

۱	.....	مقدمه
۳	.....	فصل ۰. مفاهیم پایه
۳	.....	قطعات مورد نیاز برای انجام پروژه‌ها
۵	.....	آشنایی با مفاهیم مقدماتی
۵	.....	نمادهای الکتریکی پایه
۷	.....	مفهوم ولتاژ و جریان الکتریکی
۸	.....	مفهوم سری و موازی
۹	.....	قطعات الکترونیکی پُر کاربرد
۹	.....	بردبرد
۱۰	.....	تک‌سوییچ
۱۱	.....	مقاومت
۱۳	.....	پتانسیومتر
۱۴	.....	خازن
۱۶	.....	الفاجر
۱۷	.....	نوسان‌ساز کریستالی
۱۸	.....	دیود
۱۹	.....	ال‌ای‌دی
۱۹	.....	سون‌سگمنت
۲۱	.....	ترانزیستور
۲۳	.....	مدارات مجتمع (آی‌سی)
۲۴	.....	پروژه‌های الکترونیک
۲۴	.....	پروژه‌ی اول: مقاومت و ال‌ای‌دی
۲۷	.....	پروژه‌ی دوم: مقاومت، ال‌ای‌دی و کلید فشاری
۲۹	.....	پروژه‌ی سوم: مقاومت، ال‌ای‌دی و حسگر شیب

۳۱	..... پروژه‌ی چهارم: مقاومت، ال‌ای‌دی و پتانسیومتر
۳۳	..... پروژه‌ی پنجم: مقاومت، ال‌ای‌دی و حسگر نور
۳۵	..... پروژه‌ی ششم: مقاومت، ال‌ای‌دی و دیود
۳۷	..... پروژه‌ی هفتم: مقاومت، ال‌ای‌دی، دیود و خازن
۴۰	..... پروژه‌ی هشتم: مقاومت، ال‌ای‌دی و ترانزیستور
۴۲	..... پروژه‌ی نهم: مقاومت، ال‌ای‌دی، القاگر و ترانزیستور
۴۴	..... پروژه‌ی دهم: ال‌ای‌دی، مقاومت، خازن و آی‌سی
۴۸	..... پروژه‌ی یازدهم: کلید فشاری، ال‌ای‌دی، مقاومت و آی‌سی
۵۰	..... پروژه‌ی دوازدهم: کلید فشاری، ال‌ای‌دی، مقاومت، خازن و آی‌سی

۵۳ فصل ۱. معرفی آردوینو

۵۳	..... آشنایی با آردوینو
۵۵	..... تاریخچه
۵۷	..... آردوینو یا رسیبری پای؟
۵۹	..... مثال‌های کارایی و عدم کارایی آردوینو

۶۳ فصل ۲. سخت‌افزار آردوینو

۶۵	..... تقسیم وظایف و بخش‌بندی کلی سخت‌افزار
۶۶	..... چیدمان اجزاء و قطعات
۷۱	..... ۱. میکروکنترلر
۷۷	..... ۲. بخش تغذیه
۸۰	..... ۳. درگاه ارتباط با رایانه
۸۲	..... ۴. درگاه‌های گروهی
۸۲	..... سیگنال‌های آنالوگ و دیجیتال
۸۵	..... درگاه‌های گروهی
۸۶	..... گروه الف. درگاه‌های قدرت:
۸۸	..... گروه ب. درگاه‌های آنالوگ:
۸۸	..... گروه ج. درگاه‌های دیجیتال:

۹۱ فصل ۳. انواع بوردهای آردوینو

۹۲	..... آردوینو اونو
۹۳	..... آردوینو نانو
۹۴	..... آردوینو مگا
۹۵	..... آردوینو پرو

۹۶	آردوینو پرو مینی
۹۷	آردوینو لئوناردو
۹۸	آردوینو دوئه
۹۹	آردوینو میکرو
۱۰۰	آردوینو مینی
۱۰۱	آردوینو زیرو
۱۰۲	آردوینو لیلی پد
۱۰۳	آردوینو یئون
۱۰۴	آردوینو ام کی آر
۱۰۵	آردوینو ۱۰۱
۱۰۶	جدول تطبیقی بوردهای آردوینو

فصل ۴. ماژول‌ها و شیلدها

۱۰۷	تعریف قطعه، ماژول و شیلد
۱۰۹	حسگرها و عملگرها
۱۱۰	حسگر دما
۱۱۱	حسگر دما و رطوبت
۱۱۲	حسگر نور
۱۱۳	مولد مادون قرمز
۱۱۳	حسگر مادون قرمز
۱۱۴	مولد لیزر
۱۱۴	مولد صدا
۱۱۶	حسگر صدا
۱۱۶	حسگر تشخیص گاز و دود
۱۲۰	حسگر رطوبت خاک
۱۲۰	حسگر قطرات باران
۱۲۱	ال ای دی دو رنگ
۱۲۲	ال ای دی تمام رنگی
۱۲۳	حسگر تشخیص رنگ
۱۲۴	حسگر شیب
۱۲۵	حسگر لرزش
۱۲۶	حسگر فشار
۱۲۷	حسگر خمش
۱۲۸	حسگر شتاب

۱۲۸	ژيروسکوپ
۱۲۹	کلید فشاری
۱۳۰	کلید چرخشی رمزگذار
۱۳۰	دسته فرمان (جوی استیک)
۱۳۱	حسگر مغناطیسی زبانه ای
۱۳۲	حسگر مغناطیسی اثر هال
۱۳۳	حسگر لمس خازنی
۱۳۴	حسگر قطع نور
۱۳۵	حسگر شعله
۱۳۶	حسگر تشخیص حرکت
۱۳۷	حسگر فاصله یاب فراصوتی
۱۳۸	ماژول آراف آی دی
۱۳۸	ماژول ماتریس ال ای دی
۱۳۹	ماژول ماتریس ال سی دی
۱۴۰	شیلد کنترل موتور
۱۴۰	الف. موتور الکتریکی ساده
۱۴۰	ب. سروو موتور
۱۴۱	ج. استپر موتور
۱۴۲	ماژول رله
۱۴۴	ماژول ارتباط با اینترنت
۱۴۵	فصل ۵. نرم افزار آردوینو
۱۴۵	نصب نرم افزار آردوینو
۱۴۸	آشنایی با محیط نرم افزار آردوینو
۱۵۰	نوار فهرست و زیرشاخه های آن
۱۵۵	برنامه نویسی در محیط آردوینو
۱۵۵	آشنایی با علایم
۱۵۷	ثابت ها و متغیرها
۱۶۰	انتساب مقدار به متغیر
۱۶۲	آرایه ها
۱۶۳	رشته ها
۱۶۴	تابع ها
۱۶۶	loop() و setup()

۱۶۹	عبارات توضیحی
۱۷۲	خروج داده‌ها از نمایشگر سریال
۱۷۷	خروج داده‌ها از رستامسریال
۱۷۸	کنترل روشن و خاموش شدن ال‌ای‌دی
۱۷۹	.pinMode()
۱۸۰	.digitalWrite()
۱۸۱	.delay()
۱۸۳	.delayMicroseconds()
۱۸۴	ورود داده‌ها به نمایشگر سریال
۱۸۶	.if
۱۸۸	.if...else
۱۹۰	.for
۱۹۳	.while
۱۹۴	.do...while
۱۹۵	.switch...case
۱۹۶	.break
۱۹۷	.continue
۱۹۸	.return
۲۰۱	.digitalRead()
۲۰۳	.analogRead()
۲۰۴	.analogReference()
۲۰۵	.analogWrite()
۲۰۷	.millis()
۲۰۸	.micros()
۲۰۹	.tone()
۲۱۰	.noTone()
۲۱۱	.pulseIn()
۲۱۳	.const
۲۱۵	.#define
۲۱۶	.random()
۲۱۶	عملگرهای ریاضی
۲۱۶	.abs()
۲۱۷	.constrain()

۲۱۷	.....	map()
۲۱۸	.....	max()
۲۱۹	.....	min()
۲۱۹	.....	pow()
۲۱۹	.....	sq()
۲۲۰	.....	sqrt()
۲۲۰	.....	عملگرهای مثلثاتی
۲۲۰	.....	sin()
۲۲۰	.....	cos()
۲۲۱	.....	tan()
۲۲۱	.....	تجزیه و تحلیل نویسه (کاراکتر)
۲۲۳	.....	مبدل نوع داده‌ها
۲۲۳	.....	کتابخانه‌ها
۲۲۶	.....	کتابخانه‌های استاندارد آردوینو
۲۲۶	.....	کتابخانه‌های اضافی آردوینو
۲۲۹	.....	فصل ۶. پروژه‌های آردوینو
۲۲۹	.....	پروژه‌ی اول: روشن و خاموش کردن ال‌ای‌دی توسط آردوینو
۲۳۳	.....	پروژه‌ی دوم: تغییر میزان روشنایی ال‌ای‌دی توسط آردوینو
۲۳۶	.....	پروژه‌ی سوم: کنترل ال‌ای‌دی توسط کلید فشاری و آردوینو
۲۴۲	.....	پروژه‌ی چهارم: کنترل ال‌ای‌دی توسط دو کلید فشاری و آردوینو
۲۴۵	.....	پروژه‌ی پنجم: کنترل ال‌ای‌دی توسط پتانسیومتر و آردوینو
۲۴۹	.....	پروژه‌ی ششم: کنترل ال‌ای‌دی توسط حسگر نور
۲۵۳	.....	پروژه‌ی هفتم: کنترل سروو موتور توسط آردوینو
۲۵۷	.....	پروژه‌ی هشتم: کنترل سون‌سگمنت توسط آردوینو
۲۶۲	.....	پروژه‌ی نهم: حسگر فاصله‌یاب فراصوتی
۲۶۷	.....	پروژه‌ی دهم: کلید صوتی و رله
۲۷۳	.....	پروژه‌ی یازدهم: مازول ارتباط با اینترنت
۲۷۵	.....	الف. حالت برنامه‌دهی
۲۷۸	.....	ب. حالت معمول اجرای برنامه
۲۷۸	.....	تنظیم نرم‌افزار آردوینو برای ارتباط با مازول
۲۷۹	.....	ارتباط مازول با مودم اینترنت

- ۲۸۱ کنترل ال ای دی از طریق اینترنت
- ۲۸۴ مدار تثبیت کننده ولتاژ برای ماژول
- ۲۸۶ پروژه‌ی دوازدهم: فشرده‌سازی آردوینو در یک آی‌سی
- ۲۹۱ منابع

مقدمه

امروزه با پیشرفت صنایع الکترونیک و توسعه‌ی روزافزون حسگرها و عملگرها از یک سو و تولید انبوه و کاهش قیمت آن‌ها از سوی دیگر، زمینه‌ی کاربری‌شان در محصولات ساده و روزمره، بیش از پیش فراهم شده است. هوشمندسازی ساختمان‌ها، تعامل‌گرایی محصولات، و ارتباط اشیاء با شبکه‌های رایانه‌ای از دستاوردهای توسعه‌ی فناوری الکترونیک است که در زندگی روزمره تداعی یافته است. هم‌سو با توسعه‌ی زیرساخت‌های سخت‌افزاری، سهولت کاربری نرم‌افزارها نیز افزایش یافته است. در این میان، آردوینو به‌عنوان بستری مشتمل بر سخت‌افزار و نرم‌افزار منبع‌باز و کاربرپسند، جایگاه خود را نه تنها در میان دانشجویان علوم مهندسی، بلکه در بین طراحان و علاقه‌مندان به علوم تعاملی و توسعه‌ی محصول نیز به دست آورده است. سهولت کاربری و قیمت مناسب آردوینو، منجر به توسعه‌ی روزافزون جامعه‌ی کاربران آن در سطح جهان گردیده که این تعداد رو به فزونی کاربران نیز، خود از امتیازات آن محسوب می‌شود چرا که کمک و هم‌فکری سایر افراد، چالش اجرای پروژه‌های جدید را به حداقل می‌رساند. کتاب حاضر، با بهره‌گیری از معتبرترین منابع آموزشی آردوینو در سطح جهانی تألیف گردیده و ضمن تشریح اصول استفاده از این بورد الکترونیکی، به آرایه‌ی مثال‌ها و پروژه‌های هدف‌مند و آزمایش‌شده می‌پردازد. به همین منظور، در این کتاب، پس از معرفی کلی آردوینو، به تشریح سخت‌افزار و نرم‌افزار آن پرداخته شده و ضمن معرفی اجمالی نمونه‌های متداول حسگرها و عملگرها، نحوه‌ی کاربرد برخی از آن‌ها در قالب پروژه‌های ساده توضیح داده می‌شود. هرچند هدف از نگارش این کتاب، آموزش الکترونیک و برنامه‌نویسی نیست ولی در بخش‌هایی که لازم است، توضیح مختصری در این خصوص آرایه می‌گردد. امید است که مورد استفاده‌ی مخاطبان قرار گیرد.

فصل ۱. معرفی آردوینو

آشنایی با آردوینو

آردوینو^۱ سیستمی است که برای هوشمندسازی اشیاء فیزیکی و نیز ایجاد ارتباط بین این اشیاء با سایر اشیاء و یا انسان به کار می‌رود. آردوینو از دو بخش سخت‌افزاری و نرم‌افزاری تشکیل می‌شود. سخت‌افزار آردوینو یک برد^۲ الکترونیکی نسبتاً ساده است که قابلیت ذخیره و اجرای دستورات و برنامه‌هایی را دارد که توسط نرم‌افزار آردوینو برای آن تعریف می‌شوند. برای این منظور، ابتدا نرم‌افزار آردوینو بر روی رایانه نصب می‌شود و سپس از طریق یک سیم رابط، دستورات برنامه‌نویسی شده در محیط نرم‌افزار، به برد آردوینو منتقل و ذخیره می‌گردند. از این مرحله به بعد، دیگر نیازی به اتصال به رایانه نیست و برد آردوینو می‌تواند این دستورات ذخیره شده را به دفعات نامحدود تکرار کند. کار کردن با آردوینو ساده است و نیازی به دانش حرفه‌ای الکترونیک و برنامه‌نویسی پیچیده ندارد. این امتیاز باعث شده که سیستم آردوینو به‌صورت گسترده‌ای مورد استفاده و توجه طراحان صنعتی، طراحان گرافیک و معماران قرار گیرد تا بتوانند با تکیه بر قابلیت‌های آردوینو، سیستم‌هایی هوشمند را طراحی نموده و سطح تعامل محصول و محیط را با مخاطب افزایش دهند.

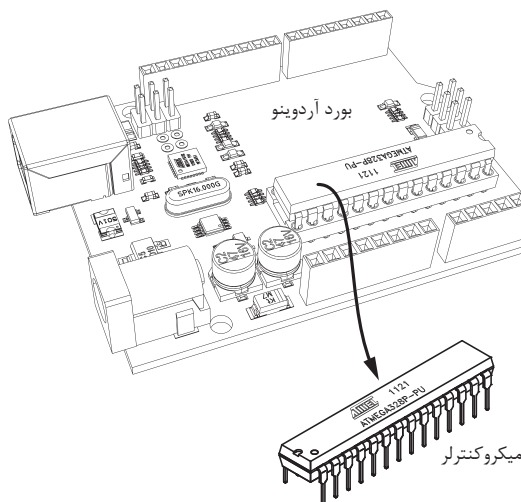
هم نرم‌افزار و هم سخت‌افزار آردوینو، متن‌باز^۳ هستند. نرم‌افزار آردوینو رایگان است و سخت‌افزار آن ارزان قیمت است. این سخت‌افزار نسبت به خطاهای معمول و متداول کاربران، مقاوم است. تعداد افرادی که در سطح جهان از آردوینو استفاده می‌کنند بسیار زیاد است و این امتیاز سبب سهولت در حل مشکلات بالقوه در پروژه‌های جدید کاربران می‌شود. در شکل ۱.۱ نمونه‌ای از برد آردوینو نشان

۱. Arduino

۲. Board

۳. Open-source

داده شده است.



شکل ۱.۱: نمونه‌ای از بورد آردینو و میکروکنترلر آن

بخش اصلی یک بورد آردینو، میکروکنترلر^۱ آن است. امروزه میکروکنترلرها در طیف وسیعی از لوازم و تجهیزات روزمره به کار می‌روند، مثلاً کنترل تلویزیون، ماشین‌های اداری، اسباب‌بازی‌ها و محصولات هوشمند. میکروکنترلر آردینو در بخش مرکزی بورد الکترونیکی نصب شده است و سایر اجزاء و قطعات در اطراف آن قرار گرفته‌اند (شکل ۱.۱). دستورات، فرامین و برنامه‌ها از طریق رایانه و با استفاده از سیم رابط، بر روی میکروکنترلر آردینو ذخیره می‌شوند. همچنین دریافت اطلاعات ورودی از حسگرها^۲ و ارسال اطلاعات خروجی به عملگرها^۳ از طریق پایه‌های ورودی و خروجی میکروکنترلر انجام می‌شود. جهت سهولت اتصال سیم‌های ارتباطی، پایه‌های میکروکنترلر به درگاه‌های حاشیه‌ی بورد آردینو متصل شده‌اند. این درگاه‌ها کاملاً در دسترس بوده و به سهولت می‌توان سر سیم‌های رابط خارجی را به داخل آن فشار داد و با میکروکنترلر ارتباط برقرار نمود. همچنین تغذیه الکتریکی میکروکنترلر از طریق بورد آردینو انجام می‌شود. در واقع نقش بورد آردینو آن

۱. Microcontroller

۲. Sensors

۳. Actuators

است که میکروکنترلر را تغذیه نموده و دسترسی به درگاه‌های ورودی و خروجی آن را آسان‌تر نماید. در صورت قطع شدن جریان تغذیه و یا جدا نمودن میکروکنترلر از بورد آردوینو، آسیبی به اطلاعات ذخیره شده بر روی آن نمی‌رسد. در مجموع، نقش بورد آردوینو آن است که سهولت استفاده و کاربر پسندی^۱ میکروکنترلر را افزایش دهد.

به منظور درک بهتر کاربری آردوینو، مثالی را مطرح می‌کنیم: می‌خواهیم با استفاده از یک حسگر دما و یک بخاری برقی، دمای اتاق را در زمستان در محدوده‌ی ۲۰ درجه سانتیگراد نگه داریم. حسگر دما، اطلاعات ورودی را برای آردوینو تأمین می‌کند و بخاری برقی، فرامین خروجی را از آردوینو دریافت می‌نماید. در این مثال، آردوینو دو وظیفه را بر عهده دارد:

الف. اگر دمای اتاق به بالاتر از ۲۰ درجه‌ی سانتیگراد رسید، بخاری برقی را خاموش کند.

ب. اگر دمای اتاق به پایین‌تر از ۲۰ درجه‌ی سانتیگراد رسید، بخاری برقی را روشن کند.

با توجه به اینکه سخت‌افزار آردوینو به خودی خود نمی‌تواند تصمیم بگیرد که چه دمایی برای اتاق مناسب است بنابراین باید محدوده‌ی دمای مورد نظر خود را از طریق نرم‌افزار آردوینو برای آن تعیین کنیم. نکته‌ی حایزاهمیت آن است که کافی است تنها یک مرتبه دمای مورد نظر برای آردوینو تعریف شود تا بتواند به دفعات نامحدود، با خاموش و روشن کردن بخاری، آن دما را حفظ نماید.

تاریخچه

ایده‌ی ساخت آردوینو در سال ۲۰۰۳ میلادی در انستیتو طراحی تعاملی ایورثا^۲ در کشور ایتالیا شکل گرفت: ایده عبارت بود از ساخت وسیله‌ای ساده و کم‌هزینه برای انجام پروژه‌های دیجیتال دانشجویان، به‌خصوص آن‌هایی که آشنایی چندانی با اصول مهندسی و برنامه‌نویسی ندارند. سه فرد کلیدی در به ثمر نشاندن این ایده نقش داشتند:

۱. User friendly .

۲. Interaction Design Institute Ivrea .

هرناندو باراگان^۱، ماسیمو بانزی^۲، و کیسی ریس^۳.

باراگان یکی از دانشجویان انستیتو ایورثا بود که تصمیم گرفت پایان‌نامه‌ی کارشناسی‌ارشد خود را در این زمینه اجراء نماید. بانزی و ریس نیز اساتید راهنمای پایان‌نامه‌ی باراگان بودند. تا آن زمان هنوز اسمی از آردوینو در میان نبود. نتیجه‌ی پایان‌نامه‌ی باراگان بسیار موفقیت‌آمیز بود و منجر به ایجاد سخت‌افزار و نرم‌افزاری شد که وایرینگ^۴ نام گرفت. سخت‌افزار وایرینگ ویژگی‌های مورد نظر را نسبت به سایر نمونه‌های موجود در بازار آن زمان داشت یعنی ساده و کم‌هزینه بود. نرم‌افزار وایرینگ نیز بر مبنای یکی از زبان‌های برنامه‌نویسی موجود به نام پروسیسینگ^۵ تهیه شده بود.

پس از اتمام پایان‌نامه، بانزی درصدد کاهش هزینه‌های سخت‌افزار وایرینگ برآمد و در سال ۲۰۰۵ میلادی با همکاری دیوید کوآرتلس^۶ و دیوید ملیس^۷ (که به‌ترتیب کارمند و دانشجوی انستیتو ایورثا بودند)، به توسعه‌ی پروژه‌ی وایرینگ پرداخت و نام آن را به آردوینو تغییر داد. این نام جدید برگرفته از نام کافه‌ای به نام آردوین^۸ در شهر ایورثا بود که اکثر جلسات گروه در آنجا تشکیل می‌شد. واژه‌ی آردوین، نام یکی از شاهزاده‌گان قدیم ایتالیا است که زمانی حکمران شهر ایورثا بود و در قرن یازدهم میلادی به پادشاهی ایتالیا رسید. رفته‌رفته هسته‌ی اصلی تیم آردوینو با حضور پنج نفر اصلی شکل گرفت: بانزی، کوآرتلس، ملیس، و دو فرد جدید به نام‌های تام ایگو^۹ و جیانلوکا مارتینو^{۱۰}. در بین اعضای این گروه پنج نفره، نامی از باراگان (نویسنده‌ی پایان‌نامه) به چشم نمی‌خورد و هیچ‌گاه برای مشارکت در این گروه از وی دعوت نشد. این تیم پنج نفره در سال ۲۰۰۸ میلادی نام تجاری آردوینو را در آمریکا ثبت نمودند. در همین زمان، مارتینو، یکی از افراد همین گروه، به‌صورت پنهانی، نام آردوینو را برای خود در کشور ایتالیا ثبت کرد و به‌صورت موازی با شرکت اصلی، شروع به بهره‌برداری

۱. Hernando Barragán

۲. Massimo Banzi

۳. Casey Reas

۴. Wiring

۵. Processing

۶. David Cuartielles

۷. David Mellis

۸. Arduin

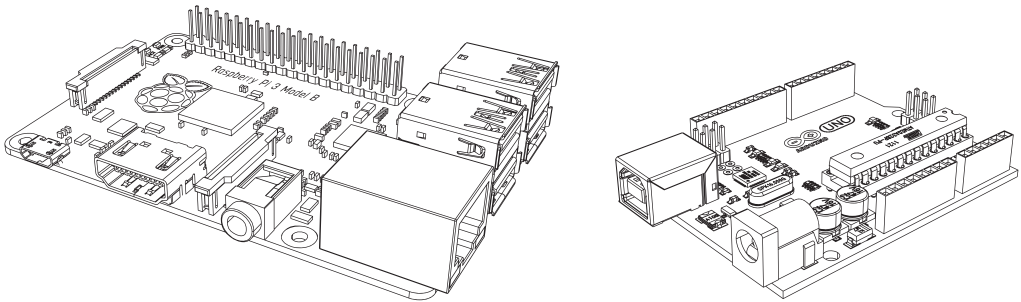
۹. Tom Igoe

۱۰. Gianluca Martino

شخصی از تولید و فروش این محصول نمود. پیچیدگی‌های حقوقی شکل گرفته پیرامون نام تجاری آردوینو، سبب شد که شرکت اصلی در آمریکا مجبور شود که برای عرضه‌ی محصولات خود در خارج از آمریکا، از نام تجاری گنوئینو^۱ استفاده نماید. مشخصات و ویژگی‌های بوردهای گنوئینو دقیقاً مشابه آردوینو است و هیچ تفاوتی با آن ندارد.

آردوینو یا رسپبری پای؟

امروزه انواع مختلفی از بوردهای الکترونیکی در بازار وجود دارند که به میکروکنترلرهای قابل برنامه‌نویسی مجهز اند. بخشی از آن‌ها کاربری حرفه‌ای و صنعتی دارند و برخی دیگر برای جنبه‌های آموزشی عرضه گردیده‌اند. همچنین اینترنت اشیاء، هوشمندسازی و طراحی تعاملی نیز از سرفصل‌های جدید و پرتعداد در عرصه‌ی میکروکنترلرها می‌باشند. این گونه سخت‌افزارها، در طیف وسیعی از مدل‌ها و نام‌های تجاری به بازار عرضه می‌شوند. از نمونه‌های بیشتر شناخته شده در بازار ایران، آردوینو و رسپبری پای (رزبری پای)^۲ می‌باشند (شکل ۱.۲). سوالی که در وهله‌ی نخست مطرح می‌شود آن است که کدام یک از این دو نوع سخت‌افزار پاسخ‌گوی نیاز ما است؟ تفاوت این دو نوع با یکدیگر چیست و اصولاً هر یک چه ویژگی‌هایی دارند؟



شکل ۱.۲: نمونه‌ای از برد آردوینو (راست) و رسپبری پای (چپ)

لرزش‌های مداوم و شدید، وجود مواد خورنده، و رطوبت محیطی، از جمله عواملی هستند که می‌توانند عملکرد سخت‌افزار آردوینو را با چالش‌های جدی مواجه کنند. به منظور تصمیم‌گیری صحیح در موارد کارایی و عدم کارایی آردوینو در پروژه‌های مختلف، به ذکر مثال‌هایی می‌پردازیم که در جدول ۱.۱ آمده‌اند.

جدول ۱.۱: مثال‌هایی از موارد کارایی و عدم کارایی آردوینو

مثال	کارایی آردوینو	توضیح
اندازه‌گیری دمای داخل خودرو	بله	-
حسگر فاصله تا مانع برای دنده عقب خودرو	بله	-
تصمیم‌گیری و فرمان به ترمزهای خودرو	خیر	نیاز به ایمنی بالا
تجهیزات اتاق عمل و بخش مراقبت‌های ویژه	خیر	نیاز به ایمنی بالا
حسگر ورود دست کارگر به دستگاه پرس	خیر	نیاز به ایمنی بالا
سیستم دزدگیر بانک	خیر	نیاز به امنیت بالا
پایش درگاه‌های فرودگاهی	خیر	نیاز به امنیت بالا
کارخانه‌ی تولید مواد شیمیایی	خیر	وجود مواد خورنده
قایق، کشتی و تجهیزات دریایی	خیر	رطوبت بسیار زیاد
پروژه‌های پایش کویر	خیر	گرد و غبار زیاد
دستگاه‌های غربال‌گری و خردکن صنعتی	خیر	لرزش زیاد
اتوماسیون صنعتی	خیر	نیاز به درگاه‌های زیاد
تغذیه، نور و دمای مرغداری و دامپروری	بله	-
تنظیم دما، رطوبت و آبیاری گلخانه	بله	-