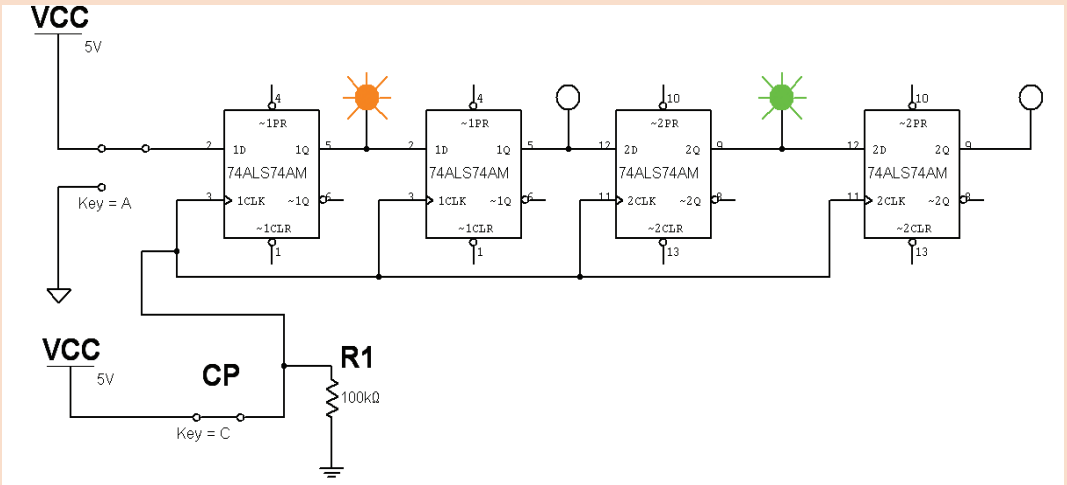
**مواد، ابزار و تجهیزات:** رایانه ـ نرم‌افزار مناسب ـ لوازم‌التحریر

**مراحل اجرای کار**

۱ نرم‌افزار را فعال کنید.

۲ مدار شکل ۲۰ـ۵ را در محیط نرم‌افزار ببندید.

۳ شکل ۲۰ـ۵ مدار شیفت رجیستر «ورودی سری ـ خروجی موازی» را نشان می‌دهد.




شکل ۲۰ـ۵ شیفت رجیستر «ورودی سری ـ خروجی موازی»

۴ با تغییر حالت کلیدهای A و C طبق جدول صحت ۱۲ـ۵، جدول را کامل کنید.

**جدول ۱۲ـ۵ جدول صحت**

| پالس ساعت | $Q_1$ | $Q_2$ | $Q_3$ | $Q_4$ |
|---|---|---|---|---|
| اولین | | | | |
| دومین | | | | |
| سومین | | | | |
| چهارمین | | | | |

نکته

برای نتیجه‌گیری دقیق از این آزمایش لازم است که پس از راه‌اندازی مدار، ابتدا اطلاعات اولین بیت را وارد کنید (با تغییر کلیدA). سپس کلید C را ابتدا از صفر به یک سپس از یک به صفر تغییر حالت دهید (تا پالس ساعت با لبهٔ بالا رونده عمل کند). در ادامه به همین ترتیب اطلاعات دومین بیت را وارد کنید و پالس ساعت را فعال نمایید و به همین ترتیب تا پالس چهارم این روند را ادامه دهید.

سؤال:

در مدار شکل ۲۰ـ۵ بعد از اعمال سومین پالس چه عددی در رجیستر ذخیره می‌شود؟

## شمارنده‌ها (Counters)

شمارنده‌ها مدارهایی هستند که از تعدادی فلیپ‌فلاپ که به‌صورت سری به هم متصل شده‌اند، تشکیل می‌شوند و عملاً پالس‌های ورودی به مدار را شمارش می‌کنند. عنصر اصلی شمارنده، فلیپ‌فلاپ است. شمارنده‌ها در ساعت‌های دیجیتالی، کرونومتر، تایمرها در نمایشگر چراغ راهنمایی و کنتور برق دیجیتالی و موارد متعدد دیگر کاربرد دارند.

تحقیق کنید

در مورد سایر کاربردهای شمارنده تحقیق کنید و نتیجه را در قالب یک گزارش به کارگاه ارائه دهید.

کار عملی ۶

**مدار شمارنده در نرم‌افزار**

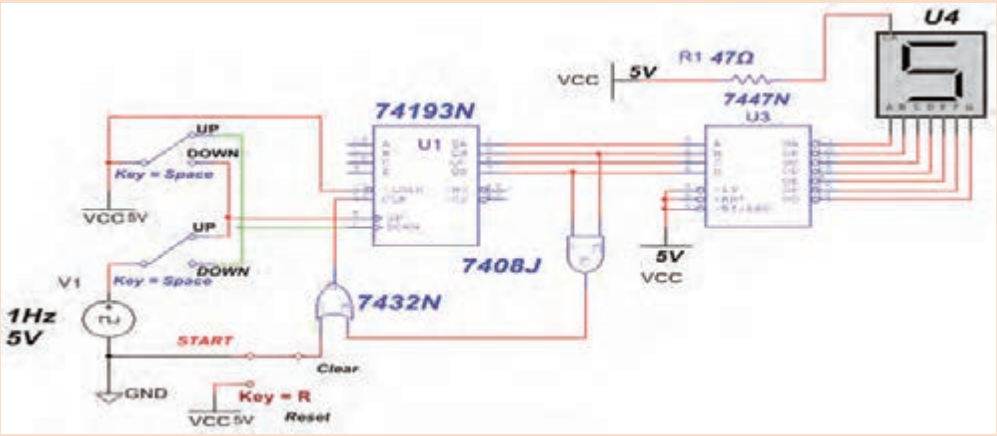
**هدف:** بررسی عملکرد یک نمونه مدار شمارنده صعودی ـ نزولی

**مواد، ابزار و تجهیزات:** رایانه ـ نرم‌افزار مناسب ـ لوازم‌التحریر

**مراحل اجرای کار**

۱ آی سی ۷۴۱۹۳ یک شمارندهٔ دودویی است که توانایی شمارش صعودی و نزولی را دارد. همچنین می‌توان عمل شمارش از یک عدد خاص را از طریق فعال کردن پایه LOAD برنامه‌ریزی کرد.

مدار شکل ۲۱ـ۵ را روی میز کار نرم‌افزار ببندید.




**شکل ۲۱ـ۵ مدار شمارنده**

نکته مهم

برای تبدیل کدهای باینری به اعداد دهدهی از مدار مبدل BCD به ۷S استفاده می‌شود. آی سی رمزگشای ۷۴۴۷ یک مبدل BCD به ۷S است که به همراه نمایشگر ۷S قابل استفاده است.

۲ کلید Space را در وضعیت Up قرار دهید و با شمارش پالس ساعت، عدد نمایش داده شده را مشاهده کنید و ترتیب اعداد شمارش شده را بنویسید.

۳ وقتی شمارش صعودی به انتها رسید، کلید Space را در وضعیت Down بگذارید تا مدار کاهشی بشمارد. با شمارش پالس ساعت عدد نمایش داده شده روی ۷ seg را ببینید و ترتیب اعداد شمارش شده را یادداشت کنید.

بارش فکری

به نظر شما در دستگاه کپی برای کنترل شمارگان کپی اوراق از چه مدارهای ترکیبی و ترتیبی استفاده می‌شود؟ از طریق بارش فکری موضوع را بررسی و جمع‌بندی کنید.

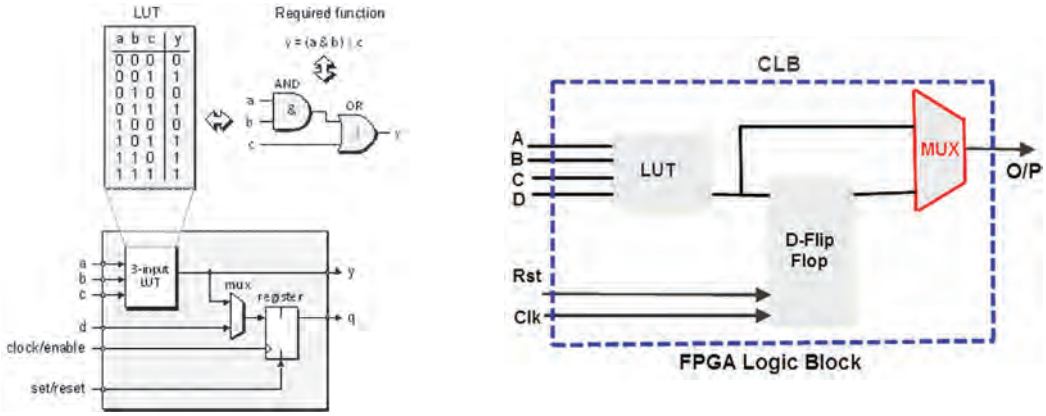
## آرایه گیت‌های قابل برنامه‌ریزی FPGA (Field ـ Programmable Gate Array)

فیلم

فیلم مربوط به FPGA را ببینید.

FPGA یک تراشه (IC) است که می‌توانیم تابع منطقی مورد نیاز طراحی شده را در آن برنامه‌ریزی کنیم و روابط منطقی بین پایه‌های ورودی و خروجی را تغییر دهیم. از این رو به این تراشه‌ها آی‌سی‌های قابل

برنامه‌ریزی نیز می‌گویند. یکی از ویژگی‌های این تراشه‌ها این است که به آسانی می‌توانیم مدارهای دیجیتالی پیچیده را در آنها پیاده‌سازی کنیم. برای این منظور، بلوک‌های مختلف مورد نیاز مدارهای منطقی ترکیبی را در داخل FPGA پیاده‌سازی می‌کنند. در نهایت آی‌سی با توجه به برنامه، قابل استفاده است. برای مثال می‌خواهیم با FPGA چند عدد را جمع کنیم. ابتدا باید به‌وسیله گیت‌های منطقی، یک بلوک جمع‌کننده طراحی کنیم سپس می‌توانیم این بلوک را در سایر بلوک‌ها نیز به‌کار ببریم. شکل ب ۲۲ـ۵ جدول LUT (Lookup Table) که در آی‌سی FPGA برنامه‌ریزی شده است را نشان می‌دهد.




**الف) بلوک دیاگرام FPGA** **ب) تابع برنامه‌ریزی شده در FPGA**

**شکل ۲۲ـ۵ آی‌سی FPGA**

تحقیق کنید

با مراجعه به رسانه‌های مختلف، آی‌سی‌های هم خانواده FPGA به‌همراه نرم‌افزارهای مرتبط و چگونگی برنامه‌ریزی آنها را شناسایی کنید. نتایج را در قالب یک گزارش به کارگاه ارائه دهید.

FPGAها دارای چند هزار تا چند میلیون گیت در داخل خود هستند که از آنها در پیاده‌سازی توابع نسبتاً پیچیده دیجیتالی که نیاز به سرعت پردازش بالایی دارد استفاده می‌شود. این امر سبب کاهش سخت‌افزار مورد نیاز می‌شود و همچنین برنامه‌نویسی ساده و استاندارد نیز از مزیت‌های FPGA است.

امروزه کاربردهای FPGA بسیار رایج شده و در بسیاری از موارد به‌عنوان پردازشگر در مدارهای مختلف استفاده می‌شود، شکل ۲۳ـ۵ یک نمونه از این نوع آی‌سی را که در موارد پیشرفته کاربرد دارد نشان می‌دهد. سرعت بالای FPGAها سبب شده است که بتوانیم آنها را برای کارهای پردازشی سنگین مثل پردازش تصویر و پردازش صدا استفاده کنیم. FPGA اغلب برای ساخت دستگاه‌هایی مانند دستگاه‌های مخابراتی پرسرعت، دستگاه‌های صنعتی و تجاری خیلی حساس و دستگاه‌های نظامی به‌کار می‌رود.




**شکل ۲۳ـ۵ کاربرد آی‌سی FPGA در مدارهای پیشرفته**

فعالیت

به چگونگی برنامه‌ریزی یک نمونه آی‌سی FPGA که توسط مربی شما ارائه می‌شود توجه کنید سپس درباره فرایند اجرایی آن گزارش کوتاهی بنویسید.

پژوهش

با مراجعه به رسانه‌های مختلف درباره کاربرد انواع آی‌سی‌های FPGA مطالعه کنید و نتایج را در قالب یک گزارش اجمالی ارائه دهید.

## الگوی پرسش

۱ برخی از مدارهای ترکیبی بیش از یک خروجی دارند.

درست ☐ نادرست ☐

۲ جمع‌گر تک بیتی از گیت ..... و گیت ..... ساخته می‌شود.

۳ با توجه به نقشه شکل ۸ـ۵ در مدار مقایسه‌کننده از کدام گیت استفاده شده است؟

الف) OR ب) XNOR پ) NAND ت) XOR

۴ از کدام مدار برای آدرس‌دهی حافظه‌ها استفاده می‌شود؟

الف) مالتی‌پلکسر ب) مقایسه‌کننده پ) رمزگشا ت) رمزگذار

۵ کاربرد مالتی پلکسر را به‌طور خلاصه شرح دهید.

۶ مدارهایی که حافظه دارند را ..... می‌گویند.

۷ مدارهای ترتیبی اطلاعات جدید را چگونه پذیرش می‌کنند؟ توضیح دهید.

۸ انواع فلیپ فلاپ و کاربرد آنها را تشریح کنید.

۹ SIPO چه نوع شیفت رجیستری است؟ نام ببرید.

۱۰ کدام آی‌سی، شمارنده است؟

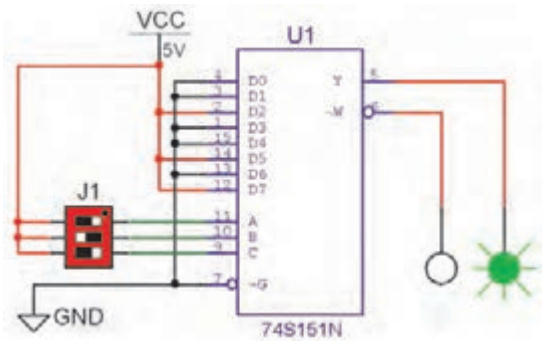
۱ـ ۷۴۴۷ ۲ـ ۷۴۱۹۳ ۳ـ ۷۴۱۵۱ ۴ـ ۷۴۸۳

۱۱ FPGA را تعریف کنید.

۱۲ مزیت‌های FPGA را بنویسید.

۱۳ کاربرد FPGA را به‌طور خلاصه شرح دهید.

۱۴ مدارهای ترکیبی و ترتیبی که در ساختار بلوک FPGA شکل ۲۲ـ۵ به‌کار رفته است را نام ببرید.




شکل ۲۴ـ۵ مدار مالتی پلکسر

### الگوی آزمون عملی نرم‌افزاری پایان واحد یادگیری

۱ مدار شکل ۵ـ۲۴ را روی میز کار نرم‌افزاری ببندید.

۲ با تغییر وضعیت خطوط آدرس جدول صحت ۵ـ۱۳ را کامل کنید.

۳ تابعی که با مالتی پلکسر اجرا شده است را با توجه به عملکرد مدار بنویسید.

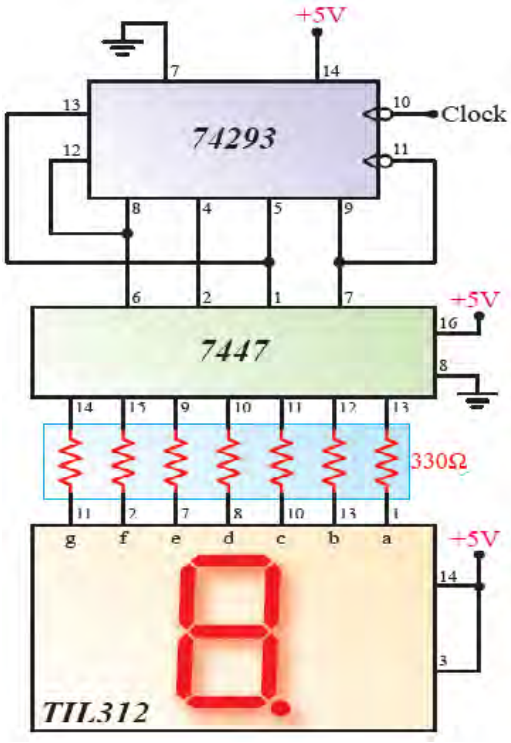
### الگوی آزمون عملی با قطعات واقعی پایان واحد یادگیری

۱ با استفاده از یک آی‌سی ۷۴۲۹۳ و یک آی‌سی ۷۴۴۷ و یک نشان‌دهندهٔ هفت قسمتی (7 Seg) مدارشکل ۵ـ۲۵ را که یک شمارنده است، روی بردبُرد ببندید.

۲ ترتیب اعداد شمارش شده را بنویسید. در مورد عملکرد آن توضیح دهید.

**جدول ۵ـ۱۳ جدول صحت مالتی‌پلکسر**

| خطوط آدرس | | | خروجی | |
|---|---|---|---|---|
| C | B | A | Y | W |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |




شکل ۵ـ۲۵ مدار شمارنده

**شرح کار:**

۱ شرح کلی مدارهای ترکیبی
۲ شرح کلی مدارهای ترتیبی
۳ بستن مدارهای نمونه ترکیبی و ترتیبی کاربردی به صورت نرم‌افزاری و سخت‌افزاری
۴ تشریح تراشه FPGA، کاربردها و مزایای آن

**استاندارد عملکرد:**

بستن مدارهای کاربردی دیجیتالی با رعایت استانداردهای حاکم بر آن

**شاخص‌ها :**

۱ تشریح کلی مدارهای ترکیبی (۲۰ دقیقه)
۲ شبیه‌سازی مدارهای ترکیبی با نرم‌افزار مرتبط و بستن دو مدار نمونه عملی مدارهای ترکیبی (۳۰ دقیقه)
۳ تشریح کلی مدارهای ترتیبی (۲۰ دقیقه)
۴ شبیه‌سازی مدارهای ترتیبی با نرم‌افزار مرتبط و بستن دو مدار نمونه عملی مدارهای ترتیبی (۲۰ دقیقه)
۵ تشریح تراشه FPGA، کاربردها و مزایای آن (۱۰ دقیقه)

**شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:**

**شرایط :** مکان مناسب انجام کار با کف عایق یا آنتی‌استاتیک ـ نور مناسب برای کارهای ظریف ـ ابعاد حداقل ۶ متر مربع و دارای تهویه یا پنجره ـ دمای طبیعی ($18^{\circ}C$ـ$27^{\circ}C$) ذره‌بین و مجهز به وسایل اطفاء حریق ـ میز کار استاندارد با ابعاد $L180 \times D80 \times H80\ cm$ ـ مجهز به فیوز حفاظت جان ـ فرد با لباس کار مجهز ـ انجام کار در حال نشسته ـ رایانه ـ اینترنت ـ لوازم‌التحریر ـ نرم‌افزارهای مورد نیاز ـ بردبُرد ـ دیود نورانی LED ـ مقاومت‌های ۱۵۰Ω، $\frac{1}{4}$ وات و ۳۳۰Ω، $\frac{1}{4}$ وات ـ سیم‌های بردبُرد ـ میز آزمایشگاهی الکترونیک با تجهیزات استاندارد ـ کلید یک پل کوچک ـ برگه اطلاعات آی‌سی‌های دیجیتال ـ آی‌سی‌های ۷۴۸۳ـ۷۴۴۷ـ۷۴۲۹۳

**معیار شایستگی:**

| ردیف | مراحل کار | حداقل نمره قبولی از ۳ | نمره هنرجو |
|---|---|---|---|
| ۱ | تشریح کلی عملکرد مدارهای ترکیبی | ۱ | |
| ۲ | شبیه‌سازی مدارهای ترکیبی با نرم‌افزار مرتبط و بستن دو مدار نمونه عملی مدارهای ترکیبی | ۲ | |
| ۳ | تشریح کلی عملکرد مدارهای ترتیبی | ۱ | |
| ۴ | شبیه‌سازی مدارهای ترتیبی با نرم‌افزار مرتبط و بستن دو مدار نمونه عملی مدارهای ترتیبی | ۲ | |
| ۵ | تشریح تراشه FPGA، کاربردها و مزایای آن | ۱ | |
| | شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش:<br>۱ـ رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها<br>۲ـ دقت و تمرکز در اجرای کار<br>۳ـ شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر<br>۴ـ اخلاق حرفه‌ای | ۲ | |
| | **میانگین نمرات** | | * |

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

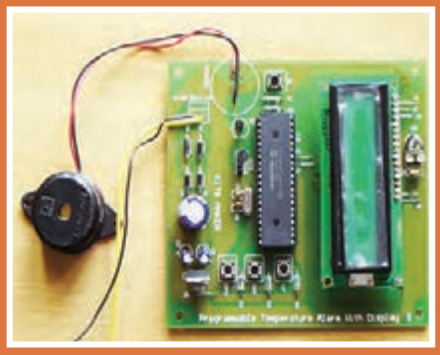
# پودمان ۴

# میکروکنترلرها Microcontrollers









میکروکنترلر یک مدار مجتمع یا چیپ الکترونیکی است که دارای پردازنده حافظه و تعدادی ورودی و خروجی قابل برنامه‌ریزی است. میکروکنترلرها در واقع یک میکروکامپیوتر هستند که از نظر عملکرد تقریباً مشابه یک کامپیوتر کامل می‌باشند. میکروکنترلرها دارای ورودی، پردازش و خروجی هستند که برای مصارف خاصی برنامه‌ریزی می‌شوند. میکروکنترلرها در طراحی مدارهای کنترلی استفاده می‌شوند. طراحی مدارهای کنترلی که قبلاً با صدها مدار مجتمع آنالوگ و دیجیتال به اجرا در می‌آمد امروزه با یک میکروکنترلر ساده قابل انجام است.

# واحد یادگیری ۶

# میکروکنترلر و چگونگی برنامه‌ریزی آن

## آیا تا به حال فکر کرده‌اید

- یک میکروکنترلر از چه اجزایی تشکیل شده است؟
- ابعاد یک میکروکنترلر چقدر است؟
- چند نوع میکروکنترلر وجود دارد؟
- استفاده از میکروکنترلرها چه مزیت‌هایی دارد؟
- چه زبان‌های برنامه‌نویسی برای میکروکنترلرها وجود دارند؟
- چگونه می‌توان برنامه نوشته شده را به زبان قابل فهم میکروکنترلر تبدیل کرد؟
- چگونه می‌توان برنامه نوشته شده را داخل حافظه میکروکنترلر بارگذاری کرد؟

کلمه میکروکنترلر از دو کلمه میکرو و کنترلر تشکیل شده است. منظور از میکرو می‌تواند سرعت عمل میکروکنترلر باشد، زیرا میکروکنترلر می‌تواند دستورهایی را که به آن می‌دهیم با سرعت بالا و در حد زمان یک میکرو ثانیه انجام بدهد. معنی دوم میکرو شاید کوچکی قطعه باشد، زیرا این قطعه با ابعادی تا یک میلیونیوم متر کوچک شده است. شاید باورکردنی نیست که در یک تراشه ممکن است بیش از یک میلیون ترانزیستور به‌کار رفته باشد. معنی فارسی میکروکنترلر را ریزکنترلر یا ریزکنترل‌کننده نامیده‌اند.

میکروکنترلرها قابل برنامه‌ریزی هستند، به‌طوری‌که طراح می‌تواند با توجه به نیاز کاربر آن‌را برنامه‌ریزی کند. به عنوان مثال با اتصال کی‌بورد و ال‌سی‌دی به میکروکنترلر برنامه‌ریزی شده، یک ماشین حساب یا قفل رمز دیجیتالی بسازد. میکروکنترلرها به‌طور گسترده در تولید سیستم‌های تک منظوره مانند سیستم‌های حفاظتی، دزدگیر، سیستم‌های کنترل صنعتی، دستگاه دورنگار (فاکس)، فرکانس‌متر، کنترل موتور ربات و ولت‌متر DC به‌کار می‌روند.

## استاندارد عملکرد

میکروکنترلر و چگونگی برنامه‌ریزی آن با رعایت استاندارد تعریف شده

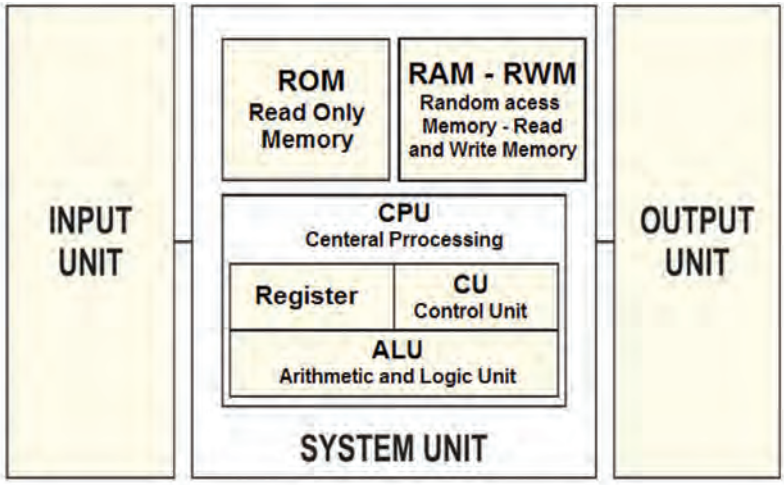
## ۱ـ۶ مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز

میکروکنترلر (AVR ATmega)ـ رایانه ـ نرم‌افزار پروتئوس Proteus، Bascom، ۳ـ۱۲ـ Ver ـ Code Vision AVR چند نمونه آی‌سی میکروکنترلرـ چند نمونه برگه اطلاعات میکروکنترلر (Data sheet) ـ فرهنگ لغت انگلیسی به فارسی ـ ترانزیستور BC ۱۴۰ ـ دیود ۱N۴۰۰۱ ـ مقاومت ۱ KΩ، $\frac{۱}{۴}$ وات ـ لامپ ۱۲ ولت ـ رله ۱۲ولتی یک کنتاکت ـ ترانسفورماتور V ۶×۲۲۰/۲ـ موتور ۱۲ ولتی کوچک وکم وات

## ۲ـ۶ معرفی میکروکنترلرها و شرح عملکرد آنها

### سیستم کامپیوتری

در سال‌های گذشته با ساختار کلی رایانه (کامپیوتر) آشنا شده‌اید، اجزای تشکیل‌دهنده یک سامانه کامپیوتری به‌صورت بلوک دیاگرام شکل ۱ـ۶ نشان داده شده است.




شکل ۱ـ۶ساختار کلی یک سامانه رایانه (کامپیوتر)

ترجمه کنید

واژه‌های داخل تصویر ۱ـ۶ را به زبان فارسی ترجمه کنید.

.....

.....

بارش فکری

در داخل دستگاه‌هایی مانند کنترل از راه دور، دستگاه صوتی و تصویری، ربات، کنترل دمای یخچال و کنترل ماشین لباسشویی از یک رایانه استفاده می‌شود. در مورد آنها جست‌وجو کنید و نتیجه را از طریق بارش فکری در کارگاه به بحث بگذارید.

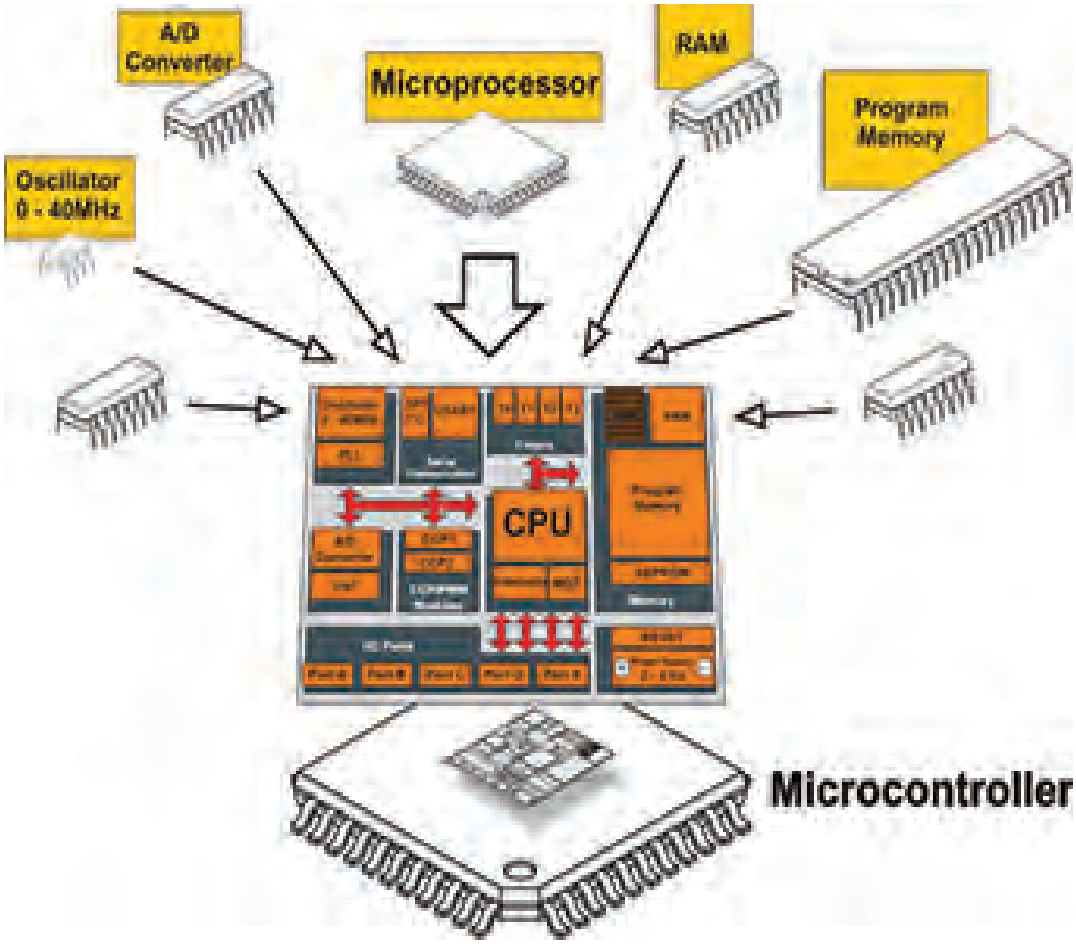
فعالیت

با مراجعه به رسانه‌های مختلف کلمات Micro controller block Diagram را جست‌وجو کنید و دو نمونه دیگر از بلوک دیاگرام سامانه کامپیوتری را بیابید و آنها را با هم مقایسه کنید، نتیجه را به‌صورت یک گزارش به کارگاه ارائه دهید.

## معرفی میکروکنترلر و میکروکامپیوترها

با وجود اینکه میکروکنترلرها (ریزکنترل‌گرها) و میکروپروسسورها (ریزپردازنده‌ها) را از نظر فنی و ساختاری در یک شاخه قرار می‌دهند ولی آنها در اجزاء و عملکرد با هم تفاوت‌های عمده دارند. در ریزپردازنده‌ها فقط واحد پردازش به صورت مجزا به‌صورت یک آی‌سی IC (مدارمجتمع) وجود دارد که مدارهایی مانند RAM، ROM، واحد ورودی/ خروجی، تایمرها و ثَبات‌ها در آی‌سی‌های مجزا به ریزپردازنده متصل می‌شوند و تشکیل یک رایانه را می‌دهند.

در ریزکنترل‌گر تمام واحدهای یک رایانه، از جمله حافظه‌های RAM، ROM، تایمرها و ثبات‌ها همگی به‌صورت فشرده و یکپارچه در درون یک آی‌سی به نام میکروکنترلر قرار می‌گیرند شکل ۲ـ۶ . امروزه استفاده از میکروکنترلرها در دستگاه‌های تجاری برای کنترل عملکرد دستگاه‌های الکترونیکی خانگی مانند تلویزیون، اجاق میکروویو (Microwave oven)، دستگاه کنترل از راه‌دور و ماشین لباسشویی بسیار متداول و مقرون‌به‌صرفه است. به همین دلیل میکروکنترلر را میکروکامپیوتر هم می‌نامند.




شکل ۲ـ۶ساختار کلی میکروکنترلر

## ارزشیابی نظری تشخیصی

نکته

این ارزشیابی توسط هنرجو در ساعات غیردرسی اجرا شود و نتیجه ارزشیابی به مربی مربوطه ارائه گردد. محتوای این ارزشیابی نظری مجدداً در کلاس درس توسط هنرآموز مربوطه به اجرا در می‌آید و بر اساس سطح کلاس روند آموزش ادامه خواهد یافت.

۱ آیا هزینه طراحی مدار کنترل یک دستگاه خانگی مانند ماشین لباسشویی به وسیله رایانه یا طراحی آن توسط میکروکنترلر برابری می‌کند؟ توضیح دهید.

۲ آیا یک رایانه از نظر حجم داده و سرعت پردازش (محاسبات) با یک میکروکنترلر برابری می‌کند، کدام بیشتر است؟

۳ در شکل ۲ـ۶ ساختار یک میکروکنترلر قسمت A/D Converter به کدام بخش اشاره دارد؟

الف) بخش محاسبه و منطق
ب) مودم و ارتباط شبکه
ج) ورودی حافظه جانبی
د) مبدل آنالوگ به دیجیتال

۴ در شکل ۲ـ۶ میکروکنترلر Program memory به کدام حافظه اشاره دارد؟

الف) هارد دیسک
ب) حافظه‌های فقط خواندنی
ج)حافظه جانبی (Micro SD)
د) حافظه دینامیک و استاتیک

۵ به کدام علت در یک ماشین لباسشویی نمی‌توان از یک رایانه کامل معمولی استفاده کرد؟

الف) وزن و حجم زیاد
ب) هزینه زیاد
ج) عدم نیاز به حجم زیاد حافظه و پردازش
د) هر سه مورد

۶ برای یک دستگاه کنترل از راه‌دور با ۱۲ عدد کلید، در زمانی که یک کلید زده می‌شود، حداقل کد ارسالی چند بیتی (چند رقمی) است؟

الف)۱۲
ب) ۴
ج) ۶
د) ۸

۷ امروزه برای کنترل دستگاه‌ها (خانگی و تجاری) از مدارهای دیجیتالی پایه مانند گیت‌ها، دیکودرها، فلیپ‌فلاپ‌ها استفاده نمی‌شود، چرا؟

الف) نیاز به مدارچاپی بزرگ
ب) قیمت بالا
ج) طراحی سخت و تغییرناپذیر
د) هر سه مورد

فیلم

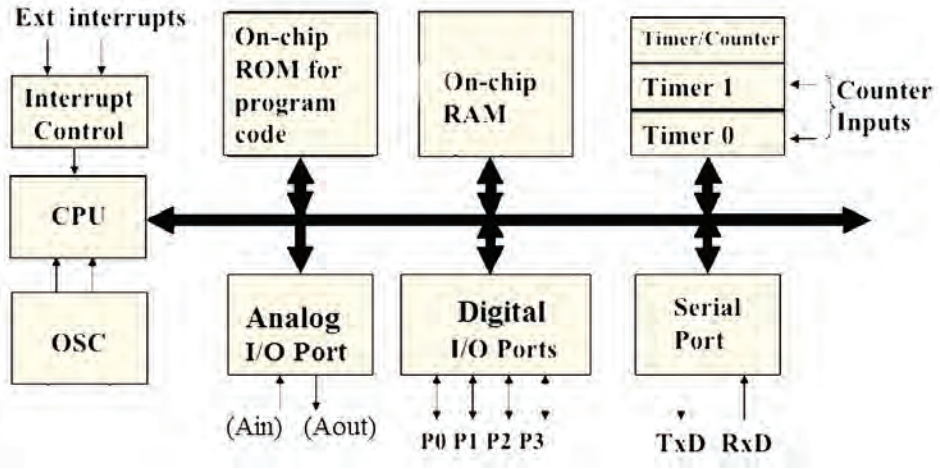
فیلم کاربردی از میکروکنترلرها را ببینید.

بارش فکری

دربارهٔ علت عدم استفاده از رایانه معمولی به جای میکروکنترلر در دستگاه‌های الکترونیکی بررسی کنید و نتیجه را از طریق بارش فکری به بحث بگذارید.

## ۳ـ۶ معماری میکروکنترلر

چگونگی قرار گرفتن بخش‌های مختلف میکروکنترلر مانند مبدل A/D، Timer/counter، ROM، RAM و CPU در کنار هم را معماری میکروکنترلر می‌گویند. معماری میکروکنترلر زمانی کامل است که اجزای آن روند مناسبی را برای اجرای دستورهای موجود در آن دنبال کنند. شکل ۳ـ۶ بخش‌های اصلی یک میکروکنترلر را به‌صورت بلوک دیاگرام نشان می‌دهد. هماهنگی و نظم در چیدمان اجزا میکروکنترلر، نقش مؤثری در سرعت اجرای دستورهای آن دارد. مثلاً سرعت اجرای دستورهای میکروکنترلرهای ۸۰۵۱ به‌میزان ۱۲ برابر از میکروکنترلرهای AVR کمتر است. علت این تفاوت در معماری این دو نوع میکروکنترلر است.




شکل ۳ـ۶معماری بخش‌های اصلی یک میکروکنترلر

فعالیت

با مراجعه به رسانه‌های مختلف کلمات computer architector block diagram را جست‌وجو کنید و نمونه‌های دیگری از نقشه بلوکی معماری کامپیوتر را بیابید و نتیجه را در قالب گزارش پژوهشی به کارگاه ارائه کنید.

### اجزای اصلی میکروکنترلر

میکروکنترلرهای امروزی از نظر معماری دارای بخش‌های مشترکی به شرح زیر هستند:

☑ **حافظه موقتی RAM:** در این حافظه برنامه و بخشی از داده (Data) موقت به اجرا درمی‌آید و به صورت موقت تا زمانی که میکروکنترلر به جریان الکتریکی متصل است، ذخیره می‌شود.

☑ **حافظه خواندنی ROM:** این حافظه جهت قرار گرفتن برنامه مورد نیاز و داده‌هایی که ثابت هستند استفاده می‌شود. این داده‌ها شامل جدولی از داده‌های ثابت است که برای نمایش کاراکتر و شکل‌های خاص در نمایشگری که سون سگمنت (۷ Seg) به میکروکنترلر اتصال داده شده است به‌کار می‌رود. امروزه در میکروکنترلرها، از خانواده فلش رام (Cooldisk Flash RAM) استفاده می‌شود. اگر در فرایند اجرای برنامه نیاز به ذخیره اطلاعات پایدار بدون نیاز به تغذیه باشد از حافظه‌های EEPROM نیز استفاده می‌شود. در این حالت با قطع شدن تغذیه، اطلاعات ذخیره شده در میکروکنترلر از بین نمی‌رود.

☑ **واحد پردازش مرکزی ـ CPU:** به معنی پردازشگر است و واحد اصلی و مرکزی (مغز) میکروکنترلر به حساب می‌آید. پردازشگر از بخش‌های محاسبه، منطق، رجیسترهای اصلی و واحد دریافت و ترجمه کدهای برنامه تشکیل شده است. هرقدر هماهنگی این بخش‌ها با هم بیشتر باشد عمل پردازش سریع‌تر صورت می‌گیرد، این نوع میکروکنترلرها را میکروکنترلر سرعت بالا می‌نامند.

☑ **ورودی و خروجی دیجیتالی ـ DIGITAL I/O:** این بخش شامل مجموعه پایه‌های ورودی و خروجی میکروکنترلر است، عملکرد این پایه‌ها از طریق دستورهای تدوین شده در برنامه‌نویسی قابل تعریف است. به این ترتیب می‌توانیم به ورودی یا خروجی داده‌های (Data) مختلف را اختصاص دهیم و حالت‌های مختلف را به‌وجود آوریم.

☑ **ساعت ـ Clock:** در این بخش یک موج مربعی به‌عنوان پالس ساعت تولید می‌شود. این پالس مورد نیاز میکروکنترلر است،که برای مثال می‌تواند به دو صورت زیر تولید شود:

- حالت RC داخلی: پالس ساعت در داخل تراشه (آی‌سی IC) میکروکنترلر تولید می‌شود.
- حالت کریستال خارجی: با نصب یک کریستال پیزو الکتریک به پایه‌های میکروکنترلر پالس ساعت تولید می‌شود.

در اکثر کاربردها از حالت RC داخلی استفاده می‌شود، زیرا دیگر نیاز به قطعه خارجی برای اتصال به میکروکنترلر ندارد.

**نکته**

در اصطلاح عمومی «میکروکنترلرها» را «میکرو» نیز می‌نامند. بنابراین در مراحل بعد ممکن است ما نیز از اصطلاح میکرو استفاده کنیم.

**جست و جو کنید**

در خارج از ساعات درسی و با نظارت اولیای خود، با مراجعه به سایت‌های الکترونیک درباره کاربردهای Timer و Counter و A/D (آنالوگ به دیجیتال) جست‌وجو کنید و در کلاس ارائه کنید.

**کار عملی ۱**

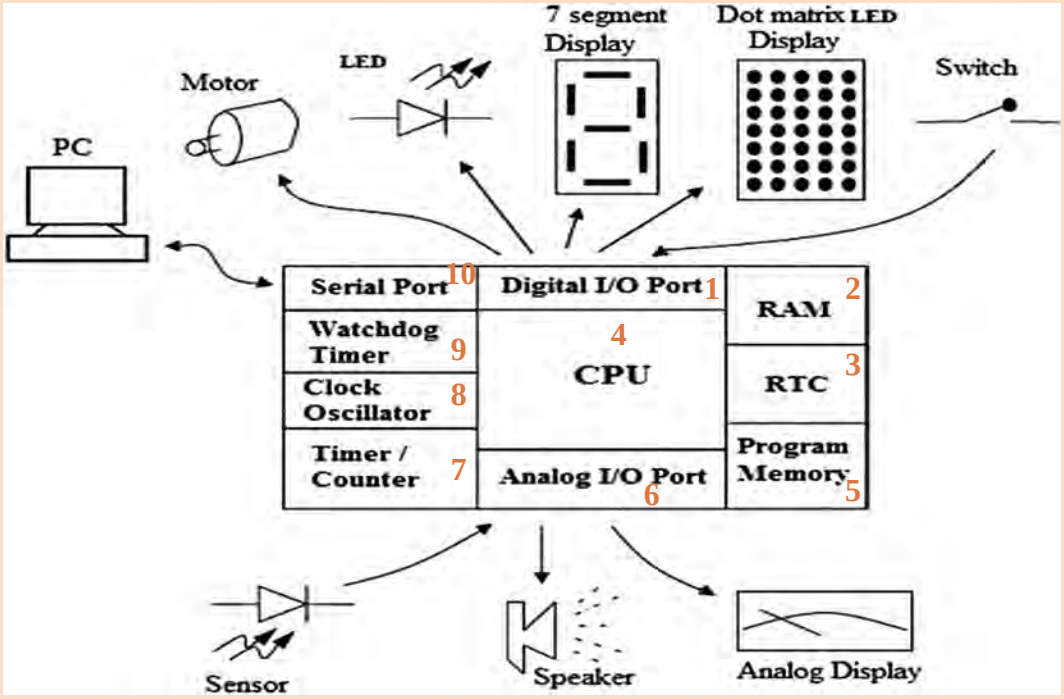
**ترجمه اطلاعات فنی و بخش‌های مختلف میکروکنترلر**

**هدف:** کسب مهارت در شناخت و تشخیص اجزاء مختلف یک میکروکنترلر از یکدیگر

**مواد، ابزار و تجهیزات:** لوازم‌التحریر ـ فرهنگ لغت انگلیسی به فارسی

**مراحل اجرای کار:**

۱ با بررسی شکل ۴ـ۶، بلوک دیاگرام قسمت‌های اصلی و مهم آی‌سی میکروکنترلر را ترجمه کنید و جدول ۱ـ۶ را کامل کنید.




شکل ۴ـ۶ ساختار کلی یک میکروکنترلر

**جدول ۱ـ۶**

| عنوان بلوک | شماره بلوک | ترجمه |
|---|---|---|
| Digital I/O Port | ۱ | |
| Analog I/O Port | | |
| RAM (Random Access Memory) | | |
| RTC(Real Time Clock) | | |
| Program Memory | | |
| Serial Port | | |
| Watchdog Timer | | |
| Clock Oscillator | | |
| Timer/Counter | | |

۲ با توجه به شکل ۴ـ۶ قطعات جانبی که به درگاه‌های ورودی خروجی (I/O Ports) میکروکنترلر اتصال داده می‌شوند را تعیین کنید و در جدول ۲ـ۶ بنویسید.

جدول ۲ـ۶

| ردیف | نام دستگاه یا قطعه | ورودی برای میکروکنترلر | خروجی برای میکروکنترلر |
|---|---|---|---|
| ۱ | Personal Computer(PC) | به پورت سریال میکروکنترلر اتصال داده می‌شود | ـــــــ |
| ۲ | | | |
| ۳ | | | |
| ۴ | | | |
| ۵ | | | |
| ۶ | | | |
| ۷ | | | |
| ۸ | | | |
| ۹ | | | |

۳ با مراجعه به فرهنگ لغت یا سایر رسانه‌ها، اصطلاحات داده شده در جدول ۳ـ۶ را ترجمه کنید و نماد اختصاری آن را بنویسید. سپس این نماد اختصاری را با سایر نمادهای اختصاری که تا کنون آموخته‌اید مقایسه کنید و در صورت مطابقت در ستون مربوطه علامت (✓) و در صورت عدم تطابق علامت (ـ) را وارد کنید.

جدول ۳ـ۶

| ردیف | واژه به زبان انگلیسی | واژه به زبان فارسی | نماد اختصاری | تطابق |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | Random Access Memory | | | |
| ۲ | Read Only Memory | | | |
| ۳ | Erasable Read Only Memory | | | |
| ۴ | Erasable Programmable Read Only Memory | | | |
| ۵ | Electrically Erasable Programmable Read Only Memory | | | |
| ۶ | Analog to Digital | | | |
| ۷ | Centeral Processing Unit | | | |
| ۸ | Control Unit | | | |
| ۹ | Arithmetic Processing Unit | | | |

الگوی پرسش

۱ مجموعه‌ای از قطعات الکترونیک در یک بسته‌بندی را ..... می‌گویند.
۲ مجموعه‌ای از مدارهای مجتمع که در یک بسته قرار دارند و مانند یک رایانه کوچک عمل می‌کنند را..... می‌گویند.
۳ در شکل ۶ـ۴ Analog I/O Port شامل چه بخش‌هایی می‌شود؟
۴ به میکروکنترلر، ریزکنترل گر نیز می‌گویند. درست□ نادرست□
۵ در شکل ۶ـ۴ Timer برای چه منظوری استفاده می‌شود؟

## ۶ـ۴ انواع میکروکنترلر

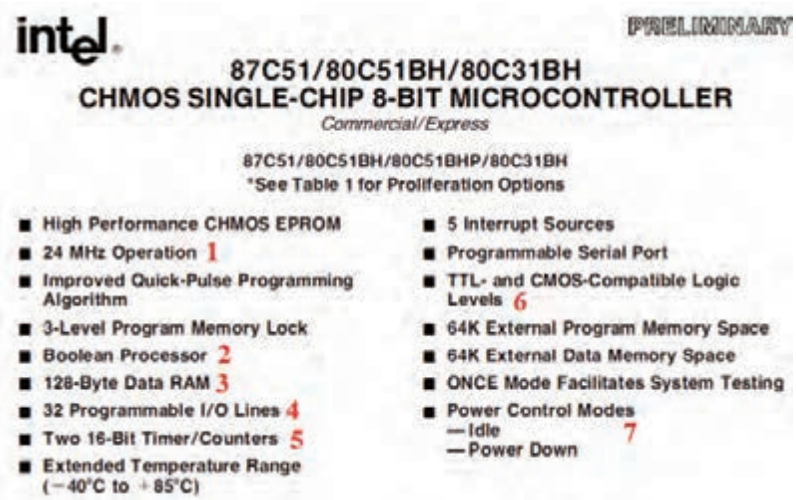
پیشرفت فناوری در صنعت الکترونیک، و ارتباط آن با علم دیجیتال، سبب رشد چشمگیری در شکل‌گیری ساختار انواع خانواده میکروکنترلرها شده است. کارخانه‌های مختلف با توجه به نیاز، انواع میکروکنترلرها را تولید می‌کنند. محصول تولیدی آنها در پروژه‌های صنعتی، در بین متخصصین، دانشجویان و علاقه‌مندان رواج بیشتری دارد. متداول‌ترین میکروکنترلرها خانواده‌های ۸۰۵۱ ، AVR ، PIC و ARM هستند.

فیلم

فیلم انواع مختلف میکروکنترلرها و کاربرد آنها را ببینید.

### خانواده ۸۰۵۱:

این خانواده از قدیمی‌ترین میکروکنترلرها به شمار می‌آیند، که امکانات محدودی دارند. این نوع میکروکنترلرها قیمت بسیار پایینی دارند. شکل ۶ـ۵ قسمتی از برگه اطلاعات آی‌سی ۸۰۵۱ را نشان می‌دهد.


intel

PRELIMINARY

87C51/80C51BH/80C31BH
CHMOS SINGLE-CHIP 8-BIT MICROCONTROLLER
*Commercial/Express*

87C51/80C51BH/80C51BHP/80C31BH
*See Table 1 for Proliferation Options

- High Performance CHMOS EPROM
- 24 MHz Operation 1
- Improved Quick-Pulse Programming Algorithm
- 3-Level Program Memory Lock
- Boolean Processor 2
- 128-Byte Data RAM 3
- 32 Programmable I/O Lines 4
- Two 16-Bit Timer/Counters 5
- Extended Temperature Range (−40°C to +85°C)
- 5 Interrupt Sources
- Programmable Serial Port
- TTL- and CMOS-Compatible Logic Levels 6
- 64K External Program Memory Space
- 64K External Data Memory Space
- ONCE Mode Facilitates System Testing
- Power Control Modes
  — Idle 7
  — Power Down

شکل ۶ـ۵برگه اطلاعات میکروکنترلر ۸۰۵۱

ترجمه کنید

موارد شماره‌گذاری شده در شکل۶ـ۵ را ترجمه کنید و نتیجه را در کلاس به بحث بگذارید.

فعالیت عملی

یک نمونه آی‌سی ۸۰۵۱ را در اختیار بگیرید و مشخصات ظاهری آن را با انواع آی‌سی‌هایی که تا کنون دیده‌اید مقایسه کنید.

## خانواده AVR

این خانواده از رایج‌ترین و پرکاربردترین میکروکنترلرها است که در مدل‌های مختلف با امکانات متنوع ساخته می‌شوند و در بازار با قیمت مناسب در دسترس است. شکل ۶ـ۶ قسمتی از برگه اطلاعات یک نمونه میکروکنترلر AVR را نشان می‌دهد.

**Features**

- High-performance, Low-power AVR® 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
  - 130 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution 1
  - 32 x 8 General Purpose Working Registers 2
  - Fully Static Operation
  - Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz 3
  - On-chip 2-cycle Multiplier
- Nonvolatile Program and Data Memories
  - 8K Bytes of In-System Self-Programmable Flash 4
    Endurance: 10,000 Write/Erase Cycles
  - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
    In-System Programming by On-chip Boot Program
    True Read-While-Write Operation
  - 512 Bytes EEPROM 5
    Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles
  - 1K Byte Internal SRAM 6
  - Programming Lock for Software Security
- Peripheral Features
  - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler, one Compare Mode
  - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode 7
  - Real Time Counter with Separate Oscillator
  - Three PWM Channels
  - 8-channel ADC in TQFP and MLF package
    Eight Channels 10-bit Accuracy
  - 6-channel ADC in PDIP package 8
    Eight Channels 10-bit Accuracy
  - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
  - Programmable Serial USART
  - Master/Slave SPI Serial Interface
  - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
  - On-chip Analog Comparator 9
- Special Microcontroller Features
  - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
  - Internal Calibrated RC Oscillator 10
  - External and Internal Interrupt Sources
  - Five Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, and Standby
- I/O and Packages
  - 23 Programmable I/O Lines 11
  - 28-lead PDIP, 32-lead TQFP, and 32-pad MLF
- Operating Voltages
  - 2.7 - 5.5V (ATmega8L)
  - 4.5 - 5.5V (ATmega8) 12
- Speed Grades
  - 0 - 8 MHz (ATmega8L)
  - 0 - 16 MHz (ATmega8) 13
- Power Consumption at 4 Mhz, 3V, 25°C
  - Active: 3.6 mA
  - Idle Mode: 1.0 mA 14
  - Power-down Mode: 0.5 µA

ATMEL®

8-bit AVR® with 8K Bytes In-System Programmable Flash

ATmega8
ATmega8L

شکل ۶ـ۶ برگه اطلاعات میکروکنترلر خانواده AVR

ترجمه کنید

موارد شماره‌گذاری شده در شکل ۶ـ۶ را ترجمه کرده و در کلاس درباره آنها بحث کنید.

فعالیت خارج از ساعات درسی

سایر قسمت‌های مربوط به شکل ۶ ـ۶ را در خارج از محیط آموزشی ترجمه کنید و نتیجه را به کارگاه ارائه دهید.

## ■ خانواده PIC

این خانواده نیز از رایج‌ترین و پرکاربردترین میکروکنترلرها است. میکروکنترلرPIC در مقایسه با میکروکنترلر AVR دستورهای کمتری دارد، بنابراین حافظه کمتری را در اختیار می‌گیرد. این امر باعث افزایش سرعت پردازش PIC می‌شود. PIC مدل‌های مختلف و امکانات متنوع دارد و از قیمت مناسبی نیز برخوردار است. شکل ۷ـ۶ یک نمونه برگه اطلاعات میکروکنترلر PIC۱۶C۷۲ را نشان می‌دهد.

MICROCHIP

# PIC16C72 SERIES

## 8-Bit CMOS Microcontrollers with A/D Converter

**Devices included:**

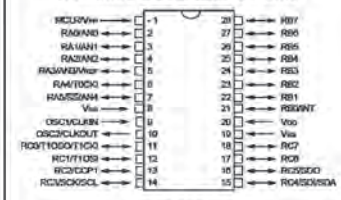
- PIC16C72
- PIC16CR72

**Microcontroller Core Features:**

- High-performance RISC CPU 1
- Only 35 single word instructions to learn 2
- All single cycle instructions except for program branches which are two cycle 3
- Operating speed: DC - 20 MHz clock input 4
  DC - 200 ns instruction cycle
- 2K x 14 words of Program Memory, 5
  128 x 8 bytes of Data Memory (RAM) 6
- Interrupt capability
- Eight level deep hardware stack
- Direct, indirect, and relative addressing modes
- Power-on Reset (POR)
- Power-up Timer (PWRT) and Oscillator Start-up Timer (OST)
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC oscillator for reliable operation
- Programmable code-protection
- Power saving SLEEP mode 7
- Selectable oscillator options
- Low-power, high-speed CMOS technology
- Fully static design
- Wide operating voltage range:
  - 2.5V to 6.0V (PIC16C72) 8
  - 2.5V to 5.5V (PIC16CR72)
- High Sink/Source Current 25/25 mA
- Commercial, Industrial and Extended temperature ranges 9
- Low-power consumption:
  - < 2 mA @ 5V, 4 MHz
  - 15 µA typical @ 3V, 32 kHz 10
  - < 1 µA typical standby current

**Pin Diagrams**

SDIP, SOIC, SSOP,
Windowed Side Brazed Ceramic



PIC16C72
PIC16CR72

**Peripheral Features:**

- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with prescaler, 11
  can be incremented during sleep via external crystal/clock
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Capture, Compare, PWM (CCP) module
  - Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns
  - Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns
  - PWM max. resolution is 10-bit
- 8-bit 5-channel analog-to-digital converter 12
- Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™ and I²C™
- Brown-out detection circuitry for Brown-out Reset (BOR)

**شکل ۷ـ۶ برگه اطلاعات میکروکنترلر خانواده PIC**

ترجمه کنید

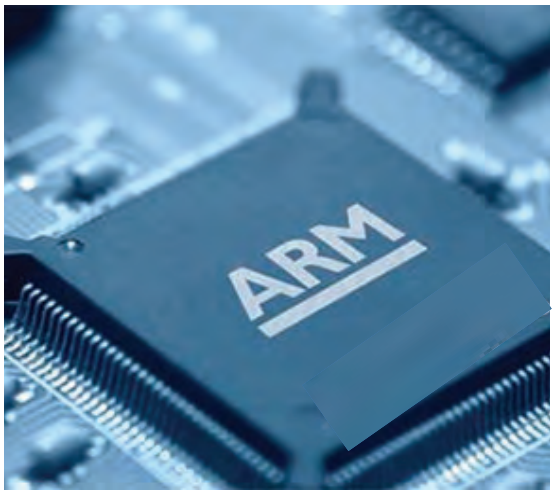
موارد شماره‌گذاری شده در شکل۷ـ۶ را ترجمه کنید و نتیجه را در کارگاه به بحث بگذارید.

فعالیت در ساعات غیر درسی

سایر قسمت‌های مربوط به شکل ۷ـ۶ را در خارج از محیط آموزشی ترجمه کنید و نتیجه را در قالب یک پژوهش به کلاس ارائه دهید.

## خانواده ARM

این خانواده فقط در بسته‌های SMD و در مدل‌های ۸، ۱۶، ۳۲ و ۶۴ بیتی ساخته می‌شوند. آی‌سی‌های ۳۲ بیتی این خانواده، بیشترین کاربرد را دارند. امروزه میکروکنترلرهای ARM در بسیاری از وسایل مانند کامپیوترهای کوچک، تلفن همراه و تبلت استفاده می‌شوند. شاید بتوان گفت در آینده این میکروکنترلرها نقش پررنگی را در صنایع و جامعه خواهند داشت. قیمت این میکروکنترلرها با توجه به توانایی و امکاناتی که دارند بسیار پایین است. شکل الف ۸ـ۶ تصویر واقعی و شکل ب ۸ـ۶ ساختار داخلی میکروکنترلر آرم را نشان می‌دهد.




الف) تصویر واقعی میکروکنترلر ARM




ب) ساختار داخلی میکروکنترلر ARM

شکل ۸ـ۶ میکروکنترلر ARM

ترجمه کنید

موارد شماره‌گذاری شده در شکل ۸ـ۶ را ترجمه کرده در کلاس درباره آنها بحث کنید.

فعالیت

با استفاده از آی‌سی واقعی و روی بردهای اوراقی، چند نمونه آی‌سی میکروکنترلر را شناسایی کنید و نوع خانواده آن را تعیین نمائید.

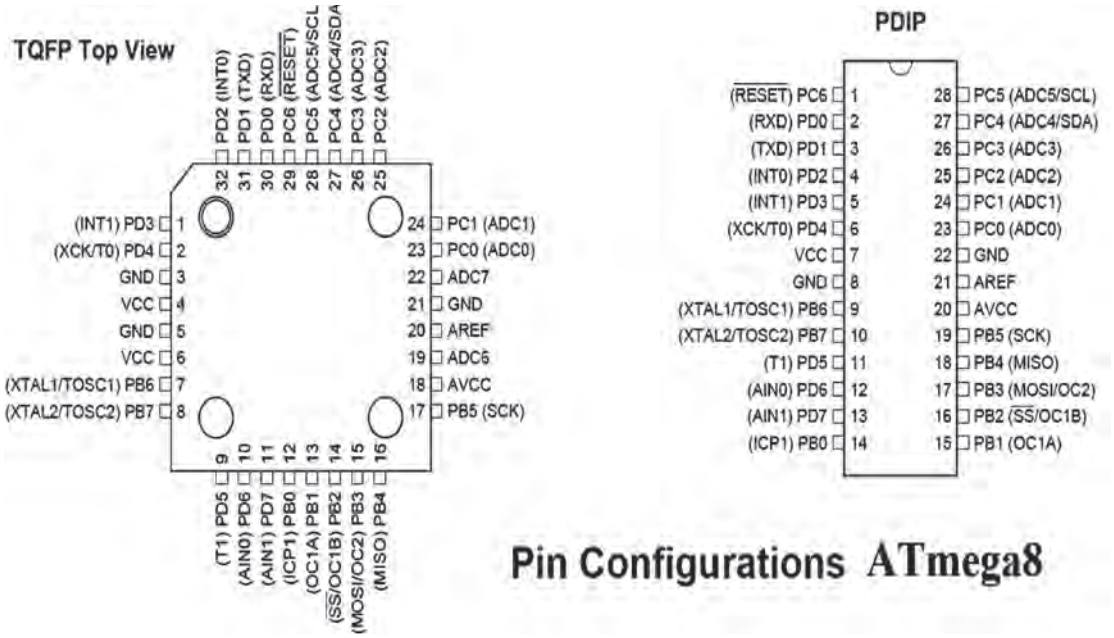
تحقیق کنید

با مراجعه به منابع مختلف ازجمله سایت‌های اینترنتی، برگه‌های اطلاعات میکروکنترلرها را دانلود کنید و آنها را از نظرساختار، کاربرد، امکانات داخلی و قیمت مقایسه کنید و نتایج را در کارگاه به بحث بگذارید.

## ۵ـ۶ انتخاب میکروکنترلر مناسب برای یک پروژه مدار الکترونیکی ساده

هر یک از بخش‌های مختلف میکروکنترلر برای کاربردی خاص در نظر گرفته شده‌است. یک طراح الکترونیک با توجه به نیازی که در پروژه دارد از بخش‌های مختلف استفاده می‌کند. برای این منظور کافی است تنظیمات مورد نیاز در بخش مورد نظر را در حالت فعال قرار دهد. با انتخاب یک میکروکنترلر مناسب می‌توانیم پروژه‌های الکترونیکی ساده را با صرفه‌جویی در تعداد آی‌سی مدارهای دیجیتال اجرا کنیم. مزیت این روش سرعت بالای مدار و مقرون‌به‌صرفه بودن آن است.

میکروکنترلرهای AVR در دسته کوچک (Tiny)، متوسط (۹۰ s)، بزرگ (Mega) و خیلی بزرگ (XMega) دسته‌بندی می‌شوند. با توجه به مدل‌های متداول موجود در بازار ایران، یک نمونه آی‌سی از سری Mega به‌نام ATmega۸ را معرفی می‌کنیم. این میکروکنترلر در سه نوع بسته‌بندی وجود دارد. دو مدل آن از نوع SMD و نوع ساده آن با بسته‌بندی دو ردیفه (DIP) است. در شکل ۹ـ۶ دو نوع بسته‌بندی DIP و SMDرا مشاهده می‌کنید. میکروکنترلر از نوع DIP را بهتر می‌توانیم روی بردبُرد قرار دهیم و پروژه را اجرا کنیم. بنابراین عملاً از این نوع آی‌سی‌های میکروکنترلر بیشتر استفاده می‌شود.




شکل ۹ـ۶ آرایش پایه‌های میکروکنترلر ATmega۸ از نوع DIP وSMD

کار عملی۲

### استخراج و ترجمه اطلاعات فنی بخش‌های مختلف میکروکنترلر

**هدف:** کسب مهارت در ارتباط با استخراج اطلاعات مختلف از برگه اطلاعات میکروکنترلر ATmega ۸.

**مواد، ابزار و تجهیزات:** لوازم‌التحریر ـ فرهنگ لغات ـ برگه اطلاعات خانواده میکروکنترلر AVR شکل ۶ـ۶

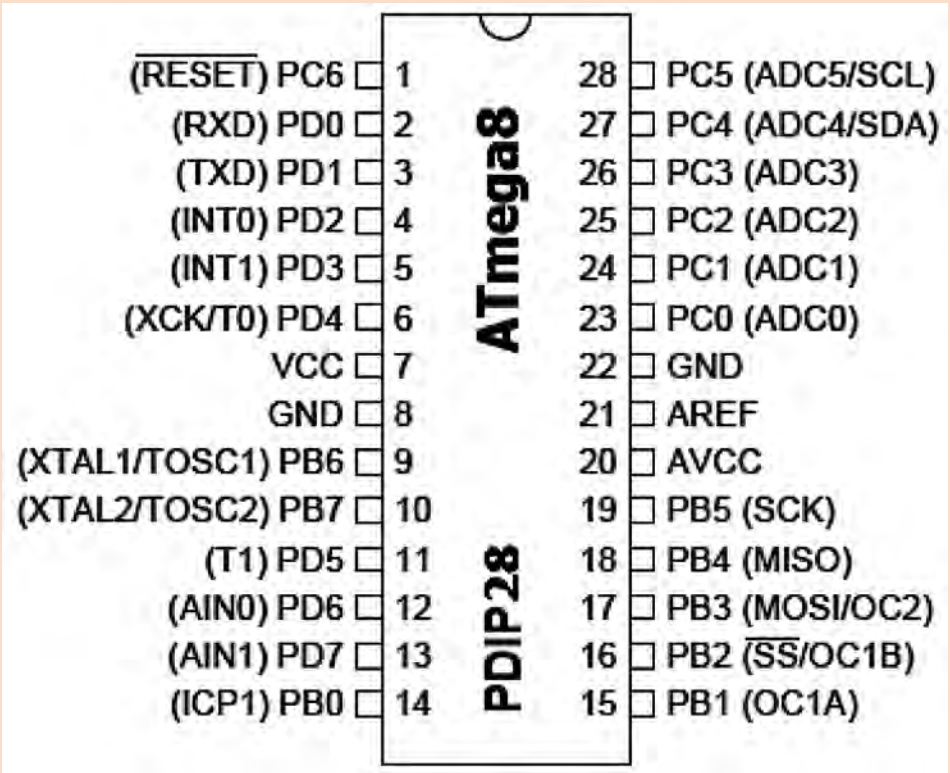
**مراحل اجرای کار**

۱ با مراجعه به برگه اطلاعات میکروکنترلر ATmega ۸ مشخصات کلی آن را بررسی و جدول ۴ـ۶ را کامل کنید.

**جدول ۴ـ۶**

| ردیف | موضوع | پاسخ |
|---|---|---|
| ۱ | تعداد پایه‌های میکروکنترلر | |
| ۲ | تعداد پایه‌های ورودی و خروجی دیجیتال | |
| ۳ | تعداد تایمر | |
| ۴ | سرعت (پالس ساعت ـ کلاک پالس) | |
| ۵ | ولتاژ کار | |
| ۶ | تعداد ورودی‌های آنالوگ به دیجیتال | |
| ۷ | مقدار جریان مصرفی میکروکنترلر | |

۳ شمارهٔ پایه‌های میکروکنترلر ATmega ۸ نشان داده شده در شکل ۱۰ـ۶ را، در جدول ۵ـ۶ بنویسید.




**شکل ۱۰ـ۶ پایه‌های میکروکنترلر ATmega۸**

جدول ۵ـ۶

| شماره پایه | نام پایه | شماره پایه | نام پایه | شماره پایه | نام پایه | شماره پایه | نام پایه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ADC۰ | | PORTD .۰ | | PORTC .۰ | | PORTB .۰ |
| | ADC۱ | | PORTD .۱ | | PORTC .۱ | | PORTB .۱ |
| | ADC۲ | | PORTD .۲ | | PORTC .۲ | | PORTB .۲ |
| | ADC۳ | | PORTD .۳ | | PORTC .۳ | | PORTB .۳ |
| | ADC۴ | | PORTD .۴ | | PORTC .۴ | | PORTB .۴ |
| | ADC۵ | | PORTD .۵ | | PORTC .۵ | | PORTB .۵ |
| | AIN۰ | | PORTD .۶ | | PORTC .۶ | | PORTB .۶ |
| | AIN۱ | | PORTD .۷ | | PORTC .۷ | | PORTB .۷ |

فکر کنید

چگونه یک پایه هم می‌تواند در نقش ADC۱ و هم PORTC .۱ دیجیتال کار کند؟ یا پایهٔ RXD (دریافت‌کننده اطلاعات سری) تبدیل به PORTD.۰ شود؟

پژوهش

با مراجعه به رسانه‌های مختلف ملاک‌های انتخاب میکروکنترلر را برای کنترل یک سامانه مثلاً روشنایی ساختمان پیدا کنید و نتیجه را در قالب یک گزارش به کارگاه ارائه دهید.

## ۶ـ۶ برنامه‌نویسی در میکروکنترلرها

میکروکنترلر یک قطعه قابل برنامه‌ریزی است. یعنی می‌توان روش کار را با توجه به نیاز برای این قطعه در قالب یک برنامه تعریف کرد. برای اینکه بتوانیم ایده و روش اجرای کار را برای میکروکنترلر به‌گونه‌ای تعریف کنیم که بتواند فرایند کار را به‌طور دقیق اجرا کند، به عبارت دیگر باید با میکروکنترلر سخن بگوییم و مراحل اجرای کار را با نوشتن دستورها به ترتیب به میکروکنترلر معرفی کنیم. نوشتن دستورها با قواعد خاص تعیین شده را برنامه‌نویسی می‌نامند. برای سخن گفتن از طریق متن، حروف و نمادها با میکروکنترلر نیاز به حروف، کلمات و قواعد دستوری خاص داریم که به آن زبان نوشتاری می‌گویند. برای برنامه‌نویسی میکروکنترلرها می‌توانیم از زبان‌های اسمبلی، زبان بیسیک یا زبان C استفاده کنیم.

پژوهش

با مراجعه به رسانه‌های مختلف جست‌وجو کنید و تعداد زبان‌های موجود برای میکروکنترلرها مانند زبان ماشین را پیدا کنید. کدام یک از این زبان‌ها کاربردی‌تر است؟ چرا؟ نتیجه را در قالب یک گزارش به کارگاه ارائه دهید.

## ۷ـ۶ انواع زبان برنامه‌نویسی

### زبان برنامه‌نویسی اسمبلی

در این زبان مجموعه‌ای از دستورها به‌صورت کلمات انگلیسی مخفف شده هستند و هر دستور در یک خط نوشته می‌شود.

**مثال**

دستور LD R۳, ۵ (بخوانید عدد ۵ را در R۳ لود کنید).

دستور(LD R۳) مخفف کلمات " Load Register R۳" است و به‌معنی و مفهوم عدد ۵ در رجیستر R۳ قرار گیرد.

**مثال**

دستور JZ _۱۰۲

(JZ _۱۰۲) به مفهوم، "If Zero Then Jump To Line ۱۰۲ " است. یعنی اگر نتیجه دستور قبل صفر شده است به خط ۱۰۲ پرش کن.

آموزش زبان برنامه (اسمبلی) به‌دلیل مخفف بودن، دور بودن از زبان رایج انسان‌ها و نیاز به آشنایی با جزئیات سخت‌افزار میکروکنترلر، ساده نیست. اما برنامه نوشته شده با اسمبلی می‌تواند کم‌حجم باشد، حافظه کمتری نیاز داشته باشد و سریع‌تر از زبان‌های دیگر اجرا شود.

### زبان برنامه‌نویسی بیسیک Basic

این زبان برمبنای اصول نوشتاری ساده زبان انگلیسی (البته کلمات منطقی) طرح شده است. سادگی آن باعث شده اکثر دانش‌آموزان و علاقه‌مندان به‌کار با میکروکنترلر را به‌خود جلب کند.

### زبان برنامه‌نویسی C

زبان برنامه نویسی C مانند زبان بیسیک از کلمات منطقی انگلیسی و همچنین قواعد نوشتاری خاصی پیروی می‌کند. به دلیل حجم نسبتاً کم فایل تولید شده و سرعت مناسب دستوراتی که ارائه می‌کند، طرفداران بی‌شماری در سراسر جهان دارد. امروزه برای انواع میکروکنترلرها از خانواده‌های مختلف، کامپیوترهای کوچک و بزرگ از زبان C استفاده می‌شود. مزیت استفاده از زبان C این است که در یک خانواده میکروکنترلر، به‌راحتی می‌توان برنامه دستورهای یک میکروکنترلر را با کپی کردن به میکروکنترلر دیگری انتقال داد. برای سایر خانواده‌های میکروکنترلر نیز می‌توان با تغییر بعضی از کلید واژه‌ها از برنامه داخلی آنها استفاده کرد.

پژوهش

درمورد ویژگی‌های زبان برنامه‌نویسی بیسیک و زبان C تحقیق کنید و نتایج را در کارگاه ارائه نمایید.

## ۸ـ۶ مراحل اجرای یک پروژه با میکروکنترلر

برای اجرای یک پروژه با میکروکنترلر صرف نظر از نوع میکروکنترلر و زبان برنامه‌نویسی، باید میکروکنترلر را به شرح زیر مشخص کنیم:

☑ **تعداد ورودی و خروجی (دیجیتال و آنالوگ) مورد نیاز:**

تعداد پایه ورودی و خروجی موردنیاز با توجه به پایه‌های قطعات جانبی میکروکنترلر تعیین می‌شود. همان‌طور که در شکل ۱۱ـ۶ مشاهده می‌کنید. برای هر کلید یک بیت ورودی و برای هر LED یا رله، یک بیت خروجی در نظر گرفته می‌شود. برای راه‌اندازی نمایشگر هفت قطعه‌ای با در نظر گرفتن نقطه نمایشگر (۷ SEG) نیاز به ۸ بیت (۱ بایت Byte) داریم، زیرا عملاً باید ۸ پایه استفاده شود.

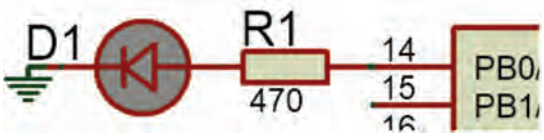
پس از اختصاص دادن پایه‌ها، تعداد پایه‌ها را با هم جمع می‌کنند به این ترتیب تعداد پایه‌های مورد نیاز مشخص می‌شود. از روی تعداد پایه‌ها و نیازهای فنی میکروکنترلر را انتخاب می‌کنیم.

☑ **رسم نقشه فنی مدار میکروکنترلر در نرم‌افزار پروتئوس (Proteus)**

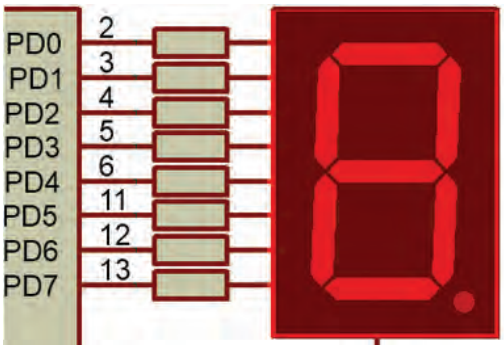
در رسم نقشه فنی مدارهای میکروکنترلر آدرس‌های ورودی و خروجی برای محیط برنامه‌نویسی مشخص می‌شوند. در شکل‌های ۱۱ـ۶ و ۱۲ـ۶ اتصال قطعات جانبی به پایه‌های میکروکنترلر نشان داده شده است.

☑ **بستن مدار جانبی میکروکنترلر**

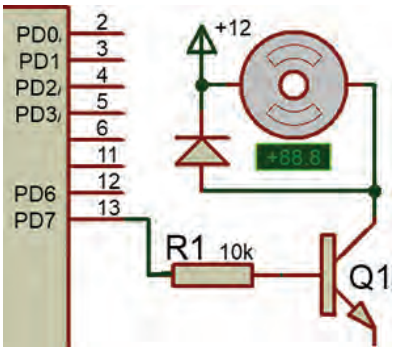
برای اطمینان از صحت عملکرد مدار، مدارهای الکترونیکی مرتبط با میکروکنترلر را طبق شکل ۱۳ـ۶ روی برد بُرد می‌بندند. این مدارها معمولاً به صورت مستقل در روی برد بُرد بسته می‌شوند که میکروکنترلرها را با حسگرها، راه‌انداز موتورها یا نمایشگرها ارتباط می‌دهد.



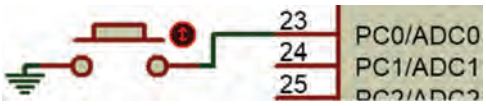

شکل ۱۲ـ۶ اختصاص پایه PB۰ به LED




الف) ۸ پایه برای فرمان به هفت قطعه‌ای

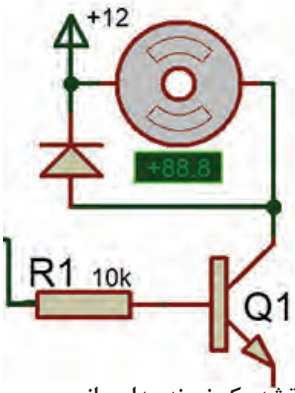



ب) یک پایه برای فرمان به ترانزیستور




پ) پایه ورودی برای اتصال یک کلید

شکل ۱۱ـ۶ پایه‌های میکروکنترلر جهت اتصال به قطعات جانبی




شکل ۱۳ـ۶ نقشه یک نمونه مدار جانبی

### ☑ نوشتن برنامه دستورهای اجرای میکروکنترلر با یک زبان برنامه نویسی

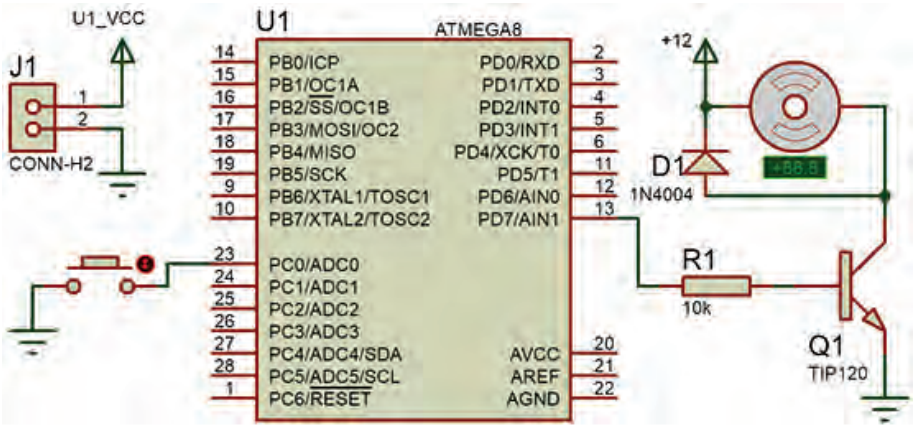
برنامه نویسی با یک نرم‌افزار مستقل انجام می‌شود، مثلاً برای نوشتن برنامه با زبان C از نرم افزار CodeVision و برای نوشتن زبان بیسیک از نرم‌افزار Bascom استفاده می‌شود.

فیلم

فیلم نصب نرم‌افزارهای CodeVisionAVR V۳,۱۲ و Bascom (Basavr) را ببینید.

### ☑ شبیه‌سازی مدار و اجرای برنامه در نرم‌افزار پروتئوس

نرم‌افزار پروتئوس Proteus برای شبیه‌سازی مدارهای الکترونیکی، دیجیتال و به خصوص میکروکنترلر AVR توانایی بالایی دارد. روش کار با نرم‌افزار پروتئوس را با مراجعه به منابع مختلف مطالعه کنید، سپس بالاترین نسخه نرم‌افزار را نصب کنید و چند نمونه مدار را ببندید تا مهارت لازم را به‌دست آورید. شکل ۱۴ـ۶ یک نمونه مدار شبیه‌سازی شده را نشان می‌دهد.




**شکل ۱۴ـ۶ مدار شبیه‌سازی شده در نرم‌افزار Proteus**

فیلم

فیلم نصب نرم‌افزار Proteus را ببینید.

پژوهش

نرم‌افزار Proteus را بر روی رایانه نصب کنید. نحوه نصب نرم‌افزار و مراحل اجرایی آن را در کارگاه ارائه دهید.

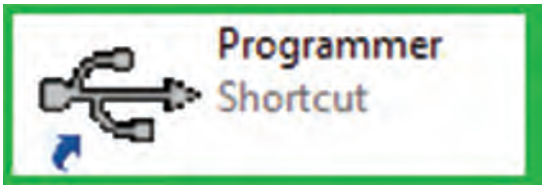
در هنگام شبیه‌سازی با نرم‌افزار، دستورهای تعریف شده برای میکروکنترلر مورد آزمایش قرار می‌گیرد، درصورتی‌که مراحلی از دستورها به‌طور صحیح اجرا نشود، یا خطایی در اجرای برنامه اعلام شود با مراجعه به نرم‌افزار برنامه‌نویس برنامه را اصلاح و دوباره بارگذاری و اجرا می‌کنیم، تا نتیجه مطلوب حاصل شود شکل ۱۵ـ۶ . در اجرای پروژه‌ها ممکن است این فرایند چندین بار تکرار شود تا خطاها برطرف و مدار پاسخ دهد.




**شکل ۱۵ـ۶جابه‌جایی بین دو نرم‌افزار برای اصلاح برنامه و اجرای پروژه**

## ☑ پروگرام کردن میکروکنترلر

بارگذاری یا انتقال برنامه به میکروکنترلر به وسیله مدار پروگرامر (Programmer) مستقل و سازگار با نرم‌افزار برنامه‌نویسی انجام می‌شود. مدار پروگرامر و نرم‌افزار مرتبط به صورت آماده در بازار ارائه می‌شود، شکل ۱۶ـ۶ . همچنین خودتان می‌توانید این مدار را بسازید.

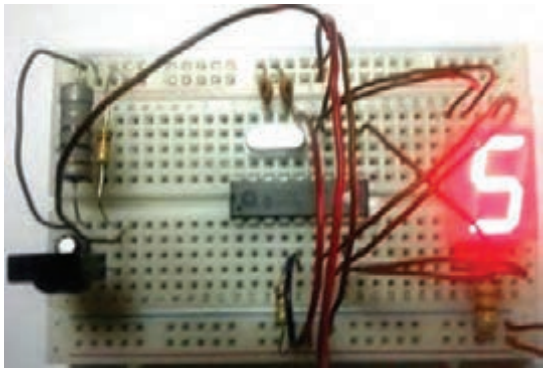



**شکل ۱۶ـ۶نماد نرم‌افزار یک نمونه پروگرامر**

فعالیت

به کمک مربی خود یک مدار پروگرامر طراحی کنید. مدار سخت‌افزاری آن را بسازید، و نتیجه را به کارگاه ارائه دهید.

## ☑ بستن مدار سخت‌افزاری پروژه میکروکنترلر



**الف) مدارسخت‌افزاری روی بردبرُد**



**ب)برد مدارچاپی پروژه میکروکنترلر**

**شکل ۱۷ـ۶ مدارهای سخت‌افزاری پروژه با میکروکنترلر**

مدار سخت‌افزاری میکروکنترلر را با قطعات جانبی آن روی بردبرُد می‌بندیم، بعداز مطمئن شدن از صحیح کار کردن مدار، فیبر مدار چاپی آن را طراحی کرده و قطعات را بر روی برد فیبر مدار چاپی مونتاژ و راه‌اندازی می‌کنیم، شکل ۱۷ـ۶ .

## ۹ـ۶ ساختار برنامه‌نویسی به زبان C

در این قسمت قصد داریم برنامه‌نویسی میکروکنترلر را با زبان C و نرم‌افزار Codevision انجام دهیم، این زبان برنامه‌نویسی کاربرد زیادی دارد که در آینده با دستورهای آن آشنا خواهید شد. ساختار برنامه C به شکل ۱۸ـ۶ است.




شکل ۱۸ـ۶ نرم افزار CodeVision و ساختار آن

در زبان برنامه‌نویسی دستورات بر سه نوع هستند:

☑ دستورهایی که به آنها دستورهای استاندارد C گفته می‌شود.

☑ دستورهایی که توسط فایل‌های جانبی به نام کتابخانه (Heder فایل‌ها) به برنامه اضافه می‌شوند مانند فایل (delay.h) که در بالای برنامه توسط کد دستوری # include <delay.h> به برنامه اضافه می‌شود. این دستور با شماره ۱ در جدول ۶ـ۶ نشان داده شده است.

☑ به دستورهایی که کاربر برنامه‌نویس، برای اجرای یک عمل در درون برنامه ایجاد می‌کند توابع می‌گویند.

در زبان C، یک برنامه به نام مفسر یا مترجم کلی وجود دارد که برنامه نوشته شده را به زبان ماشین (کُد) ترجمه می‌کند. در این فرایند فایل ساخته شده توسط مفسر در مقایسه با فایل نوشته شده توسط کاربر کوچک‌تر شده و سریع‌تر عمل می‌کند.

### قواعد ساده نوشتاری در زبان برنامه‌نویسی C

☑ یک بلوک برنامه یا تابع یا فرایند مربوط به دستورات شرطی با علامت "{" شروع و در انتها با علامت "}" به پایان می‌رسد. علامت "{" با شماره ۳ و علامت "}" با شماره ۱۱ در جدول ۶ـ۶ نشان داده شده است.

☑ برنامه تابع اصلی پس از مجموعه کلمه‌های Void main (void) و علامت "{" قرار می‌گیرد، (شماره ۲ در جدول ۶ـ۶). در ادامه دستورهای لازم برای تنظیمات اولیه پایه‌ها و سخت‌افزارهای درون میکروکنترلر به اجرا در می‌آید (شماره ۴ در جدول ۶ـ۶).

☑ برنامه مورد نظر ما بعد از خط while(۱){ شروع می‌شود و باید تا قبل از علامت "}" پایان یابد. این برنامه به دلیل نوشتن عدد یک در دستور while(۱){ می‌تواند تا بی‌نهایت ادامه یابد و اجرا شود (شماره ۵ در جدول ۶ ـ۶).

☑ اگر توجه کنیم در انتها دو بار علامت "}" وجود دارد که یکی مربوط به پایان محدوده while(۱){ و دیگری پایان محدوده Void main (void){ یا همان پایان نهایی است (شماره ۱۰ و ۱۱ در جدول ۶ـ۶).

☑ در انتهای هر عبارت و در پایان هر خط باید علامت (;) قرار گیرد تا مفسر برنامه بتواند برنامه را به‌درستی تفسیر کند.

☑ زبان C به حروف بزرگ و کوچک حساس است. لذا اگر دستور یا متغیر حروف کوچک باشد، اگر به اشتباه حتی یکی از حروف بزرگ نوشته شود مفسر روی این کلمه اعلام خطا می‌کند. لذا در نوشتن برنامه حتماً به حروف بزرگ و کوچک اختصاص داده شده به عبارات توجه کنید.

**مثال ۳**

عبارت درست PORTB.۱=۰;

عبارت نادرست portb.۱=۰;

**جدول ۶ـ۶ ساختار یک برنامه ساده**

| شماره | توضیح | دستور |
|---|---|---|
| ۱ | شروع برنامه با این دستورها | #include <mega۸.h><br>#include <delay.h> |
| ۲ | تابع اصلی برنامه | void main(void) |
| ۳ | علامت شروع برنامه | { |
| ۴ | اجرای دستورهای لازم برای تنظیمات اولیه پایه‌ها و سخت‌افزارهای درون میکروکنترلر | DDRB.۲=۱;<br>... |
| ۵ | حلقه بی‌نهایت برنامه | While(۱) |
| ۶ | شروع حلقه While | { |
| ۷ | مقداردهی بیت ۲ از پورت B با مقدار ۱ | PORTB.۲=۱; |
| ۸ | دستور تأخیر در روند اجرا | delay_ms(۵۰۰); |
| ۹ | مقداردهی بیت ۲ از پورت B با مقدار ۰ | PORTB.۲=۰; |
| ۱۰ | پایان محدوده while(۱) { بعد از اجرای تأخیر | delay_ms(۵۰۰);<br>} |
| ۱۱ | پایان محدوده برنامه اصلی | } |

☑ هر پرانتز باز شده " ( " باید با یک پرانتز بسته " ) " و هر علامت " { " باز شده باید با یک علامت " } " بسته شده کامل شود.

فیلم

فیلم اجرای مدار چشمک‌زن با نرم‌افزار Basavr را در کلاس ببینید.

فیلم

فیلم اجرای مدار چشمک‌زن با نرم‌افزار Code Vision را در کلاس ببینید. در کارگاه در مورد دستورات و قواعد این دو زبان بحث کنید.

کار گروهی

در کلاس درمورد دستورها و قواعد این دو زبان بحث کنید و نتیجه را در یک جدول به‌صورت خلاصه بنویسید و به کارگاه ارائه دهید.

نکته

همان‌طور که در فیلم مشاهده کردید در داخل نرم‌افزار کدویژن یک برنامه هوشمند به نام Wizard وجود دارد که نماد آن شبیه کلاه جادوگری است. این برنامه کارهای اولیه (مانند تنظیم اولیه پایه‌ها و سخت‌افزارهای درون میکروکنترلر) را به صورت پرسش و پاسخ و یا به‌صورت پنجره‌ای در اختیار برنامه‌نویس قرار می‌دهد. بعد از تنظیم، موارد مختلف تعریف شده به وسیله برنامه نوشته می‌شود و برنامه‌نویس فقط برنامه خود را در بین عبارات " while(۱){" و... "}" قرار می‌دهد.

## ۱۰ـ۶ کاربرد دستورهای نوشته شده در زبان C

### کار با پایه‌ها و پورت‌ها و آشنایی با متغیرهای Bit ،Byte

☑ برای روشن و خاموش کردن یک پایه خروجی میکروکنترلر، نیاز به انتقال یک بیت "۱" یا "۰" منطقی است.

دستور PORTD.X=۱ مفهوم یک بیت را دارد. X شماره یکی از پایه‌های پورت D است، که ارزش منطقی ۱به آن داده می‌شود.

**مثال ۴**

دستور PORTD.۴=۱; را شرح دهید.

**پاسخ**

ارزش منطقی پایه شماره ۴ در پورت D میکروکنترلر مورد آزمایش برابر با "۱ " است.

**مثال ۵**

دستور PORTB.۱=۰; را شرح دهید.

**پاسخ**

ارزش منطقی پایه شماره ۱ در پورت B میکروکنترلر مورد آزمایش برابر با "۰ " است.

☑ برای اختصاص دادن ارزش منطقی " ۱ " یا " ۰ " به یک متغیرمنطقی از یک پایه ورودی میکروکنترلر، از دستور A=PIND.۲; استفاده می‌شود. این دستور می‌گوید ارزش منطقی متغیر A را از پایه شماره ۲ پورت D بخوان.

نکته

به متغیری که ارزش آن ۱ یا ۰ است. بیت bit یا bool می‌گویند.

**سؤال**

دستور X=PINC.۳ چه عملی را انجام می‌دهد؟

اگر بخواهیم تمام پایه‌های یک پورت (مانند پورت B)، ارزش منطقی " ۱ " را داشته باشند، یعنی فعال شوند، دستور PORTB= ۲۵۵; را به‌کار می‌بریم.

**مثال ۶**

دستور PORTB= ۲۵۵; را توضیح دهید.

**پاسخ**

با اجرای این دستور به تمامی پایه‌های پورت B یعنی PB۰ تا PB۷ فرمان یک یا روشن می‌رسد و قطعاتی که به آن اتصال دارند فعال می‌شوند.

(مثل PD۰ ... PD۷) باشد همان دستور قبل با شکلی ساده‌تر استفاده می‌شود. مانند: PORTB= ۲۵۵; که تمامی پایه‌ها پورت B تا فرمان یک یا روشن می‌رسد و قطعاتی که به آن اتصال دارند فعال می‌شوند.

**سؤال**

عدد ۲۵۵ در سیستم باینری برابر چه عددی است؟

تحقیق کنید

۰xd۳ نوشتن عدد در قالب هگزادسیمال است. اگر این دستور به‌کار رود PORTD=۰xd۳;، کدام پایه ها روشن و کدام پایه‌ها خاموش می‌شوند؟ نتیجه را به کارگاه ارائه دهید.

فعالیت

جدولی تهیه کنید و دستورهای پرکاربرد را در یک ستون آن بیاورید و در ستونی دیگر مفهوم و عملکرد دستور را بنویسید.

☑ برای خواندن تمامی پایه‌های یک پورت از دستور Z=PINC; استفاده می‌شود. Z یک متغیر است که اندازه آن ۸ بیت برابر با تعداد پایه‌های پورت C است. به متغیری که اندازه آن ۸ بیت باشد Byte می‌گویند. در زبان برنامه‌نویسی C این نوع متغیر را با نام کاراکتر (char یا unsigned char) می‌شناسند.

## ■ دستور تأخیر، شرط، حلقه و تکرار

☑ **دستور تأخیر** : delay_ms (۲۰۰); یا delay_us (۳۵۰); این دو دستور برای ایجاد تأخیر در روند برنامه به‌کار می‌رود و هر کدام دارای مفهومی به شرح زیر است:

delay_ms (۲۰۰); تأخیری برابر ۲۰۰ میلی ثانیه

delay_us (۳۵۰); تأخیری برابر ۳۵۰ میکرو ثانیه

☑ **دستور شرط:** if(A>=B){ ..... } این دستور این‌گونه عمل می‌کند که اگر A بزرگ‌تر یا مساوی B باشد. دستورهایی را که بین {} قرار دارد، فقط یکبار اجرا می‌کند و اگر شرط برقرار نباشد به ادامه برنامه می‌رود.

☑ **دستور حلقه:** دو دستور پرکاربرد به قرار زیر است.

الف) while(a==x){ ..... } این فرمان تا زمانی که متغیر a با متغیر x برابر باشد C دستورهایی که مابین {..}قرار دارند را مرتباً اجرا می‌کند. اگر a با x برابر نباشد از حلقه تکرار خارج شده به ادامه برنامه می‌رود.

ب) for(i=۰ ; i<۱۰ ; i++){.....} این فرمان ۱۰ بار دستورهای مابین علامت {..} را اجرا می‌کند و بعد از آن برنامه را ادامه می‌دهد.

جست و جو کنید

i++ چه عملی انجام می‌دهد؟ دستور مشابه آن چیست؟ نتیجه را به کارگاه ارائه دهید.

توجه

دستورهای شرح داده از پرکاربردترین دستورهای زبان C هستند. سایر دستورها در کتاب همراه هنرجو آمده است و همچنین برخی از دستورهای دیگر را در روند اجرای برنامه‌های مدارهای کاربردی با میکروکنترلر (واحد یادگیری۷) فرا می‌گیرید.

کار عملی۳

**دستورنویسی ساده با زبان C و بستن مدارهای جانبی میکروکنترلر**

**هدف:** کسب مهارت در نوشتن دستورهای ساده برای میکروکنترلر ATmega ۸ و راه‌اندازی مدارهای جانبی

**مواد، ابزار و تجهیزات:** لوازم‌التحریر ـ دستورهای زبان C ـ برگه اطلاعات میکروکنترلر ATmega ۸ ـ رایانه ـ نرم‌افزار پروتئوس Proteus ـ ترانزیستور BC ۱۴۰ـ دیود ۱N۴۰۰۱ ـ مقاومت ۱ KΩ یک چهارم وات ـ لامپ ۱۲ ولت ـ رله ۱۲ولتی یک کنتاکت ـ ترانسفورماتور ۲۲۰/۲×۶V ـ موتور ۱۲ ولتی کوچک وکم وات

**مراحل اجرای کار**

۱ دستوری بنویسید که پین۲ پورت C را روشن یا وضعیت منطقی آن را " ۱" کند.

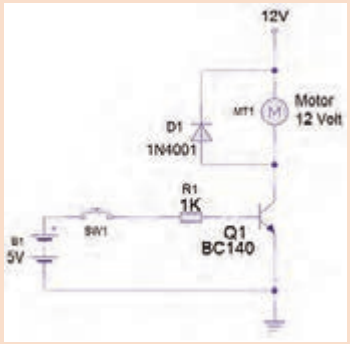
| | شماره پین ۲ پورت C | دستور |
|---|---|---|
| | | |

۲ دستوری بنویسید که تمام پین‌های پورت D را روشن وخاموش کند.

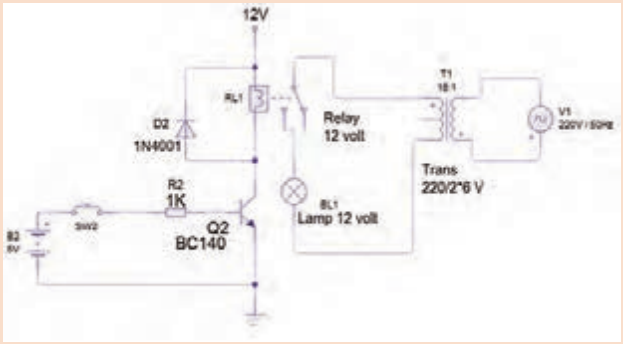
۳ دستوری برای تأخیر ۳۰۰ میلی‌ثانیه در روند اجرای برنامه بنویسید.

۴ برای روشن و خاموش کردن کامل یک پورت (مثلاً پورت B) از چه دستوری استفاده می‌کنیم؟

۵ مدارهای شکل ۱۹ـ۶ و ۲۰ـ۶ قرار است با یک میکروکنترلر مناسب کنترل شود، هریک از مدارها را در نرم‌افزار پروتئوس Proteus ببندید و آنها را شبیه‌سازی کنید.




شکل ۱۹ـ۶ مدار راه‌انداز (Driver)




شکل ۲۰ـ۶ مدار کنترل روشنایی لامپ با ولتاژ AC

۶ مدار شکل۱۹ـ۶ را برروی بِردبرُد ببندید. عملکرد مدار را به اختصار توضیح دهید.

.....

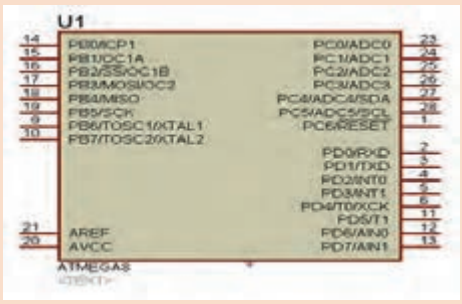
.....

۷ مدار شکل ۲۰ـ۶ را برروی بِردبرُد ببندید. نحوه راه‌اندازی مدار را به اختصار توضیح دهید.

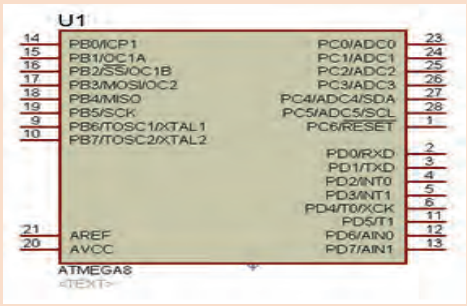
.....

.....

۸ به نظر شما راه‌اندازی مدارهای شکل ۱۹ـ۶ و ۲۰ـ۶، با یک میکروکنترلر ATmega ۸ چگونه است؟ توضیح دهید. با راهنمایی معلم نقشه مدار را در شکل ۲۱ـ۶ و ۲۲ـ۶ رسم کنید.




شکل ۲۱ـ۶ ترسیم نقشه شکل ۱۹ـ۶ با ATMEGA ۸




شکل ۲۲ـ۶ ترسیم نقشه شکل ۲۰ـ۶ با ATMEGA ۸

**الگوی آزمون نظری پایان واحد یادگیری:**

۱ کوچک‌ترین واحد حافظه بایت است.

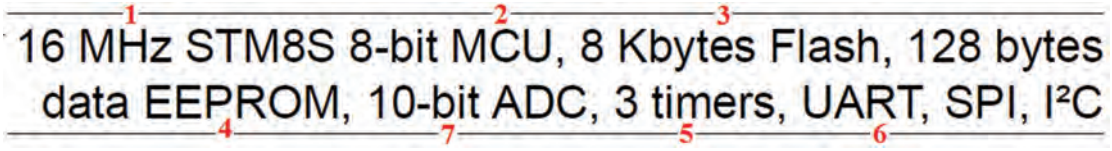
☐ درست ☐ نادرست

۲ CPU و واحد ورودی و خروجی بخشی از ..... است.

۳ USB مربوط به کدام بخش یک سیستم کامپیوتری یا میکروکنترلر می‌باشد؟

۴ Counter در میکروکنترلرها برای چه کاربردی استفاده می‌شود؟

۵ خلاصه‌ای از برگه اطلاعات مشخصات یک میکروکنترلر در شکل ۲۳ـ۶ نشان داده شده است، به سؤال‌های مرتبط به آن پاسخ دهید.




**شکل ۲۳ ـ ۶**

☑ مورد شماره ۱ چه پارامتری از میکروکنترلر را بیان می‌کند؟

الف) سرعت واقعی cpu برحسب فرکانس ب) سرعت cpu بر مبنای تعداد دستور در ثانیه

ج) اندازه محاسبات برمبنای بیت د) یکی از پارامترهای سرعت برمبنای فرکانس

☑ مورد شماره ۲ کدام پارامتر از میکروکنترلر را بیان می‌کند؟

الف) سرعت cpu برحسب فرکانس ب) تعداد هسته cpu

ج) اندازه محاسبات برمبنای بیت د) اندازه واحد حافظه داخلی برمبنای بیت

☑ شماره ۳ به کدام حافظه اشاره می‌کند، تفاوت آن با مورد شماره ۴ کدام است؟

الف) خواندنی و نوشتنی ـ فقط خواندنی ب) فقط خواندنی ـ خواندنی نوشتنی

ج) حافظه کمکی ـ اصلی د) هردو حافظه فقط خواندنی، ولی تفاوت در نحوه دسترسی به آنها

☑ کدام گزینه کاربرد شماره ۵ را مشخص می‌کند؟

الف) اندازه‌گیری سنسورها ب) شمارش بسته‌ها

ج)ارتباط سریال د) تکرار برنامه‌ها با زمان مشخص

☑ اطلاعات کدام حافظه با قطع تغذیه میکروکنترلر پاک می‌شود؟

الف) RAM ب) ROM ج) EPROM د) حافظه فلش

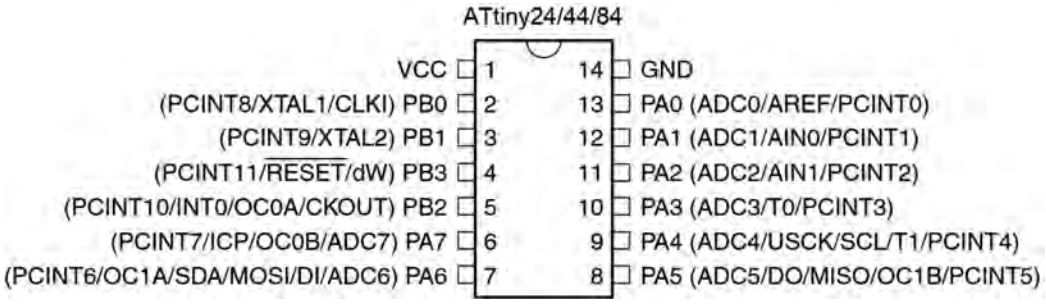
☑ هر یک از کاربردهای شماره ۶ شامل (UART , SPI , I²C) در میکروکنترلر را شرح دهید.

الف) UART ب) SPI ج) I²C

☑ شماره ۷ برای چه کاربردی در میکروکنترلر قرار گرفته است؟ اگر مقدار آن ۸bit باشد چه تفاوتی در کاربرد آن ایجاد می‌شود؟

آزمون عملی پایان واحد یادگیری:

**الگوی آزمون ۱:** یکی از راه‌های به‌دست آوردن اطلاعات میکروکنترلر مشاهده شکل پایه‌های (Pin Config) آن است. در شکل ۲۴ـ۶ پایه‌های یک میکروکنترلر معرفی شده است. با توجه به اطلاعات روی شکل به سؤالات زیر پاسخ دهید؟




**شکل ۲۴ـ۶میکروکنترلر Atiny AVR**

۱ تعداد پایه‌های قابل استفاده به‌عنوان ورودی و خروجی دیجیتال چند پایه است؟

۲ پایه‌های ورودی آنالوگ به دیجیتال کدام پایه‌ها هستند؟

۳ آیا می‌توان اسیلاتور داخلی با کریستال خارجی میکروکنترلر را فعال کرد؟ از کدام پایه‌ها استفاده می‌شود؟

۴ کدام پایه‌های میکروکنترلر مقایسه‌کننده آنالوگ است؟

۵ مفهوم پایه ۱۳ میکروکنترلر(AREF) شکل ۲۴ـ۶ را مشخص کنید؟

۶ این میکروکنترلر چند تایمر دارد؟

۷ پایه‌هایی که برای پروگرام کردن میکروکنترلر استفاده می‌شوند کدام هستند؟

۸ این میکروکنترلر برای کدام پروژه‌های زیر مناسب است؟ چرا؟

الف) ۴ عدد کلید ـ یک سون سگمنت کامل (۷قطعه+ LED ممیز) به‌عنوان نمایش‌دهنده و سه سنسور برای اندازه‌گیری گرما و فشار مخزن

ب) ۳عدد کلید، ۵ عدد LED و ۴ سنسور برای اندازه‌گیری دما و فشار یک مخزن

**الگوی آزمون ۲:** برای کنترل یک مدار چشمک‌زن با دو دیود نورانی قرمز و سبز یک میکروکنترلر ATMEGA ۸ نیاز است. می‌خواهیم با فشردن یک کلید فشاری شروع به کار کند و با فشردن کلید فشاری دوم مدار چشمک‌زن متوقف شود. نقشه مدار را با نرم‌افزار پروتئوس شبیه‌سازی کنید.

## ارزشیابی شایستگی

**شرح کار:**

۱ شرح عملکرد کلی میکروکنترلرها و میکروپروسسورها و مقایسه آنها با یکدیگر

۲ شرح قابلیت‌های میکروکنترلرهای AVR ـ چگونگی برنامه‌نویسی به زبان C و نوشتن یک برنامه ساده

۳ نصب و راه‌اندازی برنامه پروتئوس ـ شبیه‌سازی یک مدار در نرم‌افزار

**استاندارد عملکرد:**

میکروکنترلر و چگونگی برنامه‌ریزی آن با رعایت استاندارد تعریف شده

**شاخص‌ها:**

۱ راه‌اندازی نرم‌افزار پروتئوس(۵ دقیقه)

۲ تشریح عملکرد مدارهای جانبی میکروکنترلر(۱۵ دقیقه)

۳ نوشتن برنامه ساده به زبان C (۱۰ دقیقه)

۴ شبیه‌سازی یک نمونه مدار با نرم‌افزار (۱۵ دقیقه)

**شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:**

**شرایط:** مکان انجام کار با کف عایق یا آنتی استاتیک ـ نور مناسب برای کارهای مطالعه ـ میزکار استاندارد برای رایانه ـ رایانه متصل به شبکه اینترنت ـ انجام کار در حال نشسته.

**ابزار و تجهیزات:** لوازم‌التحریر ـ دستورهای زبان C ـ برگه اطلاعات میکروکنترلر ATmega ۸ ـ رایانه ـ نرم‌افزار پروتئوس Proteus ـ ترانزیستور BC ۱۴۰ ـ دیود ۱N۴۰۰۱ ـ مقاومت ۱ KΩ یک چهارم وات ـ لامپ ۱۲ ولت ـ رله ۱۲ولتی یک کنتاکت ـ ترانسفورماتور ۲۲۰/۲×۶ V ـ موتور ۱۲ ولتی کوچک وکم وات

**معیار شایستگی:**

| ردیف | مراحل کار | حداقل نمره قبولی از ۳ | نمره هنرجو |
|---|---|---|---|
| ۱ | راه‌اندازی نرم‌افزار پروتئوس | ۱ | |
| ۲ | تشریح عملکرد مدارهای جانبی میکروکنترلر | ۲ | |
| ۳ | نوشتن برنامه ساده به زبان C | ۲ | |
| ۴ | شبیه‌سازی یک نمونه مدار با نرم‌افزار | ۲ | |
| | شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش:<br>۱ـ رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها<br>۲ـ دقت و تمرکز در اجرای کار<br>۳ـ شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر<br>۴ـ اخلاق حرفه‌ای | ۲ | |
| | **میانگین نمرات** | | * |

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی ۲ می باشد.

# واحد یادگیری ۷

# مدارهای کاربردی با میکروکنترلر

## آیا تا به حال فکر کرده‌اید

- چه تعداد ورودی و خروجی قابل اتصال به میکروکنترلر است؟
- چه نوع سنسورهایی را می‌توان به میکروکنترلر متصل کرد؟
- آیا می‌توان مدارهای جریان بالا را به میکروکنترلر متصل کرد؟
- چه نوع سخت افزارهایی را می‌توان به میکروکنترلر اتصال داد؟
- چگونه می‌توان یک دستگاه پروگرامر ساخت؟
- چگونه می توان سرعت و جهت چرخش (چپ‌گرد و راستگرد) یک موتور DC را تغییر داد؟
- آیا در لوازم خانگی میکروکنترلر به‌کار می‌رود؟

یک میکروکنترلر بدون برنامه‌ریزی شدن، قابلیت کاربردی ندارد، با برنامه‌ریزی، میکروکنترلر توانایی کنترل مدارهای الکترونیکی را پیدا می‌کند. در واقع برنامه هر میکروکنترلر روح و جانی است که در آن دمیده می‌شود و آن را پویا و فعال می‌کند. برنامه‌ریزی میکروکنترلر را با استفاده از یک نرم‌افزار به‌نام مترجم (Compiler) انجام می‌دهند. این برنامه را به‌وسیله دستگاهی به‌نام پروگرامر در میکروکنترلر بارگذاری (Program) می‌کنند. پروگرامر یک واسطه الکترونیکی ارتباطی بین کامپیوتر و میکروکنترلر است. شما به‌وسیله میکروکنترلر می‌توانید مدارهای کاربردی متفاوتی را در سطح مقدماتی طراحی کنید و برد مدار چاپی آن‌را بسازید. برای تولید مدارهای پیشرفته، احتیاج به سخت‌افزارهای جانبی بیشتری در کنار میکروکنترلر است که درمقاطع تحصیلی بالاتر با کسب دانش بیشتر، توانایی و مهارت لازم را برای طراحی و اجرای پروژه‌های الکترونیکی پیچیده به‌دست می‌آورید.

## استاندارد عملکرد

برنامه‌ریزی میکروکنترلر و استفاده از آن برای بستن مدار ساده و راه‌اندازی مدار با رعایت قوانین و استاندارد حاکم

## ۱ـ۷ مواد ، ابزار و تجهیزات مورد نیاز

رایانه ـ نرم‌افزارهای مورد نیاز ـ بردبُرد ـ میکروکنترلر ATmega ۸ ـ دستگاه پروگرامر(Programmer)ـ دیود LED قرمز و سبز ـ مقاومت Ω ۵۶۰ ـ Ω ۴۷۰ ـ Ω ۲۲۰ ـ KΩ ۳/۳، $\frac{۱}{۴}$ وات ـ ترانزیستور BC ۱۴۰ ، BD ۱۳۷ ـ سیم‌های بردبُرد ـ میز آزمایشگاهی الکترونیک با تجهیزات استاندارد ـ LCD ۲×۱۶ ـ هفت قطعه‌ای Seg ۷ (سون سگمنت) کاتد مشترک ـ موتور DC کوچک ـ کلید شستی کوچک (SPST Push Button ) ـ شارژر موبایل ۵ ولتی

## ۲ـ۷ انتخاب میکروکنترلر

چگونگی انتخاب میکروکنترلر مناسب برای اجرای پروژه‌های ساده الکترونیکی، در واحد یادگیری ۶ شرح داده شده است.

به‌منظور عملی‌شدن کنترل مدارهای الکترونیکی با میکروکنترلر، لازم است که دستورهای اجرایی را به‌وسیله نرم‌افزار Codevision AVR برنامه‌ریزی کنیم. پس از برنامه‌ریزی باید مدار با نرم‌افزار پروتئوس شبیه‌سازی شود. در صورت صحیح بودن برنامه و عملکرد درست مدار، برنامه را در میکروکنترلر به‌وسیله دستگاه پروگرامر (Programmer) بارگذاری می‌کنیم. بارگذاری برنامه در میکروکنترلر را اصطلاحاً پروگرام (Program) کردن برنامه می‌گویند. در این مبحث با اجرای یک کار عملی به‌صورت گام به گام با شیوه برنامه‌ریزی میکروکنترلر آشنا خواهید شد؛ سپس میکروکنترلر را به‌همراه مدار جانبی آن روی بردبُرد نصب می‌کنید و مورد آزمایش قرار می‌دهید. در ادامه کار می توانید برد فیبر مدار چاپی آن‌را بسازید. برای رسیدن به‌این هدف و ایجاد انگیزه، ضرورت دارد مداری را انتخاب کنید که کاربردی باشد و عملاً بتوانید در زندگی روزمره خود استفاده کنید.

فیلم

فیلم اجرای مدار چشمک‌زن با نرم‌افزار CodeVision را ببینید.

کار عملی۱

**بستن مدار چشمک‌زن با دو LED به‌وسیله میکروکنترلر و برنامه‌نویسی آن با زبان C**

**هدف:** کسب مهارت در برنامه‌ریزی، شبیه‌سازی و پروگرام کردن میکروکنترلر ATmega ۸

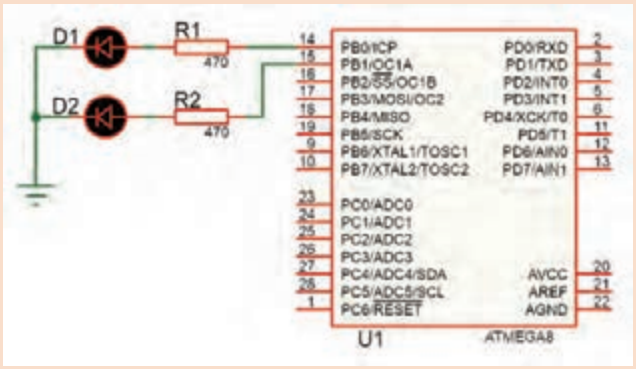
**مواد، ابزار و تجهیزات:** لوازم‌التحریر ـ دستورهای زبان C ـ برگه اطلاعات میکروکنترلر ATmega ۸ ـ دستگاه پروگرامر (Programmer)ـ رایانه ـ نرم‌افزارهای مورد نیاز ـ بردبُرد ـ میکروکنترلر ATmega ۸ ـ دیود LED قرمز و سبز هرکدام یک عدد ـ مقاومت Ω ۴۷۰، $\frac{۱}{۴}$ وات دو عدد ـ سیم های بردبُرد ـ میز آزمایشگاهی الکترونیک با تجهیزات استاندارد

**مراحل اجرای کار:**

۱ در شکل ۱ـ۷ مدار چشمک‌زن با دو LED نشان داده شده است. در این مدار زمان روشن و خاموش شدن، به‌وسیله میکروکنترلر تعیین می‌شود. برای این منظور بیت صفر و بیت ۱ از پورت B (پایه ۱۴و ۱۵) میکروکنترلر را به‌صورت خروجی تعریف می‌کنیم. مقاومت‌های ۴۷۰ اهمی برای بایاس کردن دیودها به پایه‌های میکروکنترلر اتصال داده شده است.

**سؤال**

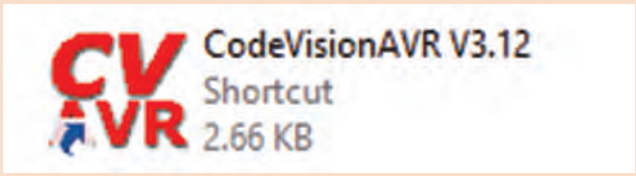
پالس ساعت (Clock pulse) اسیلاتور میکروکنترلر در مدار شکل ۱ـ۷، چگونه تولید شده است؟




**شکل ۱ـ۷ مدار چشمک‌زن با دو LED**

```
#include <delay.h>
void main(void)
while (1)
    {
    // Place your code here

    PORTB.0=1;
    PORTB.1=0;

    delay_ms(1000);

    PORTB.0=0;
    PORTB.1=1;

    delay_ms(1000);

    }
```

**شکل ۲ـ۷ برنامه مدار چشمک‌زن با زبان C**




۲ نرم‌افزار کدویژن (Codevision) را فعال کنید و با زبان برنامه‌نویسی C برنامه مدار چشمک‌زن را بنویسید.

نکته

برای برنامه C در نرم‌افزار کدویژن از روش ایجاد پروژه با (Wizard) استفاده کنید.

۳ برنامه مدار چشمک‌زن به زبان C را در شکل ۲ـ۷ مشاهده می‌کنید. با توجه به آموخته‌های خود دستورهای اجرای برنامه را شرح دهید.

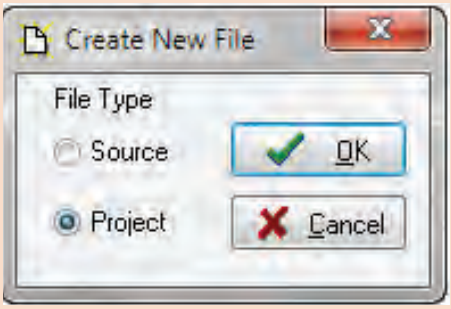
.....

.....

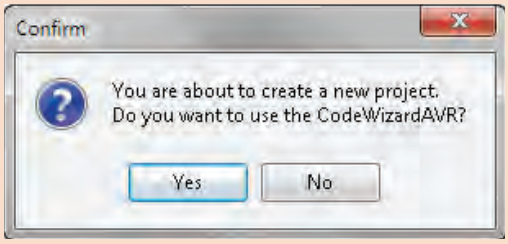
۴ در برنامه Codevision از منوی file گزینه New را انتخاب کنید تا پنجره شکل ۳ـ۷ باز شود، سپس گزینه project را انتخاب کنید و دکمه ok را فعال کنید. برای استفاده از wizard روی گزینه yes شکل ۴ـ۷ کلیک کنید تا پنجره code wizard باز شود.

۵ با انتخاب code wizard، پنجره تنظیمات ویزارد شکل ۵ـ۷ باز می‌شود.

در مرحله اول در زبانه chip نوع میکروکنترلر ATmega ۸ را انتخاب کنید شکل الف ۶ـ۷ .

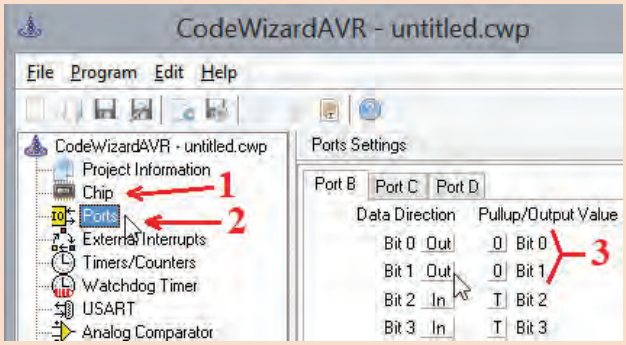



شکل ۳ـ۷ پنجره انتخاب پروژه جدید در نرم‌افزار

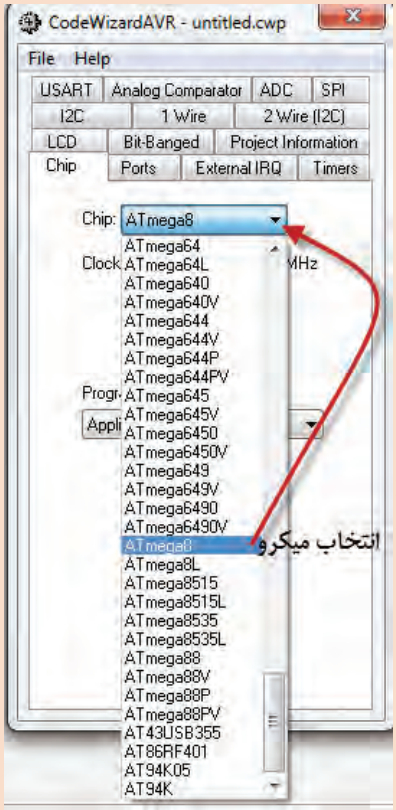



شکل ۴ـ۷ پنجره انتخاب code wizard

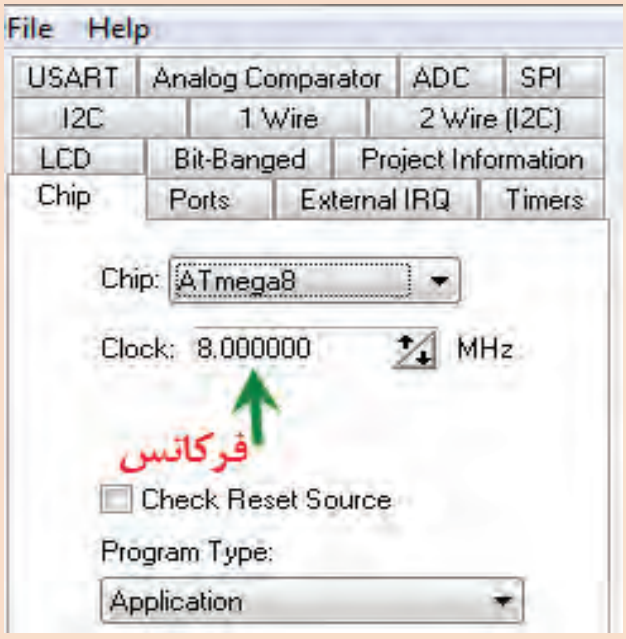
پس از انتخاب ATmega ۸ پنجره بسته می‌شود. طبق شکل ب ۶ـ۷ . مقدار فرکانس پالس ساعت (Clock Freqency) را روی ۸MHz بگذارید.




شکل ۵ـ۷ پنجره code wizard




الف) انتخاب میکروکنترلر




ب) تنظیم فرکانس میکروکنترلر

شکل ۶ـ۷ انتخاب میکروکنترلر از زبانه Chip

در مرحله دوم با انتخاب زبانه Port در قسمت Port Setting، دو پایه‌ای را که می‌خواهید به‌عنوان خروجی استفاده کنید، برروی حالت out بگذارید. شکل ۷ـ۵ در کادر code wizard با شماره ۳، قراردادن بیت صفر و یک از پورت B را در حالت خروجی نشان می‌دهد.

بعد از اجرای تنظیمات از منوی program گزینه Generate،Save & Exit را انتخاب کنید، تا کد برنامه ایجاد شود. در کادرهای باز شده نام پروژه و نام برنامه را تایپ کنید. برای پروژه و برنامه از یک نام مشترک استفاده کنید.

۶ همان‌طور که در شکل ۷ـ۷ مشاهده می‌کنید قسمتی از متن برنامه توسط ویزارد (Wizard) نوشته شده است.

در ادامه کار باید، فایل هدر #include <delay.h> را در ابتدای برنامه و زیر خط معرفی میکروکنترلر اضافه کنید. سپس در حلقه while (۱) متن برنامه را بنویسید.

```
#include <mega8.h>
#include <delay.h>

while (1)
      {
      // Place your code here
        PORTB.0=1;
        PORTB.1=0;

        delay_ms(1000);

        PORTB.0=0;
        PORTB.1=1;

        delay_ms(1000);
```

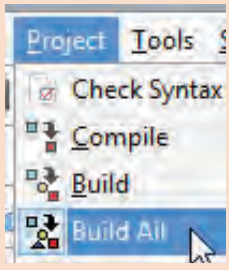
شکل ۷ـ۷ برنامه مدار چشمک‌زن code wizard

۷ بعد از کد نویسی برای بررسی خطاها و کامپایل کردن برنامه (ترجمه و تفسیر کردن) در شکل ۷ـ۸ از منوی project گزینهٔ Build all را انتخاب کنید، در این حالت طبق شکل ۷ـ۹ پنجرهٔ اطلاعات پروژه باز می‌شود.

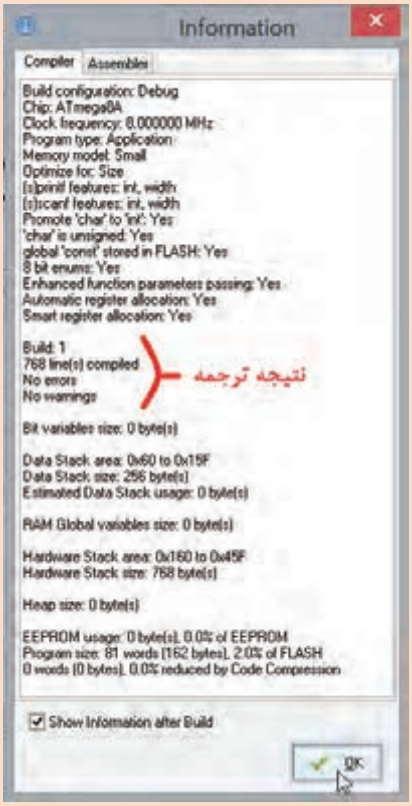
در پنجره اطلاعات شکل ۷ـ۹، گزارشی از نتیجه Compiler و تعداد خطاهای برنامه نشان داده می‌شود. در صورتی که در برنامه خطایی وجود نداشته باشد روی گزینه OK کلیک کنید، تا برنامه ذخیره (SAVE) شود. در این حالت فایلی با پسوند hex برای برنامه‌ریزی کردن میکروکنترلر ایجاد می‌شود.

☑ فایل hex در پوشه Exe در محل ذخیره برنامه پروژه قرار می‌گیرد.

☑ فایل‌های دیگری جهت شبیه‌سازی و موارد دیگر نیز تولید می‌شود.




شکل ۷ـ۸ منوی Project و دستور ساختن Build All




شکل ۷ـ۹ نتیجه کار مترجم (Compiler) زبان C

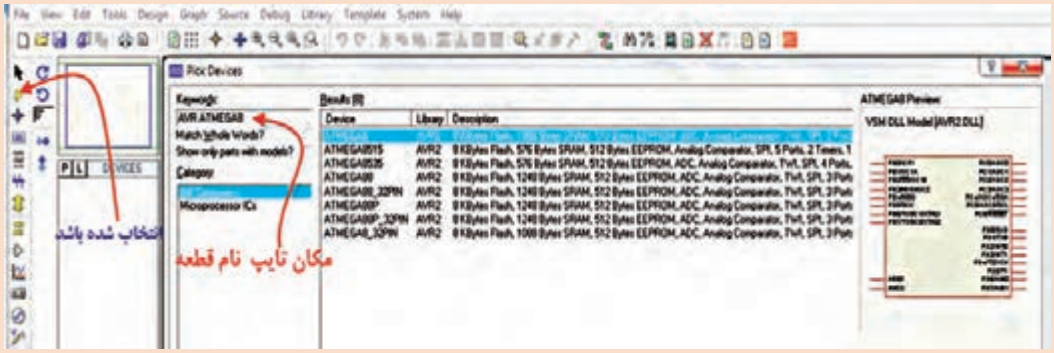
۸ نرم‌افزار Proteus را اجرا کنید.

در گوشه سمت چپ روی حالت (Component Mode) کلیک کنید، تا دسترسی شما به قسمت کتابخانه‌های نرم‌افزار امکان‌پذیر شود. برای این کار در قسمت DEVICES بر روی آیکن (Pick Devices) کلیک کنید شکل ۱۰ـ۷ .



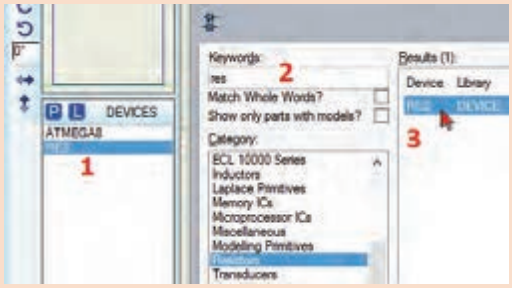

شکل ۱۰ـ۷ بخش ورود به کتابخانه

طبق شکل ۱۱ـ۷ در کادر باز شده Pick Devices، در قسمت Keywords می‌توانید نام قطعه یا کتابخانه مورد نظر را جستجو کنید. کلمه AVR را تایپ کنید، در این قسمت فهرست میکروکنترلرهای خانواده AVR به نمایش در می‌آید، از این فهرست میکروکنترولر ATmega ۸ را انتخاب کنید. با دو بار کلیک‌کردن بر روی قطعه مورد نظر، قطعه وارد قسمت DEVICES می‌شود.



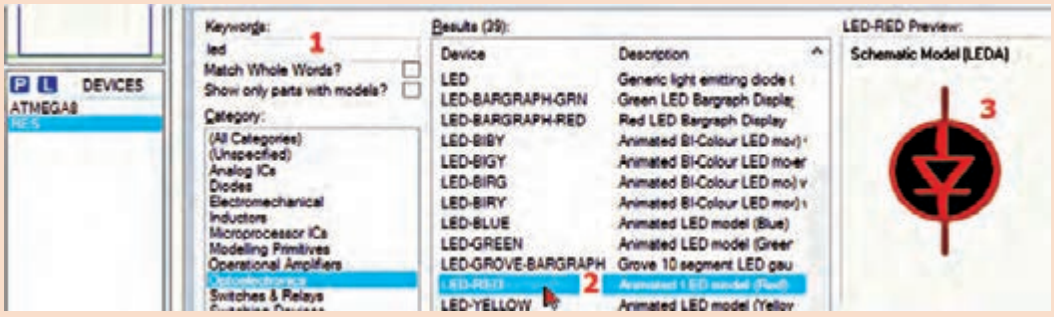

شکل ۱۱ـ۷

طبق شکل ۱۲ـ۷ عبارت res را در مکان Keywords بنویسید و مقاومت مدار را انتخاب کنید. با دوبار کلیک‌کردن روی Resistors، مقاومت وارد قسمت DEVICES می‌شود.



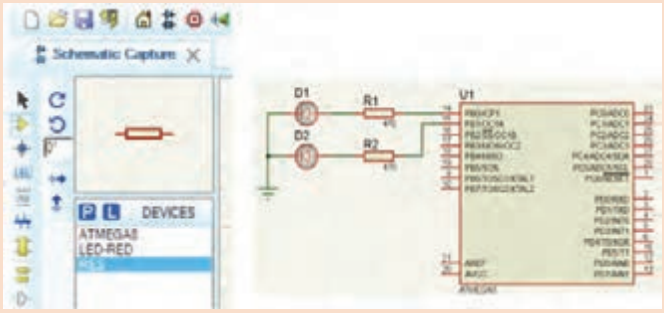

شکل ۱۲ـ۷ نحوه انتخاب مقاومت

برای دیودهای نورانی کلمه LED را بنویسید. طبق شکل ۱۳ـ۷ در قسمت نتیجه جستجو، LED با رنگ‌های سبز و قرمز را انتخاب کنید.



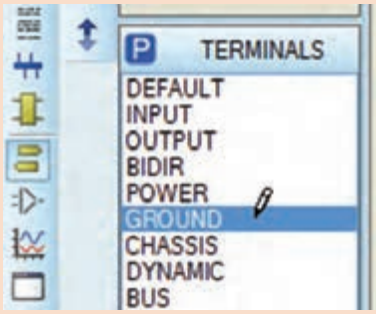

شکل ۱۳ـ۷ نحوه انتخاب LED

قطعات را از جعبه DEVICES به محیط کار پروتئوس بیاورید و طبق شکل ۱۴ـ۷ پایه‌های میکروکنترلر را به LEDها سیم‌کشی کنید.




**شکل ۱۴ـ۷ انتقال قطعه و رسم نقشه مدار برای شبیه‌سازی**

برای اتصال Vcc و GND در نرم‌افزار پروتئوس، طبق شکل ۱۵ـ۷ در آیکن Terminals Mode گزینه‌های POWER و GROUND را انتخاب کنید.




**شکل ۱۵ـ۷ انتخاب پایه‌های Power، GND**

بعد از اینکه سیم‌کشی مدار تمام شد، باید برنامه نوشته شده را در میکروکنترلر بارگذاری کنیم، برای این‌کار بر روی نماد فنی میکروکنترلر در نقشه دوبار کلیک کنید، تا کادر شکل ۱۶ـ۷ باز شود.

با کلیک بر روی در قسمت Program File، فایل (hex یا cof) را از مسیر ذخیره شده برنامه میکروکنترلر را انتخاب کنید.

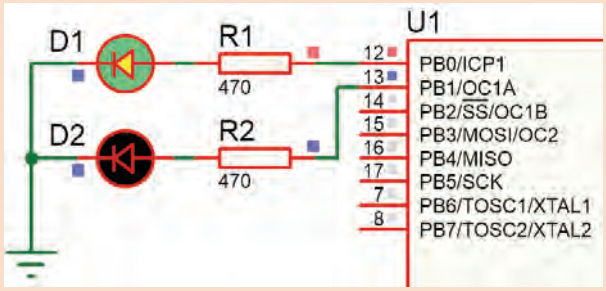
فرکانس کارمیکروکنترلر را مطابق انتخاب اولیه در محیط برنامه‌نویسی کدویژن (۸MHz Int RC) تغییر دهید و کلید ok را بزنید، میکروکنترلر در نرم‌افزار آماده اجرا می‌شود.




**شکل ۱۶ـ۷ پنجره ویرایش و تنظیم میکروکنترلر برای اجرا در پروتئوس**



برای اجرای برنامه نوشته شده در گوشه پایین سمت چپ نرم‌افزار پروتئوس بر روی start (دکمه PLAY ) کلیک کنید تا برنامه اجرا شود شکل ۱۷ـ۷ .




**شکل ۱۷ـ۷ میکروکنترلر در حال اجرا**

توجه

☑ اگر زمان‌های خاموش و روشن‌شدن LEDها زیاد است، در برنامه چشمک‌زن، زمان تأخیر را به delay_ ms(۵۰۰); تغییر دهید.

☑ به‌مقدار فرکانس کار میکروکنترلر توجه کنید.

۹ برنامه را به‌وسیله پروگرامر موجود در هنرستان با راهنمایی و نظارت مربی کارگاه به میکروکنترلر انتقال دهید.

۱۰ میکروکنترلر و قطعات جانبی آن را روی بردبُرد ببندید. اتصال تغذیه مدار را از منبع تغذیه آزمایشگاهی ۵ ولت ثابت یا یک شارژر موبایل ۵ ولتی برقرار کنید.

۱۱ عملکرد مدار چشمک‌زن را مشاهده کنید. درصورتی که مدار فعال نشد، اتصال پایه‌های میکروکنترلر و جهت قرارگیری آند و کاتد دیودها را کنترل کنید. در غیر این‌صورت به‌کمک مربی کارگاه، مدار را بازبینی و عیب‌یابی کنید. پس از رفع عیب، دوباره مدار را راه‌اندازی کنید.

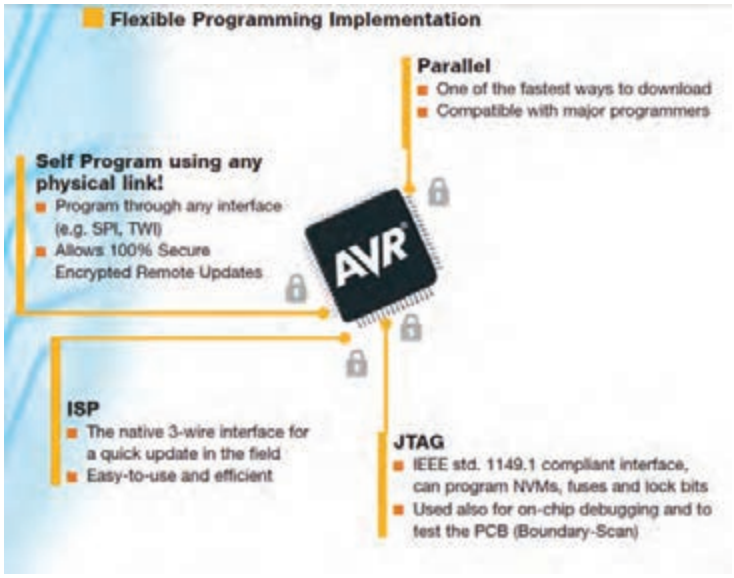
۱۲ نتایج حاصل از راه‌اندازی مدار چشمک‌زن را تحلیل کنید و به‌طور خلاصه بنویسید.

.....

.....

## ۳ـ۷ پروگرام کردن میکروکنترلر

اغلب میکروکنترلرهای خانواده AVR به چهار روش قابل برنامه‌ریزی یا پروگرام شدن هستند. در شکل ۱۸ـ۷ این چهار روش انتقال برنامه به داخل میکروکنترلر را نشان می‌دهد.




**شکل ۱۸ـ۷ روش‌های پروگرام کردن برخی از میکروکنترلرهای خانواده AVR**

ترجمه کنید

متن تصویر ۱۸ـ۷ را به زبان فارسی ترجمه کنید.

شرکت‌های سازنده میکروکنترلر، پروگرامرهای مختلفی برای AVR ساخته‌اند، یکی از رایج‌ترین و ساده‌ترین نوع آنها مدلی است که ورودی آن به درگاه پرینتر (پورت پارالل) رایانه وصل می‌شود و خروجی آن به‌روش ISP (واسطه سه سیمه)، میکرو را پروگرام می‌کند . چنانچه پروگرامرها با استاندارد شرکت ATMEL ساخته شوند، با نرم‌افزار Codvision شناخته می شوند. بعضی از پروگرامرها نرم‌افزارهای مخصوص خود را دارند. در هرصورت اگر نرم‌افزارها متفاوت باشند قابلیت سازگاری با میکروکنترلرهای مختلف را دارد. معمولاً در این نرم‌افزارها علائم و کلیدهای مشابه وجود دارد که امکان پروگرام کردن میکروکنترلرها را فراهم می‌کند. در شکل ۱۹ـ۷ دو نمونه از پروگرامر میکروکنترلر نشان داده شده است.

تحقیق کنید

با مراجعه به رسانه‌های مختلف، در رابطه با انواع پروگرامرهای میکروکنترلر تحقیق کنید و نتیجه تحقیق خود را ارائه دهید.

سوال و جست و جو

تفاوت‌های بین پورت پرینتر قدیمی در کامپیوتر و پورت USB را شرح دهید.




شکل ۱۹ـ۷ پروگرامر میکروکنترلر

## فیوزبیت‌ها (Fuse Bits)

فیوزبیت‌ها، بخش رجیستری (ثبات Register) حافظهٔ فلش هستند، که با تغییر آنها (صفر یا یک کردن) امکاناتی را در اختیار کاربر قرار می‌دهند. فیوزبیت‌های میکروکنترلرهای AVR در هر پروژه برای شروع به‌کار نیاز به تنظیم اولیه دارد.

فیوزبیت‌ها برای تنظیم‌های خاصی استفاده می‌شوند و با پاک کردن میکروکنترلر از بین نمی‌روند. لذا تغییر در آنها فقط از طریق پروگرامر امکان‌پذیر است، همچنین برای تنظیم آنها نیاز به برنامه‌نویسی خاص نداریم. میکروکنترلرها بسته به نوع قابلیتی که دارند دارای فیوزبیت‌های متفاوتی هستند. برخی از فیوزبیت‌ها عبارت‌اند از:

☑ فیوز CKSEL برای انتخاب منبع پالس ساعت clock pulse میکروکنترلر به‌صورت داخلی یا به‌صورت خارجی با کریستال پیزو الکتریک به‌کار می‌رود.

☑ اگر بخواهیم پس از پاک کردن برنامه میکروکنترلر، حافظه EEPROM آن را داشته باشیم یا حذف کنیم از فیوزبیت EESAVE استفاده می‌کنیم.

در صورت برنامه‌ریزی فیوزبیت BOOTRST، آدرس Reset را به ابتدای حافظه Boot انتقال می دهد.

در این وضعیت برای راه‌اندازی دوباره میکروکنترلر نیاز به خاموش و روشن کردن تغذیه DC نیست.

این نوع راه‌اندازی (Boot) معمولاً روال خودکاری از مجموعه‌ای دستورهایی است که با روشن کردن

یا بازنشانی (Reset) میکروکنترلر شروع می‌شود. همچنین، عملکرد آن مشابه عملکرد کلید فشاری Reset در رایانه است.
اگر به فیوزبیت‌ها ارزش صفر"۰" بدهیم به‌معنای بیت برنامه‌ریزی شده (PROGRAMMED) و چنانچه ارزش"۱" بدهیم به معنای بیت برنامه‌ریزی نشده (UNPROGRAMMED) است.

تحقیق کنید

با مراجعه به رسانه‌های مختلف، اطلاعات مرتبط به فیوزبیت‌های خانواده میکروکنترلرهای AVR را بیابید و آنها را استخراج کنید و نتیجه تحقیق خود را در قالب یک گزارش ارائه دهید.

کار عملی ۲

**پروگرام کردن میکروکنترلر به وسیله نرم‌افزار**

**هدف:** کسب مهارت در CodeVision برای پروگرام کردن میکروکنترلر ATmega ۸

**مواد، ابزار و تجهیزات:** برگه اطلاعات میکروکنترلر ATmega ۸ ـ دستگاه پروگرامر(Programmer)ـ رایانه ـ نرم‌افزارهای مورد نیاز ـ میکروکنترلر ATmega ۸

جست و جو کنید

با مراجعه به رسانه‌های مختلف نحوه ورود به بخش پروگرامر و انتخاب نوع و تنظیم سرعت آن در نرم‌افزار Codevision را پیدا کنید.

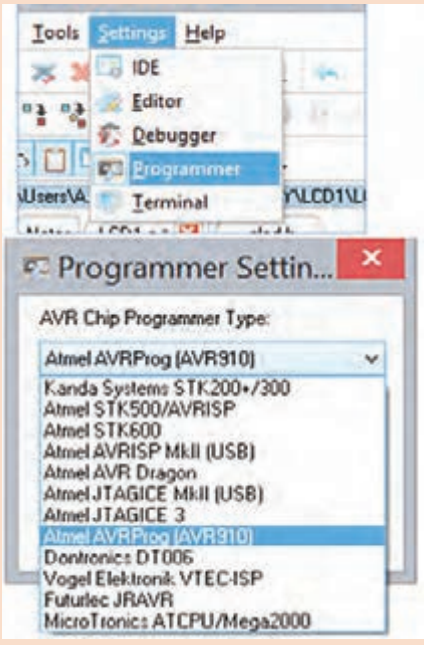
فیلم

فیلم برنامه‌ریزی کردن میکروکنترلر با پروگرامر را ببینید.

**مراحل اجرای کار:**

۱ طبق شکل ۲۰ـ۷ به پنجره Settings از منوی اصلی در نرم‌افزار Codevision وارد شوید، درداخل زبانه Programmer و از فهرست آن، نوع پروگرامر موجود در کارگاه یا پروگرامری را که برای خودتان خریداری کرده‌اید انتخاب کنید. در شکل ۲۰ـ۷ نوع پروگرامر مدلAtmel (AVR۹۱۰) AVRProg انتخاب شده است.

۲ سرعت انتقال و درگاه (Port) انتقالی که پروگرامر به آن وصل شده است را مطابق شکل ۲۱ـ۷ تنظیم کنید.

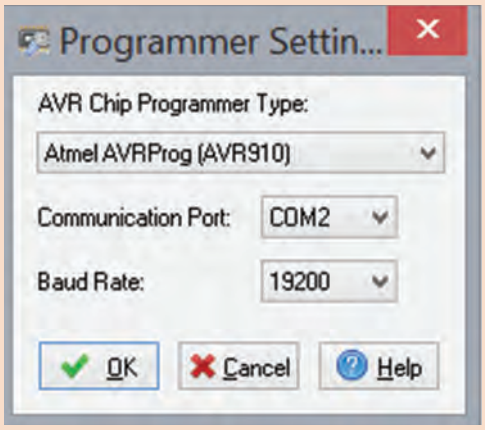


شکل ۲۰ـ۷ مسیر انتخاب پروگرامر Codevision

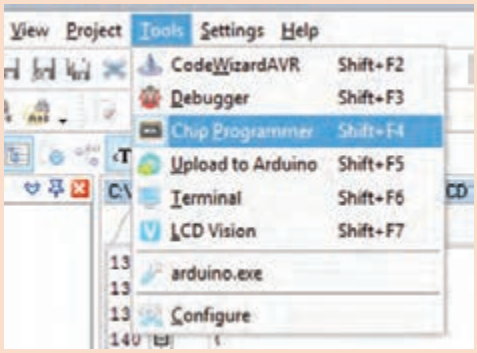
توجه

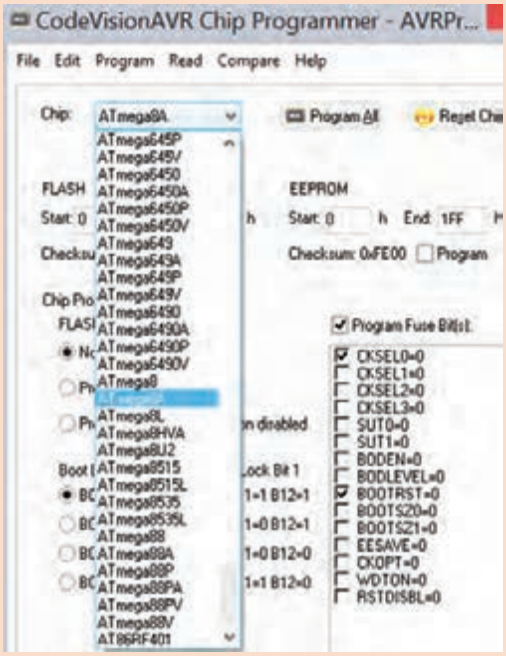
اگر پورتی که پروگرامر به آن وصل است را نمی‌شناسید به قسمت Device Manager در Control Panel مراجعه کنید، در قسمت Port&LPT نام پروگرامر و پورت Com آن مشخص شده است .

۳ از منوی Tools شکل ۲۲ـ۷، گزینه Chip Programmer را انتخاب کنید. تیک گزینه Program Fuse Bit را بزنید تا فیوزبیت‌های میکروکنترلر برنامه‌ریزی شوند.




شکل ۲۱ـ۷ تنظیم پورت و سرعت پروگرامر AVR ۹۱۰



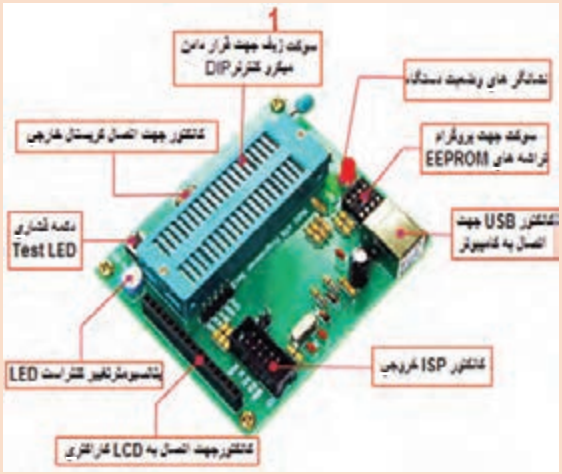

شکل ۲۲ـ۷ تنظیمات پروگرامر

جست و جو کنید

با مراجعه به رسانه‌های مختلف مشخص کنید برای غیر قابل کپی شدن برنامه که اصطلاحاً آن‌را قفل کردن (Lock) میکروکنترلر می‌گویند چه کاری باید انجام داد؟

۴ میکروکنترلر را روی پروگرامر و در محل مناسب و درجهت، صحیح نصب کنید. شکل ۲۳ـ۷، شماره ۱ محل قرار گرفتن میکروکنترلر را در پروگرامر نشان می‌دهد.

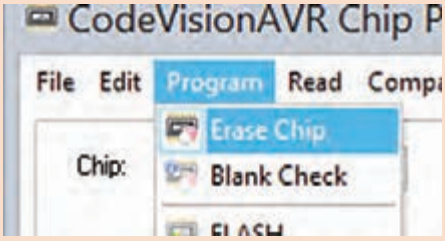
۵ از منوی File گزینه Load FLASH را انتخاب و فایل HEX ساخته شده با نرم‌افزار کدویژن (برنامه مدار پروژه چشمک‌زن) را بارگذاری کنید.




شکل ۲۳ـ۷ سوکت زیف ZIF برای قراردادن میکرو

**مثال**

با فرض اینکه پروژه به نام Test یا فایل‌های دیگر مرتبط با آن مانند D:\STU در این آدرس قرار دارند، فایل HEX شما در آدرس D:\STU\Debug\Exe\Test. HEX وجود دارد.




**شکل ۲۴ـ۷ دستور پاک کردن میکروکنترلر**

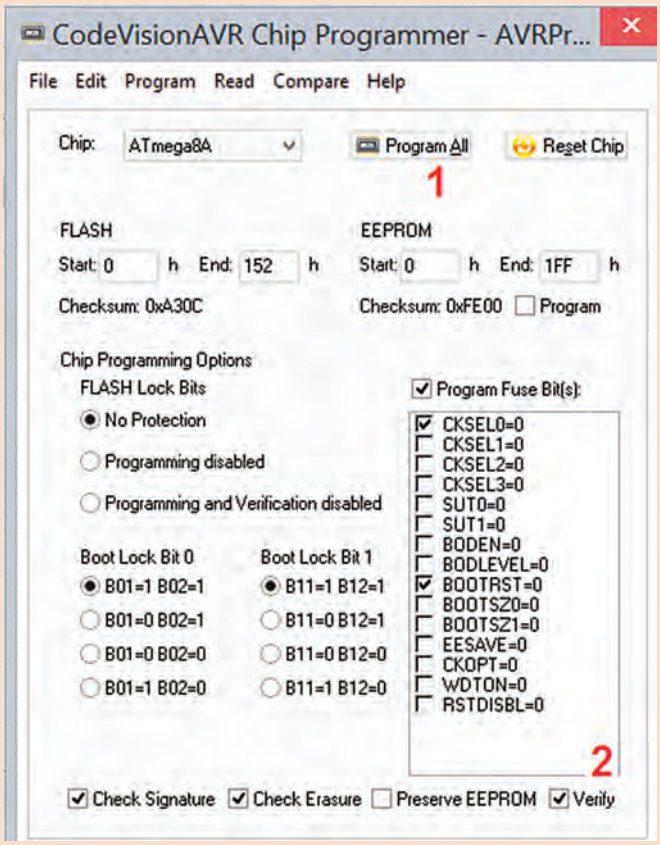
۶ طبق شکل ۲۴ـ۷ میکروکنترلر را پاک کنید و تنظیمات مدل کلاک و سرعت کلاک و قفل میکروکنترلر را انجام دهید. سپس با فعال کردن کلید Program All میکروکنترلر را برنامه‌ریزی کنید، طبق شکل ۲۵ـ۷، با زدن تیک ✓ روی گزینه Verify از اجرای برنامه در نرم‌افزار اطمینان حاصل می‌شود.

۷ میکروکنترلر و قطعات جانبی آن را روی بردبُرد ببندید. تغذیه مدار را از منبع تغذیه آزمایشگاهی ۵ ولت ثابت یا یک شارژر موبایل ۵ ولتی تأمین کنید.

۸ مدار را راه‌اندازی کنید و عملکرد مدار چشمک‌زن را مشاهده کنید.

۹ مدار پروژه چشمک‌زن را برای ارزشیابی به مربی کارگاه ارائه دهید.

۱۰ گزارش مختصری از این فعالیت بنویسید.




**شکل ۲۵ـ۷ تنظیم نهایی پروگرامر**

کار عملی ۳

## ساخت پروگرامر میکروکنترلر

**هدف:** کسب مهارت در طراحی و مونتاژ یک نمونه پروگرامر میکروکنترلر

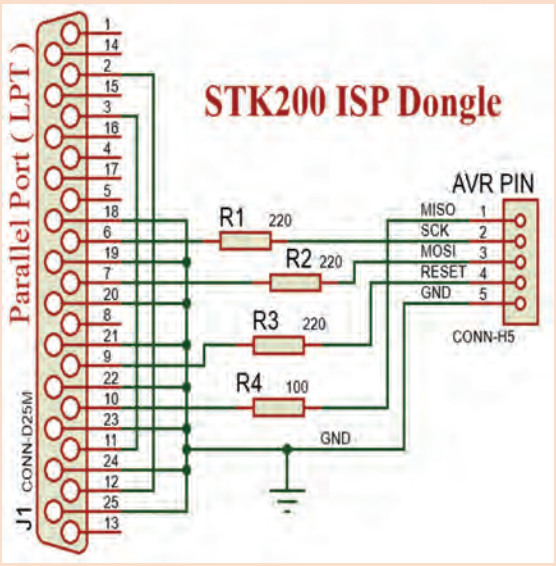
**مواد، ابزار و تجهیزات:** برگه اطلاعات میکروکنترلر ATmeg ۸ ـ رایانه ـ نرم‌افزارهای مورد نیاز ـ میکروکنترلر ATmega۸ ـ مقاومت های ۲۲۰ Ω ـ $\frac{۱}{۴}$ وات سه عدد و مقاومت ۱۰۰ Ω ـ $\frac{۱}{۴}$ وات یک عدد ـ کانکتور LPT یک عدد ـ کانکتور AVR یک عدد ـ پین هدر ۵ پین یک عدد

**مراحل اجرای کار**

۱ همان‌طور که در شکل ۲۶ـ۷ مشاهده می‌کنید این پروگرامر دارای چهار عدد مقاومت است و سیم‌کشی آن با استفاده از پورت پرینتر ساخته شده و با نرم‌افزار کدویژن شناسایی می‌شود. مدل آن STK۲۰۰ است و برنامه‌ریزی آن با روش ISP انجام می‌شود. پایه‌های SCK، MISO، GND، RESET، MOSI به میکروکنترلر وصل می‌شود. با راهنمایی مربی کارگاه، برد فیبر مدار چاپی را برای این پروگرامر طراحی کنید.

۲ قطعات را روی فیبر مونتاژ کنید و به رایانه متصل کنید.

۳ برنامه چشمک زن را در میکروکنترلر برنامه‌ریزی کنید.




شکل ۲۶ـ۷ یک نمونه پروگرامر

نکته

از آنجا که رایانه‌های امروزی فاقد پورت (Parallel Port LPT) هستند، لازم است پروگرامری ساخته شود که بتواند به ورودی USB کامپیوتر وصل شود. در این حالت در صورت داشتن مبدل LPT به USB، این کار با همین پروگرامر امکان‌پذیر می‌شود. در غیراین صورت باید از مدار دیگری که دارای IC درایور و قطعات جانبی دیگری است، استفاده شود.

پژوهش

با مراجعه به رسانه‌های مختلف نمونه‌هایی از پروگرامرهای جدید را بیابید و در قالب یک گزارش ارائه کنید.

۴ مدار را راه‌اندازی کنید و آن را برای ارزشیابی به مربی کارگاه نشان دهید.

نکته

پروگرامر میکروکنترلر را اصطلاحاً دانگل (Dongle) می‌نامند. دانگل به‌معنی وسیله کوچکی است که به‌وسیله آن می‌توانیم با کامپیوتر ارتباط برقرار کنیم. دانگل در واقع یک واسط است.

کار عملی ۴

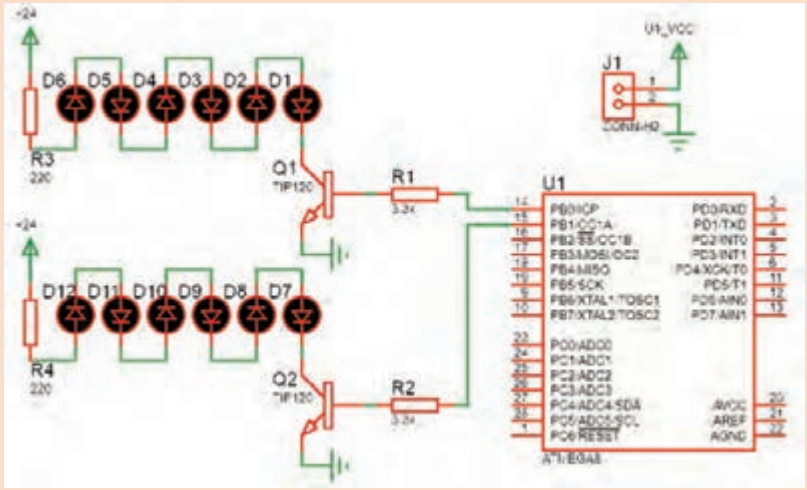
## بستن مدار چشمک‌زن دو کاناله به‌وسیله میکروکنترلر

**هدف:** کسب مهارت در برنامه‌ریزی، شبیه‌سازی، پروگرام کردن میکروکنترلر ATmega ۸

**مواد، ابزار و تجهیزات:** لوازم التحریر ـ دستورهای زبان C ـ برگه اطلاعات میکروکنترلر ATmega ۸ ـ دستگاه پروگرامر(Programmer) ـ رایانه ـ نرم‌افزارهای مورد نیاز ـ بردبُرد ـ میکروکنترلر ATmega ۸ ـ دیودهای LED قرمز و سبز هرکدام ۶ عدد ـ مقاومت‌های ۳/۳ KΩ، $\frac{۱}{۴}$ وات و ۲۲۰ Ω، $\frac{۱}{۴}$ وات ـ سیم‌های بردبُرد ـ ترانزیستور TIP۱۲۰ یا BD۱۳۷ دو عدد ـ میز آزمایشگاهی الکترونیک با تجهیزات استاندارد

**مراحل اجرای کار**

۱ مدار شکل ۲۷ـ۷ برای کنترل تعداد زیادی LED به‌صورت هم‌زمان به‌کار می‌رود. به این مدار، مدار چشمک‌زن دو کاناله نیز می‌گویند. ترانزیستورها به‌عنوان تقویت‌کننده جریان و راه‌انداز و برای افزایش جریان مورد نیاز دیودهای LED در مدار به‌کار رفته است. این مدار در تابلوهای LED با نور ثابت کاربرد دارد.




**شکل ۲۷ـ۷ کنترل چند LED**

نکته

مقدار مقاومت سری با LED ها با توجه به مقدار ولتاژ کار LED، جریان مصرف LED و ولتاژ تغذیه تعیین می‌شود. با توجه به نوع LED موجود، مقدار مقاومت را با کمک مربی خود به دست آورید.

۲ با استفاده از جدول ۱ـ۷ و به وسیله زبان برنامه‌نویسی C و نرم‌افزار کد ویژن برنامه چشمک‌زن دو کاناله را بنویسید.

۳ مدار شکل ۲۷ـ۷ را در نرم‌افزار پروتئوس Proteus شبیه‌سازی و اجرا کنید.

۴ برنامه را به‌وسیله پروگرامر ساخته شده یا با پروگرامر موجود در کارگاه به میکروکنترلر انتقال دهید.

۵ مدار را روی بردبُرد ببندید. برای تغذیه از منبع آزمایشگاهی ۵ ولت ثابت، یا یک شارژر موبایل ۵ ولتی استفاده کنید. تغذیه LEDها را نیز از ولتاژ ۲۴ ولت منبع تغذیه آزمایشگاهی تأمین کنید.

۶ با تغییر در برنامه، زمان‌های خاموش و روشن‌شدن چشمک‌زن را تغییر دهید.

**جدول ۱ـ۷ برنامه به زبان C**

قبل از void main(void) خط زیر اضافه شود و #include <delay.h> در زیر while (۱) برنامه نوشته شود

```
while (۱)
    {
    // Place your code here
    PORTB.۰=۱;
    PORTB.۱=۱;
    delay_ms(۱۰۰۰);
    PORTB.۰=۰;
    PORTB.۱=۰;
    delay_ms(۱۰۰۰);
    }
}
```

پژوهش

- ☑ اگر زمان را به کمتر از ۱۰ میلی‌ثانیه کاهش دهیم به‌نظر شما چه اتفاقی می افتد؟
- ☑ اگر مقاومت های $R_3$ و $R_4$ را به سه برابر افزایش دهیم، چه تغییری در عملکرد مدار رخ می‌دهد؟
- ☑ تغییرات خواسته‌شده را انجام داده و نتایج و علت را در کارگاه به بحث بگذارید.

۷ اگر بخواهیم بدون تغییرات در سخت‌افزار مدار، نور LEDها را کاهش دهیم، چه تغییراتی باید در برنامه ایجاد کنیم؟

.....

۸ اگر تعداد کانال‌ها را بخواهیم افزایش دهیم (چهار کاناله)، تغییراتی را که در نقشه سخت افزار باید ایجاد کنیم رسم کنید و تغییراتی که در برنامه لازم است را بنویسید.

.....

۹ نقشه جدید را پس از رسم و تهیه برنامه از منابع مختلف به زبان C، برای ارزشیابی به مربی کارگاه بدهید.

فعالیت

پروژه مدار چشمک‌زن ۸ کاناله را با طراحی مدار چاپی بسازید. (فقط با ولتاژ ۲۴ ولت)

## ۴ـ۷ مدارهای کاربردی با میکروکنترلر

وقتی که قرار است یک پروژه با میکروکنترلرهای AVR انجام داده شود، بعد از مشخص شدن هدف پروژه و مقرون به صرفه بودن آن باید مراحل طراحی سخت افزار، طراحی نرم‌افزار (الگوریتم یا فلوچارت برنامه‌ریزی)، برنامه‌نویسی، شبیه‌سازی و پیاده‌سازی (پروگرام کردن میکروکنترلر و بستن مدار مورد نظر روی بردبرد) انجام شود.

میکروکنترلرها توانایی‌های شگفت‌آور ندارند و قدرت پردازش آنها محدود است. این تراشه‌ها برای کارهای تخصصی مانند کنترل اسباب‌بازی‌ها، دستگاه‌های پزشکی، ماشین‌های اداری، موتورها، دستگاه‌های الکترونیک خانگی و کنترل‌کننده‌های از راه دور به‌کار می‌روند. برای آشنایی بیشتر با عملکرد آنها در این بخش کارهای عملی ساده با میکروکنترلر معرفی شده است. با اجرای متمرکز و دقیق این فعالیت‌ها، شما می‌توانید توانایی و مهارت انجام کار با مدارهای کاربردی میکروکنترلر را کسب کنید. در اجرای کارهای عملی سعی شده است، دستورهای برنامه‌نویسی C متناسب با هر کاربرد میکروکنترلر شرح داده شود.

### ارسال اطلاعات به خروجی

بارش فکری

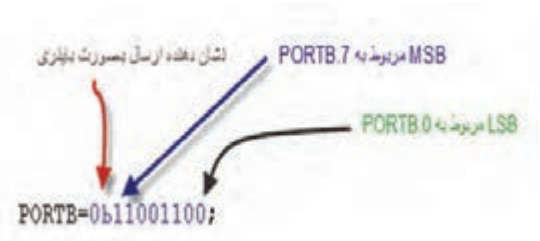
در صورتی که بخواهیم همهٔ پایه‌های یک پورت را روشن و یا خاموش کنیم چه باید کرد؟ آیا باید به‌صورت جداگانه تک تک پایه‌ها را روشن و یا خاموش کنیم؟ درباره این موضوع جست‌وجو کنید و نتیجه را از طریق بارش فکری در کارگاه به بحث بگذارید.

اگر بخواهیم همه پایه‌های یک پورت را روشن و یا خاموش کنیم باید مقدار داده (Data) را به هر پورت وارد کنیم. هنگامی که یک پورت (هشت پایه) به‌عنوان خروجی تعیین می‌شود می‌توان اطلاعات را به‌صورت‌های مختلفی به پورت موردنظر ارسال کرد.

☑ **ارسال اطلاعات به‌صورت باینری**: در این حالت با توجه به اینکه هر پورت دارای هشت پایه است، می‌توان ۸ عدد صفر یا ۸ عدد یک نوشته شود. که در واقع نشانگر یک بایت می‌باشد. در این بایت کم ارزش‌ترین بیت مربوط به پایه صفر از پورت است، (مانند PC۰ یا PB۰) و با ارزش‌ترین بیت مربوط به پایه ۷ (مانند PC۷ یا PB۷) از پورت مورد نظر است. به الگوی عدد ارسال شده به پورت B در شکل ۲۸ـ۷ توجه کنید، این روش ارسال به‌صورت باینری است.

محدوده عدد ارسالی به‌صورت :

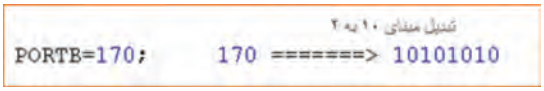
$_{0}b00000000 \sim {}_{0}b11111111$ می‌باشد.




شکل ۲۸ـ۷ ارسال عدد باینری به پورت




شکل ۲۹ـ۷ ارسال عدد هگزادسیمال به یک پورت




شکل ۳۰ـ۷ ارسال عدد دسیمال به یک پورت

☑ **ارسال اطلاعات به‌صورت هگزادسیمال**: در این حالت عدد مورد نظر به مبنای هگزادسیمال یا شانزده تایی تبدیل می‌شود. هر ۸ بیت باینری معادل ۲ عدد در مبنای هگزادسیمال است.
هرکدام از این ۲ عدد، اطلاعات ۴ پایه از میکروکنترلر را شامل می‌شود. به الگوی شکل ۲۹ـ۷ دقت کنید.
محدوده عدد ارسالی : ۰x۰۰ ~ ۰xFF است.

☑ **ارسال اطلاعات به‌صورت دسیمال:** در این حالت اطلاعات در مقابل پورت‌ها به‌صورت دسیمال (عدد طبیعی) نوشته می‌شود. در شکل ۳۰ـ۷ محدوده عدد ارسالی می‌تواند بین صفر ۰ تا ۲۵۵ باشد. روش ارسال به‌صورت دهدَهی (دسیمال) کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد و مترجم زبان برنامه‌نویسی این عدد را به مبنای باینری تبدیل می‌کند.

کار عملی ۵

## مدار چشمک‌زن با دو LED با دکمه فشاری (شستی) شروع به‌کار (Start)

**هدف:** کسب مهارت در برنامه‌نویسی، شبیه‌سازی، پروگرام کردن میکروکنترلر Atmega ۸ و بستن مدار سخت افزاری

**مواد، ابزار و تجهیزات:** لوازم التحریر ـ دستورهای زبان C ـ برگه اطلاعات میکروکنترلر ATmega ۸ ـ دستگاه پروگرامر (Programmer) ـ رایانه ـ نرم‌افزارهای مورد نیاز ـ بِردبُرد ـ میکروکنترلر ATmega ۸ ـ میز آزمایشگاهی الکترونیک با تجهیزات استاندارد ـ دیود LED قرمز و سبز هرکدام یک عدد ـ مقاومت ۳۳۰ Ω، $\frac{۱}{۴}$ وات دو عدد ـ سیم‌های بِردبُرد ـ کلید فشاری کوچک (SPST Push Button)

### مراحل اجرای کار

۱ مدار نشان داده شده در شکل ۳۱ـ۷ مشابه کار عملی شماره ۱ است، با این تفاوت که یک کلید برای تعیین حالت روشن یا خاموش یا تغییر وضعیت نمایش به‌کار رفته است. مدار را در نرم‌افزار Proteus رسم و شبیه‌سازی کنید.

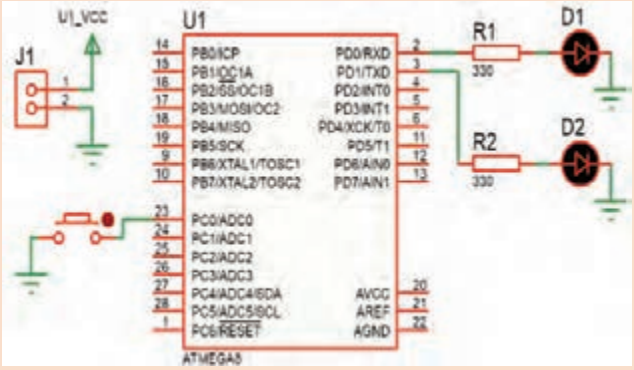
۲ در نرم‌افزار کدویژن با توجه به خواسته‌های نقشه فنی، پایه‌های PD.۱، PD.۰ را در حالت خروجی و پایه PC.۰ را در حالت ورودی با وضعیت Pullup (P) قرار دهید، شکل ۳۲ـ۷.

۳ درحالت اول، جدول ۲ـ۷ برنامه به زبان C در نرم‌افزار کدویژن را طوری بنویسید که در مدار چشمک‌زن هم زمان با فشردن کلید فشاری، هر دو LED باهم شروع به چشمک‌زدن کنند.

۴ تمام مراحل شبیه‌سازی مدار را در نرم‌افزار پروتئوس انجام دهید.

۵ برنامه را توسط پروگرامر به میکروکنترلر انتقال دهید.

۶ مدار سخت‌افزاری چشمک‌زن میکروکنترلر را روی بِردبُرد ببندید.




شکل ۳۱ـ۷ چشمک‌زن با کلید فشاری Start جهت کنترل

۷ چگونگی روشن‌شدن LEDهای خروجی مدار را با توجه به فشاردادن کلید فشاری به‌طور خلاصه توضیح دهید.

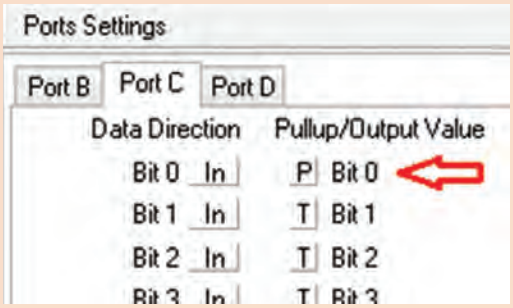
.....

.....

۸ در حالت دوم، برنامه را طبق جدول ۲ـ۷ به‌گونه‌ای تغییر دهید که با وصل کلید فشاری، LED متصل به PD.۰ و در صورت رها شدن کلید LED متصل به PD.۱ چشمک‌زن شود.

۹ تمام مراحل شبیه‌سازی مدار را در نرم‌افزار پروتئوس انجام دهید.

۱۰ برنامه را توسط پروگرامر به میکروکنترلر انتقال دهید.




شکل ۳۲ـ۷ تنظیم برای کلید فشاری

۱۱ مدار سخت افزاری چشمک‌زن میکروکنترلر را روی بردبرُد ببندید.

۱۲ چگونگی روشن‌شدن LEDهای خروجی مدار را با توجه به حالت‌های مختلف کلید فشاری به‌طور خلاصه توضیح دهید.

**جدول ۲ـ۷**

| برنامه به زبان C برای حالت ۱ | برنامه به زبان C برای حالت ۲ |
|---|---|
| while (۱)<br>{<br>// Place your code here<br>if(PINC.۰==۰){<br>PORTD=۰B۰۱;<br>delay_ms(۵۰۰);<br>PORTD=۰B۰۰;<br>delay_ms(۵۰۰);<br>}<br>}<br>} | while (۱)<br>{<br>// Place your code here<br>if(PINC.۰==۰){<br>PORTD=۰B۰۱;<br>delay_ms(۵۰۰);<br>PORTD=۰B۰۰;<br>delay_ms(۵۰۰);<br>}<br>else{<br>PORTD=۰B۱۰;<br>delay_ms(۵۰۰);<br>PORTD=۰B۰۰;<br>delay_ms(۵۰۰);<br>}<br>} |

.....

.....

.....

.....

۱۳ برنامه میکروکنترلر، در حالت اول را با حالت دوم مقایسه کنید. تفاوت‌های آنها را به‌اختصار شرح دهید.

.....

.....

.....

.....

۱۴ برای خواندن پایه PC۰ از دستور PINC.۰ و برای مقایسه از علامت (==) استفاده شده است. چرا در برنامه کنترل میکروکنترلر عمل مقایسه پایه PC۰ با عدد ۰ ( if(PINC.۰==۰){ ) انجام می‌شود؟ توضیح دهید.

.....

.....

فعالیت

برای مدار شکل ۳۱ـ۷ دو روش دیگر برای چشمک‌زدن LEDها پیشنهاد دهید. مدار آنها را طراحی کنید. مدار سخت‌افزاری طرح‌های پیشنهادی را ببندید.

تحقیق کنید

با مراجعه به رسانه‌های مختلف، اطلاعات مرتبط به روش‌های کنترل سرعت موتور را تحقیق و استخراج کنید و نتیجه تحقیق خود را ارائه دهید.

فیلم

فیلم روش کنترل دور موتور را ببینید.

کار عملی ۶

## کنترل موتور DC با کلید فشاری شروع به کار (Start)

**هدف:** کسب مهارت در برنامه‌نویسی، شبیه‌سازی، پروگرام کردن میکروکنترلر Atmega ۸ و بستن مدار سخت افزاری

**مواد، ابزار و تجهیزات:** لوازم‌التحریر ـ دستورهای زبان C ـ برگه اطلاعاتی میکروکنترلر Atmega ۸ ـ دستگاه پروگرامر(Programmer)ـ رایانه ـ نرم‌افزارهای مورد نیاز ـ بردبُرد ـ میکروکنترلر Atmega ۸ ـ میز آزمایشگاهی الکترونیک با تجهیزات استاندارد ـ دیود ۱N ۴۰۰۱ یک عدد - مقاومت ۱۰KΩ، $\frac{1}{4}$ وات یک عدد ـ سیم‌های بردبُرد ـ کلید فشاری کوچک (SPST Push Button ) ـ ترانزیستور BD۱۳۷ یک عدد ـ موتور DC کوچک کم وات

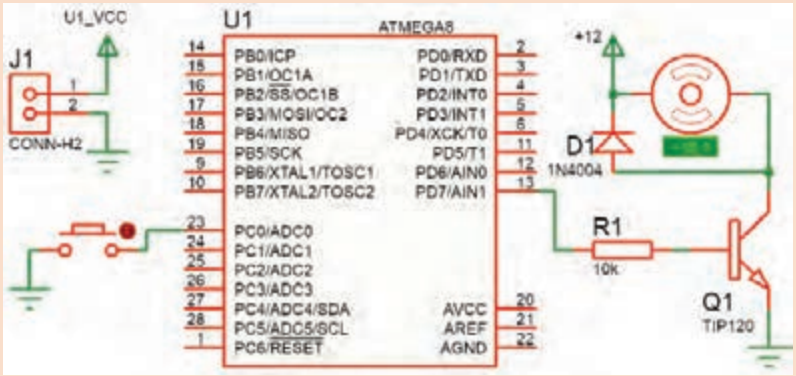
**مراحل اجرای کار:**

☑ یکی از رایج‌ترین و پرکاربردترین موتورهای الکتریکی، موتورهای جریان مستقیم یا DC motor ها است. سرعت چرخش موتورهای DC به ولتاژ ورودی و قدرت این موتورها به‌جریان عبوری از آنها بستگی دارد. موتورهای DC به‌دلیل گشتاور بالا در سرعت کم کاربردهای بسیار زیادی دارند. از کاربردهای آنها می‌توان به ساخت روبات‌ها، شیشه بالابر خودروها، سشوارها، دریل‌های شارژی، انواع ماشین‌های کنترلی، لوازم ورزشی مانند تردمیل‌ها و اسباب بازی اشاره کرد.

۱ مدار شکل ۳۳ـ۷ یک مثال ساده از راه‌اندازی یک موتورDC است که از یک کلید فشاری برای تعیین حالت روشن و خاموش یا تغییر وضعیت دور موتور استفاده شده است.

۲ مدارشکل ۳۳ـ۷ را در نرم‌افزار Proteus رسم کنید.

۳ در نرم‌افزار کد ویژن با توجه به خواسته‌های نقشه فنی، دو پایه از PD.۷ را به‌حالت خروجی و پایه PC.۰ را در حالت ورودی با وضعیت Pullup قرار دهید.




شکل ۳۳ـ۷ مدار کنترل موتور توسط میکروکنترلر

**جدول ۳ـ۷**

| برنامه به زبان C برای حالت ۲ | برنامه به زبان C برای حالت ۱ |
|---|---|
| while (۱)<br>{<br>// Place your code here<br>if(PINC.۰==۰){<br>PORTD.۷=۱;<br>}<br>else{<br>PORTD.۷=۱;<br>delay_ms(۱۰);<br>PORTD.۷=۰;<br>delay_ms(۵);<br>}<br>}<br>} | while (۱)<br>{<br>// Place your code here<br>if(PINC.۰==۰){<br>PORTD.۷=۱;<br>}<br>PORTD.۷=۰;<br><br>}<br>} |

۴ درحالت اول، در جدول ۳ـ۷ ستون سمت چپ برنامه به زبان C، در نرم‌افزار کد ویژن طوری نوشته شده است که با فعال کردن کلید موتور روشن شود.

۵ تمام مراحل شبیه‌سازی مدار را در نرم‌افزار پروتئوس انجام دهید.

۶ برنامه را توسط پروگرامر به میکروکنترلر انتقال دهید.

۷ مدار سخت‌افزاری کنترل موتور را روی بردبُرد ببندید.

نکته ایمنی

اتصال صحیح تغذیه ۵ ولت ثابت به میکروکنترلر و ۱۲ولت ثابت را به موتور برقرار کنید. مراقب باشید که اتصال کوتاه بین منابع ولتاژ ایجاد نشود. درصورت چنین رخدادی، احتمال آسیب رسیدن به میکروکنترلر وجود دارد.

توجه

روی محور موتور یک پروانه پلاستیکی نصب کنید تا تفاوت سرعت موتور مشخص شود.

۸ چگونگی روشن شدن و تغییرات سرعت موتور را با توجه به فعال کردن کلید فشاری به طور خلاصه توضیح دهید.

.....

.....

.....

۹ درحالت دوم، با توجه به جدول ۳ـ۷ ستون سمت راست، دربرنامه تغییرات را به گونه‌ای اعمال کنید، که هنگامی که کلید فشرده نشده سرعت موتور کم و با فشردن کلید سرعت موتور افزایش یابد.
۱۰ تمام مراحل شبیه‌سازی مدار را در نرم‌افزار پروتئوس انجام دهید.
۱۱ برنامه را توسط پروگرامر به میکروکنترلر انتقال دهید.
۱۲ مدار سخت افزاری چشمک‌زن میکروکنترلر را روی بردبُرد ببندید.
۱۳ کارکرد موتور در دو حالت برنامه‌ریزی میکروکنترلر را باهم مقایسه کنید. تفاوت‌های شروع به کار و سرعت موتور در دوحالت کنترل موتور با میکروکنترلر را به اختصار توضیح دهید.

.....

.....

۱۴ نقش دیود D۱ را در مدار کنترل موتور بنویسید.
۱۵ برای کنترل دور موتور در این مدار عرض پالس اعمال شده به بیس ترانزیستور تغییر نموده است. (با مشاهده شکل موج بیس ترانزیستور)
درست ☐ نادرست ☐

بحث کنید

☑ چگونه می‌توان سرعت موتور را چهار حالته کرد ، به طوری که با هربار کلید زدن سرعت افزایش پیدا کند.
☑ برای تغییر جهت گردش موتور چه مداری پیشنهاد می‌دهید، پیشنهادها را در کارگاه به بحث بگذارید.

فعالیت

برای مدار شکل ۳۳ـ۷، دو روش دیگر کنترل دور موتور طراحی کنید و مدار سخت‌افزاری آنها را ببندید.

کار عملی ۷

**راه‌اندازی و نمایش اعداد در نمایشگر هفت قطعه‌ای(۷Seg )**

**هدف:** کسب مهارت در برنامه‌نویسی، شبیه‌سازی، پروگرام کردن میکروکنترلر Atmega ۸ و بستن مدار سخت‌افزاری

**مواد، ابزار و تجهیزات:** لوازم التحریر ـ دستورهای زبان C ـ برگه اطلاعات میکروکنترلر ATmega۸ـ دستگاه پروگرامر(Programmer)ـ رایانه ـ نرم‌افزارهای مورد نیاز ـ بردبُرد ـ میکروکنترلر ATmega۸ـ میز آزمایشگاهی الکترونیک با تجهیزات استاندارد ـ مقاومت ۲۲۰Ω، $\frac{۱}{۴}$ وات هشت عدد ـ سیم‌های بردبُرد ـ هفت قطعه‌ای (۷Seg) کاتد مشترک

**مراحل اجرای کار:**

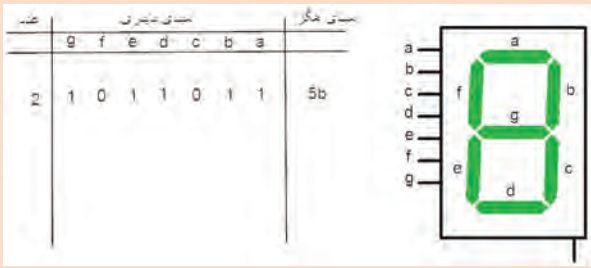
۱ مدار شکل ۳۴ـ۷ مدار ساده برای روشن‌شدن و راه‌اندازی یک نمایشگر هفت قطعه‌ای (۷Seg سون سگمنت) به‌کار می‌رود، که می‌تواند با تأخیر۰/۷۵ ثانیه اعداد ۰ تا ۹ و ممیز را نمایش دهد.
☑ در ۷ Seg آند مشترک برای روشن شدن هر LED باید پایه آن را صفر کرد و در سون سگمنت کاتد مشترک برای روشن‌کردن هر LED باید پایه آن را یک کنیم.




شکل ۳۴ـ۷ مدار نمایش ارقام با میکرو

☑ پورتی که ۷Seg به‌آن متصل می‌شود را به‌عنوان خروجی در نظر می‌گیریم.

☑ برای روشن شدن ۷Seg علاوه بر وارد کردن کدهای باینری می‌توانید از کدهای هگزا دسیمال نیز استفاده کنید.




شکل ۳۵ـ۷ جدول کدهای ارقام صفر تا ۹ نمایش در ۷ Seg

برای نمونه در جدول شکل ۳۵ـ۷ کد باینری و هگزا دسیمال عدد ۲ نوشته شده است. برای سایر ارقام صفر تا ۹ کد باینری و هگزادسیمال آنها را بنویسید.

۲ مدار شکل۳۴ـ۷ را در نرم‌افزار پروتئوس Proteus ببندید.

☑ ۷Seg برای این پروژه از نوع کاتد مشترک است.

جدول ۴ـ۷

**برنامه به زبان C**

```
while (۱)
    {
// Place your code here
    PORTD=۰x۳f;     //۰
    delay_ms(۷۵۰);
    PORTD=۰x ۰۶;   //۱
    delay_ms(۷۵۰);
    PORTD=۰x۵b;     //۲
    delay_ms(۷۵۰);
    PORTD=۰x۴f;     //۳
    delay_ms(۷۵۰);
    PORTD=۰x  ۶۶;  //۴
    delay_ms(۷۵۰);
    PORTD=۰x۶d;     //۵
    delay_ms(۷۵۰);
    PORTD=۰x۷d;     //۶
    delay_ms(۷۵۰);
    PORTD=۰x۰۷;     //۷
    delay_ms(۷۵۰);
    PORTD=۰x۷f;     //۸
    delay_ms(۷۵۰);
    PORTD=۰x۶f;     //۹
    delay_ms(۷۵۰);
    PORTD=۰x۸۰;     //point
    delay_ms(۷۵۰);
    }
}
```

☑ در قسمت Keywords مطابق شکل ۳۶ـ۷ عبارت ۷seg را جستجو کرده و نوع کاتد مشترک آن را انتخاب کنید.

۳ در نرم‌افزار کد ویژن با توجه به خواسته‌های نقشه فنی تمام پایه پورت D را از PD۰ تا PD۷ را در حالت خروجی قرار دهید.

۴ برای حالت اول در جدول ۴ـ۷ برنامه نشان دادن اعداد ۰ تا ۹ آمده است.

۵ تمام مراحل شبیه‌سازی مدار را در نرم‌افزار پروتئوس انجام دهید.

۶ برنامه را توسط پروگرامر به میکرو انتقال دهید.

۷ مدار سخت افزاری نمایشگر ۷Seg با میکروکنترلر را روی بردبرُد ببندید.

۸ چگونگی روشن شدن و سرعت نمایشگر ۷ Seg را مشاهده کنید وبه سؤالات زیر پاسخ دهید.

روش نوشتن در پورت D به‌صورت بیت یا بایت است؟

.....

✍ مفهوم کد ۰x۳f و نوع آن را بنویسید؟ آیا به روش‌های دیگر نیز می‌توان نوشت؟

.....

.....

✍ انتهای بعضی خط‌های برنامه دو خط کج (//) قرار داده شده است، آیا این دستور نمایش اعداد در میکروکنترلر است؟ توضیح دهید.

.....

.....

✍ آیا حروف را در ۷Seg می‌توان نمایش داد؟ چگونه؟ شرح دهید.

.....

.....

۹ برای حالت‌های دوم و سوم که خودتان تعریف می‌کنید، با استفاده از برنامه آماده، مراحل کار را تکرار کنید.




**شکل ۳۶ـ۷ انتخاب ۷ Seg درنرم‌افزار پروتئوس**

تحقیق کنید

با مراجعه به رسانه‌های مختلف، در رابطه با کدهای حروف نمایشگر Seg ۷ تحقیق کنید و نتیجه تحقیق خود را به کارگاه ارائه دهید.

کدام یک از مدارهای شکل ۳۷ـ۷ را برای استفاده از Seg ۷ پیشنهاد می دهید، دلیل خود را ذکر کنید.

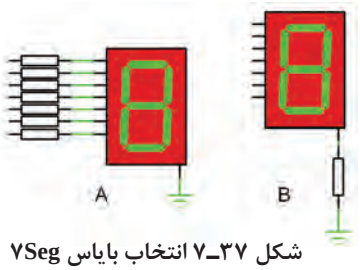
.....

.....

.....

.....

.....




شکل ۳۷ـ۷ انتخاب بایاس ۷Seg

## ۵ـ۷ متغیرها در زبان C

یک متغیر محدوده‌ای از فضای حافظه است که با یک نام مشخص می‌شود. یک متغیر بسته به نوع آن می‌تواند حامل یک مقدار عددی باشد. یک متغیر می‌تواند در محاسبات شرکت کند و یا نتیجه محاسبات را در خود حفظ کند. در کل می‌توان گفت که نتایج بخش‌های مختلف یک برنامه، در متغیرها ذخیره می‌شود. در جدول ۵ـ۷ انواع متغیرها، فضایی که در حافظه اشغال می‌کنند و بازه مقدارپذیری آنها را در کامپایلر کد ویژن مشاهده می‌کنید.

**جدول ۵ـ۷ متغیرها در زبان C**

| Type | Size (Bits) | Range |
|---|---|---|
| bit | 1 | 0 , 1 |
| bool, _Bool | 8 | 0 , 1 |
| char | 8 | -128 to 127 |
| unsigned char | 8 | 0 to 255 |
| signed char | 8 | -128 to 127 |
| int | 16 | -32768 to 32767 |
| short int | 16 | -32768 to 32767 |
| unsigned int | 16 | 0 to 65535 |
| signed int | 16 | -32768 to 32767 |
| long int | 32 | -2147483648 to 2147483647 |
| unsigned long int | 32 | 0 to 4294967295 |
| signed long int | 32 | -2147483648 to 2147483647 |
| float | 32 | ±1.175e-38 to ±3.402e38 |
| double | 32 | ±1.175e-38 to ±3.402e38 |

### چگونگی تعریف متغیرها:

متغیرها به‌صورت زیر تعریف می شوند:

نوع متغیر  نام متغیر = مقدار اولیه ;

**مثال ۱**

```
Unsigned char A=۱۲;
int a,X, j;
```

شرح مثال: با توجه به جدول ۵ـ۷، unsigned char یک متغیر ۸ بیتی است که می تواند بازه ۰ تا ۲۵۵ را داشته باشد.

در خط اول یک متغیر ۸ بیتی بدون علامت با نام A که تنها می تواند مقادیر ۰ تا ۲۵۵ بگیرد، با مقدار اولیه ۱۲ تعریف شده است. در خط دوم نیز ۳ متغیر علامت‌دار با نام‌های a و X و j که هر سه مقدار اولیه صفر دارند تعریف شده است که در صورت واگذاری می‌توانیم مقادیر متفاوتی با توجه به جدول به آن بدهیم.

■ **ویژگی های نام متغیر:**

☑ اولین کاراکتر نام متغیر، نمی‌تواند عدد باشد.

☑ نام متغیر نمی‌تواند بیشتر از ۳۱ کاراکتر داشته باشد.

☑ نام متغیر تنها ترکیبی از حروف a تا z، A تا Z، اعداد و کاراکترها می‌تواند باشد.

■ **انواع متغیرها از نظر محل تعریف در برنامه**

متغیرها از نظر مکانی که در برنامه تعریف می شوند، به دو دسته کلی:

متغیرهای عمومی(Global) و متغیرهای محلی(Local) تقسیم می‌شوند.

☑ **متغیرهای عمومی(Global)**: متغیرهایی که قبل از تابع main تعریف می‌شوند را متغیرهای عمومی گویند و در تمام نقاط برنامه می‌توان به آن دسترسی داشت. تعریف یک متغیر عمومی در ابتدای برنامه، مقدار مشخصی از حافظه را برای همیشه به آن متغیر اختصاص می‌دهد.

☑ **متغیرهای محلی (Local)**: متغیرهای محلی در بدنه توابع تعریف می‌شوند و در بیرون از آن تابع، دسترسی به آن ممکن نیست. متغیرهای محلی تنها، در زمان احتیاج تعریف شده و در حافظه می‌نشینند و بعد از مدتی از حافظه پاک می‌شوند.

فیلم

فیلم مفهوم بیت و بایت و اعداد صحیح و اعداد اعشاری را ببینید.

**الگوی ارزشیابی نظری (با توجه به جدول ۵ـ۷ و سایر جداولی که در اختیار دارید به سؤالات پاسخ دهید)**

۱ مفهوم متغیر را شرح دهید وکاربرد آن را بنویسید.

.....

.....

۲ مفهوم متغیر بیتی را تعریف کنید. این متغیر با چه کلمه‌ای معرفی می‌شود؟

.....

.....

۳ متغیر بایت تا چه عددی ظرفیت دارد و با چه کلمه‌ای معرفی می‌شود؟

.....

.....

۴ متغیر int (integer) به چه متغیری گفته می‌شود ؟

.....

.....

۵ تفاوت متغیر بدون علامت و با علامت را بنویسید. کدام یک عدد بزرگ‌تری را می‌تواند در خود جای دهد؟

.....

.....

۶ اعداد اعشاری را چگونه معرفی می‌کنند؟ یک متغیر از نوع اعداد اعشاری، چه مقدار از حجم حافظه را اشغال می‌کند؟

.....

.....

۷ جدول ۶ـ۷ را کامل کنید.

**جدول ۶ـ۷**

| مقدار عددی که باید در متغیری نگهداری شود | متغیر مناسب | متغیر نامناسب | حجم حافظه اشغالی و حداکثر عدد |
|---|---|---|---|
| برای مثال : متغیر بین ۱ تا ۱۵ | char<br>unsigned char | int ، float ، bool | ۱ byte, ۰ ...۲۵۵<br>۱ byte , - ۱۲۸ ... ۱۲۷ |
| بین ۱۰ تا ۱۰۵ | | | |
| برای روشن و خاموش کردن ۱ لامپ | | | |
| بین ۶۷- تا ۸۹ | | | |
| بین ۱۷۸- تا ۱۸۶۷ | | | |
| بین ۰ تا ۴۰۹۸۷ | | | |
| بین ۰/۸۹۵ تا ۳/۲۵۴ | | | |
| برای ایجاد مفهوم شب و روز | | | |

فعالیت

مفهوم گروه متغیرها (آرایه‌ها یا جدول متغیرها) را بنویسید؟
به‌نظر شما اگر بخواهیم در کار عملی ۶ یک آرایه برای اعداد ۰ تا ۹ مشخص کنیم، در برنامه C چه تغییری ایجاد می‌شود، پیشنهاد خود را بنویسید و نتیجه را در کلاس به بحث بگذارید. مشاهده فیلم و مراجعه به کتاب همراه می‌تواند برای شما کمک کننده باشد.

تحقیق کنید

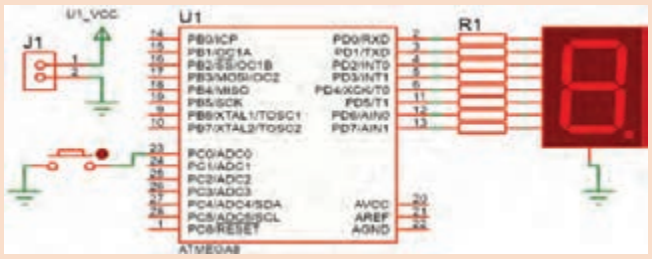
با مراجعه به رسانه‌های مختلف و help نرم‌افزار کدویژن اطلاعاتی در رابطه با سایر متغیرها را استخراج کنید و نتیجه تحقیق خود را ارائه دهید.

کار عملی ۸

## مدار شمارنده با (۷ Seg)

**هدف:** کسب مهارت در برنامه‌نویسی، شبیه‌سازی، پروگرام کردن میکروکنترلر ATmega ۸ و بستن مدار سخت‌افزاری

**مواد، ابزار و تجهیزات:** لوازم‌التحریر ـ دستورهای زبان C ـ برگه اطلاعات میکروکنترلر ATmega ۸ ـ دستگاه پروگرامر (Programmer) ـ رایانه ـ نرم‌افزارهای مورد نیاز ـ بردبُرد ـ میکروکنترلر ATmega ۸ ـ میزآزمایشگاهی الکترونیک با تجهیزات استاندارد ـ مقاومت ۲۲۰ Ω، $\frac{۱}{۴}$ وات هشت عدد ـ سیم‌های بردبُرد ـ هفت قطعه‌ای (۷Seg) کاتد مشترک




شکل ۳۸ـ۷ مدار شمارنده یک رقمی

**مراحل اجرای کار:**

۱ مدارشکل ۳۸ـ۷ را در نرم‌افزار پروتئوس Proteus رسم کنید.

۲ در نرم‌افزار کد ویژن با توجه به خواسته‌های نقشه فنی، تمام پایه‌ها از PD۰ تا PD۷ را درحالت خروجی قرار دهید و PC۰ را درحالت Pullup و به‌عنوان ورودی در نظر بگیرید.

۳ در نرم‌افزار کدویژن شکل ۳۹ـ۷، ابتدا این دو متغیر را در مکان مشخص شده (مکان متغیرهای عمومی) قرار دهید.

```
#include <mega8.h>
#include <delay.h>

// Declare your global variables here

char NUM[10]={0x3f,0x06,0x5b,0x4f,0x66,0x6d,0x7d,0x07,0x7f,0x6f};
char N;
```

شکل ۳۹ـ۷ ایجاد آرایه و دادن اطلاعات به آن

۴ برنامه‌ای بنویسید که با هر بار فشردن کلید، یک عدد درنمایشگر ۷Seg اضافه شود و بعد از عدد ۹ به صفر تبدیل شود. در جدول ۷ـ۷ این برنامه آمده است.

۵ مراحل شبیه‌سازی مدار را در نرم‌افزار پروتئوس انجام دهید.

۶ برنامه را توسط پروگرامر به میکروکنترلر انتقال دهید.

۷ مدار سخت‌افزاری شمارنده با ۷Seg را بر روی بردبُرد ببندید.

۸ مدار را راه‌اندازی کنید. با فشردن کلید شمارش را انجام دهید.

جدول ۷ـ۷

**برنامه به زبان C**

```
N=0;
while (1)
    {
// Place your code here
 if(PINC.0==0){
  delay_ms(500);
   if(PINC.0==0){
        N=N+1;
             }
   if(N>9){
       N=0;
           }
         }
   PORTD=NUM[N];
    }
}
```

۹ عملکرد مدار شکل ۳۴ـ ۷ را با مدار شکل ۳۸ـ۷ مقایسه کنید و پرسش‌های زیر را با توجه با جداول مختلفی که در اختیار دارید پاسخ دهید.

مفهوم ;N=N+۱ را شرح دهید. این عبارت در برنامه به چه منظور استفاده شده است؟

.....

.....

تفاوت برنامه مدار شکل ۳۸ـ۷، با برنامه مدار شکل ۳۴ـ۷ در روش ارسال اطلاعات به پایه های ۷Seg را توضیح دهید.

.....

.....

دلیل استفاده این شرط ( )if(N>۹){ را بنویسید.

.....

.....

۱۰ به چه دلیلی ;delay_ms(۵۰۰) استفاده شده است؟

.....

.....

۱۱ در روش معرفی متغیرها یک متغیر به شکل char NUM[۱۰]={...} تعریف شده است. چه نوع متغیری است؟ آیا روش دیگری برای قرار دادن اطلاعات درداخل آن وجود دارد؟ شرح دهید.

.....

.....

۱۲ عدد ۱۰ در متغیر NUM[۱۰] به چه مفهوم است؟

.....

.....

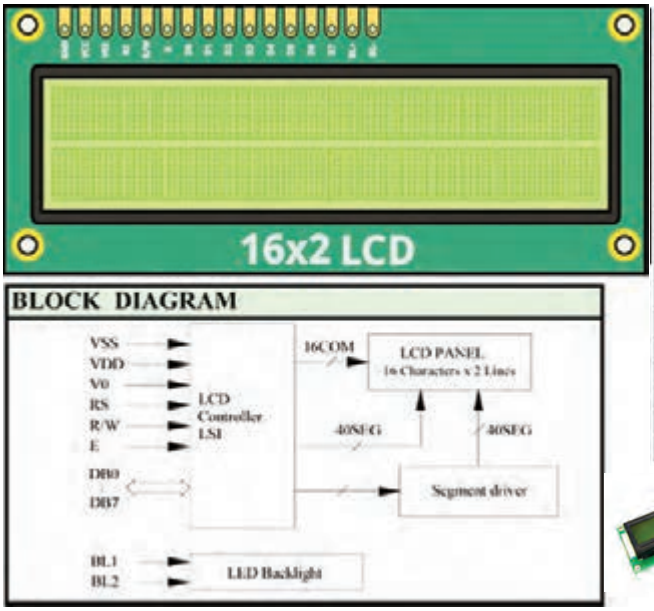
فعالیت

دو روش دیگر برنامه‌نویسی توسط مربی برای مدار شمارنده یک رقمی در اختیار شما قرار می‌گیرد. آن را بررسی کنید و مدار سخت‌افزار آن را ببندید.

## ■ صفحه نمایش کاراکتری LCD

صفحه نمایش کاراکتری LCD یکی از پرکاربردترین وسایل خروجی است که به میکروکنترلر وصل می‌شود و مقدار متغیرهای ورودی میکروکنترلر یا پیام‌ها را برای کاربر نمایش می‌دهد. برای این منظور می‌توان کاراکترهای قابل چاپ را روی آن نمایش داد. مشخصه اصلی LCDهای کاراکتری تعداد سطر و ستون آنها است . بلوک دیاگرام، برگه اطلاعات و شکل ظاهری پایه‌های یک LCD ۲×۱۶ که دارای ۲ سطر و ۱۶ ستون است را در شکل ۴۰ـ۷ مشاهده می‌کنید. با این نمایشگر می‌توان در مجموع ۳۲ کاراکتر را نشان داد.

جدول ۸ـ۷




| PIN CONNECTIONS | | | | معنی فارسی |
|---|---|---|---|---|
| PIN | Symbol | Level | Function | |
| 1 | VSS | — | GND(0V) | |
| 2 | VDD | — | Supply Voltage for Logic(+5V) | |
| 3 | V0 | — | Power supply for LCD | |
| 4 | RS | H/L | H: Data; L: Instruction Code | |
| 5 | R/W | H/L | H: Read; L: Write | |
| 6 | E | H/L | Enable Signal | |
| 7 | DB0 | H/L | Data Bus Line | |
| 8 | DB1 | H/L | | |
| 9 | DB2 | H/L | | |
| 10 | DB3 | H/L | | |
| 11 | DB4 | H/L | | |
| 12 | DB5 | H/L | | |
| 13 | DB6 | H/L | | |
| 14 | DB7 | H/L | | |
| 15 | BL1 | — | Backlight Power(+5V) | |
| 16 | BL2 | — | Backlight Power(0V) | |

شکل ۴۰ـ۷ نمایشگر LCD ۲×۱۶

کار عملی ۹

**مدار ساده راه‌اندازی LCD به صورت نمایش اعداد و متن**

**هدف:** کسب مهارت در برنامه‌نویسی، شبیه‌سازی، پروگرام کردن میکروکنترلر ATmega ۸ و بستن مدار سخت‌افزاری

**مواد، ابزار و تجهیزات:** رایانه ـ نرم‌افزارهای مورد نیاز ـ دستورهای زبان C ـ میکروکنترلر ATmega ۸ ـ دستگاه پروگرامر (Programmer) ـ سیم‌های برِدبرُد ـ میز آزمایشگاهی الکترونیک با تجهیزات استاندارد ـ LCD ۲×۱۶ ـ شارژر موبایل ۵ولتی ـ مقاومت ۵۶۰ Ω، $\frac{۱}{۴}$ وات یک عدد ـ پتانسیومتر ۱۰ KΩ یک عدد ـ برِدبرُد

فیلم

فیلم آموزشی چگونگی برقراری ارتباط با LCD در نرم‌افزار کدویژن را ببینید.

توجه

برای اجرای این کار عملی از برنامه داده شده در جدول ۹ـ۷ استفاده کنید.

**مراحل اجرای کار**

۱ به برگه اطلاعات LCD ۲×۱۶ شکل ۴۰ـ۷ مراجعه کنید و مفاهیم هریک از کلمات خواسته شده را در جدول ۸ـ۷ به فارسی ترجمه کنید.

۲ برای آوردن نمایشگر کاراکتری روی میز کار نرم‌افزار پروتئوس، در قسمت Keywords عبارت lcd را تایپ کنید.سپس LM۰۱۶L که نمایشگر ۲×۱۶ است را مطابق شکل ۷ـ۴۱ روی میز کار بیاورید.

۳ مدار شکل ۷ـ۴۲ را در نرم افزار پروتئوس Proteus رسم کنید.

۴ در نرم‌افزار کد ویژن با توجه به خواسته‌های نقشه فنی، تمام پایه‌های موردنیاز را برای حالت ارتباط با LCD تنظیم کنید، برای این‌کار بعد از ایجاد پروژه در محیط کدویژن در قسمت ویزارد زبانه Lcd را انتخاب کنید شکل ۷ـ۴۳.

۵ برنامه داده شده در جدول ۷ـ۹ را که ابتدا با پیام «Hello» شروع شده و خود را با عنوان یک «دانش آموز خوب» معرفی می‌کند. در انتها با پیام خداحافظی«Good by» برنامه را تمام می‌کند، مورد بررسی قرار دهید.

۶ مراحل شبیه‌سازی مدار را در نرم‌افزار پروتئوس انجام دهید.

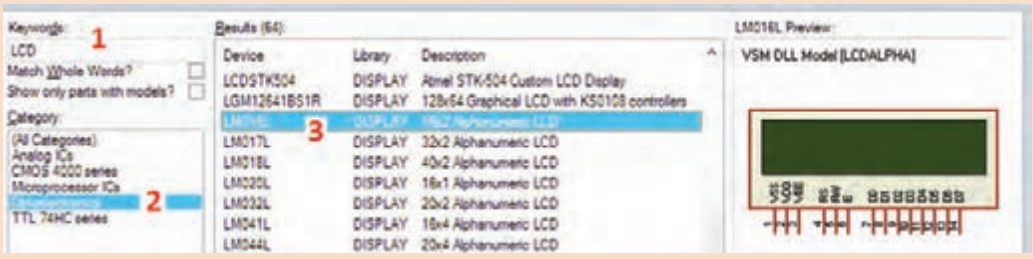
۷ برنامه را توسط پروگرامر به میکروکنترلر انتقال دهید.

۸ مدار سخت افزار نمایشگر LCD را روی بردبُرد ببندید.

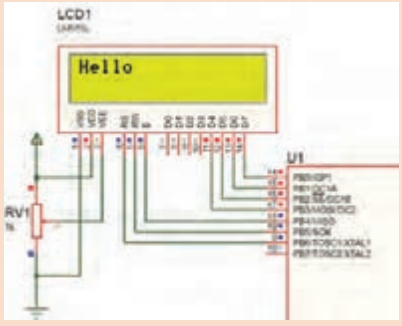
**جدول ۷ـ۹**

**برنامه به زبان C**

```
while (۱)
  {
// Place your code here
  lcd_puts("Hello");
        delay_ms(۱۰۰۰);
  lcd_clear();
  lcd_puts("I am a");
        delay_ms(۱۰۰۰);
  lcd_gotoxy(۰،۱);
  lcd_puts("Good Student");
        delay_ms(۲۰۰۰);
  lcd_clear();
  lcd_puts("*** God by ***");
        delay_ms(۳۰۰۰);
  lcd_clear();
  }
}
```



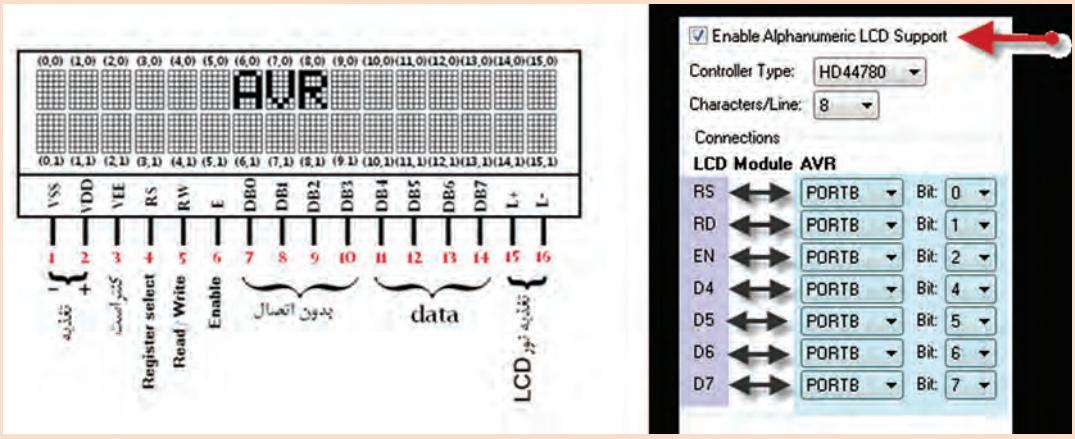

**شکل ۷ـ۴۱ انتخاب نمایشگر LCD**

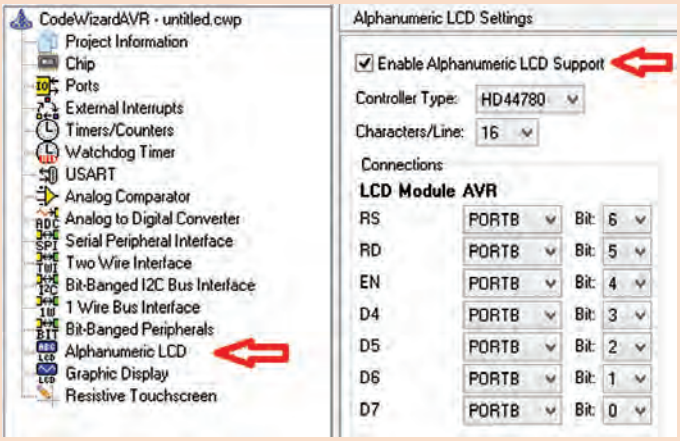



**شکل ۷ـ۴۲ مدار نمایشگر LCD**

نکته ایمنی

- هنگام سیم بندی و برقراری اتصال به پایه‌های LCD ، نهایت دقت را داشته باشید تا نمایشگر LCD آسیب نبیند.
- توجه به شدت نور LCD داشته باشید و با تنظیم پتانسیومتر روشنایی LCD، مقدار نور آن را درحد مناسب قرار دهید شکل ۷ـ۴۴.




**شکل ۴۳ـ۷ راهنمای تنظیم پایه‌های LCD**

۹ مدار را راه‌اندازی کنید. سپس با مراجعه به منابع مختلف به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

۱ دستور lcd_ puts چه کاری انجام می‌دهد؟

.....

.....

.....

.....

۲ دستور lcd_clear چه کاربردی دارد؟

.....

.....

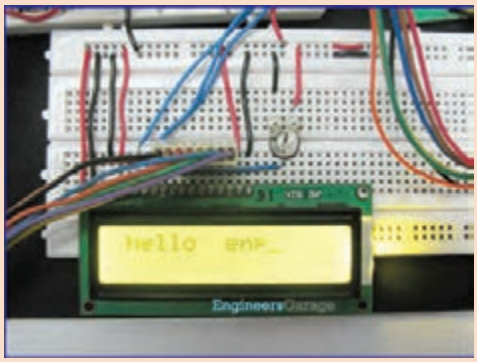
.....

.....

۳ دستور lcd_ gotoxy چه عملی انجام می‌دهد؟

.....

.....




**شکل ۴۴ـ۷ اتصال صحیح LCD و تنظیم شدت روشنایی**

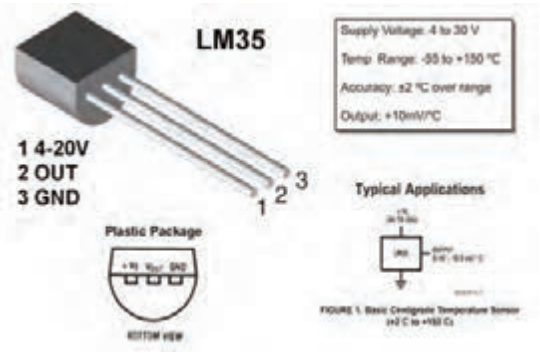
فعالیت

دو برنامه دیگر که برای نمایش متن در نمایشگر LCD است در اختیار شما قرار می‌گیرد، آنها را بررسی کنید و مدار سخت افزار آن را ببندید.

## واحد مبدل آنالوگ به دیجیتال A/D

واحد مبدل سیگنال‌های آنالوگ به دیجیتال (ADC = Analog to Digital Converter) مداری الکترونیکی است که سیگنال‌های پیوسته آنالوگ را به داده‌های دیجیتالی تبدیل می‌کند. تمامی کمیت‌های فیزیکی مانند دما، نور، نیرو، فشار، جابه‌جایی و حرکت آنالوگ هستند. برای پردازش توسط میکروکنترلر باید کمیت‌های آنالوگ تبدیل به دیجیتال (۰ و ۱) شوند. عمل تبدیل ولتاژ ورودی آنالوگ به کد دیجیتال متناسب با ولتاژ آنالوگ توسط این واحد انجام می‌شود.

کنترل دمای محیط، کنترل سطح مایع در مخازن (مانند کنترل سطح سوخت خودرو)، کنترل وزن و فشار با میکروکنترلر از متداول‌ترین پروژه‌های کاربردی در صنایع هستند. به‌همین دلیل مدارکنترل دمای محیط با حسگر حرارتی LM۳۵ در حد گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد.




شکل ۴۵ـ۷ LM ۳۵ حسگر دما

LM۳۵ یک قطعه حس‌کننده حرارت همراه با یک مدار الکترونیکی است که همگی به‌صورت یک مدار مجتمع ساخته شده‌اند. این مدار به‌صورت یک قطعه سه پایه شبیه یک ترانزیستور ساخته می‌شود. خروجی این آی‌سی (IC) به‌صورت خطی است و به ازای هر درجهٔ سانتی گراد دما ۱۰ میلی ولت ولتاژ در اختیار ما قرار می دهد. درشکل ۴۵ـ۷ برگه اطلاعات LM۳۵ را مشاهده می کنید.

کار عملی ۱۰

### مدار ساده، کنترل دما با LM۳۵

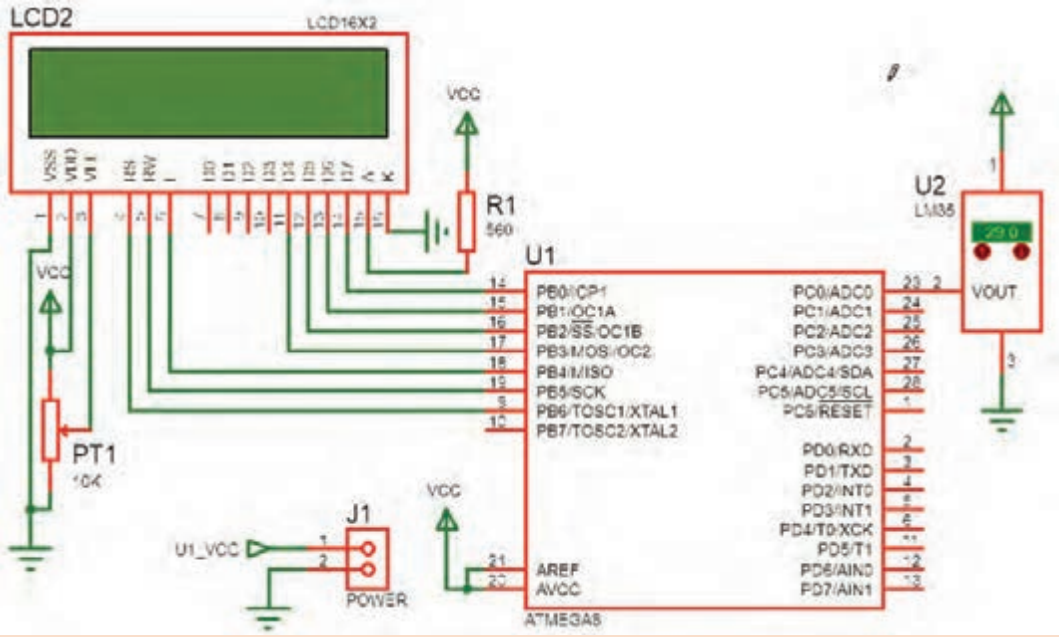
**هدف:** کسب مهارت در بارگذاری و استفاده از برنامه، شبیه‌سازی، پروگرام کردن میکروکنترلر ATmega ۸ و بستن مدار سخت‌افزاری

**مواد، ابزار و تجهیزات:** رایانه ـ نرم‌افزارهای مورد نیاز ـ دستورهای زبان C ـ میکروکنترلر ATmega ۸ ـ دستگاه پروگرامر(Programmer) ـ سیم‌های بردبُرد ـ میز آزمایشگاهی الکترونیک با تجهیزات استاندارد ـ LCD ۲×۱۶ ـ شارژر موبایل ۵ولتی ـ مقاومت ۵۶۰ Ω، $\frac{۱}{۴}$ وات یک عدد ـ پتانسیومتر ۱۰ KΩ یک عدد ـ بردبُرد ـ حسگر LM۳۵

**مراحل اجرای کار:**

۱ مدارشکل ۴۶ـ۷ را در نرم‌افزار پروتئوس Proteus رسم کنید.

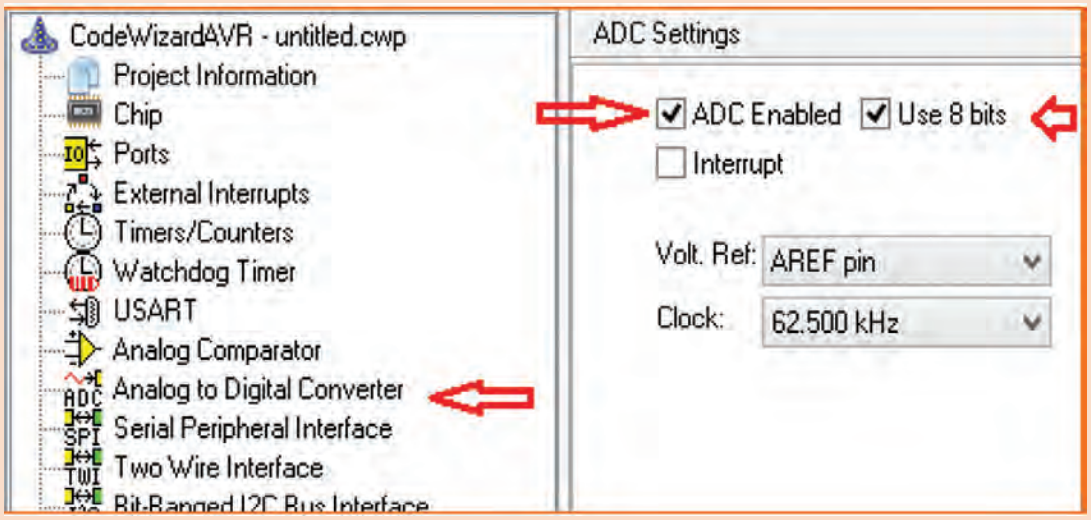
۲ در نرم‌افزار کد ویژن با توجه به خواسته‌های نقشه فنی تمام پایه های مورد نیاز را برای حالت ارتباط با LCD تنظیم کنید.




**شکل ۴۶ـ۷ اندازه‌گیری دما و نمایش در LCD**

۳ بخش ADC را در نرم‌افزار کد ویژن فعال کنید، شکل ۴۷ـ۷.

۴ درکد ویژن در تعریف کتابخانه‌ها، این خط را (#include <stdio.h> ) اضافه کنید . ( این خط برای دستور sprintf قرار می‌گیرد)




**شکل ۴۷ـ۷ فعال کردن ADC**

**جدول ۱۰ـ۷**

**برنامه به زبان C**

```
while (۱)
    {
// Place your code here
    A=read_adc(۰);
    T=(A*۲۵۵)/۱۳۰;

    lcd_clear();
 sprintf(PRN,"Tempe= ٪d",T);
    lcd_puts(PRN);
    delay_ms(۲۵۰);
    }
}
```

۵ دو متغیر با نام‌های T و A را در بخش تعریف‌های متغیرهای عمومی با عنوان char تعریف کنید.
(یک متغیر از نوع آرایه PRN با طول ۱۶ با توجه به طول کاراکتر LCD ۱۶×۲: ;char PRN[۱۶])

جست و جو کنید

دستور A=read_adc(۰); از کدام نوع دستورهای استاندارد C ، کتابخانه‌ای و تابعی است.

۶ مراحل شبیه‌سازی مدار را در نرم‌افزار پروتئوس انجام دهید.

نکته

این برنامه در جدول ۱۰ـ۷ آمده است.

۷ با مراجعه به کتاب همراه هنرجو عملکرد مدار را تشریح کنید و به سؤال‌های زیر پاسخ دهید.

.....

.....

۸ دستور A=read_adc(۰); چه عملی انجام می‌دهد؟

.....

۹ عملیات ریاضی T=(A*۲۵۵)/۱۳۰; به‌کار رفته به چه منظور می‌باشد؟

.....

۱۰ دستور sprintf(PRN،"Temp =٪d"،T); چه عملی انجام می‌دهد؟

.....

۱۱ مدارسخت افزاری شکل ۴۶ـ۷ را با راهنمایی مربی درکارگاه ببندید.

فعالیت

با ترکیب کارهای عملی قبل با این کار عملی حداقل دو مدار کاربردی پیشنهاد کنید.

## نکات مهم برای استفاده از میکروکنترولر

### تغذیه میکرو کنترلرها:

میکروکنترلرها با توجه به نوع قطعات (ترانزیستورهای درون آن) با ولتاژهای متفاوتی کار می‌کنند. ولی معمولاً ولتاژ کار آنها ۵ ولت ثابت DC است ولی مواردی وجود دارد که طبق شکل ۴۸ـ۷ با ولتاژهای پایین‌تر کار می‌کنند (۱۲و۱۳ در شکل ۴۸ـ۷).

همیشه از منبع تغذیه تثبیت شده استفاده کنید.

مقدار جریان عبوری در حالت فعال و مصرف کم مشخص شده است. این مقدار مصرف ارتباطی به مقدار جریان مصرفی قطعات جانبی که به میکروکنترلر متصل می شوند ندارد.

- Operating Voltages
  - 2.7 - 5.5V (ATmega8L) 12
  - 4.5 - 5.5V (ATmega8)
- Speed Grades
  - 0 - 8 MHz (ATmega8L) 13
  - 0 - 16 MHz (ATmega8)
- Power Consumption at 4 Mhz, 3V, 25°C
  - Active: 3.6 mA
  - Idle Mode: 1.0 mA 14
  - Power-down Mode: 0.5 µA

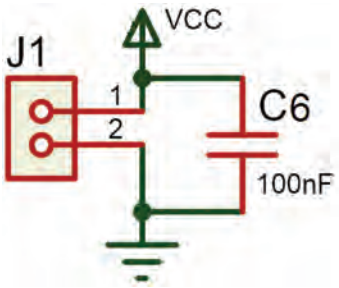
شکل ۴۸ـ۷ مقادیر ولتاژ و فرکانس کاری میکرو ATMega ۸

**مثال ۲**

اگر ۱۰ عدد LED که جریان هرکدام ۵ میلی‌آمپر است به میکروکنترلر متصل شوند جمع جریان عبوری از میکروکنترلر و قطعات جانبی آن برابر است با:

$I_T=(10\times5)+3/6=53/6$ mA

میکروکنترلرهای کم مصرف‌تر معمولاً سرعت کمتری دارند. میکروکنترلر Atmega ۸ با Atmega ۸L را در شکل ۴۸ـ ۷ مقایسه کنید.



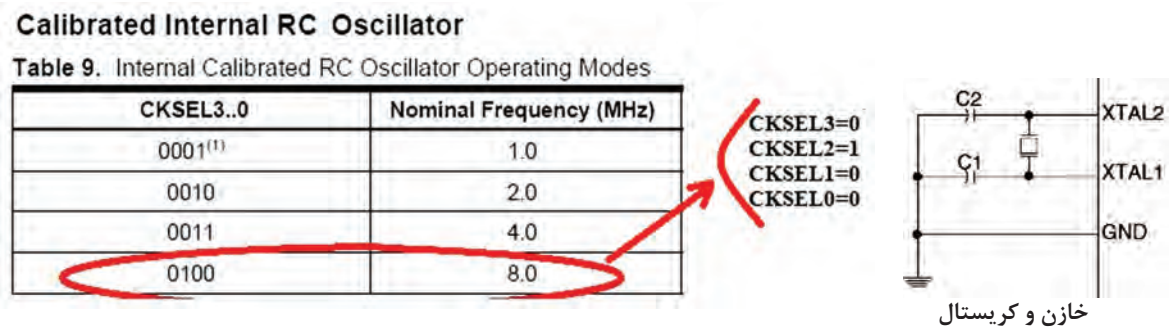

شکل ۴۹ـ۷ اتصال خازن nf ۱۰۰ به پایه تغذیه آی‌سی

برای جلوگیری از تولید نویز در قطعات و مدارهای دیجیتال معمولاً همیشه یک خازن ۱۰۰nF در نزدیکی پایه های $V_{CC}$ و GND میکروکنترلر قرار می‌دهند شکل ۴۹ـ۷. در نقشه فنی این خازن را در کنار کانکتور تغذیه رسم می‌کنند ولی در ساخت مدار چاپی باید این خازن در کنار پایه‌های تغذیه میکروکنترلر قرار گیرد و به آنها اتصال داده شود.

نکته

هم اکنون محصولات این شرکت با پسوند «A» ATmega ۸ A تولید می‌شود که ویژگی‌های هردو محصول قبلی را دارد، یعنی ولتاژ تغذیه ۵/۵ V ـ ۲/۷ و فرکانس کار تا ۱۶MHz.

**فرکانس کار :** برای کم‌کردن هزینه و سادگی کار با میکروکنترلرهای AVR معمولاً در داخل آن یک اسیلاتور کالیبره شده RC قرار می‌دهند. این اسیلاتور با فرکانس‌های(۱ ، ۲ ، ۴ ، ۸) مگاهرتز با دقت بالا کار می‌کند. برای دقت بیشتر می‌توان از اسیلاتور کریستالی نیز استفاده کرد شکل ۵۰ـ۷. برای این کار نیاز به دو خازن و یک کریستال کوارتز داریم. به این ترتیب در اکثر مدارها نیازی به اسیلاتور کریستالی نیست.



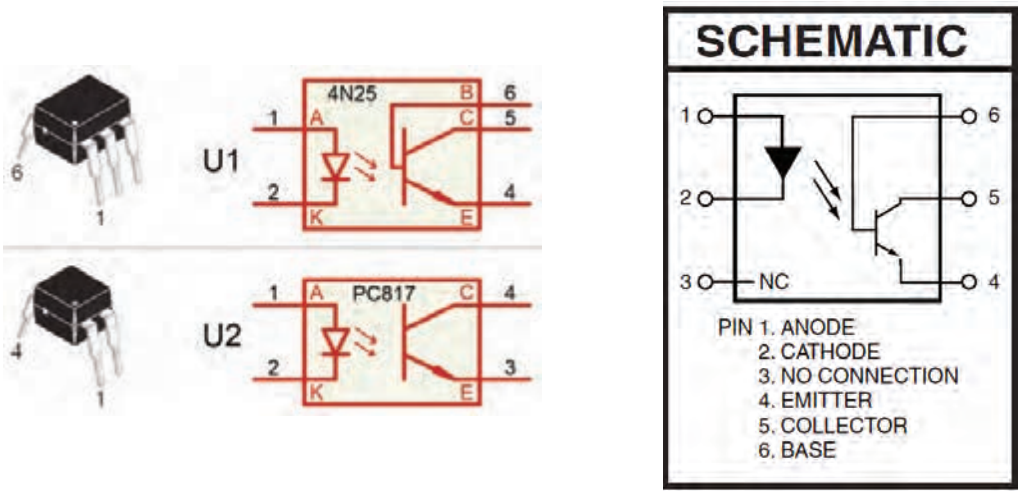

شکل ۵۰ـ۷ تنظیم فیوز بیت‌ها برای اسیلاتور داخلی RC

☑ **حفاظت از ولتاژ بالا:** هنگامی که از میکروکنترلر برای فرمان دادن به مدارهای ولتاژ بالا استفاده می‌کنید، به حفاظت میکروکنترلر توجه داشته باشید زیرا ولتاژهای بالا می‌توانند به میکروکنترلر آسیب بزنند، یا باعث توقف (Reset) بی‌مورد میکروکنترلر شوند.

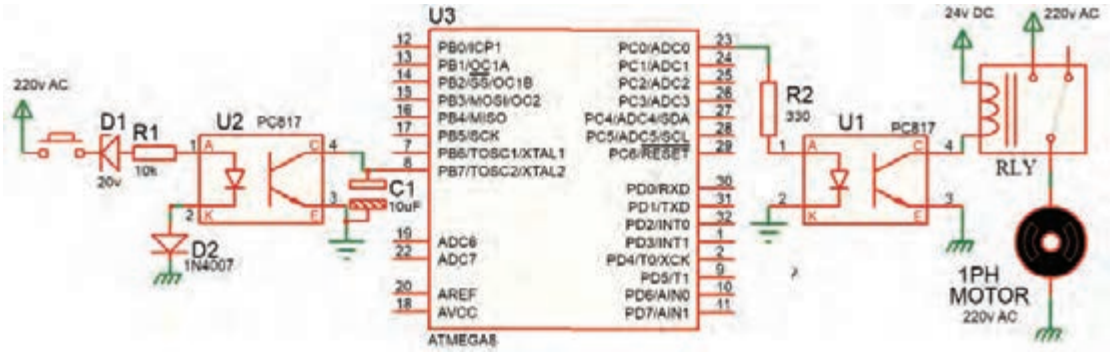
مدارهایی که در آنها سیم پیچ وجود دارد، در زمان القاء به‌صورت لحظه‌ای ولتاژ بسیار بالایی تولید می‌کنند، در این حالت باید، ارتباط این ولتاژ با ورودی و خروجی میکروکنترلر ایزوله شود. همچنین باید پایه منفی تغذیه از GND ایزوله شود.

برای حفاظت میکروکنترلر روش‌های مختلفی به‌کار می‌رود. یک روش پرکاربرد و کم هزینه استفاده از قطعه اپتوکوپلر است. نماد فنی و شکل پایه اپتوکوپلر در شکل ۵۱ـ۷ نشان داده شده است.

در شکل ۵۱ـ۷ یک LED و یک ترانزیستور بدون هیچ ارتباط الکتریکی و فقط از طریق نور، ترانزیستور را فعال یا غیرفعال می‌کند. در مدل ساده آن که چهار پایه دارد، برای دو وضعیت خاموش و روشن از میکروکنترلر به خروجی یا از ورودی مدار به میکروکنترلر استفاده می‌شود. چگونگی به‌کارگیری اپتوکوپلر برای حفاظت میکروکنترلر را در شکل ۵۲ـ۷ مشاهده کنید.



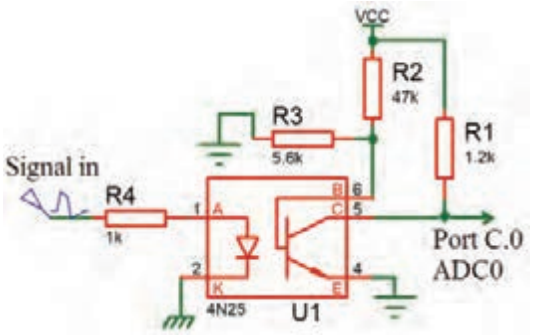

شکل ۵۱ـ۷ نماد فنی و شکل پایه اپتوکوپلرها




**شکل ۵۲ـ۷ حفاظت میکرو با اپتوکوپلر**

در مدار ۵۲ـ۷ نقش دیود زنر D۱ کاهش ولتاژ و دیود D۲ جهت حذف سیکل منفی AC است. مقاومت R۱ بایاس LED اپتوکوپلر را بر عهده دارد. خازن C۱ ، خازن صافی است و پالس‌های ایجاد شده در خروجی را به یک ولتاژ DC ساده تبدیل می‌کند. در تنظیم میکروکنترلر، پایه PB۷ به‌عنوان کلید ورودی در نظر گرفته شده است. زمانی که ولتاژ ۲۲۰ ولت وجود داشته باشد ولتاژ روی پایه PB۷ میکروکنترلر کمتر از یک ولت (صفر منطقی) و زمانی که ۲۲۰V AC وجود نداشته باشد، ولتاژ روی پایه PB۷ میکروکنترلر ۵ ولت (۱ منطقی) می‌شود.

در خروجی برای راه‌اندازی اپتوکوپلر، برای بایاس LED آن مقاومت R۲ استفاده شده است. ترانزیستور درون اپتوکوپلر، رله را فعال می‌کند در این حالت ولتاژ ۲۲۰V AC از طریق کنتاکت NO و COM به موتور تک فاز AC وصل می‌شود و آن را راه‌اندازی می‌کند.




**شکل ۵۳ـ۷ تغذیه بیس ترانزیستور اپتوکوپلر ۶ پایه**

در اپتوکوپلرهای ۶ پایه، پایه بیس B ترانزیستور را می‌توان مطابق شکل ۵۳ـ۷ بایاس کرد. استفاده از این اپتوکوپلر دارای این مزیت است که می‌توان حساسیت راه‌اندازی ترانزیستور را تغییر داد و حتی سیگنال‌های کوچک آنالوگ را نیز انتقال داد، مثلاً به‌آسانی می‌توان ولتاژ خروجی یک حسگر (Sensor) آنالوگ را که ولتاژ خروجی آن در محدوده بسیار کمی قرار دارد به میکروکنترلر انتقال داد.

**الگوی پرسش**

۱ با مراجعه به جداول ۱ـ۷ تا ۱۰ـ۷ خطاهای برنامه‌نویسی را در جدول ۱۱ـ۷ مشخص کنید.

۲ در برنامه داده شده در جدول ۱۱ـ۷ متغیر" NUM[ ] " اعداد نمایشی برای (۷Seg) آماده شده است. بعد از پایان برنامه در صورتی که ( PINC.۰==۰) باشد، عدد نمایش داده شده در (۷Seg) چه خواهد بود؟ با مراجعه به منابع معتبر پاسخ را بیابید.

۳ به چه دلیل در برنامه PINC==۰ با فاصله ۱۰۰ میلی‌ثانیه استفاده شده است؟ با مراجعه به منابع معتبر پاسخ را بیابید.

۴ برنامه داده شده برای مدار شکل ۳۴ـ۷ را بررسی کنید. آیا این برنامه موارد زیر را اجرا می کند؟

☑ ابتدا اعداد زوج (۰ تا ۹) را نمایش می‌دهد.

☑ سپس اعداد فرد (۰ تا ۹) را به نمایش در می آورد.

☑ در نهایت دوباره از اول اعداد زوج را تکرار می‌کند؟

۵ برنامه داده شده برای مدار شکل ۳۴ـ۷ را بررسی کنید، آیا این برنامه موارد زیر را اجرا می‌کند؟

☑ ابتدا اعداد (۰ تا ۹) را نمایش می‌دهد.

☑ سپس از عدد ۹ به‌صورت نزولی (۹ تا ۰) به نمایش درمی‌آورد.

☑ در ادامه با تأخیر ۵۰۰ میلی ثانیه حالت اول را تکرار می‌کند.

۶ در مدار شکل ۵۴ـ۷ با فرض اینکه مقاومت‌های به‌کار رفته در مدار ۱ کیلو اهمی باشند. مقدار مصرف جریان کل مدار را در بیشترین و کمترین حالت مشخص کنید.
(کمترین = (۷Seg) خاموش، بیشترین = نمایش عدد ۸ + ممیز ) از شکل۵۴ـ۷ استفاده کنید.

۷ در مدار شکل۵۴ـ۷ اگر برای افزایش نور، مقاومت‌ها را به ۲۲۰ اهم کاهش دهیم، بیشترین جریان مدار چقدر خواهد شد؟

۸ اگر بخواهیم سه عدد هفت قطعه‌ای (۷Seg)به پورت‌های PC، PB و PD متصل کنیم و مقاومت‌ها را ۳۳۰ اهم قرار دهیم حداکثر جریان مصرفی مدار چه مقدار است؟

۹ در صورتی که ۷Seg را بخواهیم با مدل آند مشترک عوض کنیم چه تغییری در سخت‌افزار و چه تغییری در نرم‌افزار باید انجام شود؟ توضیح دهید.

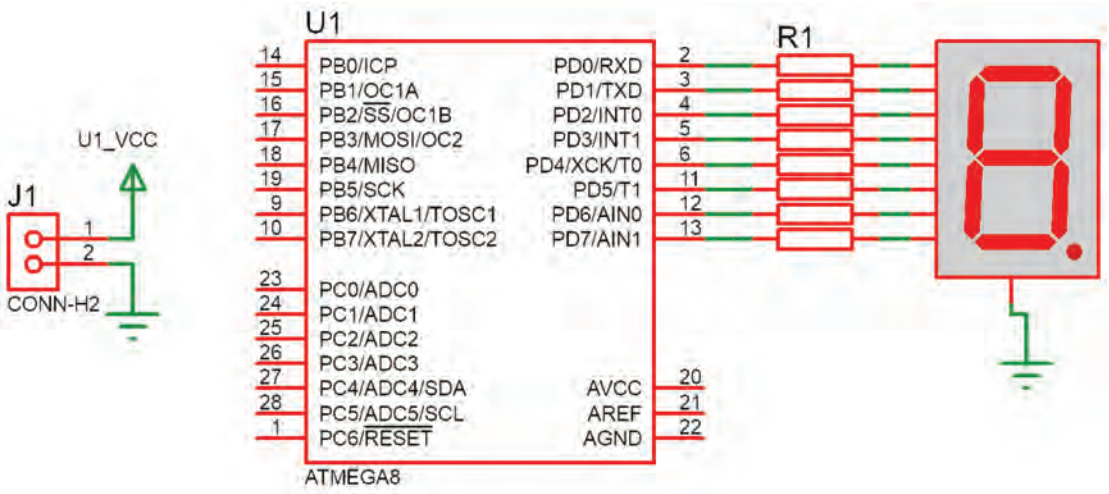
**جدول ۱۱ـ۷**

```
N=۵;
if(PINC.۰==۰)}
  delay_ms;(۱۰۰)
  if(PINC.۰==۰)}
      N=N+۱;
{
  if(N>۹)}
      N=۰;
{
{
  PORTD=NUM[N];
```

```
PORTB,۰=۱;
PORTB=۰,

Delay_ms(۱۰۰۰);

PORTB.۰=۰:
PORTB.۱==۱;

delay-ms (۱۰۰۰);
```

تحقیق کنید

برای نمایش حروف J , C , L ,U ,E و H در شکل ۵۴ـ۷، چه کدهایی در مبنای هگزادسیمال باید به‌پورت D ارسال شود؟




شکل ۵۴ـ۷

نکته

برنامه‌های مربوط به این پروژه‌ها توسط مربی در اختیار هنرجو قرار می‌گیرد.

**آزمون عملی پایان واحد یادگیری:**

**آزمون عملی ۱**

**اجرای پروژه چشمک‌زن ۸ کانالی (۸ LED ) با دو نوع حرکت و چرخش**

توجه

این آزمون با برنامه آماده که در اختیار هنرجو قرار دارد اجرا می‌شود.

۱ رسم نقشه مدار در نرم‌افزار پروتئوس
۲ بارگذاری و اجرای شبیه‌سازی برنامه برای حرکت اول
۳ بارگذاری و اجرای شبیه‌سازی برنامه برای حرکت دوم
۴ اضافه کردن یک کلید جهت انتخاب حالت ۱ یا ۲ در مدار
۵ ترکیب دو برنامه و کلید و اجرا در شبیه‌سازی
۶ پروگرام کردن میکروکنترلر و اجرا روی بردبرد

**آزمون عملی ۲**

**اجرای پروژه نمایش اعداد در دو عدد ۷Seg با شمارش از ۱ تا ۹۹**

توجه

این آزمون با برنامه آماده که در اختیار هنرجو قرار دارد اجرا می‌شود.

۱ رسم نقشه مدار در نرم‌افزار پروتئوس
۲ بارگذاری برنامه و اجرای شبیه‌سازی برنامه برای نمایش ۱ تا ۹۹
۳ اضافه کردن دو کلید به نقشه و برنامه جهت ایجاد یک شمارنده صعودی نزولی
۴ نوشتن برنامه همراه دو کلید به‌گونه‌ای که با زدن یک کلید یک رقم به نمایش اضافه شود و با زدن کلید دیگر یک رقم کم شود و اجرا شبیه‌سازی در نرم‌افزار پروتئوس
۵ پروگرام کردن میکروکنترلر و پیاده‌سازی مدار روی بِردبُرد

**آزمون عملی ۳**

**اجرا و ساخت یک ولت‌متر و نمایش در LCD**

۱ رسم نقشه مدار در پروتئوس با مقادیر مناسب قطعات
۲ اجرای یک ولت‌متر برای محدوده ۰ تا ۵ ولت و نمایش در LCD
۳ اضافه کردن یک کلید جهت انتخاب دو حالت (۰تا ۵ ) یا (۰ تا ۲۰) ولت و قطعات مورد نیاز به تشخیص خود هنرجو
۴ پروگرام کردن میکروکنترلر و پیاده‌سازی مدار روی بِردبُرد

**آزمون عملی ۴**

**اجرا و ساخت یک کنترل دور موتور DC توسط سه کلید**

۱ رسم نقشه مدار در پروتئوس با مقادیر و قطعات مناسب
۲ اجرای پروژه چپ‌گرد و راست‌گرد توسط دو کلید (خاموش ـ چپ‌گرد ـ راست‌گرد)
۳ اجرای کنترل دور موتور به این صورت که (کلید۱ برای خاموش و روشن شدن ـ کلید ۲ برای چپ‌گرد و راست‌گرد ـ کلید۳ برای حرکت با دو نوع سرعت۱/۲ قدرت ـ با قدرت کامل)
۴ پروگرام کردن میکروکنترلر و پیاده‌سازی مدار روی بِردبُرد

## ارزشیابی شایستگی

**شرح کار:**

۱ انتخاب میکروکنترلر مناسب (AVR)
۲ برنامه‌نویسی میکروکنترلر(دو نمونه برنامه ساده)
۳ استفاده از پروگرامر برای برنامه‌ریزی میکروکنترلر
۴ استفاده از میکروکنترلر برنامه‌ریزی شده در مدار

**استاندارد عملکرد:**

برنامه‌ریزی میکروکنترلر و استفاده از آن برای بستن مدار ساده و راه‌اندازی مدار با رعایت قوانین و استاندارد حاکم

**شاخص‌ها:**

۱ انتخاب مناسب میکروکنترلر AVR و استخراج اطلاعات مهم از برگه‌های اطلاعاتی (۲۰ دقیقه)
۲ شرح چگونگی برنامه‌نویسی ساده (درحد چراغ چشمک زن) میکروکنترلر و نحوه پروگرام کردن برنامه نوشته شده در میکروکنترلر (۳۰ دقیقه)
۳ بستن مدار ساده میکروکنترلر برنامه‌ریزی شده (۲۰ دقیقه)

**شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:**

**شرایط :** مکان انجام کار با کف عایق یا آنتی استاتیک ـ نور مناسب برای کارهای مطالعه و کارهای آزمایشگاهی ساده ـ دمای طبیعی (۱۸ تا ۲۷ درجه سانتیگراد) و مجهز به وسایل اطفاء حریق ـ میزکار استاندارد برای رایانه و میز آزمایشگاه الکترونیک با

**ابزار و تجهیزات :** رایانه متصل به شبکه اینترنت ـ فرد با لباس آزمایشگاهی ـ انجام کار در حال نشسته .

**نرم‌افزارهای مورد نیاز :** بردبرُد ـ میکروکنترلر Atmega ۸ ـ دستگاه پروگرامر(Programmer)ـ دیود LED قرمز وسبز ـ مقاومت‌های ۵۶۰ Ω ـ ۴۷۰ Ω ـ۲۲۰ Ω ، ۳/۳ KΩ ، وات ترانزیستور BC۱۴۰ ـ سیم‌های بردبرُد ـ۲×۱۶ LCD ـ (۷Seg) کاتد مشترک ـ موتور DC کوچک ـ کلید شستی کوچک (SPST Push Button) ـ شارژر موبایل ۵ ولتی

**معیار شایستگی:**

| ردیف | مراحل کار | حداقل نمره قبولی از ۳ | نمره هنرجو |
|---|---|---|---|
| ۱ | انتخاب میکروکنترلر مناسب (AVR) | ۱ | |
| ۲ | برنامه‌نویسی میکروکنترلر (دو نمونه برنامه ساده در حد چراغ چشمک زن) | ۲ | |
| ۳ | نحوه پروگرام کردن برنامه نوشته شده در میکروکنترلر | ۲ | |
| ۴ | استفاده از میکروکنترلر برنامه‌ریزی شده در مدار | ۲ | |
| | شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:<br>۱ـ رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها<br>۲ ـ دقت و تمرکز در اجرای کار<br>۳ ـ شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر<br>۴ ـ اخلاق حرفه‌ای | ۲ | |
| | **میانگین نمرات** | | * |

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

# پودمان ۵

# مشاوره ، سرویس و خدمات



در پودمان‌های قبل آموزش‌های لازم جهت مونتاژ و دمونتاژ قطعات SMD به هنرجو داده شده است. هنرجو علاوه‌بر داشتن دانش فنی برای انجام سفارشات پذیرفته شده، نیاز به فراگیری چگونگی تهیه مستندات و تکمیل نمون برگ‌های مربوطه را نیز دارد. در این فصل تلاش داریم تا هنرجو را با انواع مدارک مورد نیاز و فرم‌های مختلف آشنا کنیم، همچنین طریقه پرکردن این گونه نمون برگ‌ها را به آنان بیاموزیم. این مستندات می‌تواند شامل قبض رسید، فرم گواهی انجام کار، دفترچه راهنمای کاربُرد دستگاه‌ها، قراردادهای سرویس‌های دوره‌ای یا موردی، مدارک مربوط به گارانتی یا وارانتی و خدمات انجام شده باشد. چنانچه هنرجو به امور فنی و کارهای محوله تسلط داشته باشد، اما از اطلاعات مورد نیاز بخش اداری کاملاً بیگانه باشد نمی‌تواند نتیجه مطلوب را به‌دست آورد و کارایی لازم را ارائه دهد.

برای مثال اگر هنرجو پس از انجام کار اطلاع نداشته باشد که باید رضایت‌نامه‌های لازم را از مشتری دریافت کند و فاکتورهای مربوطه را صادر نماید، به‌طور قطع نمی‌تواند نتیجه مطلوب را از زحمات خود به‌دست آورد و در بازار کار موفق شود.

# واحد یادگیری ۸

# ارائه مشاوره، سرویس‌های مختلف و مستندسازی

## آیا تا به حال فکر کرده‌اید

- چگونه می‌توانید در زمینه کاربُرد یک دستگاه به مشتری مشاوره دهید؟
- پس از انجام تعمیرات و یا مونتاژ بُرد چه مواردی را باید وارسی کنید؟
- اطلاعات مشتری چگونه و در چه سندی باید ثبت شود؟
- اطلاعات بُرد تعمیری یا سفارش داده شده برای مونتاژ، چگونه ثبت می‌گردد؟
- ضرورت دارد اطلاعات و سوابق مشتریان دوباره بررسی شود؟
- ارائه خدمات تعمیر و مونتاژ بُرد نیاز به تبادل اسناد بین تعمیرکار و مشتری دارد؟
- فرم‌هایی مانند قرارداد، اخذ رضایت‌نامه و گارانتی چه محتویاتی دارد؟
- ارائه صورت حساب و اخذ رضایت‌نامه چگونه انجام می‌شود؟

پس از اتمام این واحد یادگیری، فراگیرنده براساس مهارت‌های کسب شده در زمینه‌های مختلف باید مهارت لازم در تهیه و تکمیل فرم‌های مربوط به مستندات انجام کار را نیز کسب کند. همچنین باید بتواند برخی از نمون برگ‌های مختلف را با توجه به نوع درخواست مشتری و خدماتی که ارائه می‌دهد، طراحی نماید. در این واحد یادگیری تأکید بر ارائه مشاوره، سرویس‌های مختلف و مستندسازی به‌صورت دستی، غیرحضوری و توسط نرم‌افزارهای مرتبط پس از انجام امور فنی داریم. نکات ایمنی و بهداشت و مهارت‌های غیرفنی مانند ارتباط مؤثر، وقت شناسی، مسئولیت‌پذیری، کارگروهی، نظم در کار، توجه به محیط‌زیست و اخلاق حرفه‌ای با توجه به اهمیتی که دارد باید در تمام موارد رعایت شود.

## استانداردعملکرد

ارائه مشاوره و تنظیم کلیه مستندات مانند تفاهم‌نامه، برگه گارانتی، خدمات بعد از فروش و تحویل آن به کاربر در برابر اخذ رسید.

## ۱ـ۸ مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز

لوازم التحریر ـ رایانه ـ نرم‌افزارهای مرتبط ـ نمون برگ‌های(فرم‌ها) مرتبط

## ۲ـ۸ فهرست وارسی

نمون برگ فهرست وارسی (چک لیستCheck List) ابزاری برای جمع‌بندی، تحلیل، تفسیر و عملی کردن مسئولیت، وظایف و کارهای محوله به یک فرد در محیط کار است. در واقع منظور نهایی از تهیه فهرست وارسی آن است که با تهیه فهرستی از کارهای محوله، بتوانیم آنها را با مدیریت زمان و مکان به نحوی اجرا کنیم، تا نتایج کیفی از اجرای کارها حاصل شود و بهره‌وری و کارایی بالا رود. فهرست وارسی را به نام‌های چک لیست، سیاههٔ رفتار، فهرست بررسی و فهرست بازبینی نیز می‌نامند. شما هم می‌توانید یک فهرستی از کارهای روزانه و تحصیلی خود تهیه کنید، تا نتایج بهتری را بتوانید در پایان یک روز کاری یا دورهٔ تحصیلی کسب کنید.

### چگونگی تولید یک فهرست وارسی (لیست شرح وظایف)

نمون برگ فهرست وارسی دارای اجزا و عناصر مختلفی است برای تولید یک فهرست وارسی خوب، رعایت سه نکته باید مورد توجه قرار گرفته و رعایت شود.

۱ عنوان یا موضوع
۲ مشخصات فردی
۳ تاریخ و امکان اجرای کار

در شکل ۱ـ ۸ یک نمونه فهرست وارسی برای ارزشیابی فرایند اجرای کار عملی برای کارگاه الکترونیک را مشاهده می‌کنید. کار عملی در نظر گرفته شده، ساخت یک بُرد مدار چاپی برای یک دستگاه الکترونیکی است. هنرجو با تهیه این فهرست وارسی یک نظارت مستمر بر وضعیت اجرای کار و پیشرفت پروژه دارد. به‌این ترتیب، با برنامه‌ریزی منظم، هر مرحله از فهرست را به ترتیب انجام می‌دهد همچنین در صورت بروز اشکال آن را بررسی و در کمترین زمان ممکن اصلاح می‌کند. اجرای این امر مانع بروز مشکلات جدی در فرایند کار می‌شود.

فهرست وارسی شامل یک فهرست (لیست List) برنامه‌ریزی از فعالیت‌ها در محیط‌های کار آموزشی، پژوهشی، اداری و صنعتی است. انجام این فعالیت‌ها در شرکت‌های تولیدی کالا، محصول تولیدی یا تعمیری را در نظم کاری خوب نگه می‌دارد و مانع بروز مشکلات و خرابی در دستگاه‌های تولیدی می‌شود. چک لیست در حقیقت یک راهنمایی کلی، برای بهبود کیفیت کالا است. در شرکت‌های تولیدی واحدی به نام خدمات پس از فروش وجود دارد. این واحد کلیه امور پس از فروش کالا را بر عهده دارد. واحد خدمات پس از فروش، به‌منظور جلب رضایت مشتریان اطلاعات مورد نیاز را از آنان دریافت می‌کند و خدمات و سرویس‌های مربوطه را با توجه به نوع کالای خریداری شده ارائه می‌دهد.




**ساخت پروژهٔ بُرد مدار چاپی دستگاه الکترونیکی ـــ با عنوان «کنترل روشنایی محیط»**

**نام: ـــ نام خانوادگی: ـــ رشته : الکترونیک پایه تحصیلی: یازدهم**

| 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<br>هنرستان<br>منزل | ☑<br>☑<br>☑ | ✓ | | |
| ۲ | طراحی و ترسیم نقشه‌های پروژه | در روز.....۲/۱۳/...<br>تا ../۲/... | کتابخانه<br>هنرستان<br>منزل | ☐<br>☐<br>☑ | ✓ | | |
| ۳ | خرید ابزار و قطعات پروژه | روز..... /۲/... | مراجعه به بازار قطعات الکترونیک و فروشگاه‌های مرتبط | | ✓ | | |
| ۴ | آماده‌سازی فیبرمدار چاپی و برنامه‌ریزی آی سی میکروکنترلر | از روز ..... /۲/ ... تا /۲/ | مراجعه به شرکت‌های تهیه فیبر مدار چاپی | | ✓ | | |
| | | | هنرستان<br>منزل | ☑<br>☑ | | | |
| ۵ | مونتاژ قطعات روی بُرد و راه‌اندازی پروژه | در روز..... /۲/... | هنرستان<br>منزل | ☑<br>☑ | ✓ | | |
| ۶ | تهیه مستندات و گزارش کار پایان پروژه | از روز ..... /۲/ ... لغایت /۲/... | کتابخانه<br>هنرستان<br>منزل | ☑<br>☐<br>☑ | ✓ | | |
| ۷ | ارائه پروژه پایانی | در روز..... /۳/... | کارگاه هنرستان | | | | |

**شکل ۱ـ۸ نمون برگ فهرست وارسی**

فعالیت

از کارهای محوله روزانه خود یا اجرای تکالیف درسی، یک فهرست وارسی تهیه کنید. آن فهرست را اجرا کنید. نتیجه را به کارگاه ارائه دهید.

## ۳ـ۸ ثبت اطلاعات و چگونگی تکمیل فرم‌های مختلف



شکل ۲ـ۸ فرم ثبت اطلاعات و پذیرش

ثبت اطلاعات و پذیرش خدمات مورد نظر مشتری شامل تعمیرات، مونتاژ یا دمونتاژ قطعات SMD اولین مرحله از انجام کار است، شکل ۲ـ۸. ثبت این اطلاعات می‌تواند به‌صورت حضوری یا غیرحضوری از طریق تلفن یا اینترنت باشد. برای ثبت این اطلاعات با توجه به نوع خدماتی که ارائه می‌شود فرم‌های مختلفی وجود دارد.

جست و جو کنید

واحد تولیدی وخدماتی مونتاژ و دمونتاژ قطعات SMD چه فرم‌هایی نیاز دارد؟ با مراجعه به رسانه‌های مختلف، جست‌وجو کنید و این فرم را بیابید و نتیجه را از طریق بارش فکری در کارگاه به بحث بگذارید.

## ۴ـ۸ انواع فرم ثبت اطلاعات

واحدهای نمایندگی و خدمات پس از فروش کالا علاوه بر فهرست وارسی (شرح وظایف)، نمون برگ‌های متفاوتی برای تنظیم مستندات خود تهیه می‌کنند، که این نمون برگ‌ها می‌تواند شامل فرم‌های سفارش کالا، قبض رسید و ثبت خرابی کالا و اعلام آن به واحد خدمات پس از فروش، گواهی انجام کار، برگه گارانتی، وارانتی و فاکتور فروش باشند.



درخواست خرید

شماره :

تاریخ : / / ۱۳

| ردیف | ردیف و شمارهٔ درخواست | تاریخ درخواست | شرح | تعداد | واحد | تأخیر | کسور | توضیح |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

مدارکات : (امضا)

نظر رئیس کارگاه :

تاریخ و امضاء :

توافقات و اقدامات نهائی :

تاریخ اجرای اقدامات :

تاریخ و امضاء :

توزیع نسخ ۱- واحد متقاضی ۲- رئیس کارگاه

شکل ۳ـ۸ نمونه نمون برگ درخواست خرید کالا

■ **سفارش کالا:** برای تولید یک دستگاه، ابتدا باید قطعات مورد نیاز را پس از انتخاب و تأیید، سفارش دهند. در شکل ۳ـ۸ یک نمونه نمون برگ درخواست خرید کالا نشان داده شده است.

■ **فرم یا قبض رسید تحویل کالا**

هنگام پذیرش کالا یا یک بُرد معیوب حتماً باید رسیدی بابت آنچه که مشتری تحویل می‌دهد به وی داده شود. این رسید می‌تواند به‌صورت دستی یا فرم از قبل طراحی شده باشد. رسید تحویل کالا در دو نسخه تکمیل شده و به مشتری داده می‌شود. یک نمونه فرم طراحی و چاپ شده رسید تحویل کالا را در شکل ۴ـ۸ ملاحظه می‌کنید. این فرم شامل مشخصاتی به شرح زیر است:



تعمیرگاه مرکزی

قبض رسید دستگاههای تعمیرگاه

شماره : ۰۱۹۸۴

تاریخ :

نام و مشخصات شرکت خدمات دهنده

نام مشتری : آدرس : تلفن :

نوع دستگاه : مارک : مدل : شماره سریال :

نام تکنسین : شماره انجام کار : / شماره فاکتور :

شرح ایرادات :

متعلقات :

توجه : این قبض از تاریخ صدور بمدت یک ماه اعتبار دارد و ارائه دهنده قبض صاحب کالا شناخته می شود.

* در صورت انصراف از تعمیر، هزینه سرویس انجام شده و قطعات تعویضی غیر قابل برگشت، دریافت خواهد شد. *

*** در صورت عدم درخواست اعلام هزینه تعمیرات از سوی مشتری، هزینه پایین تر از ..... تومان اعلام نمی گردد . ***

مهر و امضاء پذیرش : نام و امضاء تحویل گیرنده : نام و امضاء تحویل دهنده :

شکل ۴ـ۸ نمونه فرم قبض رسید تعمیرگاه

فعالیت گروهی

یک نمونه فرم درخواست خرید برای یک عدد مولتی متر، یک عدد هویه قلمی و ۱۰۰ گرم لحیم مفتولی تهیه کنید. هر یک از اعضای گروه فرم را پر کند، سپس فرم‌های تهیه شده را به بحث بگذارید و اشکالات را برطرف کنید. نتیجه را در قالب گزارش به کلاس ارائه دهید.

☑ **مشخصات مشتری:** شامل نام، آدرس، تلفن و احتمالاً آدرس پست الکترونیکی است.
مشتری می‌تواند حقیقی یا حقوقی باشد. مشتری حقیقی شخص بوده و معمولاً برای ثبت صحیح مشخصات نام و نام‌خانوادگی مشتری ثبت می‌گردد. مشتری حقوقی شامل شرکت‌های خصوصی، ادارات دولتی یا بانک‌ها است. در قبض رسید نام شرکت و نام نماینده شرکت درج می‌شود.

☑ **مشخصات فنی بُرد:** اینکه بُرد متعلق به چه دستگاهی است را باید هنگام تحویل بُرد مشخص کنیم. در این مرحله هر قدر اطلاعات بیشتری از مشتری دریافت کنیم، سرعت و کیفیت تعمیر بُرد بالاتر خواهد رفت.

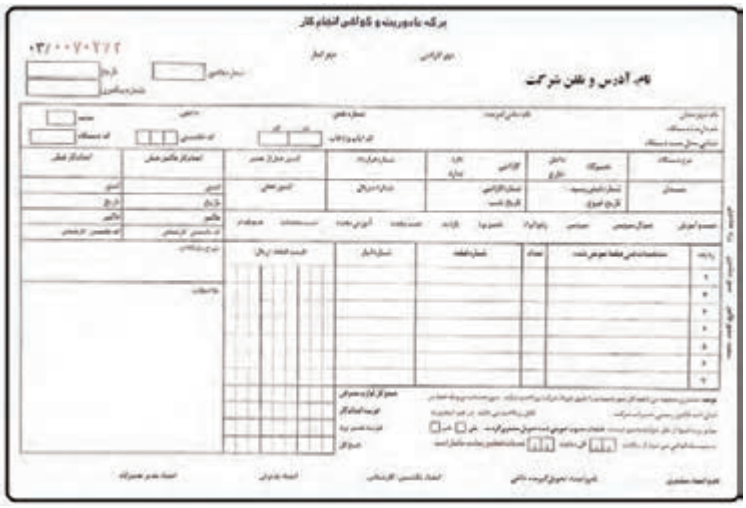
☑ **متعلقات تحویل گرفته شده همراه بُرد:** هنگام تحویل گرفتن بُرد معیوب لازم است متعلقات ضمیمه بُرد ثبت شود تا هنگام عودت آن به مشتری مشکلی به وجود نیاید و همچنین علامت تجاری و مدل دستگاه باید نوشته شود.

☑ **مشخص کردن معایب ظاهری بُرد:** شرح حال کامل بُرد معیوب را با پرسش‌هایی مانند:
الف) آیا نوسان برق داشته اند؟
ب) آیا مایعی روی دستگاه ریخته شده است؟
را از مشتری دریافت می‌کنیم. بخشی از اطلاعات نیز از ظاهر بُرد قابل استخراج است. قطعاتی مانند فیوزهای شیشه‌ای، مقاومت‌ها و دیودها هنگام سوختن تغییر شکل می‌دهند و معیوب بودن آنها روی بُرد ظاهر می‌شود. پس از ثبت اطلاعات، قبض رسید به امضاء هر دو طرف می‌رسد. قبض رسید معمولاً در دو نسخه و با یک شماره تهیه می‌شود.

## ■ کاربرگ گواهی انجام کار

**فرم گواهی انجام کار تعمیرات، تشخیص گارانتی و اخذ رضایت‌نامه:** این فرم معمولاً در شرکت‌های خدماتی به ویژه در واحدهای خدمات پس از فروش استفاده می‌شود. این فرم را برگه مأموریت و گواهی انجام کار نیز می‌گویند، شکل ۵ـ۸. صفحه اصلی نمون برگ گواهی انجام کار است که تمام کارهای انجام شده روی بُرد یا دستگاه تعمیری در آن ثبت می‌شود. این اطلاعات می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

☑ رفع ایراد مکانیکی یا تعمیرات انجام شده روی بُرد
☑ نصب لوازم جانبی روی بُرد
☑ آموزش چگونگی کار با دستگاه



شکل ۵ـ۸ نمونه فرم گواهی انجام کار

از نکات مهمی‌که در این فرم حتماً باید قید شود، مشخصات قطعاتی است که برای تعمیر دستگاه یا بُرد استفاده شده است. مشخصات این قطعات باید به صورت کامل در فرم ذکر شود.

نکته

معمولاً دستگاه‌های مختلف از یک برند، براساس مدل و شماره سریال دسته‌بندی می‌شوند. شماره سریال می‌تواند ترکیبی از اعداد و حروف باشد. براساس شماره سریال می‌توان ثبت و جست‌وجو یک دستگاه یا بُرد خاص را انجام داد.

توجه

اطلاعات کامل این نمون برگ و چگونگی پر کردن آن در کتاب همراه هنرجو آمده است.

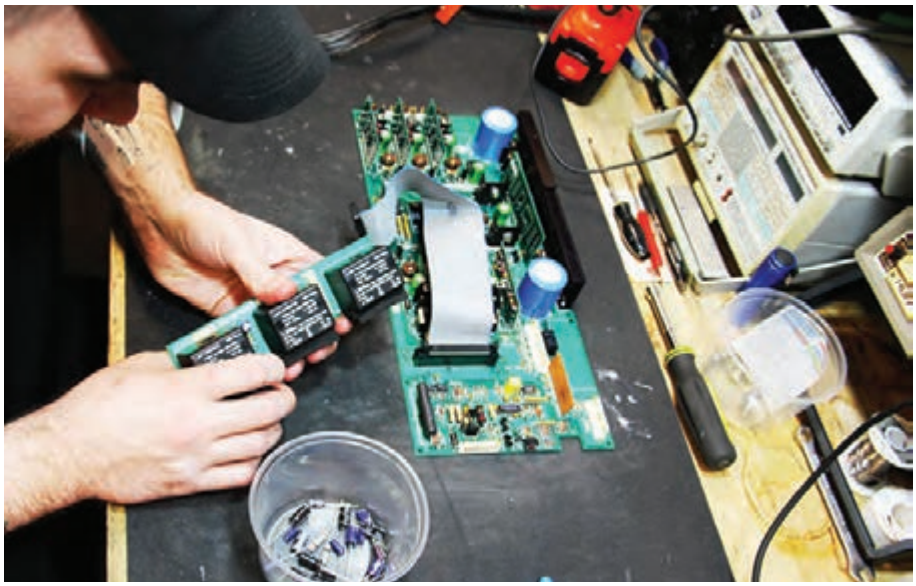
فعالیت

مدل و سریال دستگاه‌های الکترونیکی اطراف خود را پیدا کرده و با هم مقایسه کنید. نتیجه را در قالب یک گزارش ارائه دهید.

### ■ فرم درخواست کالا و حواله خروج از انبار

در بسیاری از کارهای تعمیراتی نیاز به تعویض قطعات معیوب است، شکل ۶ـ۸. در شرکت‌های بزرگ معمولاً این قطعات توسط فرم درخواست کالا که توسط تعمیرکار پر شده است، به تأیید می‌رسد و سپس برگه حواله خروج از انبار صادر می‌شود.

شکل ۷ـ۸ یک نمونه ساده برگ خروج کالا از انبار را نمایش می‌دهد. این فرم می‌تواند محلی برای ذکر نام یا کد تعمیرکار درخواست کننده و امضای وی و مدیر تعمیرگاه را داشته باشد.



**شکل۶ـ۸ تعمیر برد الکترونیک**

نکته

نمونه برگه درخواست کالا در کتاب همراه هنرجو آمده است.

## حواله خروج از انبار

شماره :

تاریخ : .....

نام طرف حساب: .....

| ردیف | کد کالا | نام کالا | تعداد کارتن | تعداد واحد | نرخ | مبلغ | | | توسط حسابدار تکمیل گردد |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | توسط انبار تکمیل گردد |
| ۱ | | | | | | | | | |
| ۲ | | | | | | | | | |
| ۳ | | | | | | | | | |
| ۴ | | | | | | | | | |
| ۵ | | | | | | | | | |
| کالای فوق صحیح و سالم و به طور کامل تحویل داده شد. | | | | | جمع | | | | |

| نام تحویل گیرنده: | نام تحویل دهنده(انبار): | نام تاییدکننده ( مدیریت): |
|---|---|---|
| امضاء | امضاء | امضاء |

سفید:مشتری  سبز:حسابداری  زرد:انبار

**شکل ۷ـ۸ نمونه فرم درخواست قطعه یدکی از انبار**

نکته

توضیحات مربوط به مندرجات حواله خروج از انبار و چگونگی پر کردن آن در کتاب همراه هنرجو آمده است.

### کارت گارانتی (ضمانت‌نامه) و وارانتی

احتمالاً بارها عبارات گارانتی و وارانتی را از فروشنده‌های مختلف شنیده‌اید یا نام آنها را روی محصولات مختلف دیده‌اید، شکل ۸ـ۸ یک نمونه واقعی برگه گارانتی را نشان می‌دهد. کلمات گارانتی و وارانتی علاوه بر شباهت اسمی‌دارای عملکردی شبیه به هم هستند اما تفاوت بزرگی نیز دارند. برخی از محصولات به دلخواه فروشنده و تولیدکننده دارای گارانتی یا وارانتی و یا هر دوی آنها هستند تا اطمینان مشتری را بیشتر جلب کنند. گارانتی در واقع قولی است که فروشنده یا تولیدکننده به عنوان ضمانت کیفیت کالای تولید شده یا مورد فروش به مشتری می‌دهد، تا اگر شرایط خاصی اتفاق افتاد این قول عملی شود. وقتی شما محصولی را خریداری می‌کنید که دارای گارانتی است، به این معنی است که تا زمان مشخصی محصول شما بایستی به‌درستی کار کند و در صورت خرابی، اصل پول به شما بازگردانده می‌شود و یا محصول خراب با یک محصول مشابه نو و سالم جایگزین می‌گردد.




**شکل ۸ـ۸ کارت گارانتی**

نکته

بسیاری از شرکت‌های تولیدی معتبر، به منظور جذب مشتری بیشتر برخی از بندها را تغییر می دهند، یا نادیده می‌گیرند و خدمات بیشتری را در زمینه گارانتی ارائه می‌دهند. همچنین برخی از محصولات مانند دستگاه کپی دارای گارانتی خاص هستند. مثلاً دستگاه در قبال یک سال کارکرد یا حداکثر ۱۰،۰۰۰ برگ کپی گارانتی می‌شود. در مورد خودرو هم این مسئله صدق می‌کند.

دوره وارانتی طولانی تر از زمان گارانتی است. به‌این معنی که محصول در دوره بیشتری استفاده می‌شود ولی در آن بازگشت دستگاه و دریافت پول از فروشنده وجود ندارد، شکل۹ـ۸. در وارانتی، محصول در زمان مشخصی که بیشتر از دوره گارانتی است با همان مشخصات اولیه تضمین می‌شود. همچنین اگر در این زمان محصول با مشکلی روبرو شد هزینه تعمیر و تعویض قطعات به عهده فروشنده و ارائه دهنده خدمات است.




**شکل ۹ـ۸ کارت وارانتی**

☑ **ویژگی‌های برگه گارانتی و وارانتی:** در هنگام ارائه و تکمیل کارت گارانتی و وارانتی مشخصات کالای تولید شده یا مورد فروش به‌صورت کامل و با دقت روی کارت توسط ارائه دهنده خدمات ذکر 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 می‌شود. موارد خارج از گارانتی می‌تواند به شرح زیر باشد:

۱ استفاده غیر اصولی از دستگاه
۲ نوسانات برق
۳ عدم درج تاریخ خرید و مهر ارائه دهنده خدمات روی کارت گارانتی یا وارانتی
۴ دست کاری بُرد یا دستگاه توسط تعمیرکاران غیر مجاز
۵ تغییر دادن یا مخدوش نمودن شماره سریال یا دیگر مندرجات کارت گارانتی یا وارانتی
۶ هرگونه خرابی ناشی از ضربه، شکستگی و کسری لوازم

بارش فکری

به نظر شما چه مواردی می‌تواند گارانتی یا وارانتی یک دستگاه را باطل کند؟ در مورد آنها جست‌وجو کنید و نتیجه را از طریق بارش فکری در کارگاه به بحث بگذارید.

نکته

در برخی از شرکت‌های شناخته شده و معتبر همان فاکتور فروش جنبهٔ ضمانت و گارانتی یا وارانتی را دارد. اما در بسیاری از موارد مشتری در ارتباط با گارانتی یا وارانتی دچار مشکل می‌شود. زیرا در زمان خرید کالا، برگه مربوطه به‌طور دقیق پر نشده و به مهر و امضای فروشنده نرسیده است. باید همواره توجه داشته باشیم که فاکتور، برگه گارانتی، برگه وارانتی، بدون شماره، بدون درج دقیق مشخصات فنی دستگاه، بدون مهر و بدون امضای فروشنده، هیچ اعتبار قانونی از نظر گارانتی و وارانتی ندارد.

## ۵ـ۸ ثبت اطلاعات در رایانه

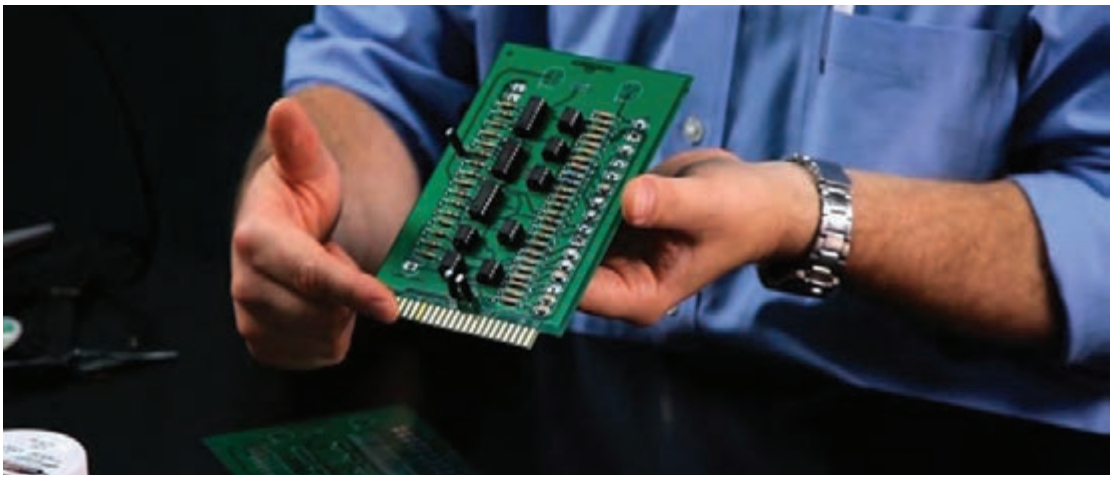
امروزه نرم‌افزارهای پذیرش مختلفی طراحی و ارائه شده‌اند تا تمامی اطلاعات مشتری و کالا یا سفارش پذیرش شده پس از ثبت دستی در رایانه ثبت و قابل بررسی و استخراج باشند، شکل ۱۰ـ۸. به‌این ترتیب فرایند بررسی سوابق بر اساس نام مشتری، شماره سریال و موارد مشابه آن با صرف زمان کمتری قابل دسترسی است. به‌این ترتیب اطلاعات را می‌توان به‌صورت غیرحضوری از مشتری دریافت و در رایانه ثبت نمود، یا به صورت آنلاین و اینترنتی اطلاعات را از مشتری دریافت کرد.




شکل ۱۰ـ۸ ثبت اطلاعات

☑ **ثبت سفارش تهیه فیبر مدار چاپی:**

هزینه تولید مدار چاپی به عوامل بسیار متنوعی مانند تعداد سوراخ‌ها (Pads) و شکل هندسی بُرد فیبرمدار چاپی بستگی دارد. عموماً برای سفارش فیبرهای مدار چاپی هزینه‌های زیر در نظر گرفته می‌شود، شکل ۱۱ـ۸.



**شکل ۱۱ـ۸ سفارش طراحی فیبر مدار چاپی**

- **هزینه تهیه فیلم:** برای هر لایه فیبر مدار چاپی یک فیلم جداگانه تهیه می‌شود. برای تیراژ تولید مختلف فیبر مدار چاپی فقط یک بار فیلم آماده می‌شود. نرخ فیلم بر اساس طول و عرض بُرد بر حسب سانتی‌متر، یعنی مساحت فیبر تعیین می‌شود.
- **هزینه تولید یک فیبر نمونه:** هزینه تولید فیبر نمونه با توجه به نوع فیبر مدار چاپی (فنولی ـ فایبر گلاس)، تعداد و چاپ رو و پشت آن تعیین می‌شود.
- **هزینه چاپ راهنمای نصب قطعات روی بُرد و لاک محافظ:** چاپ راهنمای نصب قطعات، در هنگام جای‌گذاری قطعات روی فیبر سرعت مونتاژ بُرد فیبر مدار چاپی را افزایش می‌دهد.
- **هزینه سوراخ‌کاری:** سوراخ‌کاری بُرد در تیراژ بالا با دستگاه خودکار CNC انجام می‌شود.
- **سفارش چاپ فیبر به دو صورت :** شامل، سفارش طراحی بُرد مدار چاپی با نقشه و سفارش مونتاژ بُرد مدار چاپی انجام می‌شود.

در شکل ۱۲ـ۸ یک نمونه از فرم اینترنتی ثبت سفارش فیبر مدار چاپی را ملاحظه می‌کنید. مشخصات و اطلاعات مشتری که شامل نام، نام‌خانوادگی و شماره تماس می‌باشد. در این مرحله می‌توان مشخصات کامل تری مانند کد ملی شخص یا آدرس ایمیل برای مکاتبات بعدی را نیز ثبت نمود.




**شکل۱۲ـ۸ نمونه فرم ثبت سفارش ساخت PCB به صورت اینترنتی**

فعالیت

با مراجعه به سایت‌های اینترنتی مرتبط، چگونگی پر کردن فرم ثبت سفارش ساخت و استعلام هزینه را بیابید و آن را در قالب یک گزارش به کلاس ارائه دهید.

## چگونگی پر کردن فرم ثبت سفارش PCB اینترنتی

با توجه به نیاز و مورد سفارش، مشتری مشخصات بُرد سفارشی و تعداد سفارش را ثبت می‌نماید. نوع فیبر و یک رو یا دو رو بودن فیبر را انتخاب می‌کند. در صورتی که شماتیک مدار توسط مشتری تهیه شده باشد در بخشی از این فرم امکان بارگذاری (UPLOAD) نمودن این نقشه وجود دارد. در بخش راهنما می‌توان حداکثر اندازه فایل مورد قبول و فرمت آن را متذکر شد. در پایان تعداد سفارش مورد نظر مشتری درج می‌گردد. پس از اتمام مراحل تکمیل فرم، پیامی به‌صورت پیامک یا ایمیل برای مشتری ارسال می‌گردد که از اتمام مراحل سفارش و نحوه قیمت‌دهی خبر می‌دهد. در بعضی از فرم‌های اینترنتی با توجه به ابعاد و تعداد سفارش امکان قیمت‌دهی فوری به همان صورت اینترنتی وجود دارد.

شرکت‌های معتبر از نرم‌افزارهای ویژه برای ثبت مشخصات مشتری و ارائه کدپیگیری استفاده می‌کنند که اطمینان بیشتری برای مشتری ایجاد می‌کند. قبل از سفارش ساخت فیبر مدار چاپی بهتر است یک استعلام هزینه طراحی و ساخت فیبر مدار چاپی از شرکت‌های مرتبط تهیه کنید. این کار را می‌توانید با حضور در محل شرکت انجام دهید. همچنین به‌صورت غیرحضوری با مکالمه تلفنی با سفارش گیرنده شرکت یا مراجعه به آدرس وب گاه شرکت هزینه سفارش خود را جویا شوید.

نکته

صفحات طراحی شده برای ثبت سفارش و مراحل آن متفاوت بوده و هر مؤسسه‌ای الگوی خاص خود را دارد.

کار عملی۱

**تهیه 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 ۱ـ۸ را بنویسید.

**جدول ۱ـ۸**

| 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 ۲ـ۸ را از آنها بپرسید و در جدول یادداشت کنید.

**جدول ۲ـ۸**

| ردیف | اطلاعات و خدمات به مشتری | | تعداد | هزینه | زمان تحویل | ضمانت یا گارانتی در کیفیت کار |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | طراحی نقشه فیبر مدارچاپی | یک رو | | | | |
| | | دو رو | | | | |
| ۲ | چاپ راهنمای قطعه و لاک محافظ و سوراخ‌کاری | یک رو | | | | |
| | | دو رو | | | | |
| | | متالیزه | | | | |
| ۳ | مونتاژ قطعات روی فیبر | یک رو | | | | |
| | | دو رو | | | | |
| ۴ | سرویس و تعمیر دستگاه یا بُردهای الکترونیکی | | | | | |
| ۵ | مشاوره در طراحی و ساخت پروژه‌های الکترونیکی | | | | | |

۳ برای هر واحد تجاری جدول ۲ـ۸ 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 ۱ـ۸ و ۲ـ۸ را براساس اطلاعاتی که آنان می‌دهند پر کنید.

## ۶ــ۸ صدور فاکتور

پس از طی تمام مراحل، جهت اخذ دستمزد کار انجام شده فاکتور تنظیم و صادر می‌گردد.
در صورتی‌که صادر کننده فاکتور به عنوان شخص حقوقی این کار را انجام می‌دهد ملزم به اخذ کد اقتصادی و شناسه ملی از سازمان امور مالیاتی کشور است. فاکتور شامل مشخصات ثابتی از صادر کننده فاکتور است که در کلیه فاکتورهای صادر شده مشترک هستند. این مشخصات شامل نام و آدرس کامل، تلفن، کد اقتصادی، شناسه ملی، کد پستی و شماره ثبت است.
صدور فاکتور می‌تواند به‌صورت دستی یا نرم‌افزاری باشد. فاکتور پس از صدور به مهر شرکت ممهور می‌شود. شکل ۱۳ــ۸ یک نمونه فاکتور با مشخصات کامل را نمایش می‌دهد. این نمونه فاکتور مورد تأیید سازمان امور مالیاتی کشور است.

شماره سریال :
تاریخ : / /

**صورتحساب فروش کالا و خدمات**

مشخصات فروشنده

نام شخص حقیقی / حقوقی :شرکت دستپخت مادر بزرگ — شماره اقتصادی : — شماره ثبت / شماره ملی :
نشانی کامل : استان : — شهرستان : — کد پستی ۱۰ رقمی : — شهر :
نشانی : — شماره تلفن / نمابر :

مشخصات خریدار

نام شخص حقیقی / حقوقی ..... — شماره اقتصادی : — شماره ثبت / شماره ملی :
نشانی کامل : استان : ..... — شهرستان : ..... — کد پستی ۱۰ رقمی : — شهر : .....
نشانی : ..... — شماره تلفن / نمابر : .....

مشخصات کالا یا خدمات مورد معامله

| ۱ ردیف | ۲ کد کالا | ۳ شرح کالا یا خدمات | ۴ تعداد/ مقدار | ۵ واحد اندازه گیری | ۶ مبلغ واحد (ریال) | ۷ مبلغ کل (ریال) | ۸ مبلغ تخفیف | ۹ مبلغ کل پس از تخفیف (ریال) | ۱۰ جمع مالیات و عوارض (ریال) | ۱۱ جمع مبلغ کل بعلاوه جمع مالیات و عوارض (ریال) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | جمع کل | | | | | |

شرایط و نحوه فروش : نقدی ☐ غیر نقدی ☐
توضیحات : .....

مهر و امضاء فروشنده — مهر و امضاء خریدار

**شکل ۱۳ــ۸ نمونه فاکتور کامل**

شرکت‌های معتبر معمولاً بین یک تا سه ماه پس از تاریخ صدور فاکتور، دستگاه یا بُرد تعمیری را از همان ناحیه که تعمیر شده است گارانتی تعمیرات می‌کنند. این موضوع می‌تواند در بخشی از فاکتور قید گردد تا موجب اطمینان خاطر بیشتری برای مشتری شود.
شماره سریال فاکتور منحصر به فرد بوده و با تاریخ صدور پیاپی صادر می‌شود. به عنوان مثال اگر فاکتور

شماره ۲۰۱۵ در تاریخ ۹۶/۶/۱ صادر شده باشد، فاکتور شماره ۲۰۱۶ نمی‌تواند دارای تاریخ ۹۶/۵/۳۱ باشد. هنگام تحویل کالای تولید شده، کلیه برگه‌ها و مستندات تنظیم و تکمیل می‌شود و به امضاء مشتری می‌رسد. همچنین هنگام تحویل دستگاه یا بُرد تعمیر شده، روی فرم انجام کار از مشتری امضا گرفته می‌شود و نسخه مربوط به مشتری تحویل مشتری می‌گردد. توجه داشته باشید درج مشخصات کامل مشتری در فاکتورهای رسمی‌اجباری است.

کار عملی۲

### طراحی یک نمونه فرم پذیرش تعمیر بُرد و تکمیل آن

**هدف:** کسب مهارت در ارتباط با تهیه و تنظیم نمون برگ‌های مختلف مورد نیاز

**مواد، ابزار و تجهیزات:** لوازم التحریر، رایانه ، اینترنت

**مراحل اجرای کار:**

۱ با مراجعه به بازار قطعات الکترونیک و فروش رایانه و لوازم جانبی شهر محل اقامت خود، برای وسایل و دستگاه‌های خواسته شده در جدول ۳ـ۸ استعلام قیمت خرید تهیه کنید. سپس اطلاعات خواسته شده در جدول ۳ـ۸ را بنویسید.

**جدول ۳ـ۸**

| ردیف | نام وسیله یا دستگاه | مدل و نام شرکت سازنده | قیمت | گارانتی ـ وارانتی | مدت گارانتی |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | هویه هوای گرم SMD | | | دارد ☐ ندارد☐ | |
| ۲ | منبع تغذیه ۳۰ تا ۰ ولت با تغذیه ثابت ۵ ولتی | | | دارد ☐ ندارد☐ | |
| ۳ | دریل شارژی | | | دارد ☐ ندارد☐ | |
| ۴ | پروگرامر میکروکنترلر | | | دارد ☐ ندارد☐ | |
| ۵ | مولتی متر دیجیتالی | | | دارد ☐ ندارد☐ | |
| ۶ | جعبه ابزار الکترونیک | | | دارد ☐ ندارد☐ | |

۲ با مراجعه به سایت‌های اینترنتی سه نمونه پیش فاکتور برای قطعات و دستگاه‌های مندرج در جدول ۳ـ۸ دریافت کنید. سپس در گروه کاری خود، پیش فاکتورها را به بحث بگذارید و کامل‌ترین و مناسب‌ترین پیش فاکتور را با ذکر دلیل در قالب یک گزارش کوتاه ارائه کنید.

## ارزشیابی شایستگی

**شرح کار:**

۱ تهیه فهرست وارسی به‌منظور تهیه مستندات

۲ تدوین و تکمیل نمون برگ‌های ثبت اطلاعات دستگاه

۳ ثبت اطلاعات در رایانه و تنظیم مستندات

۴ تنظیم مستندات و اخذ تأییدیه از مشتری

**استاندارد عملکرد:**

ارائه مشاوره و تنظیم کلیه مستندات مانند تفاهم‌نامه، برگه گارانتی، خدمات پس از فروش و تحویل آن به کاربر در برابر اخذ رسید.

**شاخص‌ها:**

۱ تدوین فهرست وارسی برای یکی از فعالیت‌ها (۲۰ دقیقه)

۲ تکمیل فرم‌های مختلف از هر نمونه حداقل یک برگ (۲۰ دقیقه)

۳ ثبت اطلاعات در رایانه برای حداقل یک پروژه به‌طور کامل (۲۰ دقیقه)

۴ تنظیم مستندات مربوط به فاکتورها و رضایت‌نامه از مشتری (۲۰ دقیقه)

**شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:**

**شرایط :** مکان مناسب انجام کار با کف عایق یا آنتی استاتیک ـ نور مناسب برای خواندن و نوشتن ـ ابعاد حداقل ۶ مترمربع و دارای تهویه یا پنجره ـ دمای طبیعی (۱۸C°ـ۲۷C°) مجهز به وسایل اطفاء حریق ـ میزکار استاندارد با ابعاد L۱۸۰ ×D۸۰×H۸۰ cm ـ انجام کار در حال نشسته یا ایستاده ـ رایانه ـ پرینترـ لوازم‌التحریر

**معیار شایستگی:**

| ردیف | مراحل کار | حداقل نمره قبولی از ۳ | نمره هنرجو |
|---|---|---|---|
| ۱ | تهیه فهرست وارسی به‌منظور تهیه مستندات | ۲ | |
| ۲ | تدوین و تکمیل نمون برگ‌های ثبت اطلاعات دستگاه | ۲ | |
| ۳ | ثبت اطلاعات در رایانه و تنظیم مستندات | ۲ | |
| ۴ | تنظیم مستندات و اخذ تأییدیه از مشتری | ۱ | |
| | شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش:<br>۱ـ رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها<br>۲ـ دقت و تمرکز در اجرای کار<br>۳ـ شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر<br>۴ـ اخلاق حرفه‌ای | ۲ | |
| | **میانگین نمرات** | | * |

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

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی جهت ایفای نقش خطیر خود در اجرای سند تحول بنیادین در آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، مشارکت معلمان را به‌عنوان یک سیاست اجرایی مهم دنبال می‌کند. برای تحقق این امر در اقدامی نوآورانه سامانه تعاملی بر خط اعتبارسنجی کتاب‌های درسی راه‌اندازی شد تا با دریافت نظرات معلمان دربارهٔ کتاب‌های درسی نونگاشت، کتاب‌های درسی را در اولین سال چاپ، با کمترین اشکال به دانش‌آموزان و معلمان ارجمند تقدیم نماید. در انجام مطلوب این فرایند، همکاران گروه تحلیل محتوای آموزشی و پرورشی استان‌ها، گروه‌های آموزشی و دبیرخانهٔ راهبری دروس و مدیریت محترم پروژه آقای محسن باهو نقش سازنده‌ای را بر عهده داشتند. ضمن ارج نهادن به تلاش تمامی این همکاران، اسامی دبیران و هنرآموزانی را که در این زمینه همکاری داشته و با ارائهٔ نظرات خود سازمان را در بهبود محتوای این کتاب یاری کرده‌اند به شرح زیر اعلام می‌شود.

**کتاب مونتاژ و دمونتاژ SMD و مستندسازی ـ کد ۲۱۱۲۷۶**

| ردیف | نام و نام خانوادگی | استان محل خدمت | ردیف | نام و نام خانوادگی | استان محل خدمت |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | هادی بیدختی | خراسان جنوبی | ۱۰ | مصطفی پلنگی | همدان |
| ۲ | کاظم جامعی | گیلان | ۱۱ | امین رضایی | هرمزگان |
| ۳ | سعید هادی | اصفهان | ۱۲ | بهنام کرمی | کردستان |
| ۴ | مرتضی کرمی | شهرستانهای تهران | ۱۳ | حمید ایلدرآبادی | خراسان شمالی |
| ۵ | علی اکبر دنکوب | گلستان | ۱۴ | امیر شایان | آذربایجان غربی |
| ۶ | حسین فتانت خواه | آذربایجان شرقی | ۱۵ | محمد علی نقاش نژاد | یزد |
| ۷ | محمدفاضل فرهادی | زنجان | ۱۶ | هادی حاجی ملاعلی | شهرتهران |
| ۸ | محمدرضا شکوهی نیا | خراسان رضوی | ۱۷ | کاظم صباغیان | یزد |
| ۹ | منیره کاکویی | مازندران | | | |

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

**سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی**

Www.IranEstekhdam.Ir

## «لینک‌های مفید و مرتبط»

**دانلود منابع آزمون استخدامی هنرآموز الکترونیک**

**خرید و دانلود**

**دانلود نمونه سوالات آزمون استخدامی هنرآموز الکترونیک**

**خرید و دانلود**

سرویس خصوصی خدمات عام المنفعه اخبار شغل و استخدام

Www.IranEstekhdam.Ir

خواننده گرامی؛ در جهت بهبود کیفیت این فایل؛ لطفاً هرگونه انتقاد و پیشنهاد خود در مورد مطالب آن

و یا گزارش مشکل را به آدرس ایمیل و یا با شماره تلفن زیر مطرح نمایید:

شماره تلفن تماس: ۰۲۱-۹۱۳۰۰۱۱۳ آدرس ایمیل: soal@iranestekhdam.ir