

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# ساخت پروژه (برد الکترونیکی دستگاه)

رشته الکترونیک

گروه برق و رایانه

شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه یازدهم دوره دوم متوسطه



وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



نام کتاب: ساخت پروژه (برد الکترونیکی دستگاه) - ۲۱۱۲۷۵

پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: سید محمود صموتی، شهرام نصیری سوادکوهی، محمود شبانی، رسول ملک محمد، مهین ظریفیان

جولایی، فرشته داودی و سهیلا ذوالفقاری (اعضای شورای برنامه‌ریزی)

شهرام نصیری سوادکوهی (فصل‌های اول تا پنجم)، مرتضی کرمی (فصل‌های اول و دوم)، هادی

بیدختی (پروژه‌های فصل سوم)، محمد مرسلی (پروژه واحد یادگیری ۶ فصل چهارم) و اکبر نور محمدی

(پروژه واحد یادگیری ۷ فصل پنجم) (اعضای گروه تألیف) - رسول ملک محمد (ویراستار فنی)

مدیریت آماده‌سازی هنری: اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

شناسه افزوده آماده‌سازی: جواد صغری (مدیر هنری) - نیما صابر (صفحه‌آرا) - شورای برنامه‌ریزی رشته الکترونیک (طرح روی جلد،

عکاسی و رسامی)

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

تلفن: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۰۹۲۶۶۰۸۸۳، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

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

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

تلفن: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۰۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹-۳۷۵۱۵

چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ سوم ۱۳۹۸

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



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

**پودمان اول: کار با نرم افزار طراحی مدار چاپی**

واحد یادگیری ۱: شایستگی کار با نرم افزارهای پیشرفته طراحی مدار چاپی..... ۲

۱-۱- تجهیزات و ابزار مورد نیاز کارگاه..... ۳

۱-۲- یادآوری طراحی مدار چاپی ..... ۳

۱-۳- معرفی نرم افزارهای پیشرفته طراحی مدار چاپی ..... ۴

۱-۴- نصب و راه اندازی نرم افزار آلتیوم دیزاینر ..... ۵

۱-۵- معرفی محیط نرم افزار آلتیوم دیزاینر ..... ۶

۱-۶- مراحل طراحی مدار چاپی با نرم افزار آلتیوم دیزاینر ..... ۸

۱-۷- جاگذاری و وارد کردن قطعات و استفاده از کتابخانه ..... ۱۳

۱-۸- ایجاد پروژه PCB جدید ..... ۲۱

۱-۹- عملیات جای گذاری قطعات بر روی فیبر مدار چاپی ..... ۲۷

۱-۱۰- تنظیم لایه های برد مدار چاپی ..... ۳۰

۱-۱۱- طراحی پدها و مسیرها روی فیبر خام مدار چاپی در نرم افزار ..... ۳۱

نمونه آزمون عملی نرم افزاری پایان واحد یادگیری (۱) ..... ۳۴

**پودمان دوم: طراحی مدار چاپی با نرم افزار پیشرفته**

واحد یادگیری ۲: شایستگی طراحی پروژه کاربردی با آی سی آنالوگ ..... ۳۸

۲-۱- مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز..... ۳۹

۲-۲- معرفی چند نمونه از آی سی های آنالوگ ..... ۳۹

۲-۳- استخراج اطلاعات مهم از برگه اطلاعات (دیتاشیت) ..... ۴۱

۲-۴- برخی کاربردهای متداول آی سی ..... ۴۵

۲-۵- اجرای طرح مدار چاپی پروژه منبع تغذیه متغیر ..... ۴۷

۲-۶- پروژه منبع تغذیه متقارن با ولتاژ خروجی قابل تنظیم..... ۴۹

۲-۷- آی سی زمان سنج NE۵۵۵ ..... ۵۳

۲-۸- مدار کاربردی با آی سی ۵۵۵ ..... ۵۷

آزمون نظری پایان واحد یادگیری (۲) ..... ۶۵

آزمون نظری نرم افزاری پایان واحد یادگیری (۲) ..... ۶۶

واحد یادگیری ۳: شایستگی چاپ و آماده سازی طرح رو و پشت برد مدار چاپی، مونتاژ و راه اندازی مدار..... ۶۸

۳-۱- مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز..... ۶۹

۳-۲- روش های ساخت فیبر مدار چاپی ..... ۶۹



۷۳	..... ۳-۳- لامینت کاری در صنعت
۷۴	..... ۳-۴- انتقال طرح روی فیبر
۷۵	..... ۳-۵- نوردهی و ظهور فیبر
۷۶	..... ۳-۶- اسیدکاری فیبر
۷۶	..... ۳-۷- سوراخ کاری فیبر
۷۷	..... الگوی آزمون نظری پایان واحد یادگیری (۳)
۷۸	..... الگوی آزمون عملی پایان واحد یادگیری (۳)

### پودمان سوم: پروژه کاربرد آنالوگ

۸۲	..... واحد یادگیری ۴: مونتاژ پروژه کاربردی آنالوگ
۸۳	..... ۴-۱- مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز
۸۳	..... ۴-۲- تقویت کننده های چند طبقه
۸۵	..... ۴-۳- اتصال تقویت کننده ها به یکدیگر
۸۹	..... ۴-۴- زوج دارلینگتون
۹۳	..... ۴-۵- ترانزیستور اثر میدان
۹۴	..... ۴-۶- ترانزیستور با اثر میدان پیوندی یا JFET (Junction Field Effect Transistor)
۹۵	..... ۴-۷- مقادیر در حد FET
۱۰۰	..... ۴-۸- تغذیه JFET
۱۰۰	..... ۴-۹- موارد کاربرد ترانزیستورهای اثر میدان
۱۰۳	..... ۴-۱۰- ترانزیستور اثر میدان با گیت عایق شده یا IGFET (Insulated Gate FET)
۱۰۴	..... ۴-۱۱- عملکرد MOSFET به عنوان کلید (Mosfet Switching Operation)
۱۰۶	..... ۴-۱۲- شکل ظاهری ترانزیستورهای FET
۱۰۷	..... ۴-۱۳- تقویت کننده تفاضلی
۱۰۹	..... ۴-۱۴- تقویت کننده عملیاتی
۱۱۲	..... ۴-۱۵- بهره و لتاژ حلقه باز
۱۱۳	..... ۴-۱۶- کاربردهای تقویت کننده عملیاتی
۱۲۲	..... ۴-۱۷- اجرای پروژه
۱۲۳	..... ۴-۱۸- تقویت کننده صوتی ۱۰ وات
۱۲۶	..... ۴-۱۹- طرح روی فیبر مدار چاپی (راهنمای نصب قطعات)
۱۲۹	..... ۴-۲۰- آلاینده های برد
۱۳۱	..... ۴-۲۱- معرفی چند پروژه کاربردی

۱۳۹	الگوی آزمون نظری پایان واحد یادگیری (۴)
۱۳۹	الگوی آزمون عملی نرم‌افزاری پایان واحد یادگیری (۴)
۱۳۹	الگوی آزمون عملی با قطعات واقعی پایان واحد یادگیری (۴)
۱۴۲	واحد یادگیری ۵: راه‌اندازی و عیب‌یابی پروژه آنالوگ
۱۴۳	۱-۵- مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز
۱۴۳	۲-۵- تغذیه مدارهای الکترونیکی
۱۴۴	۳-۵- تعیین ولتاژها و سیگنال‌های مدار
۱۴۵	۴-۵- عیب‌یابی مدار
۱۴۷	۵-۵- تشریح اصول کار مدار تقویت‌کننده صوتی
۱۴۸	۶-۵- آشنایی با بردهای پخش‌کننده فایل‌های MP۳ و رادیو
۱۵۰	۷-۵- تهیه جعبه برای پروژه
۱۵۲	۸-۵- آشنایی با ترمینال (جک) بلندگو
۱۵۴	۹-۵- آشنایی با مدارهای تغذیه پشتیبان (اضطراری) ساده
۱۵۵	الگوی آزمون نظری پایان واحد یادگیری (۵)

### پودمان چهارم: پروژه مخابراتی

۱۵۸	واحد یادگیری ۶: ساخت پروژه کاربردی مخابراتی
۱۵۹	۱-۶- مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز
۱۵۹	۲-۶- اجزاء سامانه‌های مخابراتی و نحوه ارتباط رادیویی
۱۶۰	۳-۶- دسته‌بندی فرکانس‌ها
۱۶۲	۴-۶- فیلترها
۱۷۲	۵-۶- نوسان‌سازها
۱۸۵	۶-۶- مدولاسیون
۱۸۸	۷-۶- اشاره‌ای به مدولاسیون فرکانس
۱۸۹	۸-۶- نوسان‌ساز VCO
۱۹۱	۹-۶- مدولاسیون فاز
۱۹۳	۱۰-۶- مدولاسیون‌های پالس و دیجیتال
۱۹۳	۱۱-۶- سیگنال منفصل
۱۹۴	۱۲-۶- مدولاسیون پالسی کد شده
۱۹۷	۱۳-۶- مدولاسیون‌های دیجیتال
۲۰۰	۱۴-۶- اجرای پروژه کاربردی

- الگوی آزمون نظری پایان واحد یادگیری (۶)..... ۲۰۷
- الگوی آزمون عملی نرم‌افزاری پایان واحد یادگیری (۶)..... ۲۰۷
- الگوی آزمون عملی با قطعات واقعی پایان واحد یادگیری (۶)..... ۲۰۸

### پودمان پنجم: پروژه الکترونیک صنعتی

- واحد یادگیری ۷: ساخت پروژه کاربردی الکترونیک صنعتی..... ۲۱۲
- ۷-۱- مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز ..... ۲۱۳
- ۷-۲- معرفی قطعات الکترونیک صنعتی..... ۲۱۳
- ۷-۳- دیود چهار لایه ..... ۲۱۳
- ۷-۴- یکسوساز کنترل شده سیلیکونی..... ۲۱۵
- ۷-۵- کاربردهای SCR..... ۲۲۱
- ۷-۶- SCR نوری ..... ۲۲۵
- ۷-۷- کلید قابل کنترل سیلیکونی..... ۲۲۵
- ۷-۸- دیاک ..... ۲۲۷
- ۷-۹- تریاک ..... ۲۲۹
- ۷-۱۰- ترانزیستور تک اتصالی ..... ۲۳۲
- ۷-۱۱- ترانزیستور تک قطبی قابل برنامه‌ریزی..... ۲۳۶
- ۷-۱۲- پروژه ساخت مدار رله جامد صنعتی..... ۲۳۹
- الگوی آزمون نظری پایان واحد یادگیری (۷)..... ۲۴۳
- الگوی آزمون عملی نرم‌افزاری پایان واحد یادگیری (۷)..... ۲۴۴
- الگوی آزمون عملی با قطعات واقعی پایان واحد یادگیری (۷)..... ۲۴۴
- واحد یادگیری ۸: تنظیم گزارش کار و مستندسازی..... ۲۴۶
- ۸-۱- مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز ..... ۲۴۷
- ۸-۲- چارچوب تدوین گزارش کار ..... ۲۴۷
- ۸-۳- تکمیل جداول و نمودارها..... ۲۵۱
- ۸-۴- تدوین فرایند پیشرفت کار، بررسی مشکلات و جمع‌بندی..... ۲۵۱
- ۸-۵- ثبت اطلاعات به صورت کتبی و رایانه‌ای ..... ۲۵۲
- ۸-۶- ارزشیابی نهایی از پروژه ..... ۲۵۵
- آزمون نظری پایان واحد یادگیری (۸)..... ۲۵۶
- آزمون کار عملی پایان واحد یادگیری (۸)..... ۲۵۶

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

۱- شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند توانایی طراحی و ساخت پروژه بردهای الکترونیکی  
۲- شایستگی‌های غیر فنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند نوآوری و مصرف بهینه  
۳- شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم‌افزارها  
۴- شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر

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

این کتاب سومین 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 در این کتاب را کسب و در فرایند ارزشیابی به اثبات رسانید.

کتاب درسی ساخت پروژه (برد الکترونیکی ساده) شامل پنج پودمان است و هر پودمان دارای یک یا دو واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر پودمان می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن را کسب نمایید. هنرآموز محترم شما برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می‌نماید و نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد.

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

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

رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است لذا توصیه‌های هنرآموز محترمان در خصوص رعایت مواردی که در کتاب آمده است، در انجام کارها جدی بگیرید.

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

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



در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و نیازهای متغیر دنیای کار و مشاغل، برنامه درسی رشته الکترونیک طراحی و بر اساس 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 هر یک از پودمان‌ها است. از ویژگی‌های دیگر این کتاب طراحی فعالیت‌های یادگیری ساخت یافته در ارتباط با شایستگی‌های فنی و غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای و مباحث زیست محیطی است. این کتاب جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است که لازم است از سایر اجزاء بسته آموزشی مانند کتاب همراه هنرجو، نرم‌افزار و فیلم آموزشی در فرایند یادگیری استفاده شود. کتاب همراه هنرجو در هنگام یادگیری، ارزشیابی و انجام کار واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شما می‌توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته یادگیری، روش‌های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه‌بندی زمانی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیرفنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنما و پاسخ فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید.

کتاب شامل پودمان‌های ذیل است:

پودمان اول: با عنوان «کار با نرم‌افزار پیشرفته مدار چاپی» است که در آن فرایند نصب راه‌اندازی و چگونگی استفاده از نرم‌افزار آموزش داده می‌شود و در پایان یک پروژه تمرینی نرم‌افزاری را اجرا می‌کنند.

پودمان دوم: با عنوان «طراحی مدار چاپی با نرم‌افزار پیشرفته» است که در آن طراحی مدار چاپی یک پروژه آنالوگ با آی سی اجرا می‌شود.

پودمان سوم: دارای عنوان «پروژه کاربردی آنالوگ» است که در آن مدار چاپی پروژه آنالوگ با آی سی، تبدیل به برد مدار چاپی شده و مونتاژ، عیب‌یابی و راه‌اندازی می‌شود.

پودمان چهارم: «پروژه مخابراتی» نام دارد که در آن مدار چاپی پروژه مخابراتی طراحی و تبدیل به برد مدار چاپی شده و در نهایت مونتاژ، عیب‌یابی و راه‌اندازی می‌شود.

پودمان پنجم: با عنوان «پروژه الکترونیک صنعتی» که در آن مدار چاپی پروژه الکترونیک صنعتی طراحی و تبدیل به برد مدار چاپی شده و در نهایت مونتاژ، عیب‌یابی و راه‌اندازی 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**

