



دانشگاه صنعتی شریف

دانشکده مهندسی کامپیوتر

پایان نامه‌ی کارشناسی

عنوان:

پیاده سازی محل کار هوشمند با استفاده از کامپیوترهای کوچک

نگارش:

فاطمه ابوطالبی، محمد امین عیسایی

استاد راهنما:

دکتر علی محمد افشین همت‌یار

سال تحصیلی ۹۷-۱۳۹۸

مَلِكُ الْأَنْوَارِ

به نام خدا  
دانشگاه صنعتی شریف  
دانشکده مهندسی کامپیووتر

پایان نامه کارشناسی

عنوان: پیاده‌سازی اتاق هوشمند

نگارش: فاطمه ابوطالبی، محمدامین عیسایی

کمیته‌ی ممتحنین

امضا: استاد راهنما: دکتر علی محمد افшиن همت‌یار

تاریخ:

## سپاس

از استاد بزرگوارمان که با کمک‌ها و راهنمایی‌های بی‌دriegشان ما را در انجام این پروژه یاری داده‌اند، تشکر و قدردانی می‌کنیم. همچنین از آقای مهندس بهنام بحیرایی که در پیش‌برد این پایان‌نامه همکاری داشتند، صمیمانه سپاس گزاریم.

## چکیده

با پیشرفت روزافرون تکنولوژی و گسترش حوزه‌ی اینترنت اشیا به منظور ایجاد سهولت در زندگی روزمره، تصمیم گرفتیم با هوشمندسازی محل کار در قسمتی از این پروژه‌ی جهانی سهیم باشیم.

محل کار از بخش‌های مختلفی تشکیل می‌شود که قابلیت هوشمندسازی را دارند. با استفاده از قابلیت‌ها و کمک گرفتن از پروتکل‌های ارتباطی از جمله MQTT و دیگر پروتکل‌های ارتباطی از راه دور و هم چنین سنسورهای مختلف موجود در بازار تلاش خواهیم کرد تا به پیاده‌سازی محل کاری هوشمند نزدیک شویم و در نهایت بتوانیم محیطی مدرن و پویاتر برای کار ایجاد کنیم و آسایش را برای افراد به ارمغان بیاوریم.

این پروژه در بستر Raspberry Pi 3 Model B انجام می‌شود. Raspberry Pi 3 Model B مینی کامپیوتری است دارای چهل پایه، متشکل از بیست و هشت پایه‌ی GPIO و هشت پایه‌ی اتصال به زمین و چهار پایه‌ی VCC است. Raspberry Pi ماژول‌های ارتباطی مثل بلوتوث و وای‌فای، اترنت و ... را به صورت پیشفرض دارا است. همچنین از توزیع مخصوص سیستم عامل لینوکس Raspberry Pi، یعنی رزبین (Raspbian) استفاده خواهیم کرد.

در این پروژه قصد داریم با استفاده از Raspberry Pi و به کمک رابط‌های کاربری به پیاده‌سازی محل کاری هوشمند بپردازیم.

**واژ گان کلیدی:** اینترنت هوشمند، خانه‌ی هوشمند، اتاق هوشمند، IoT، MQTT، Raspberry Pi

# فهرست مطالب

۱۲	۱ مقدمه
۱۲	۱-۱ تعریف اینترنت اشیا
۱۲	۱-۲ ساختار اینترنت اشیا
۱۴	۱-۳ کاربردهای اینترنت اشیا
۱۶	۲ ریزکنترل کننده‌ها
۱۶	۲-۱ Raspberry Pi ۱-۲
۱۸	۱-۱-۱ سخت‌افزار
۲۱	۱-۱-۲ سیستم عامل
۲۵	۱-۱-۲ ESP8266 ۲-۲
۲۶	۱-۲ برنامه‌ریزی
۲۹	۱-۲-۱ معماری
۲۹	۱-۲-۲ Arduino ۳-۲
۲۹	۱-۲-۳ Arduino Uno ۱-۳-۲
۳۱	۳ آینه‌ی هوشمند
۳۲	۳-۱ ساختار
۳۳	۳-۲ ساخت آینه‌ی یک طرفه

۳۴	۳-۳ تشخیص چهره
۳۵	۴-۳ نرم افزار
۳۵	۵-۳ رابط کاربری
۳۷	۴ سنسورها
۳۷	۱-۴ دوربین
۳۸	۲-۴ کارت خوان
۳۹	۳-۴ مادون قرمز
۳۹	۴-۴ کنترل از راه دور
۴۱	۵-۴ سنجش دما و رطوبت
۴۲	۶-۴ تشخیص دود
۴۳	۷-۴ موتور
۴۴	۸-۴ تشخیص حرکت
۴۵	MQTT ۵
۴۶	۱-۵ معماری
۴۸	۲-۵ کیفیت خدمات
۴۸	۳-۵ امینت
۴۹	۶ طراحی و پیاده سازی مدارات
۴۹	۶-۱ بدنی اصلی
۴۹	۶-۲ مدارهای جانبی
۵۲	۷ جمع بندی و نتیجه گیری

۵۳ ..... منابع

۵۵ ..... پیوست

# فهرست شکل‌ها

شکل ۱۱ اکوسیستم اینترنت اشیا.....	۱۳
شکل ۲ Raspberry Pi 3 Model B .....	۱۷
شکل ۳ پین‌های خروجی Raspberry Pi 3 .....	۲۰
شکل ۴ لوگوی برخی از سیستم عامل‌های مخصوص Raspberry Pi .....	۲۴
شکل ۵ ماژول ESP8266-01 .....	۲۶
شکل ۶ مبدل USB به TTL .....	۲۶
شکل ۷ شماتیک مدار برنامه‌ریز مخصوص ESP8266-01 .....	۲۸
شکل ۸ برد Arduino مدل Uno .....	۳۰
شکل ۹ نمونه‌ای از یک آینه‌ی هوشمند .....	۳۲
شکل ۱۰ نحوه‌ی بازتاب نور در شیشه‌های یک طرفه .....	۳۳
شکل ۱۱ نمونه‌ی اولیه از ساخت آینه‌ی یک طرفه .....	۳۴
شکل ۱۲ رابط کاربری طراحی شده برای آینه‌ی هوشمند .....	۳۶
شکل ۱۳ دوربین Raspberry Pi .....	۳۷
شکل ۱۴ ماژول کارتخوان .....	۳۸
شکل ۱۵ ماژول گیرنده‌ی مادون قرمز .....	۳۹
شکل ۱۶ کنترل از راه دور .....	۴۰
شکل ۱۷ مدار رمزگشای IR .....	۴۰
شکل ۱۸ سنسور تشخیص دما و رطوبت DHT11 .....	۴۱
شکل ۱۹ سنسور تشخیص گازهای سمی MQ-9 .....	۴۲
شکل ۲۰ سرو موتور مدل SG90 .....	۴۲
شکل ۲۱ سنسور حرکت .....	۴۴

..... ۴۶	شکل ۲۲ مقایسه‌ی ساختار لایه‌ای وب و IoT
..... ۴۷	شکل ۲۳ الگوی publish/subscribe در پروتکل MQTT
..... ۵۰	شکل ۲۴ بخش اصلی طراحی
..... ۵۰	شکل ۲۵ مدار تنظیم روشنایی
..... ۵۱	شکل ۲۶ مدار تنظیم دما
..... ۵۱	شکل ۲۷ مدار سنجش دما و میزان آلودگی هوای محیط بسته

## فهرست جداول

- جدول ۱ مقایسه مدل‌های متفاوت Raspberry Pi ..... ۱۹
- جدول ۲ نحوه اتصال USB-to\_TTL به مبدل ESP8266-01 ..... ۲۸
- جدول ۳ کدهای خروجی هر یک از دکمه‌های کنترل ..... ۴۱

# فصل ۱

## ۱ مقدمه

در این فصل در ابتدا تعریفی از اینترنت اشیا<sup>۱</sup> ارائه می‌شود و سپس به بررسی ساختار، ویژگی‌ها و کاربردهای آن می‌پردازیم.

### ۱-۱ تعریف اینترنت اشیا

اینترنت اشیا شبکه‌ای از دستگاه‌هایی نظیر خودروها و لوازم خانگی‌ای است که قطعات الکترونیکی، نرم‌افزار، عملگرها<sup>۲</sup> و توانایی ارتباط<sup>۳</sup> همراه خود دارند که به آن‌ها توانایی تعامل و تبادل داده می‌دهد [۱].

### ۲-۱ ساختار اینترنت اشیا

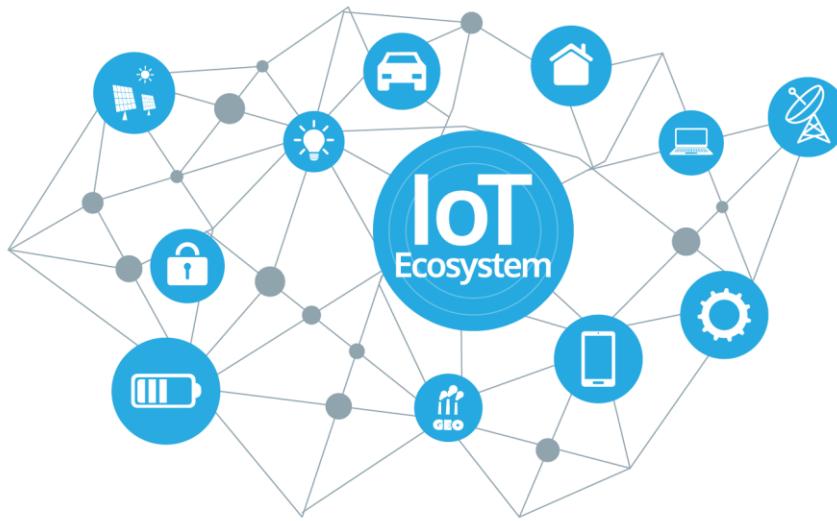
بانگاهی ساده ساختار اینترنت اشیا از سه لایه تشکیل شده است. این سه لایه از قرار زیر هستند:

---

<sup>۱</sup> Internet of Things

<sup>۲</sup> Actuator

<sup>۳</sup> Connectivity



شکل ۱۱ اکوسیستم اینترنت اشیا

۱. لایه‌ی دستگاه‌ها: در این لایه دستگاه‌هایی همانند حسگرها و محرک‌ها که با شبکه به یک دیگر متصل‌اند یافت می‌شوند. معمولاً این دستگاه‌ها از قراردادهایی<sup>۴</sup> همچون Modbus و Zigbee برای ارتباط با لایه‌ی درگاه لبه استفاده می‌کنند.
۲. لایه‌ی درگاه لبه: این لایه از سامانه‌های جمع‌آوری داده‌های لایه‌ی دستگاه‌ها تشکیل شده است. این لایه عملکردهایی چون پیش‌پردازش داده، برقراری ارتباط با ابر و در بعضی از موارد تحلیل‌های لبه<sup>۵</sup> و پردازش مه<sup>۶</sup> را ارائه می‌دهد.
۳. لایه‌ی ابر: این لایه از برنامه کاربری ابری‌ای که با معماری ریزسرویس<sup>۷</sup> ساخته شده، تشکیل شده است. این برنامه‌ها به دلیل استفاده از قراردادهایی جون HTTP/OAuth به صورت ذاتی امن هستند و در این لایه پایگاه داده‌های فراوانی برای ذخیره‌سازی داده‌های حسگرها وجود دارند.

---

<sup>۴</sup> Protocol

<sup>۵</sup> Edge Analytics

<sup>۶</sup> Fog Computing

<sup>۷</sup> Microservice

از نظر پیچیدگی به خاطر وجود تعداد زیاد لینک‌های متفاوت، تعاملات و ظرفیت آن برای جای دادن اعضای جدید اینترنت اشیا به عنوان یک سامانه‌ی پیچیده در نظر گرفته می‌شود.

### ۳-۱ کاربردهای اینترنت اشیا

از میان کاربردهای فراوان اینترنت اشیا کاربردهای اصلی آن شامل خانه‌های هوشمند، مصارف پزشکی، مصارف صنعتی و مدیریت انرژی می‌باشد.

#### • خانه‌های هوشمند

دستگاه‌های اینترنت اشیا بخشی از مفهوم بزرگ‌تر اتوماسیون خانه‌ها<sup>۸</sup> که شامل نورپردازی، گرمایش، تهویه‌ی هوا، رسانه و سامانه‌های امنیتی<sup>۹</sup> است، می‌باشند. یک خانه‌ی هوشمند می‌تواند بر اساس یک سکو<sup>۱۰</sup> یا قطب<sup>۱۱</sup> که دستگاه‌های هوشمند را کنترل می‌کند بنا شده باشد. برای مثال با استفاده از Homekit شرکت Apple، تولیدکنندگان می‌توانند محصولات خود را به گونه‌ای تولید کنند که قادر باشند با یک برنامه‌ی کاربردی در سیستم عامل iOS با استفاده از دستگاهی نظیر iPhone یا Apple Watch کنترل شوند.

#### • مصارف پزشکی

دستگاه‌های اینترنت اشیا زیر نظر گیری سلامت از راه دور و سامانه‌های اعلان اضطراری را ممکن می‌سازند. دستگاه‌های زیر نظر گیری سلامت شامل بازه بزرگی از دستگاه‌های

---

<sup>۸</sup> Home Automation

<sup>۹</sup> Security System

<sup>۱۰</sup> Platform

<sup>۱۱</sup> Hub

ساده و کوچکی نظیر اندازه‌گیری فشار خون و ضربان قلب تا دستگاه‌های پیشرفته‌ای با قابلیت زیر نظر گیری ایمپلنت‌های مخصوص نظیر قلب مصنوعی<sup>۱۲</sup> باشد.

- **مصارف صنعتی**

اینترنت اشیا می‌تواند امکان یکپارچه‌سازی دستگاه‌های تولیدی مختلفی که دارای دستگاه‌های حسگر، تشخیص‌دهنده<sup>۱۳</sup>، پردازش‌گر، محرک و ارتباط را محقق کند [۲].

- **مدیریت انرژی**

شمار زیادی از دستگاه‌های پرمصرف قابلیت اتصال به اینترنت را دارند که آن‌ها را قادر می‌سازد با مرکز تأمین حامل‌های انرژی در ارتباط باشند تا تولید و مصرف انرژی برای یک سامانه بزرگ مدیریت شود. این دستگاه‌های اجازه کنترل راه دور توسط کاربر یا کنترل مرکزی با رابط بر پایه‌ی ابر<sup>۱۴</sup> را می‌دهند و عملکردهایی نظیر برنامه‌ریزی را ممکن می‌سازند.

---

<sup>۱۲</sup> Pacemaker

<sup>۱۳</sup> Identification

<sup>۱۴</sup> Cloud-Based Interface

## فصل ۲

### ۲ ریز کنترل کننده ها

ریز کنترل کننده ها<sup>۱۵</sup> مدارهای مجتمع<sup>۱۶</sup> با کاربردی خاص هستند که در سیستم های نهان<sup>۱۷</sup> استفاده می شوند. معمولاً ریز کنترل کننده ها از پردازنده، حافظه و لوازم جانبی<sup>۱۸</sup> تشکیل شده اند [۳].

در ادامه به توضیح بیشتر در خصوص سه ریز کنترل کننده Pi، Raspberry Pi و ESP8266 که در این پروژه استفاده شده اند، می پردازیم.

#### Raspberry Pi ۱-۲

یک رایانه‌ی تک برد در اندازه یک کارت اعتباری است که بنیاد Raspberry Pi آن را ساخته است تا آموزش علوم رایانه را در مدارس تشویق کند [۴]. سه نسخه از این رایانه ساخته شده که قیمت نسخه های اول و دوم به ترتیب ۲۵ و ۳۵ دلار امریکا و نسخه سوم آن با نام zero ۵ دلار است.

---

<sup>۱۵</sup> Microcontroller

<sup>۱۶</sup> Integrated Circuit

<sup>۱۷</sup> Embedded System

<sup>۱۸</sup> I/O Peripheral

این رایانه دارای دیسک سخت نیست ولی به کمک حافظه SD، خود را راه اندازی می‌کند. این رایانه قادر است با سیستم عامل‌های مختلفی راه اندازی شود. سیستم عامل اولیه‌ای که با آن عرضه شد لینوکس نسخه Debian بود اما امروزه نسخه‌هایی از اندروید، ویندوز و ... نیز برای آن تهیه شده است. این رایانه با کمک یک کابل Micro USB تغذیه می‌شود. Raspberry Pi قادر است به کمک یک کابل تصویر ویدئو و یک درگاه سوزنی، خروجی صدا و تصویر داشته و یا با کابل HDMI، خروجی تصویری با دقت ویدیوی HD و صدایی استریو داشته باشد. دو درگاه USB نیز برای آن در نظر گرفته شده است که می‌توان از آن برای ارتباطات مختلف استفاده کرد. از خروجی‌های USB برای صفحه کلید، ماوس، شبکه بی‌سیم و کلیه دستگاه‌های مورد استفاده از درگاه فوق بهره برده می‌شود. به کمک هاب USB می‌توان از پورت‌های بیشتری استفاده کرد. نسخه B این رایانه یک خروجی شبکه نیز دارد که به کمک آن می‌توان به شبکه‌های محلی و یا اینترنت متصل شد. از خروجی HDMI برای صدا، تصویر و کنترل آن با هم می‌توان بهره جست [۵].

در این پروژه از Raspberry Pi 3 Model B استفاده شده است. (شکل ۲)



شکل ۲ Raspberry Pi 3 Model B

## ۱-۱-۲ سخت افزار

نسل های متفاوتی از Raspberry Pi تا به امروز عرضه شده است که تمامی این مدل ها دارای یک SoC<sup>۱۹</sup> شامل دو بخش پردازنده و پردازنده گرافیکی<sup>۲۰</sup> هستند (مشخصات فنی، پیوست A). تابه امروز مدل های Raspberry Pi 2، Raspberry Pi Model A/A+ و به تازگی Raspberry Pi Zero معرفی شده است. در جدول ۱ به جزئیات هر مدل پرداخته شده است [۷ و ۶].

Raspberry Pi ها دارای ۲۸ GPIO، دو پین تغذیه ی 3.3v، دو پین تغذیه ی 5v و هشت پایه ی GND می باشد که در شکل ۳ معرفی شده اند [۸].

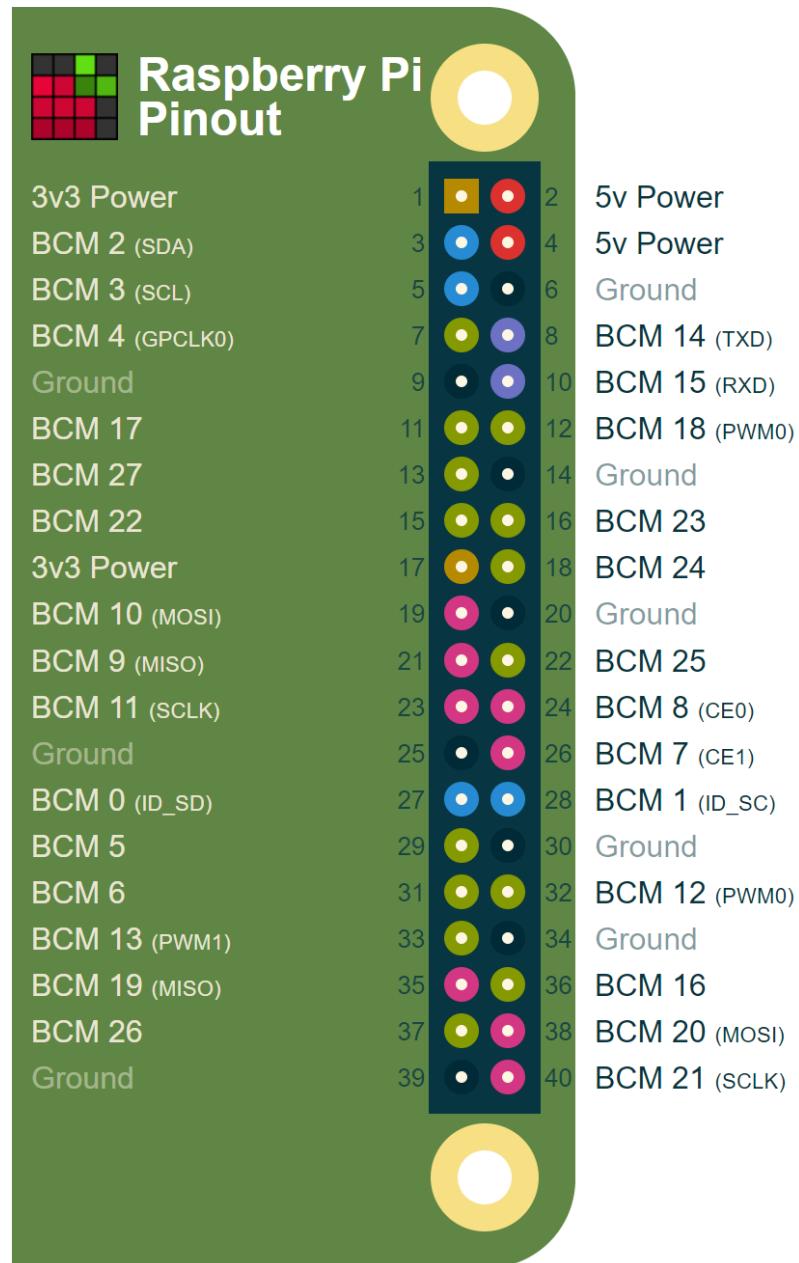
---

<sup>۱۹</sup> System on a Chip

<sup>۲۰</sup> Graphic Process Unit (GPU)

## جدول ۱ مقایسه مدل‌های متفاوت Raspberry Pi

	Column	Raspberry Pi 3 Model A+	Raspberry Pi 3 B+	Raspberry Pi Zero WH	Raspberry Pi Zero W	Raspberry Pi 3	Raspberry Pi Zero	Raspberry Pi 2	Raspberry Pi A+	Raspberry Pi B
Details	Release date	2018 Nov 15	2018 Mar 14	2018 Jan 12	2017 Feb 28	2016 Feb 29	2015 Nov 30	2015 Feb 1	2014 Nov 10	2012 Feb 15
	Price (US\$)	25	\$35	15	10	35	5	35	20	39.95
SOC	SOC Type	Broadcom BCM2837B0	Broadcom BCM2837B0	Broadcom BCM2835	Broadcom BCM2835	Broadcom BCM2837	Broadcom BCM2835	Broadcom BCM2836	Broadcom BCM2835	Broadcom BCM2835
	Core Type	Cortex-A53 64-bit	Cortex-A53 64-bit	ARM1176JZF-S	ARM1176JZF-S	Cortex-A53 64-bit	ARM1176JZF-S	Cortex-A7	ARM1176JZF-S	ARM1176JZF-S
	No. Of Cores	4	4	1	1	4	1	4	1	1
	GPU	VideoCore IV	VideoCore IV	VideoCore IV	VideoCore IV	VideoCore IV 1080p@30	VideoCore IV	VideoCore IV	VideoCore IV	VideoCore IV 1080p@30
	CPU Clock	1.4 GHz	1.4 GHz	1 GHz	1 GHz	1.2 GHz	1 GHz	900 MHz	700 MHz	700 MHz
	RAM	512 MB DDR2	1 GB DDR2	512 MB	512 MB	1 GB DDR2	512 MB	1 GB	256 MB	512 MB
Wired Connectivity	USB Ports	1xUSB 2.0	4xUSB 2.0	micro & micro OTG	micro & micro OTG	Yes 4	micro & micro OTG	4	Yes 1	- 2
	Ethernet	No	Yes	No	No	Yes	No	Yes	No	Yes
	SATA Ports	No	No	No	No	No	No	No	No	No
	HDMI port	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Analog Video Out	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Analog Audio Out	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	SPI	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	I2C	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	GPIO	Yes 40-pin	Yes 40-pin	Yes	Yes	Yes 40-pin	Yes	Yes	Yes	- 26-pins
	LCD Panel	Yes	Yes	No	No	Yes	No	Yes	Yes	Yes
	Camera	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	SD/MMC	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes (SD)
Wireless Connectivity	Wi-Fi	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No	No	No
	Bluetooth®	Yes 4.2, BLE	Yes 4.2, BLE	Yes 4.1	Yes 4.1	Yes 4.1 LE	No	No	No	No
Dimensions	Height	65 mm	85.6 mm	30	30	85.6	30	85.6	65	53.98
	Width	56 mm	56.5 mm	65	65	56.5	65	56.5	56.5	85.6
	Depth	11 mm	0.66929 in (17 mm)	13	5	17	5	17	10	17
	Weight	29 g	1.58 oz (45 g)	12	9	45	9	45	23	45
Power	Power ratings		1.13 A @5V	180 mA	180 mA	1.34 A @5V	160 mA	800 mA	200 mA	700 mA @5V
	Power sources	microUSB or GPIO	microUSB or GPIO	microUSB or GPIO	microUSB or GPIO	microUSB or GPIO	microUSB or GPIO	microUSB or GPIO	microUSB or GPIO	microUSB or GPIO



شکل ۳ پین های خروجی Raspberry Pi 3

## ۲-۱-۲ سیستم عامل

بردهای Raspberry Pi توانایی اجرای سیستم عامل‌های مختلفی را دارند. در اکثر سیستم عامل‌های لینوکسی برای Raspberry Pi می‌توان دسکتاپ و دسترسی را تغییر داد.

در این بخش انواع سیستم‌عامل‌هایی که به صورت رسمی توسط بنیاد Raspberry Pi و غیر رسمی معرفی شده‌اند، به منظور آشنایی بیشتر با این سیستم‌عامل‌ها بررسی شده‌اند [۹].

### Raspbian •

سیستم‌عاملی رایگان و بر پایه‌ی لینوکس Debian است. این سیستم عامل توسط بنیاد Raspberry Pi توسعه داده شده است. سیستم عامل Raspbian بهترین و بیشترین انتخاب کاربران است. سرعت پاسخ‌گویی و کارایی سیستم عامل بسیار عالی است. Raspbian از دسکتاپ سبک و کم حجم Xfce استفاده می‌کند. حجم این سیستم عامل حدود ۴ گیگابایت است.

در این پروژه از این سیستم‌عامل استفاده شده است.

### Google Coder •

این سیستم‌عامل به صورت رسمی از سوی گوگل ارائه شده است. با سیستم‌عامل Google Coder و Raspberry Pi برد به یک سرور جهت برنامه‌نویسی CSS، HTML، Java Script و NodeJS تبدیل می‌شود. قابلیت مدیریت فایل‌های هر پروژه و Live Preview نیز در این سیستم‌عامل وجود دارد.

### Android •

سیستم‌عامل اندروید مخصوص برد Raspberry Pi توسط یکی از توسعه‌دهندگان به صورت غیر رسمی ارائه شده است. آخرین نسخه آن اندروید 7 Noughat است. حجم این سیستم عامل حدود 400MB است. تقریباً از تمامی قابلیت‌های اندروید می‌توان در برد Raspberry Pi استفاده کرد. ولی سرعت و عملکرد آن نسبت به دیگر سیستم‌های عامل پایین‌تر است.

## Chromium OS •

سیستم عامل Chromium تو سط گوگل برای Raspberry Pi ارائه شده است. البته به صورت غیررسمی برای Raspberry Pi پورت شده است. حجم آن حدود 1GB است. بهترین کاربرد این سیستم عامل سبک، آن است که بسیار مناسب وب گردی می باشد.

## Ubuntu Mate •

سیستم عامل اوبونتو توزیع های مختلفی دارد. Ubuntu Mate نسخه دسکتاپ دارد. این نسخه بسیار سبک است. نسخه Ubuntu Mate مخصوص برد Raspberry Pi دقیقا همانند نسخه دسکتاپ است. Ubuntu بر پایه‌ی Ubuntu Mate بوده و حجم آن 8GB می باشد. در مقایسه با سیستم عامل رزین سرعت آن کمی کند است. ولی جامعه کاربری تمام تلاشش را برای بهینه سازی انجام داده است.

## RaspBMC •

سیستم عامل گنو/لینوکسی RaspBMC، برای تبدیل Raspberry Pi به یک مدیاستر خانگی ساخته شده است. کافیست پس از نصب سیستم عامل RaspBMC برد را به تلوزیون وصل کنید. از برخی از قابلیت‌های این سیستم عامل می‌توان به پشتیبانی از زیرنویس فارسی، پشتیبانی از اکثر فرمات‌های ویدئویی، پشتیبانی از فیلم‌های با وضوح 1080p و پشتیبانی از تماشای ویدئو به صورت آنلاین اشاره کرد.

## Retropie •

این سیستم عامل بهترین سیستم عامل برای تبدیل Raspberry Pi به یک کنسول بازی کامل می باشد. این سیستم عامل نیز بر پایه‌ی Debian است و آخرین نسخه از آن حدود 2GB حجم دارد. Retropie به صورت پیش‌فرض با دسته‌های بازی<sup>۲۱</sup> کار می‌کند؛ حتی از دسته‌های Playstation و Xbox نیز پشتیبانی می‌کند. بسته‌های مختلفی از شبیه‌سازهای بازی بر روی Retropie قابل نصب

---

<sup>۲۱</sup> Joystick

هستند. بازی‌های قدیمی‌ای مانند Duke Nuke، Warcraft، Doom و ... نیز به صورت پورت شده بر روی این سیستم عامل قابل اجرا می‌باشند.

### Lakka •

این سیستم عامل مانند Retropie بوده؛ اما با قابلیت‌ها و حجم کم‌تر. سرعت رابط کاربری آن نیز کمی از Retropie بیشتر است. حجم آن حدود 140MB می‌باشد. Lakka فقط از کنسول‌های معروف مانند 1 Play Station و PSP پشتیبانی می‌کند.

### RISC OS Open •

سیستم عامل RISC OS مخصوص پردازنده‌های ARM طراحی شده است. این سیستم عامل بر پایه‌ی هیچ یک از سیستم عامل‌های لینوکس و یونیکس نمی‌باشد.

### Windows 10 IoT Core •

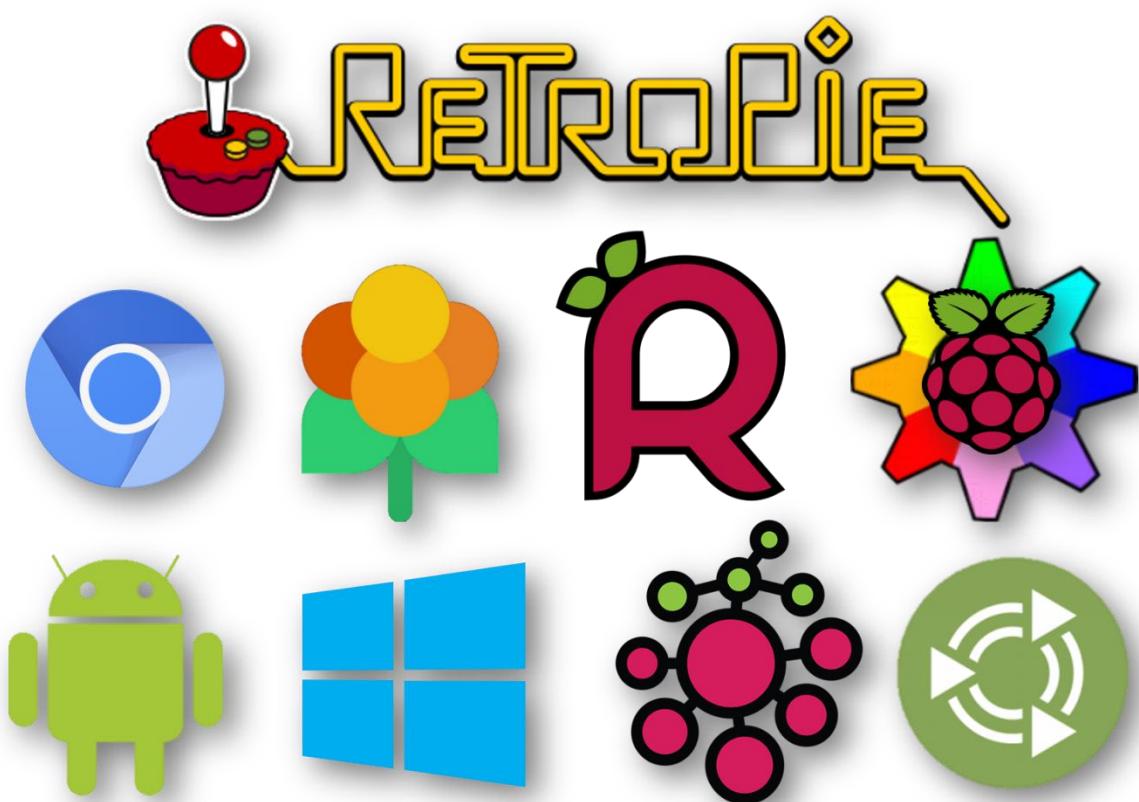
سیستم عامل IoT Core روی برد Raspberry Pi و Minnowboard Max قابل اجراست. سیستم عامل ویندوز IOT روی دستگاه‌های بدون نمایشگر هم کار کند. از آنجایی که IoT Core نسخه کم حجم شده Windows 10 است؛ در آن رابط کاربری پنجره‌ای و دسکتاپ را نمی‌بینید. بلکه توسعه دهنده‌گان باید اپلیکیشن فرآگیر را پیاده‌سازی نمایند که نقش رابط کاربری را عهده‌دار شود.

### PiNet •

سیستم عامل PiNet با نگرش استفاده در کلاس‌های درس طراحی شده است. یک Raspberry Pi به عنوان سیستم مرکزی با سیستم عامل PiNet به عنوان سیستم مرکزی و دیگر بردهای Raspberry Pi در کلاس درس به آن متصل می‌شوند. هر دانش آموز دارای نام کاربری و گذرواژه‌ی مخصوص به خود می‌باشد. با این روش فعالیت‌های کلیه دانش آموزان قابل ردیابی است. همچنین طراحی سیستم عامل PiNet کلأً از ابتدا انجام شد است. از این رو تمامی نکات مورد نیاز در کلاس درس در آن اعمال شده است.

## Noobs •

پیشنهاد بنیاد Raspberry Pi برای تازه کارها استفاده از سیستم عامل نوبز Noobs است. این سیستم عامل سبک و سریع است. نوبز New Out Of Box Software مخفف Noobs می‌باشد. نصب نوبز بسیار ساده است و پس از نصب آن می‌توان عامل‌های مورد نظر را از لیست انتخاب کرد تا خودشان اتوماتیک نصب شوند. به عبارتی یک رابط برای نصب سیستم عامل‌های دیگر است.



شکل ۴ لوگوی برخی از سیستم‌عامل‌های مخصوص Raspberry Pi

## ESP8266 ۲-۲

ها میکرو کنترلرهای کوچک و ارزان قیمتی هستند که می‌توانند به شبکه‌ی Wi-Fi وصل شده و به راحتی ارتباطی از جنس TCP/IP بقرار کنند. با استفاده از این مژاول به راحتی می‌توان دستگاه‌های الکترونیکی را از راه دور و از طریق اینترنت کنترل کرد. این مژاول‌ها توان مصرفی کمی دارند (مشخصات فنی، پیوست ب).

ماژاول‌های ESP انواع متفاوتی دارند که تمامی آن‌ها از یک پردازنده‌ی یکسان استفاده می‌کنند و تفاوت اصلیشان در تعداد پایه‌های در دسترس است. هر نوع فواید و مضراتی دارد که بسته به هدف پروژه باید انتخاب شود. در این پژوهه از مژاول 01-ESP8266 استفاده شده است.

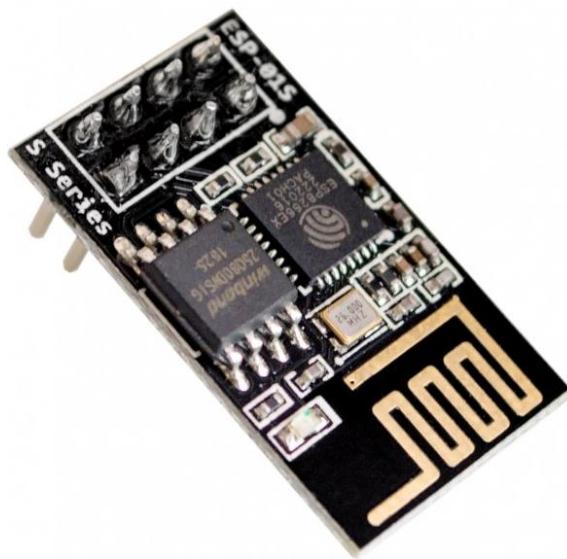
این نوع ESP یکی از پر استفاده‌ترین انواع ESP است که البته کار با آن به سادگی دیگر انواع آن نیست. این نوع ESP ابعاد کوچکی داشته و به نسبت دیگر مدل‌ها ارزان‌تر است. دارای ۸ پایه بوده (شکل ۵) و به راحتی در بازار ایران یافت می‌شود.

در این پژوهه با استفاده از یک مودم و پروتکل MQTT اطلاعات را از Raspberry Pi به شبکه‌ی محلی<sup>۲۲</sup> منتقل کرده، سپس آن‌ها را از شبکه دریافت کرده و از طریق GPIO به دستگاه متصل به آن می‌فرستد. (دقت شود که این پژوهه مبنی بر شبکه‌ی محلی است و از اینترنت استفاده‌های نمی‌کند).

در این پژوهه از سه 01-ESP8266 استفاده شده است. ESP اول مربوط به کنترل نور، دوم مربوط به سیستم تهویه و خنک کننده و آخرین ESP نیز برای بررسی آلودگی و دمای هوای داخل اتاق می‌باشد.

---

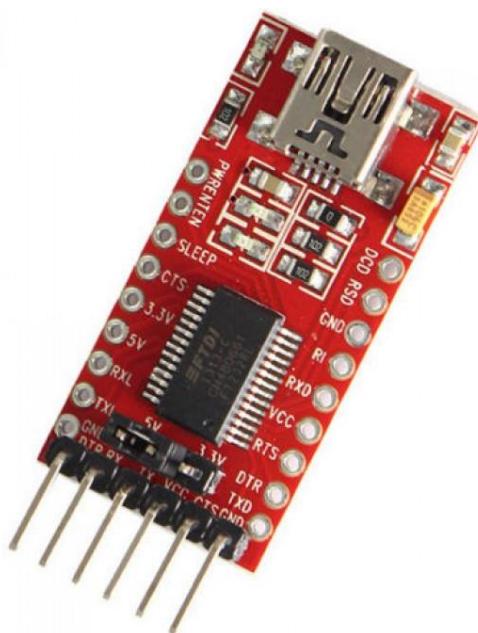
<sup>۲۲</sup> Local Network



شکل ۵ مازول ESP8266-01

### ۱-۲-۲ برنامه‌ریزی

ها با استفاده از روش‌های متفاوتی قابل برنامه‌ریزی هستند که راحت‌ترین روش آن استفاده از مبدل USB به TTL (شکل ۶) است.



شکل ۶ مبدل USB به TTL

مبدل USB به TTL، ابزاری است که برای ارسال و دریافت داده‌ها از یک رابط UART مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مبدل به برنامه‌نویسی برای میکروکنترلرها نیاز ندارد و قابلیت ارسال و دریافت داده‌ها را بین ماژول‌های UART مانند GSM، GPS، Wi-Fi و ... و همچنین کامپیوتر از طریق پورت USB را دارد. با استفاده از مبدل USB به سریال، به راحتی می‌توانید پروژه یا محصول خود را به رابط USB مجهز کنید. این مبدل، امکان برقراری ارتباط با کامپیوتر از طریق پورت USB را فراهم می‌کند. در حقیقت با اتصال این مبدل به کامپیوتر و نصب برنامه Driver، یک پورت سریال مجازی به پورت‌های کامپیوتر افزوده می‌شود. این مبدل قابلیت کار با سیستم عامل‌های متفاوت را دارا می‌باشد. با استفاده از این ماژول بردهایی که قادر پورت USB هستند را به راحتی می‌توان برنامه‌ریزی کرد.

برای اتصال ESP8266-01 به مبدل کافی است به شیوه‌ای که در جدول ۲ و شکل ۷ ذکر شده، عمل شده است.

هنگامی که ESP در حالی روشن شود که پایه‌ی GPIO0 آن به زمین وصل باشد، ESP به حالت برنامه‌ریزی شدن رفته و آماده‌ی نوشتن روی حافظه‌ی خود می‌شود. پس حتماً دقت شود که قبل از اتصال پایه‌ی VCC به ولتاژ 3.3v، پایه‌ی GPIO0 به زمین وصل شده باشد.

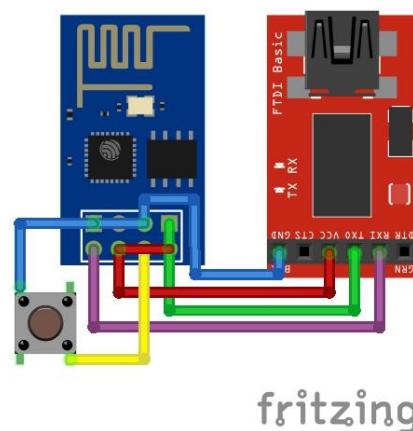
دقت شود که بیشتر از 3.3v به ESP نباید ولتاژ داده شود. پس ولتاژ مبدل حتماً باید روی 3.3v تنظیم شود.

در صورتی که از دکمه <sup>۲۳</sup> استفاده نمی‌کنید، پایه‌ی Reset را مستقیماً به VCC وصل کنید.

ها مژول‌های بسیار حساسی نسبت به جریان هستند. در صورت مشاهده خطا در کار کرد ابتدا از کافی بودن جریان عبوری از ESP مطمئن شده و سپس به بررسی موارد دیگر بپردازید. برای تأمین جریان می‌توان از رگولاتورهای مناسب استفاده کرد.

جدول ۲ نحوه اتصال USB-to-TTL به مبدل ESP8266-01

ESP8266-01	USB-to-TTL Converter
TX	RX
GND	GND
CH_PD	VCC
GPIO2	-
RST	Button
GPIO0	GND
VCC	VCC
RX	TX
GPIO2	RX



شکل ۷ شماتیک مدار برنامه‌ریز مخصوص ESP8266-01

## ۲-۲-۲ معماری

این میکروکنترلر ۳۲ بیتی بوده و معماری آن RISC<sup>۴۴</sup> است. ESP‌ها توان مصرفی بسیار کمی دارند و بیشترین مقدار کلاک آن‌ها به ۱۶۰MHz می‌رسد. همچنین دارای ۱MiB حافظه‌ی Flash و ۳۲KiB حافظه مختص دستورات<sup>۴۵</sup> می‌باشند.

## Arduino ۳-۲

یک پلتفرم سخت‌افزاری و نرم‌افزاری متن‌باز<sup>۴۶</sup> است. پلتفرم Arduino شامل یک ریزپردازنده‌ی تک‌بردی<sup>۴۷</sup> است که قسمت سخت‌افزار Arduino را تشکیل می‌دهد. علاوه بر این یک IDE به منظور برنامه‌نویسی برای برد های Arduino طراحی شده است. پلتفرم Arduino به منظور تولید سریع و ساده پروژه‌های سخت‌افزاری تعاملی و ساخت وسایلی که با محیط تعامل داشته باشند طراحی شده است. البته برد های Arduino اهداف آموزشی را نیز دنبال می‌کنند.

اغلب برد های Arduino که تمام آن‌ها سخت‌افزار متن‌باز هستند بر پایه ریزپردازنده‌ی AVR و تعداد کمی از برد های Arduino بر پایه ریزپردازنده‌های ARM Atmel طراحی شده‌اند.

## Arduino Uno ۱-۳-۲

برد Arduino Uno که پر کاربردترین برد Arduino و برد پایه Arduino در اکثر دوره‌های آموزش Arduino است و بر پایه میکروکنترلر AVR ATmega328 ساخته شده است، دارای رابط USB جهت بارگذاری برنامه و ارتباط با کامپیوتر، ۶ پین ورودی آنالوگ و همچنین ۱۴ پین ورودی/خروجی دیجیتال است که کاربر را قادر می‌سازد تا برد Arduino را به قطعات، سنسورها، برد ها و ماژول های دیگری متصل کند. تعداد ورودی خروجی های آنالوگ و دیجیتال در مدل های

---

<sup>۴۴</sup> Reduced Instruction Set Computer

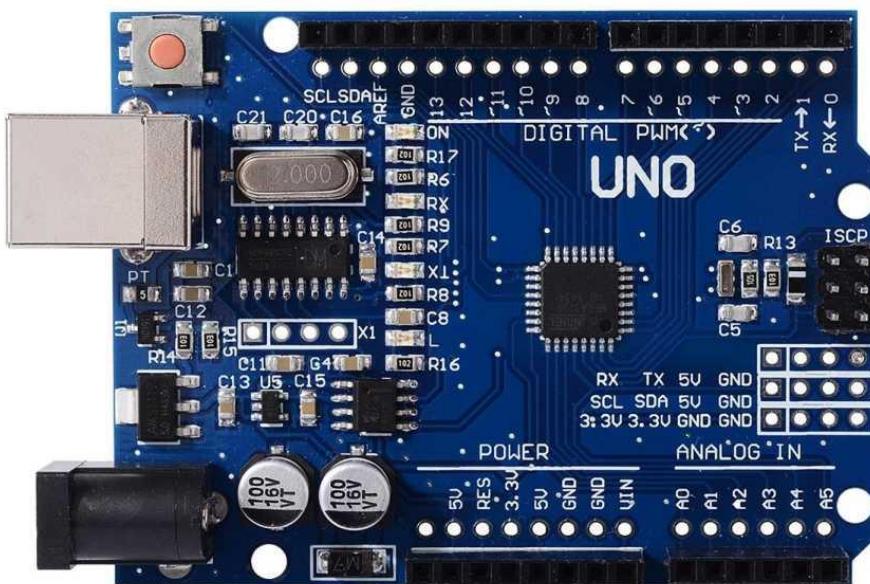
<sup>۴۵</sup> Instruction RAM

<sup>۴۶</sup> Open Source

<sup>۴۷</sup> Single Board

مختلف برد های Arduino با توجه به میکرو کنترلر اصلی استفاده شده بر روی برد متفاوت است (مشخصات فنی، پیوست ج).

در این پروژه در بخش هایی مخصوصاً برای تست ماژول ها و یادگیری کار با آنها از این برد استفاده شده است. (شکل ۸)



شکل ۸ برد Arduino مدل Uno

## فصل ۳

### ۳ آینه‌ی هوشمند

در این پروژه از یک آینه‌ی هوشمند<sup>۲۸</sup> به عنوان صفحه نمایش گر پروژه استفاده شده است.

یکی از امکانات خانه‌ی هوشمند طراحی شده، آینه‌ی هوشمند است. طرز کار آینه هوشمند به این صورت است که در حالت عادی آینه‌ی معمولی است ولی زمانی که فردی جلوی آینه قرار گیرد در صورتی که قبلاً در سیستم شناخته شده باشد، آینه هوشمند اطلاعات شخصی کاربر را بر روی قسمتی از آینه نشان می‌دهد و بعد از مدتی که کاربر در مقابل آینه حضور نداشته باشد حالت آینه به صورت طبیعی (آینه ساده) باز می‌گردد.

برای ساخت این آینه‌ها به یک آینه‌ی یک طرفه<sup>۲۹</sup>، یک صفحه‌ی نمایشگر در پشت آینه و یک ریزپردازنده نیاز است.

---

<sup>۲۸</sup> Smart Mirror

<sup>۲۹</sup> One-Way Mirror

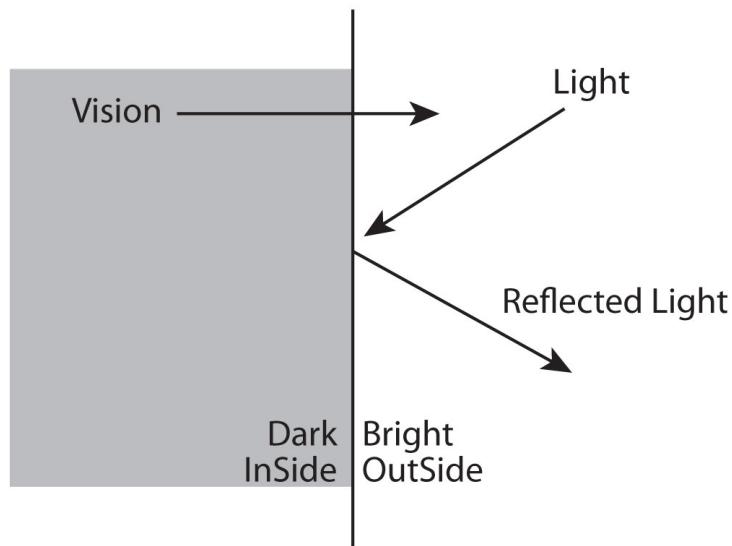


شکل ۹ نمونه‌ای از یک آینه‌ی هوشمند

### ۱-۳ ساختار

آینه‌های یک طرفه آینه‌هایی هستند که یک طرف آن نور را از خود عبور داده و طرف دیگر نور را بازتاب می‌کند. این آینه‌ها با نام‌های شیشه‌ی یک طرفه و آینه‌های دو طرفه نیز یافت می‌شوند. (شکل ۹)

با توجه به توضیحی که در خصوص این نوع آینه داده شد، از هر ابزار دیگری مانند شیشه‌های کوتینگ آلومینیوم یا کروم، پلکسی‌های یک طرفه و ... که همچین خاصیتی داشته باشد نیز می‌توان استفاده کرد. از آن رو که تهیه‌ی چنین آینه‌ای هزینه‌بر بود؛ به ساخت یک آینه‌ی یک طرفه پرداختیم؛ که در ادامه بیشتر توضیح داده خواهد شد.



شکل ۱۰ نحوهی بازتاب نور در شیشه‌های یک طرفه

## ۲-۳ ساخت آینه‌ی یک طرفه

برای این کار ابتدا باید با استفاده از تیزربخش رنگی پشت آینه را به آرامی سابید. سپس با یک سمباده‌ی بسیار نرم اندکی از ضخامت جیوه‌ی پشت آینه را کم کرد تا نور بتواند از آن عبور کند.

حال با انداختن تصویری سفید با پس زمینه‌ای سیاه بر روی نمایش گر و قرار دادن آن در پشت آینه می‌توان تغییر به وجود آمده را مشاهده کرد.



شکل ۱۱ نمونه‌ی اولیه از ساخت آینه‌ی یک طرفه

### ۳-۳ تشخیص چهره

در ابتدا با OpenCV فرایند تشخیص چهره انجام شده بود که به علت سرعت پایین آن از کتابخانه Face Recognition که با OpenCV توسعه داده شده است استفاده شده است. در این قسمت بعد از ثبت نام در سایت ایجاد شده برای این آینه هوشمند، از کاربر خواسته می‌شود که در دوربین نگاه کند، دوربین بعد از تشخیص چهره فرد بر روی تصاویر گرفته شده از او خود را Train می‌کند و در دفعه‌های آینده برای ورود تصویری که دوربین به عنوان ورودی می‌دهد را با چهره شده مقایسه می‌کند و در صورت مطابقت اطلاعات اکانت وی را برای سامانه ارسال می‌کند تا بر روی نمایشگر نشان داده شود. فرایند تشخیص چهره به این صورت آغاز می‌شود که سنسور تشخیص حرکت تحرکات در مقابل آینه را رصد می‌کند و در زمانی که حضور فردی را در مقابل آینه‌ی هوشمند حس کند، دوربین را فرا می‌خواند تا فرایند تشخیص چهره را شروع کند. از طرفی

هم در صورت اینکه برای مدتی تحرکی در مقابل آینه هوشمند احساس نشود اطلاعات از روی آینه برداشه می‌شود.

## ۴-۳ نرم افزار

زمانی که سامانه چهره‌ی فرد را تشخیص داده، اطلاعات شخصی اکانت گوگل کاربر که شامل اطلاعات محیطی مانند وضعیت آب و هوا و دمای محیط می‌شود و همچنین دیگر اطلاعات مانند فعالیت‌های ثبت شده‌ی کاربر<sup>۳۰</sup> و برنامه‌های از پیش تعیین شده در تقویم<sup>۳۱</sup> بر روی صفحه نمایش تعییه شده در پشت آینه و نتیجتاً بر روی آینه نشان داده می‌شود. اجازه دسترسی به این اطلاعات در زمان ثبت‌نام از کاربر گرفته شده است.

## ۵-۳ رابط کاربری

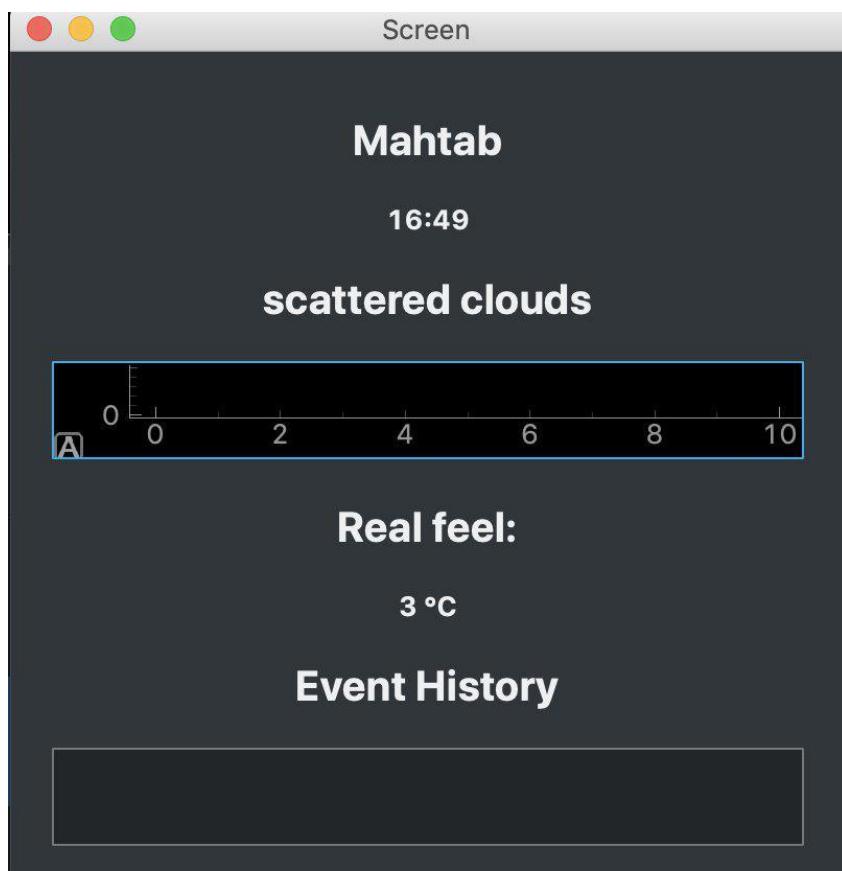
در رابط کاربری<sup>۳۲</sup> آینه هوشمند قسمت‌های مختلفی نشان داده شده است. در خط اول نام کاربری از روی مشخصات اکانت گوگل کاربر برداشته شده، در خط دوم وضعیت آب و هوا، در خط سوم لیستی از برنامه‌های از پیش تعیین شده نشان داده شده، در خط بعد آخرین دمای دریافت شده از سنسور دمای داخل اتاق و دمای اینترنتی دریافت شده از گوگل و در خط آخر لیست کارهایی که فرد می‌خواهد انجام دهد نشان داده شده است. رابط کاربری آینه هوشمند را می‌توان با یک دکمه از تم روز به تم شباهه و بالعکس تغییر داد.

---

<sup>۳۰</sup> To-Do List

<sup>۳۱</sup> Events

<sup>۳۲</sup> UI



شکل ۱۲ رابط کاربری طراحی شده برای آینه‌ی هوشمند

## ٤ فصل

### ٤ سنسورها

#### ٤-١ دوربین

برای تشخیص چهره‌ی افراد توسط آینه‌ی هوشمند به منظور ورود به حساب کاربری فرد، نیاز به یک دوربین می‌باشد. در این پروژه از دوربین مخصوص Raspberry Pi استفاده شده است.

این دوربین 8Mp بوده و به راحتی با کابل فلت به پایه‌ی مخصوصی به Raspberry Pi متصل می‌شود (مشخصات فنی، پیوست د). (شکل ۱۲)

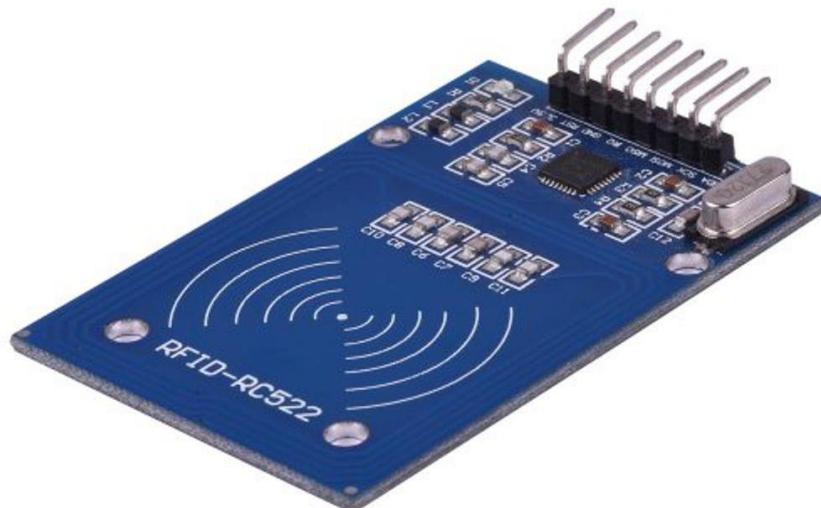


شکل ۱۳ دوربین Raspberry Pi

## ۲-۴ کارت خوان

تراسه MF RC522 برای خواندن و نوشتن غیر تماسی تگ‌های RFID در ۱۳.۵۶MHz به کار می‌رود. راه اندازی با ولتاژ پایین، قیمت کم، اندازه‌ی کوچک ارتباط بدون تماس چیپ برای خواندن و نوشتن روی کارت و انتقال دو طرفه داده با سرعت ۴۲۴kb/s، این چیپ را برای دستگاه‌های هوشمند و قابل حمل مناسب ساخته است. ماژول RC522 دارای قابلیت استفاده آسان با برد‌های Arduino و کاربری مناسب در توسعه‌ی تجهیزات و کارت خوان‌های RF می‌باشد. این ماژول از یک مودلاسیون برجسته و دیمودوله کردن کاملاً یک پارچه برای ارتباط بدون تماس در محدوده فرکانسی ۱۳.۵۶MHz بهره می‌گیرد. این ماژول می‌تواند به طور مستقیم در قالب‌های مختلف ریدر به کار رود (مشخصات فنی، پیوست ۵) [۱۰].

ولتاژ ۳.۳V، جریان مصرفی ۱۳-۲۶ mA، ارتباط از طریق رابط SPI و سرعت انتقال داده ۱۰ Mb/s از مشخصات این ماژول است. ارتباط برقرار شده توسط این ماژول پایدار و قابل اطمینان است [۱۰].



شکل ۱۴ ماژول کارت خوان

### ۳-۴ مادون قرمز

سنسورهای IR یا مادون قرمز سنسورهای کوچکی هستند که مقدار موج مادون قرمزی که از شیء رو به رویشان تابش می‌شود را می‌توانند بسنجند (مشخصات فنی، پیوست و). (شکل ۱۵)



شکل ۱۵ مژول گیرنده مادون قرمز

از این سنسور در کنار تمامی ریزپردازنده‌های ESP8266 قرار گرفته است تا علاوه بر تنظیم خودکار سیستم، کاربر بتواند به صورت دستی با استفاده از یک ریموت کنترل نیز محیط مورد نظر خود را اداره کند.

### ۴-۴ کنترل از راه دور

کنترل‌های از راه دور<sup>۳۹</sup> وسایلی هستند که از یک سنسور فرستنده IR استفاده می‌کنند و الگویی از موج مادون قرمز را می‌فرستند. گیرنده با دریافت موج و رمزگشایی آن اطلاعات ارسالی را دریافت می‌کند. (شکل ۱۶)

---

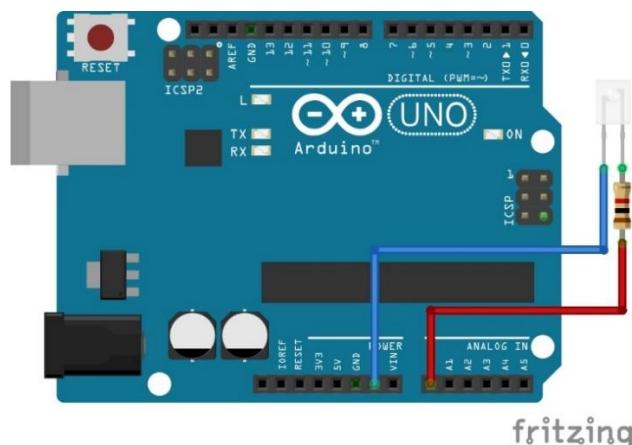
<sup>۳۹</sup> Remote Control



شکل ۱۶ کنترل از راه دور

از این نوع کنترل که در شکل ۱۶ مشاهده می‌شود، عموماً برای سیستم‌های روشنایی استفاده می‌شود. در این پروژه برای استفاده از این کنترل ابتدا یک مدار مطابق شکل ۱۷ برای یافتن کد ارسالی توسط هر دکمه از کنترل طراحی شد.

برای ساخت مدار تشخیص دهنده IR یک گیرنده IR را به یکی از پایه‌های آنالوگ وصل کرده و این مقدار را در مبنای ۱۶ در سریال Arduino IDE چاپ می‌کند. نتایج به دست آمده در جدول ۳ نوشته شده است.



شکل ۱۷ مدار رمزگشای IR

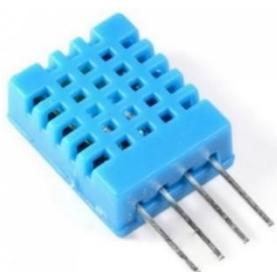
جدول ۳ کدهای خروجی هر یک از دکمه‌های کنترل

Button	HEX Code	Button	HEX Code
UP	8503705D	5	14789DB9
DOWN	DEB0C861	6	F7708F
OFF	D4DD0381	7	F708F7
ON	F7C03F	8	F78877
R	E85952E1	9	6A844445
G	78CDA4DD	10	9DE75E1D
B	A2672345	11	F794B621
W	F7E01F	12	F76897
1	F710EF	FLASH	F7D02F
2	6471EC7D	STORBE	F7F00F
3	9D52009D	FADE	F7C837
4	84044BBD	SMOOTH	F7E817

## ۵-۴ سنجش دما و رطوبت

سنسور رطوبت DHT11 (شکل ۱۷)، یک سنسور ارزان قیمت جهت سنجش دما و رطوبت هواست که به راحتی می‌تواند به برد Arduino و یا سایر میکروکنترلرهای متصل گردد. اندازه کوچک این سنسور، مصرف کم انرژی و انتقال سیگنال به مسافتی بیش از ۲۰ متر، آن را به یکی از بهترین گزینه‌ها جهت استفاده در پروژه‌های مختلف، بدل کرده است (مشخصات فنی، پیوست ز).

البته، نوع دیگری از سنسورهای تشخیص رطوبت و دمای سری DHT به نام DHT22 نیز موجود می‌باشد که نسبت به مدل DHT11 دقیق‌تر و البته گران‌تر است [۱۱].



شکل ۱۸ سنسور تشخیص دما و رطوبت DHT11

## ۶-۴ تشخیص دود

سنسورهای تشخیص دود و گاز سری MQ، نسبت به طیف گسترده‌ای از گازها حساس‌اند و در خانه و دمای اتاق قابل استفاده هستند. این سنسورها از یک گرم کن<sup>۳۴</sup> داخلی کوچک و سنسور الکتروشیمیایی برای تشخیص دود و گاز استفاده می‌کنند. سنسورهای MQ می‌توانند کالیبره شوند اما برای این کار، باید غلظت گازها را در حالت عادی دانست (مشخصات فنی، پیوست ح).

سنسور گاز MQ9 (شکل ۱۹) که در این پروژه از آن استفاده می‌شود، دارای حساسیت بالا نسبت به کربن مونواکسید، متان و LPG است. این سنسور می‌تواند برای تشخیص گازهای شامل CO و گازهای قابل احتراق به کار رود. جنس مواد حساس این سنسور SnO<sub>2</sub> است که رسانایی پایینی در هوای پاک دارد. عملکرد تشخیص این سنسور از طریق بالا و پایین رفتن دما است و گاز CO را وقتی که دما پایین می‌آید شناسایی می‌کند. رسانایی سنسور با افزایش غلظت گاز زیاد می‌شود. هنگامی که دما افزایش می‌یابد این سنسور گاز متان و پروپان و دیگر گازهای قابل اشتعال را تشخیص می‌دهد و گازهای دیگر جذب شده در دمای کم را رها می‌کند [۱۲].



شکل ۱۹ سنسور تشخیص گازهای سمی MQ-9

<sup>۳۴</sup> Heater

## ۷-۴ موتور

سرو موتور<sup>۳۵</sup> به صورت کلی یک الکتروموتور هست که یک سری مدارات الکترونیکی مانند درایوها در کنار آن قرار دارد و الکتروموتور حاوی شفت عمل گردش را به عهده دارد و تجهیزات الکترونیکی هم وظیفه دقت دادن به الکتروموتور را بر عهده دارند و این دقت شامل کنترل زاویه، کنترل شتاب، کنترل سرعت و ... می‌شود.

سرو موتور ها در انواع گیربکس دار و بدون گیربکس وجود دارند و در اندازه های خیلی کوچک تا اندازه های بزرگ تولید می شوند که اندازه های کوچک در پروژه های رباتیک و تجهیزات مکاترونیکی استفاده شده و اندازه های بزرگ هم در ساخت تجهیزات صنعتی مانند دستگاه های CNC استفاده می شود.

در این پروژه با اضافه کردن یک پروانه به این عملکرگ، از آن به عنوان سیستم خنک کنندهی محیط استفاده شده است.



شکل ۲۰ سرو موتور مدل SG90

## ۸-۴ تشخیص حرکت

حسگرهای PIR<sup>۳۶</sup> از حسگر IR ساخته شده‌اند. این حسگرها قابلیت تشخیص حرکت را دارند اما در خصوص نوع حرکت اطلاعی نمی‌دهند.

هر جسمی مقداری گرما از خود متصاعد می‌کند. حسگر IR موج مادون قرمز ناشی از فرد را دریافت کرده و سیگنال ارسال می‌کند (مشخصات فنی، پیوست ط).

در این پروژه همان طور که در بخش ۳-۳ به آن اشاره شد، این حسگر در جلوی آینه نصب شده است تا هنگامی که فرد رو به روی آینه قرار گرفت، آینه حضور فرد را تشخیص داده، از حالت نیمه خاموش درآمده و چهره‌ی فرد مقابل را تشخیص دهد. در صورت شناسایی فرد وارد اکانت کاربر مذکور شده، در غیر این صورت به ثبت نام کاربر جدید می‌پردازد.



شکل ۲۱ سنسور حرکت

## فصل ۵

### MQTT ۵

به طور کلی اینترنت اشیا، همانند اینترنت، دارای یک مدل لایه لایه، است. در شکل ۲۲ می‌توان مدل پیشنهادی اینترنت و اینترنت اشیا را در یک تصویر مشاهده نمود. همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود یکی از این لایه‌ها، همانند مدل پیشنهادی اینترنت، لایه کاربرد<sup>۳۷</sup> نام دارد [۱۳].

پروتکل MQTT<sup>۳۸</sup> یک پروتکل مبتنی بر رویکرد publish/subscribe طراحی گردیده است. این پروتکل در ابتدا به وسیله شرکت IBM توسعه یافت و اکنون یک استاندارد باز می‌باشد. از مزایای این پروتکل به سبک بودن<sup>۳۹</sup>، سازگار بودن با تمام دستگاه‌ها و پیاده سازی ساده آن می‌توان اشاره کرد. این قابلیت‌ها سبب شده است که این پروتکل در موقعیت‌های متفاوتی از جمله ارتباط بین دو ماشین<sup>۴۰</sup> استفاده شود. در ادامه به معرفی بیشتر این پروتکل پرداخته خواهد شد [۱۳].

---

<sup>۳۷</sup> Application Layer

<sup>۳۸</sup> Message Queuing Telemetry Transport

<sup>۳۹</sup> Light Weight

<sup>۴۰</sup> Machine to Machine (M2M)

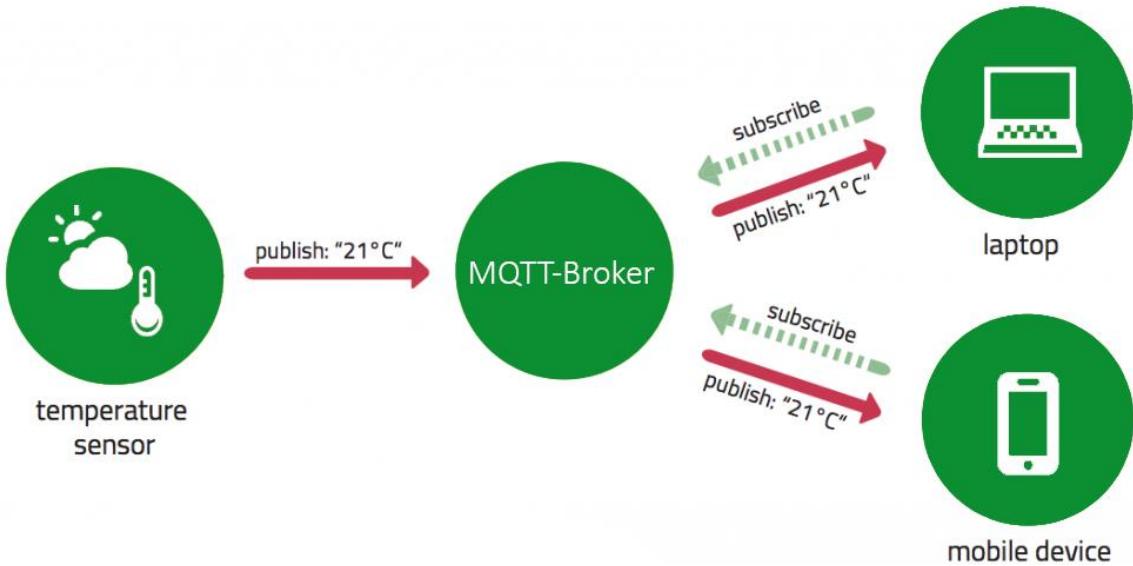
	<b>IoT Stack</b>	<b>Web Stack</b>
<b>TCP/IP Model</b>	IoT Applications Device Management	Web Applications
<b>Data Format</b>	Binary, JSON, CBOR	HTML, XML, JSON
<b>Application Layer</b>	CoAP, MQTT, XMPP, AMQP	HTTP, DHCP, DNS, TLS/SSL
<b>Transport Layer</b>	UDP, DTLS	TCP, UDP
<b>Internet Layer</b>	IPv6/IP Routing 6LoWPAN	IPv6, IPv4, IPSec
<b>Network/Link Layer</b>	IEEE 802.15.4 MAC IEEE 802.15.4 PHY / Physical Radio	Ethernet (IEEE 802.3), DSL, ISDN, Wireless LAN (IEEE 802.11), Wi-Fi

شکل ۲۲ مقایسه‌ی ساختار لایه‌ای IoT و Web

## ۱-۵ معماری

معماری ساختار MQTT به صورت client/server است. همان طور که در شکل ۲۳ مشاهده می‌شود، در این پروتکل تعدادی client با توپولوژی ستاره‌ای به یک server که با نام واسطه<sup>۴۱</sup> شناخته می‌شود در بستر TCP متصل می‌شوند [۱۳].

<sup>۴۱</sup> Broker



شکل ۲۳ الگوی publish/subscribe در پروتکل MQTT

پروتکل MQTT مبنی بر انتقال پیام است؛ یعنی واسطه وظیفه‌ی انتقال پیام‌ها بین client را دارد.

هر پیام دارای یک موضوع<sup>۴۲</sup> است. واسطه با توجه به موضوع پیام ارسال شده، پیام را به تمامی client‌هایی که این موضوع را دارند (به جز فرستنده‌ی پیام) می‌فرستد. در این پروتکل هر client می‌تواند پیام‌هایی با موضوعات متفاوت را بفرستد و دریافت کند. به عنوان نمونه سنسور دما، دمای محیط را با موضوع "temperature" ارسال می‌کند. واسطه پیام را دریافت کرده و به دستگاه یا دستگاه‌هایی که با این موضوع اشتراک<sup>۴۳</sup> می‌فرستد. در صورتی که واسطه مشترکی<sup>۴۴</sup> با این موضوع پیدا نکند، پیام را ذخیره کرده و به محض متصل شدن یک کلاینت با این موضوع، تمامی پیام‌های این موضوع را برای client مشترک می‌فرستد. از آن جایی که این پروتکل حافظه‌ی محدودی دارد، تنها قادر است پیام‌های اخیر را ذخیره کند [۱۳].

<sup>۴۲</sup> Topic

<sup>۴۳</sup> Subscribe

<sup>۴۴</sup> Subscriber

## ۲-۵ کیفیت خدمات

پروتکل MQTT، سه سطح برای کیفیت خدمات<sup>۴۵</sup> ارائه می‌دهد. این سطوح عبارتند از:

- Fire and Forget: این سطح، تنها پیغام مربوطه را ارسال کرده و خود را درگیر این موضوع که آیا گیرنده پیغام را دریافت کرده است یا خیر، نمی‌کند.
- Delivered at Least Once: در این سطح، سعی می‌شود تا حداقل یک نمونه از پیغام مربوطه به دست گیرنده برسد.
- Delivered Exactly Once: این سطح، همواره یک بسته پیغام را ارسال کرده و منتظر پاسخ ACK آن از سمت گیرنده می‌شود و سپس بسته بعدی را ارسال می‌کند. بنابراین با این سازوکار همواره این اطمینان وجود دارد که از هر بسته دقیقاً یک نمونه به دست گیرنده می‌رسد و نیاز به دور ریختن نمونه‌های اضافه‌ی بسته‌ها نیست [۱۳].

## ۳-۵ امنیت

برای برقراری ملزومات امنیتی، ممکن است واسط از کارخواهان در هنگام برقراری ارتباط، نام کاربری و رمز عبور را درخواست کند. همچنین برای اطمینان از امنیت تبادل اطلاعات در این پروتکل ممکن است ارتباط TCP با پروتکل SSL/TLS رمز شود.

---

<sup>۴۵</sup> Quality of Service (QoS)

## فصل ۶

### ۶ طراحی و پیاده‌سازی مدارات

#### ۶-۱ بدنی اصلی

دوربین به طور مستقیم با استفاده از کابل فلت به درگاه دوربین متصل می‌شود.

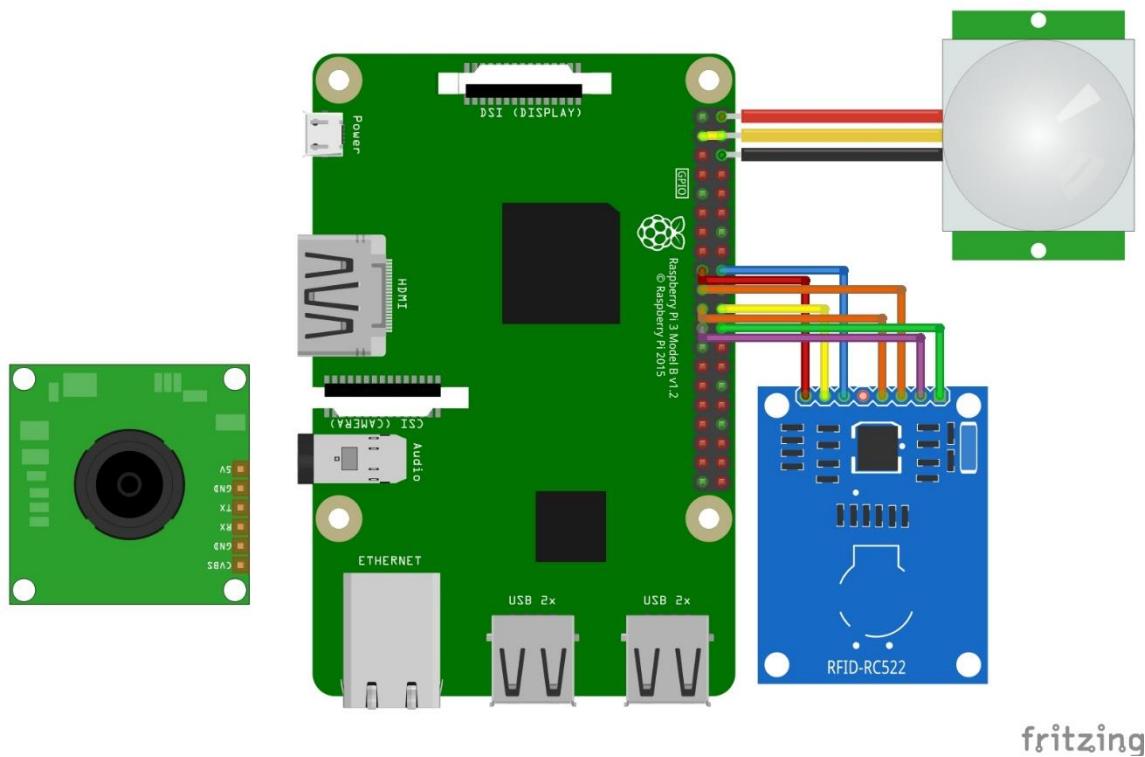
همچنین Raspberry Pi با استفاده از کابل HDMI به صفحه‌ی نمایش گر پشت آینه متصل می‌شود.

#### ۶-۲ مدارهای جانبی

توجه شود که سوئیچ‌های داخل هر سه مدار به منظور قطع و وصل کردن جریان از منبع می‌باشد.

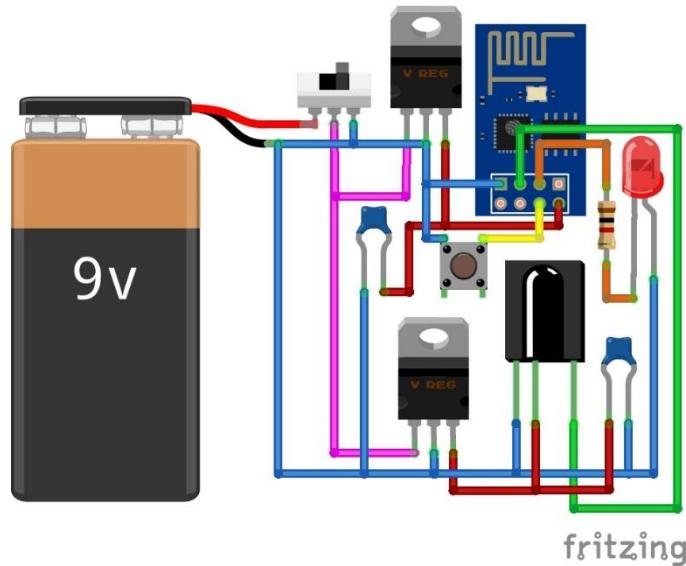
همچنین خازن‌ها به منظور حذف نویز بین دو منبع ۳.۳v و ۵v قرار داده شده‌اند.

دکمه نیز برای Reset مدار است.

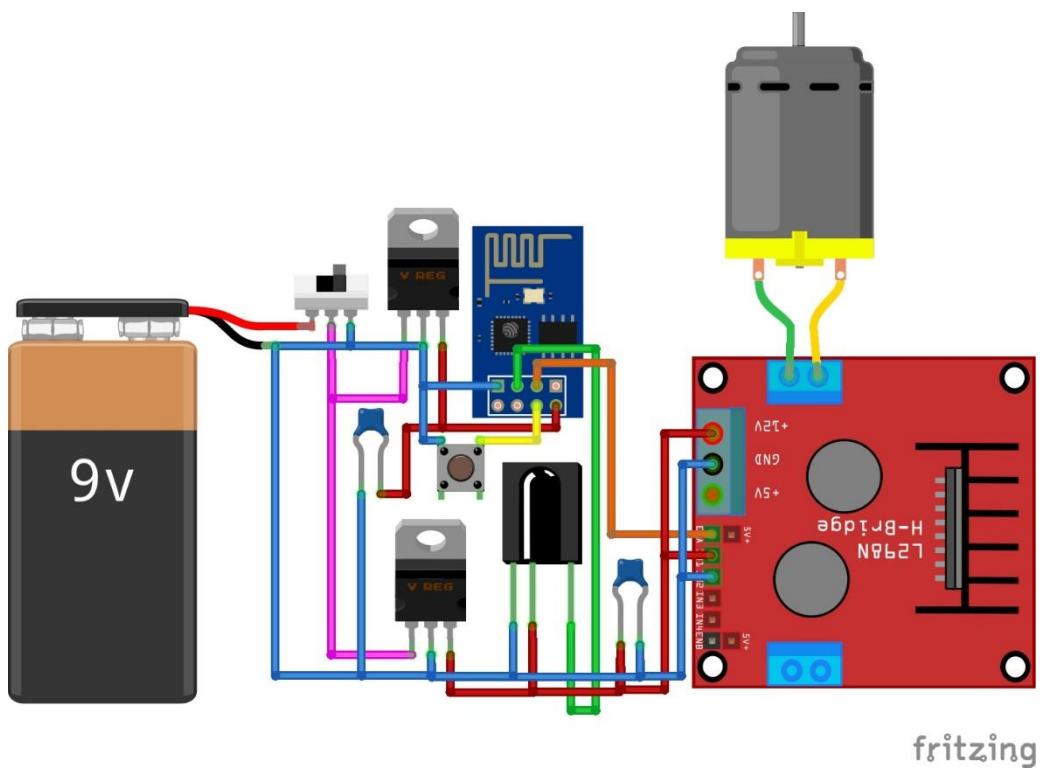


fritzing

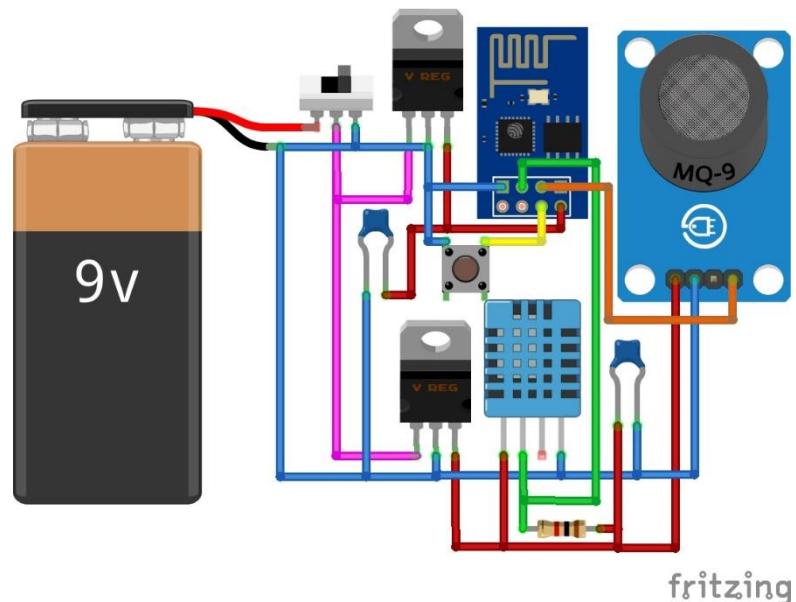
شكل ٢٤ بخش اصلی طراحی



شكل ٢٥ مدار تنظیم روشنایی



شکل ۲۶ مدار تنظیم دما



شکل ۲۷ مدار سنجش دما و میزان آلودگی هوای محیط بسته

## فصل ۷

### ۷ جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

می‌توان با ابزارهای موجود در بازار و همچنین توسعه برنامه‌ها با استفاده از کتابخانه‌های متن‌باز و کمی خلاقیت محیط‌هایی که به صورت روزمره استفاده می‌شوند را به محیط‌هایی هوشمند تبدیل کرده تا هم با کاهش اتلاف انرژی و هزینه سطح زندگی افراد متوسط را به مقدار زیادی افزایش داد.

## منابع

- [1] M. Rouse, Internet of Things (IoT), 2019 .
- [2] C. Yang, W. Shen , X. Wang ,The internet of things in manufacturing: Key issues and potential applications., 2018 .
- [3] “Technical Resource: Types and Applications of Microcontrollers,” Engineering Institute of Technolog. Available: <https://www.eit.edu.au/cms/resources/technical-resources/types-and-applications-of-microcontrollers>.
- [4] R. Jones, A £15 computer to inspire young programmers, BBC News, 2011 .
- [5] S. Bush, Dongle computer lets kids discover programming on a TV, Electronics Weekly, 2011 .
- [6] M. Brose, Broadcom BCM2835 SoC has the most powerful mobile GPU in the world?, Grand MAX, 2012 .
- [7] “Hardware: Raspberry Pi,” Wikipedia, 2019. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry\\_Pi#Specifications](https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi#Specifications).
- [8] “Raspberry Pi Pinout”. Available: [https://pinout.xyz./](https://pinout.xyz/)
- [9] “Best operating systems for Raspberry Pi”. Available: <https://raspberrytips.com/best-os-for-raspberry-pi./>

- [10] Philips, “MFRC522 Datasheet,” 22 May 2007. Available: <https://www.elecrow.com/download/MFRC522%20Datasheet.pdf>.
- [11] “DHT11 Humidity & Temperature Sensor Dataheet”. Available: <https://www.mouser.com/ds/2/758/DHT11-Technical-Datasheet-Translated-Version-1143054.pdf>.
- [12] H. H. E. Co., “MQ-9 Semiconductor Sensor for CO/Combustible Gas Datasheet”,Available: <http://www.haoyuelectronics.com/Attachment/MQ-9/MQ9.pdf>.
- [13] C. Götz, “MQTT 101 – How to Get Started with the lightweight IoT Protocol”,Available: [http://www.eclipse.org/community/eclipse\\_newsletter/2014/october/article2.php](http://www.eclipse.org/community/eclipse_newsletter/2014/october/article2.php).

# پیوست

## أ. مشخصات فنی Raspberry Pi



Farnell element14

<http://uk.farnell.com/buy-raspberry-pi>



Newark element14

<http://www.newark.com/buy-raspberry-pi>

### Technical Specification:

#### Processor

- Broadcom BCM2387 chipset.
- 1.2GHz Quad-Core ARM Cortex-A53 (64Bit)

#### 802.11 b/g/n Wireless LAN and Bluetooth 4.1 (Bluetooth Classic and LE)

- IEEE 802.11 b / g / n Wi-Fi. Protocol: WEP, WPA WPA2, algorithms AES-CCMP (maximum key length of 256 bits), the maximum range of 100 meters.
- IEEE 802.15 Bluetooth, symmetric encryption algorithm Advanced Encryption Standard (AES) with 128-bit key, the maximum range of 50 meters.

#### GPU

- Dual Core Video Core IV® Multimedia Co-Processor. Provides Open GL ES 2.0, hardware-accelerated Open VG, and 1080p30 H.264 high-profile decode.
- Capable of 1Gpixel/s, 1.5Gtexel/s or 24GFLOPs with texture filtering and DMA infrastructure

#### Memory

- 1GB LPDDR2

#### Operating System

- Boots from Micro SD card, running a version of the Linux operating system or Windows 10 IoT

#### Dimensions

- 85 x 56 x 17mm

#### Power

- Micro USB socket 5V1, 2.5A

#### Connectors:

##### Ethernet

- 10/100 BaseT Ethernet socket

##### Video Output

- HDMI (rev 1.3 & 1.4)
- Composite RCA (PAL and NTSC)

##### Audio Output

- Audio Output 3.5mm jack
- HDMI
- USB 4 x USB 2.0 Connector

##### GPIO Connector

- 40-pin 2.54 mm (100 mil) expansion header: 2x20 strip
- Providing 27 GPIO pins as well as +3.3 V, +5 V and GND supply lines

##### Camera Connector

- 15-pin MIPI Camera Serial Interface (CSI-2)

##### Display Connector

- Display Serial Interface (DSI) 15 way flat flex cable connector with two data lanes and a clock lane

##### Memory Card Slot

- Push/pull Micro SDIO

## ب. مشخصات فنی ESP8266-01



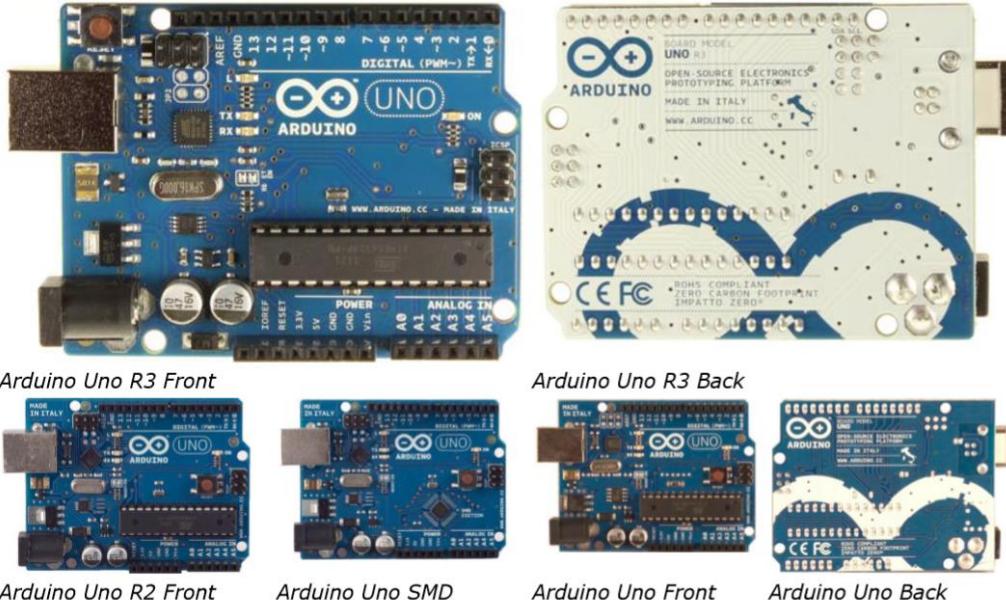
**Espressif Systems**

**ESP8266 Datasheet**

Categories	Items	Values
WiFi Parameters	Certificates	FCC/CE/TELEC/SRRC
	WiFi Protocols	802.11 b/g/n
	Frequency Range	2.4G-2.5G (2400M-2483.5M)
	Tx Power	802.11 b: +20 dBm
		802.11 g: +17 dBm
		802.11 n: +14 dBm
	Rx Sensitivity	802.11 b: -91 dbm (11 Mbps)
		802.11 g: -75 dbm (54 Mbps)
		802.11 n: -72 dbm (MCS7)
	Types of Antenna	PCB Trace, External, IPEX Connector, Ceramic Chip
Hardware Parameters	Peripheral Bus	UART/SDIO/SPI/I2C/I2S/IR Remote Control
		GPIO/PWM
	Operating Voltage	3.0~3.6V
	Operating Current	Average value: 80mA
	Operating Temperature Range	-40°~125°
	Ambient Temperature Range	Normal temperature
	Package Size	5x5mm
	External Interface	N/A
Software Parameters	WiFi mode	station/softAP/SoftAP+station
	Security	WPA/WPA2
	Encryption	WEP/TKIP/AES
	Firmware Upgrade	UART Download / OTA (via network)
	Software Development	Supports Cloud Server Development / SDK for custom firmware development
	Network Protocols	IPv4, TCP/UDP/HTTP/FTP

## ج. مشخصات فنی Arduino Uno

### Arduino Uno



### Overview

The Arduino Uno is a microcontroller board based on the ATmega328 ([datasheet](#)). It has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz ceramic resonator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started.

The Uno differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega16U2 (Atmega8U2 up to version R2) programmed as a USB-to-serial converter.

| [Revision 2](#) of the Uno board has a resistor pulling the 8U2 HWB line to ground, making it easier to put into [DFU mode](#).

| [Revision 3](#) of the board has the following new features:

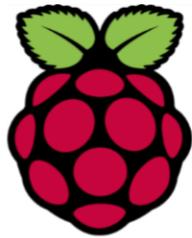
- 1.0 pinout: added SDA and SCL pins that are near to the AREF pin and two other new pins placed near to the RESET pin, the IOREF that allow the shields to adapt to the voltage provided from the board. In future, shields will be compatible both with the board that use the AVR, which operate with 5V and with the Arduino Due that operate with 3.3V. The second one is a not connected pin, that is reserved for future purposes.
- Stronger RESET circuit.
- Atmega 16U2 replace the 8U2.

"Uno" means one in Italian and is named to mark the upcoming release of Arduino 1.0. The Uno and version 1.0 will be the reference versions of Arduino, moving forward. The Uno is the latest in a series of USB Arduino boards, and the reference model for the Arduino platform; for a comparison with previous versions, see the [index of Arduino boards](#).

### Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V

## د. مشخصات فنی دوربین RPi



### Raspberry Pi Camera v2

Part number: RPI 8MP CAMERA BOARD



- 8 megapixel camera capable of taking photographs of 3280 x 2464 pixels
- Capture video at 1080p30, 720p60 and 640x480p90 resolutions
- All software is supported within the latest version of Raspbian Operating System



The Camera v2 is the new official camera board released by the Raspberry Pi foundation.

The Raspberry Pi Camera Module v2 is a high quality 8 megapixel Sony IMX219 image sensor custom designed add-on board for Raspberry Pi, featuring a fixed focus lens. It's capable of 3280 x 2464 pixel static images, and also supports 1080p30, 720p60 and 640x480p60/90 video. It attaches to Pi by way of one of the small sockets on the board upper surface and uses the dedicated CSI interface, designed especially for interfacing to cameras.

- 8 megapixel native resolution sensor-capable of 3280 x 2464 pixel static images
- Supports 1080p30, 720p60 and 640x480p90 video
- Camera is supported in the latest version of Raspbian, Raspberry Pi's preferred operating system

The board itself is tiny, at around 25mm x 23mm x 9mm. It also weighs just over 3g, making it perfect for mobile or other applications where size and weight are important. It connects to Raspberry Pi by way of a short ribbon cable.

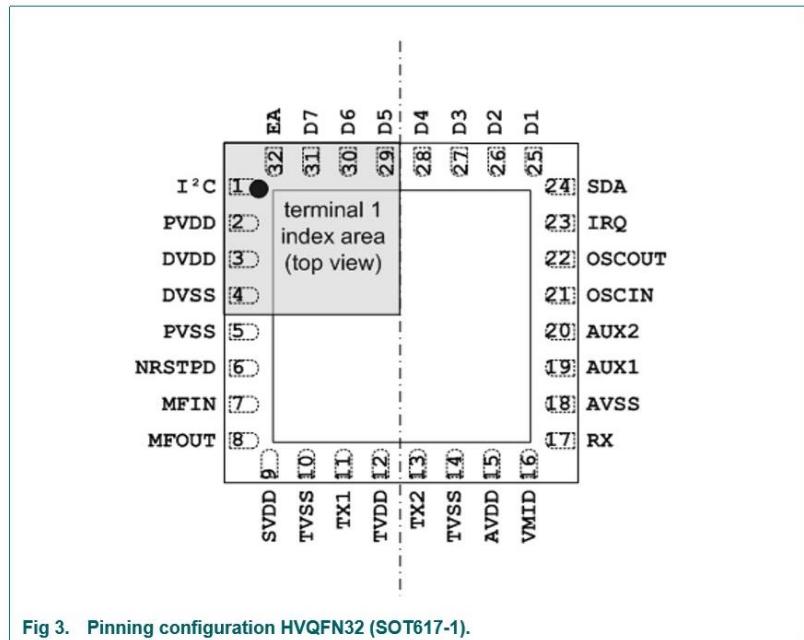
The high quality Sony IMX219 image sensor itself has a native resolution of 8 megapixel, and has a fixed focus lens on-board. In terms of still images, the camera is capable of 3280 x 2464 pixel static images, and also supports 1080p30, 720p60 and 640x480p90 video.

### Applications

- CCTV security camera
- motion detection
- time lapse photography

## 7. Pinning information

### 7.1 Pinning



### 7.2 Pin description

Table 3: Pin description

Symbol	Pin	Type	Description
I <sup>2</sup> C	1	I	I <sup>2</sup> C enable <sup>[2]</sup>
PVDD	2	PWR	Pad power supply
DVDD	3	PWR	Digital Power Supply
DVSS	4	PWR	Digital Ground <sup>[1]</sup>
PVSS	5	PWR	Pad power supply ground
NRSTPD	6	I	<b>Not Reset and Power-down:</b> When LOW, internal current sinks are switched off, the oscillator is inhibited, and the input pads are disconnected from the outside world. With a positive edge on this pin the internal reset phase starts.
MFIN	7	I	Mifare Signal Input
MFOUT	8	O	Mifare Signal Output
SVDD	9	PWR	<b>MFN / MFOUT Pad Power Supply:</b> provides power to for the MFIN / MFOUT pads
TVSS	10, 14	PWR	<b>Transmitter Ground:</b> supplies the output stage of TX1 and TX2



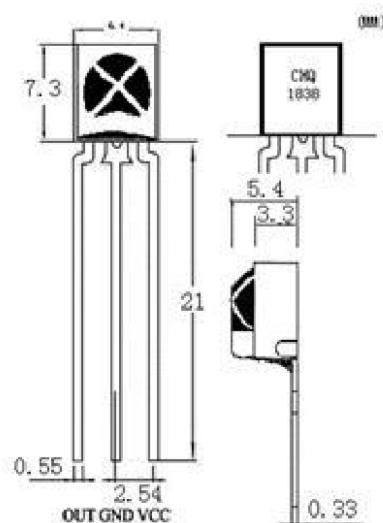
<http://www.openimpulse.com>

## TL1838 Infrared Receiver Datasheet

### 1. Features

- \* Compact design;
- \* Built-in dedicated IC;
- \* wide-angle and long distance reception;
- \* anti-stem worries ability;
- \* can more than offset the impact of ambient light;
- \* Low voltage operation;

### 2. Dimensions and Pin Assignment



## ز. مشخصات فنی DHT11

### Detailed Specifications:

Parameters	Conditions	Minimum	Typical	Maximum
<b>Humidity</b>				
Resolution		1%RH	1%RH	1%RH
			8 Bit	
Repeatability			± 1%RH	
Accuracy	25°C		± 4%RH	
	0-50°C			± 5%RH
<b>Interchangeability</b>				
Measurement Range	0°C	30%RH		90%RH
	25°C	20%RH		90%RH
	50°C	20%RH		80%RH
Response Time (Seconds)	1/e(63%)25°C , 1m/s Air	6 S	10 S	15 S
Hysteresis			± 1%RH	
Long-Term Stability	Typical		± 1%RH/year	
<b>Temperature</b>				
Resolution		1°C	1°C	1°C
		8 Bit	8 Bit	8 Bit
Repeatability			± 1°C	
Accuracy		± 1°C		± 2°C
Measurement Range		0°C		50°C
Response Time (Seconds)	1/e(63%)	6 S		30 S

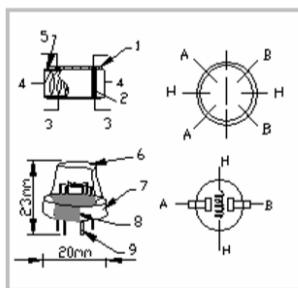
## ح. مشخصات فنی MQ-9

HANWEI ELETRONICS CO.,LTD

MQ-9

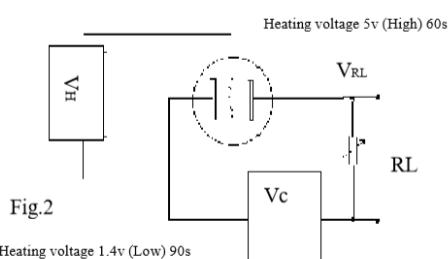
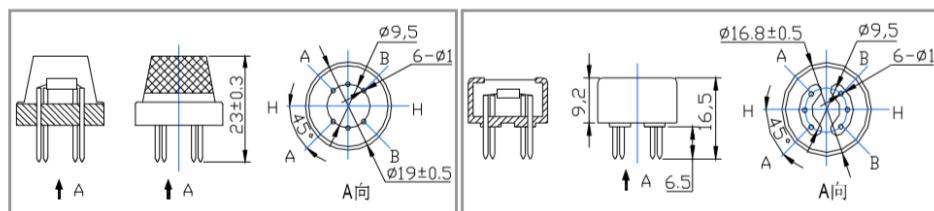
<http://www.hwsensor.com>

6 pin ,4 of them are used to fetch signals, and other 2 are used for providing heating current.



Parts	Materials
1 Gas sensing layer	$\text{SnO}_2$
2 Electrode	Au
3 Electrode line	Pt
4 Heater coil	Ni-Cr alloy
5 Tubular ceramic	$\text{Al}_2\text{O}_3$
6 Anti-explosion network	Stainless steel gauze (SUS316 100-mesh)
7 Clamp ring	Copper plating Ni
8 Resin base	Bakelite
9 Tube Pin	Copper plating Ni

Fig.1



Heating voltage 1.4v (Low) 90s

Electric parameter measurement circuit is shown as

E. Sensitivity characteristic curve

Standard circuit:

As shown in Fig 2, standard measuring circuit of MQ-9 sensitive components consists of 2 parts. one is heating circuit having time control function (the high voltage and the low voltage work circularly ). The second is the signal output circuit, it can accurately respond changes of surface resistance of the sensor.

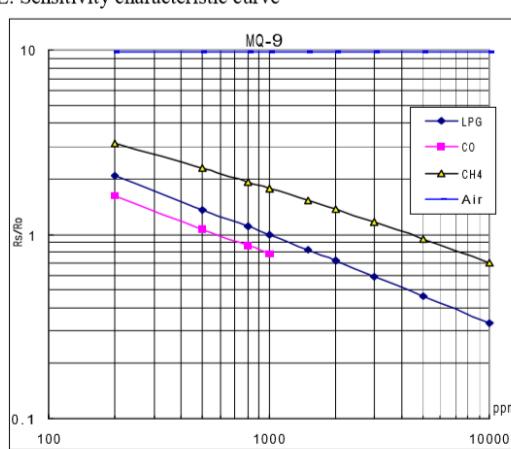


Fig.3 sensitivity characteristics of the MQ-9

Fig.3 is shows the typical sensitivity characteristics of the MQ-9 for several gases.

in their: Temp: 20°C,  
Humidity: 65%,  
 $\text{O}_2$  concentration 21%  
 $RL=10k\ \Omega$   
Ro: sensor resistance at 1000ppm  
LPG in the clean air.  
Rs: sensor resistance at various concentrations of gases.

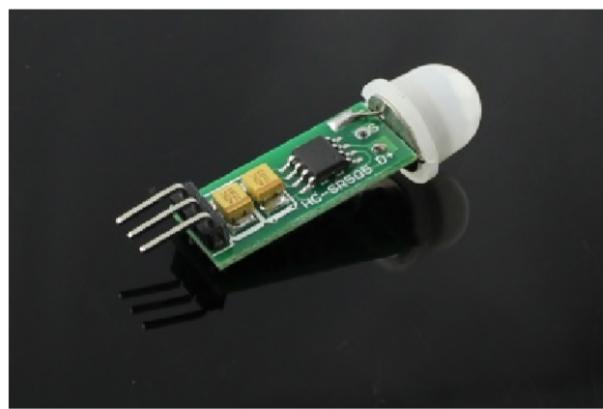
TEL: 86-371- 67169070 67169080 FAX: 86-371-67169090

E-mail: [sales@hwsensor.com](mailto:sales@hwsensor.com)

## HC-SR505 Mini PIR Motion Sensor

### Introduction

HC-SR505 Mini PIR Motion Sensor is based on infrared technology and it can automatic control by itself with high sensitivity and high reliability. Because of the minimum size and low-power operation mode, it widely used in various of automatic electronic equipment, especially battery-powered automatic products.



### Features

- Automatic Control
- Minimum size
- Repeatable Trigger
- Wide range of operating voltage
- Low-power
- Output high signal

### Specification

- Operating voltage range: DC4.5-20V
- Quiescent Current: <60uA
- Trigger: reusable trigger (default)
- Delay Time: The default 8S + -30%
- Board Dimensions: 10 \* 23mm
- Induction angle: <100 degrees cone angle
- Sensing distance: 3 meters
- Working temperature: -20 to +80 degrees
- Sensor Lens Dimensions: Diameter: 10mm



Sharif University of Tchnology  
Department of Computer Engineering

B.Sc. Thesis

# Implimentation of Smart Lab By Mini PC

By:  
Fatemeh Abootalebi, Mohammad Amin Isaai

Supervisor:

Dr. Ali Mohammad Afshin Hemmatyar

August 2019