

بنام خداوند جان و

ساخت خانه‌های هوشمند توسط ماژول:

esp8266

تالیف:

علی اصغر صالحی

یوسف شاه محمدی



۱۳۹۸

سرشناسه : صالحی، علی اصغر، ۱۳۵۶-
 عنوان و نام پدیدآور : ساخت خانه های هوشمند توسط مازول esp8226/مؤلفین: علی اصغر صالحی، یوسف شاه محمدی
 مشخصات نشر : تهران: انتشارات ناقوس، ۱۳۹۸.
 مشخصات ظاهری : ۱۰۶: مصور، جدول، نمودار.
 شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۴۷۳-۱۹۴-۲-۲
 وضعیت فهرست نویسی : فیبا
 یادداشت : کتابنامه: ص: ۱۰۶.
 موضوع : خانه های هوشمند
 موضوع : Home automation
 موضوع : اینترنت اشیا
 موضوع : Internet of things
 شناسه افزوده : شاه محمدی، یوسف، ۱۳۷۵-
 رده بندی کنگره : TH ۴۸۱۳
 رده بندی دیویی : ۶۴۳/۶۰۲۸۵
 شماره کتابشناسی ملی : ۵۷۲۱۰۵۰



**NAGHOOS
PUBLICATION**

برای خرید Online به آدرس زیر مراجعه کنید:

www.naghoospress.ir

انتشارات ناقوس

چاپ اول

: ساخت خانه های هوشمند توسط مازول esp8266

نام کتاب

«در نوبت چاپ اول از دستگاه چاپ
دیجیتال استفاده شده است»

: انتشارات ناقوس

ناشر

: علی اصغر صالحی، یوسف شاه محمدی

تالیف و ترجمه

S.M.S : ۳۰۰۰۴۵۲۳۲۳

: ۱۳۹۸

چاپ اول

: ۱۰۰ جلد

تیراژ

: برجسته

چاپ و صحافی

: یاسمن تجملی محدث

ناظر چاپ

: ۲۷۰۰۰ ریال

قیمت

: ۹۷۸-۶۰۰-۴۷۳-۱۹۴-۲-۲

شابک

: 978-600-473-194-2

ISBN

کلیه حقوق برای سرمایه‌گذار محفوظ
است. تکثیر تمامی یا قسمتی از این اثر
به صورت حروفچینی یا چاپ مجدد،
چاپ افست، پلی‌کپی، فتوکپی و انواع
دیگر چاپ ممنوع است و پیگرد قانونی
دارد.

مرکز پخش: انتشارات ناقوس

۱-خیابان انقلاب خیابان ۱۶ آذر بن بست پارس پلاک ۱۰

تلفن و فاکس : ۶۶۴۷۸۹۵۴ - ۶۶۴۷۸۹۵۱

چکیده:

این پروژه در قالب موضوع اینترنت اشیاء انجام شده است و هدف آن آشنایی با هوشمند سازی خانه ها و اماکن با استفاده از سنسورها و ماژول های مختلف می باشد. در پیاده سازی این پروژه از برد توسعه ای NodeMCU که بر اساس ESP8266 می باشد، استفاده شده است، که با اتصال از طریق کابل USB به رایانه متصل می شود و به کمک محیط Arduino IDE و با زبان قدرتمند ++C برنامه نویسی می شود. از قابلیت های بسیار عالی این محیط می توان به پشتیبانی از مجموعه کتابخانه های استاندارد زبان C اشاره کرد، که در قسمت های مختلف برنامه به کار برده شده است.

طراحی یک سیستم هوشمند مستلزم محیط، سخت افزار و امکانات مناسبی می باشد که بتوان یک سیستم کاربردی را پیاده سازی کرد. اما همان طور که اشاره شد هدف اصلی این پروژه آشنایی با سیستم های هوشمند، ماژول ها و سنسورها و نحوه ی برنامه نویسی Board می باشد. ماژول هایی که در این پروژه به کار برده شده است به شرح زیر می باشد :

- DHT11 : برای تشخیص دما و رطوبت
- MQ9 : برای تشخیص گاز
- PIR Motion Detection : برای تشخیص حرکت
- 2-Channel Relay : رله ی دوکاناله برای اتصال به برق شهری
- OLED 128*64 : صفحه نمایش برای نمایش اطلاعات

برد NodeMCU دارای حافظه ای به اسم SPIFFS می باشد، که در این پروژه از این حافظه برای نگهداری کدهای html استفاده شده است. بعد از روشن شدن Board وب سرور نیز handle می شود و می توان به IP دستگاه متصل شد و وب سایت موجود در Board را بارگزاری کرد، با استفاده از این وب سرور می توان به امکاناتی از قبیل مشاهده ی مقادیری که سنسورها Sense کرده اند و یا کنترل Relay ها، دسترسی داشت.

درباره مولف

۱. ده سال تدریس در دانشکده سما ایوانکی
۲. سه سال تدریس در مرکز علمی کاربردی سپاه محمد رسول الله (ص)
۳. پنج ترم تدریس در دانشکده فنی و حرفه‌ای شهید شمس‌پور
۴. تدریس در موسسه آموزش عالی الکترونیکی ایرانیان
۵. تدریس در دانشگاه غیر انتفاعی علم و فرهنگ
۶. تدریس در موسسه آموزش عالی غیر انتفاعی آل طه
۷. تدریس در دانشگاه آزاد واحد گرمسار
۸. تدریس در دانشگاه آزاد واحد قیام‌دشت
۹. تدریس در مجتمع فنی تهران نمایندگی‌های پیروزی، ونک و نارمک و ...
۱۰. تدریس در آموزشگاه‌های کنکور فنی حرفه‌ای
۱۱. مدیریت هنرستان فنی

مقدمه:

اینترنت اشیا یک مفهوم عمومی از توانایی دستگاه‌های شبکه برای حس کردن و جمع‌آوری اطلاعات از محیط اطراف ما و سپس به اشتراک‌گذاری آن اطلاعات از طریق اینترنت است که می‌توان آن را برای اهداف مختلف، پردازش و استفاده کرد. هم اکنون به کمک فناوری اینترنت اشیا، امکان اتصال هر شی به شبکه فراهم شده است. اینترنت اشیا شبکه‌ای را جهت اتصال افراد، اشیا، برنامه‌ها و داده از طریق اینترنت برای مواردی همچون کنترل از راه دور، مدیریت و سرویس‌های یکپارچه تعاملی فراهم می‌نماید. این شبکه به سرعت در حال رشد و توسعه است و در خصوص چرایی این روند رشد دلایل متعددی ذکر می‌شود. در حال حاضر، تعداد موبایل‌ها از تعداد افراد روی کره زمین بیشتر است و پیش بینی شده است که تا سال ۲۰۲۰ بیش از ۵۰ میلیارد شی به اینترنت متصل می‌گردند.

در خانه‌هایی که امروزه ساخته می‌شود می‌توان با استفاده از یک تلفن همراه از خارج خانه و از هر مسافتی حتی خارج از شهر یا کشور دستگاه‌های ایمنی و امنیتی و تجهیزات برقی، کنترل خانه را در اختیار داشت. مثلاً اگر فراموش شود که در هنگام خروج از خانه شیر اصلی گاز بسته شود، بدون برگشتن به خانه و با یک تلفن این کار قابل انجام خواهد بود یا ساعتی قبل از رسیدن به خانه می‌توان کولر را روشن کرد. همچنین می‌توان دما، روشنایی، دوربین‌های مداربسته، آیفون تصویری سیستم آبیاری باغچه و موتورخانه و... را نیز کنترل کرد.

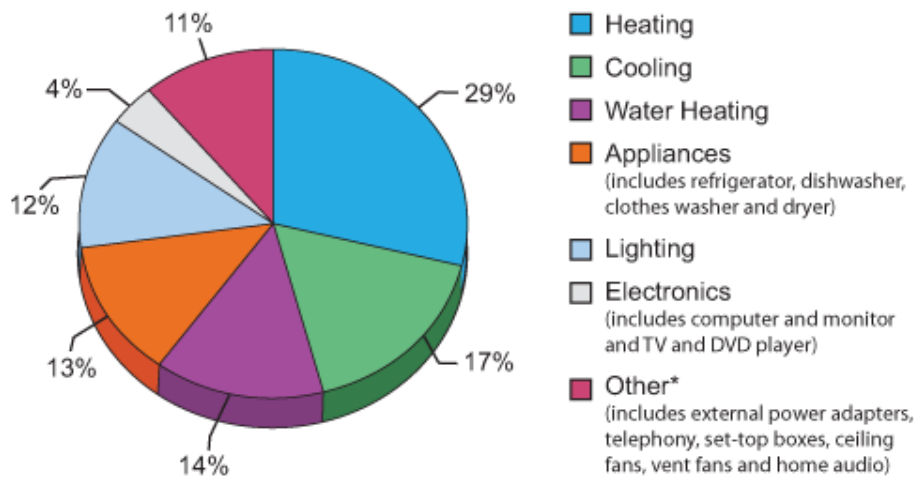
ساختمان هوشمند، ساختمانی است که مجهز به یک زیر ساختار ارتباطاتی قوی بوده که می‌تواند به صورت مستمر نسبت به وضعیت های متغیر محیط عکس العمل نشان داده و خود را با آنها وفق دهد و همچنین به ساکنین ساختمان این اجازه را می‌دهد که از منابع موجود به صورت موثرتری استفاده نموده و امنیت و آرامش آنها را افزایش دهد. تعریفی که در ایالات متحده آمریکا درباره یک ساختمان هوشمند عنوان می‌شود این چنین است: «یک ساختمان هوشمند ساختمانی است که در بر دارنده محیطی پویا و مقرون به صرفه بوسیله یکپارچه کردن چهار عنصر اصلی یعنی سیستمها، ساختار، سرویس‌ها و مدیریت و رابطه میان آنها است». بازدهی انرژی فاکتور مهمی از اینترنت اشیا در انرژی ساختمان است. قطع کردن مصرف‌کننده‌های برق یک راه برای افزایش بازدهی است. همچنین از کنترل و اتوماسیون ساختمان می‌توان به عنوان یک راه عالی دیگر نام برد.

یکی از مهم‌ترین روشهای بهینه سازی، «مدیریت انرژی روشنایی» و یا هوشمند سازی تجهیزات است که با استفاده از انواع روشهای مدیریتی تلفیق شده می‌تواند میزان نور مناسب را در زمان مناسب و مکان مناسب فراهم آورد.

با مقایسه میزان مصرف انرژی الکتریکی ساختمان‌ها می‌توان دریافت که حدود ۳۰ درصد از انرژی مصرفی در ساختمان در سیستم های روشنایی مصرف می‌گردد.

Where Does My Money Go?

Annual Energy Bill for a typical Single Family Home is approximately \$2,200.



روشهای مختلفی برای مدیریت مصرف انرژی در بخش روشنایی وجود دارد. این روشها شامل دیم کردن، استفاده از نور طبیعی، خاموش و روشن شدن با توجه به حضور فرد، کنترل زمانی، اندازه گیری میزان مصرف و پیک سایی، هوشمندسازی و قابلیت تحلیل داده ها می باشد. به طور خلاصه می توان گفت: هدف از تمام روشهای مدیریتی اعمال شده آن است که بهترین منبع نوری در دسترس، تنها در زمان مناسب، به اندازه مورد نیاز و بر مکان مورد نیاز تابیده شود.

فهرست مطالب

مقدمه

فصل اول: برد توسعه‌ی NodeMCU

۳	آشنایی با esp 8266
۴	برد توسعه‌ی NodeMCU
۵	GPIO چیست؟

فصل دوم: برنامه‌نویسی برد با Arduino IDE

۱۱	معرفی Arduino IDE
۱۲	نصب و راه‌اندازی NodeMCU
۱۶	راه‌اندازی اولین پروژه

فصل سوم: راه‌اندازی ماژول‌های الکترونیکی

۲۱	ماژول‌های الکترونیکی
۲۲	سنسور دما و رطوبت DHT11
۳۱	سنسور تشخیص گاز MQ9
۳۴	سنسور تشخیص حرکت PIR
۳۷	ماژول Relay

فصل چهارم: مانیتورینگ و کنترل ماژول‌ها

۴۷	اتصال برد توسعه به Wifi
۵۲	راه‌اندازی نمایشگر OLED
۶۴	راه‌اندازی وب سرور

منابع و مآخذ

۹۳	منابع و مآخذ
----	--------------

فصل اول

برد توسعه‌ی NodeMCU

آشنایی با ESP8266 :

ESP8266EX (که به طور خلاصه ESP8266 نامیده می‌شود) یک SOC (System-on-chip) یکپارچه شده با میکروکنترلر ۳۲ بیتی Tensilica می‌باشد. سری esp8266 یا خانواده‌ی تراشه‌های wifi توسط شرکت Espressif Systems در شانگهای چین تولید می‌شود. تمرکز این کمپانی بر روی تکنولوژی‌های پیشرفته‌ی Wifi، Bluetooth و راه‌حلهایی با حداقل مصرف جریان است و توانسته است مجموعه‌های محبوب از تراشه‌ها، ماژول‌ها و بردهای توسعه را تولید کند. ماژول‌های رسمی espressif در حال حاضر ESP-WROOM-02 و ESP-WROOM-S2 هستند.



شکل ۱-۱ : انواع مختلف ماژول‌های ESP

علاوه بر ماژول‌های خود کمپانی، چیپ‌های ESP را به صورت جداگانه می‌توان به همراه حافظه روی یک برد لحیم کرد و از آن به عنوان ماژول وای فای ESP8266 در کنار بردهای توسعه‌ای مانند Arduino یا Raspberry pi استفاده کرد. ESP-01 اولین سری از ماژول‌های ساخته شده بر اساس چیپ ESP و ساخته شده توسط تولید کننده‌ی third-party به اسم Ai-Thinker است که به طور گسترده در دسترس است. برای ایجاد یک سیستم توسعه کارآمد، آنها از اجزایی مانند یک آداپتور سریال TTL به USB و یک منبع تغذیه ۳.۳ ولت در کنار چیپ ESP استفاده کردند. یکی از بهترین نکاتی که در رابطه با این ماژول‌ها می‌توان وجود دارد قیمت به صرفه‌ی آن است. به عنوان مثال ماژول ESP-01S که به عنوان ماژول وای فای مورد استفاده قرار می‌گیرد تنها با قیمت ۱.۵۰ \$ قابل دسترس است، ESP-07S را می‌توان به عنوان

یکی از معروف‌ترین و پرکاربردترین این بردها به حساب آورد که با قیمت نه چندان چشم‌گیر ۸.۵\$ می‌تواند هم به عنوان ماژول وای فای و هم به عنوان وب سرور کار کند.

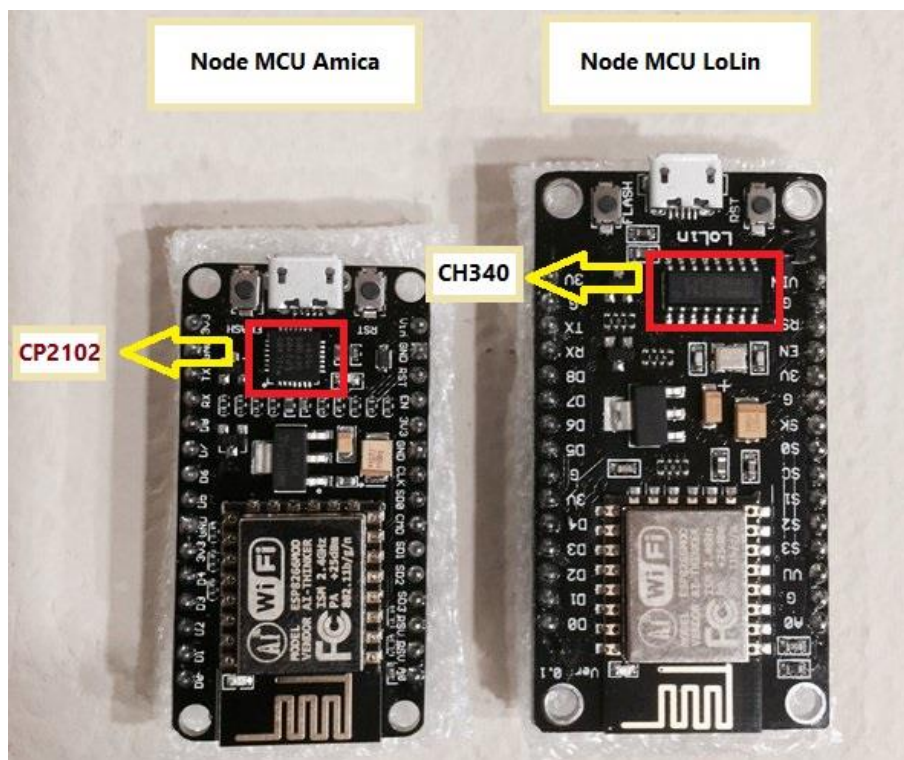
: Node-MCU

تمامی ماژول‌های وای فای ESP-XX برای راه‌اندازی نیاز به تغذیه‌ی ۳.۳ ولت و برای ارتباط با کامپیوتر نیاز به یک مبدل USB به سریال دارند، در برد توسعه‌ی NodeMCU همه‌ی قطعات و وسایل مورد نیاز برای راه‌اندازی ماژول وای فای تعبیه شده است. این برد توسعه به علت firmware خاص طراحی شده در واقع نوعی از بردهای Embedded در زمینه‌ی اینترنت اشیاء به شمار می‌رود که می‌توان آن را با انواع اسکریپت‌های برنامه‌نویسی نظیر Lua, MicroPython به کار گرفت. همچنین قرار گرفتن Arduino Bootloader درون چیپ ESP8266EX باعث شده تا برد توسعه‌ی NodeMCU را بتوان نوعی Arduino Shield تلقی کرد که با نرم‌افزار Arduino IDE (نرم‌افزار برنامه‌نویسی انواع بردهای آردوینو) قابل برنامه‌ریزی است. تاکنون سه نسخه از این برد در بازار موجود می‌باشد که به شرح زیر می‌باشند:

- نسخه‌ی اول (سال ۲۰۱۴)، در آن از ماژول ESP-12 استفاده شده است.
- نسخه‌ی دوم، در آن از ماژول ESP-12E استفاده شده است.
- نسخه‌ی سوم، در آن از ماژول ESP-12F استفاده شده است.

تفاوت‌های کمی بین این سه نسخه وجود دارد که شامل نوع ماژول به کار برده شده و پایه‌های بیرون آمده از برد توسعه می‌باشد. از آنجایی که این برد open source بوده، شرکت‌های مختلفی اقدام به ساخت آن نموده‌اند که مهم‌ترین آن‌ها LoLin و Amica می‌باشند که تفاوت‌های بسیار جزئی با هم دارند. یکی از این تفاوت‌های ابعاد آن می‌باشد، NodeMCU Amica کوچکتر از NodeMCU LoLin می‌باشد و برای کاربردهایی با ابعاد کوچکتر بسیار مناسب است. تفاوت دیگری که در بردهای شرکت‌های مختلف دیده می‌شود، نوع آی سی مبدل USB به سریال است که در برند Amica از آی سی CP2102 و در برد LoLin از آی سی CH340 استفاده شده است. به علت اینکه آی سی CH340 ارزان‌تر می‌باشد، بردهای توسعه‌ی NodeMCU با برند LoLin ارزان‌تر می‌باشند.

در شکل ۱-۲ دو برد NodeMCU با برندهای LoLin و Amica را مشاهده می‌کنید. هر دوی این بردها برای کار مناسب بوده و جز تفاوت‌های گفته شده مزیت یا برتری خاصی نسبت به یکدیگر ندارند.



شکل ۱-۲: مقایسه دو برد NodeMCU با برندهای Amica و LoLin

در این پروژه ما به صورت اختصاصی روی برد NodeMCU کار می‌کنیم که هسته‌ی آن چیپ ESP8266 و ورژن ESP12E می‌باشد، می‌توان این برد را با قیمت \$۶.۹۰ تهیه نمود. از جمله مشخصات و قابلیت‌هایی که این برد به ما می‌دهد:

- ✓ 80 to 160 MHz Clock Freq.
- ✓ 128kB internal RAM
- ✓ 4MB external flash
- ✓ 802.11b/g/n Wi-Fi
- ✓ Operating Voltage: 2.5V to 3.6V
- ✓ On-board 3.3V 600mA regulator

GPIO چیست ؟

GPIO مخفف General-purpose Input Output می‌باشد و پین‌های ورودی و خروجی هستند که بر روی NodeMCU قرار دارد که می‌توانند در دو وضعیت HIGH و LOW قرار گیرند (ولتاژ 0v و 3.3v) و توسط

آن‌ها می‌توان یک سری وسایل را خاموش روشن کنیم، یا اطلاعاتی از سنسورها را بخوانیم. این GPIO ها بر روی همه‌ی بردها با تعداد متفاوتی وجود دارد، و طبق شماره‌گذاری که شده‌اند می‌توانیم آن‌ها را فراخوانی کنیم و مدکاری آن را مشخص کنیم. این پین‌ها می‌توانند در دو مد INPUT و OUTPUT کار کنند. زمانی که می‌خواهیم اطلاعاتی از یک سنسور یا ماژول مشخص را بخوانیم از مد INPUT استفاده می‌کنیم.

```
pinMode(GPIO16,INPUT)
```

```
digitalRead(GPIO16)
```

زمانی که بخوایم اطلاعاتی را به عنوان خروجی به یک ماژول بدهیم از مد OUTPUT استفاده می‌کنیم. مثلاً می‌توانیم با HIGH کردن یک پین، چراغ متصل به آن را روشن کنیم.

```
pinMode(GPIO16,OUTPUT)
```

```
digitalWrite(GPIO16,HIGH)
```

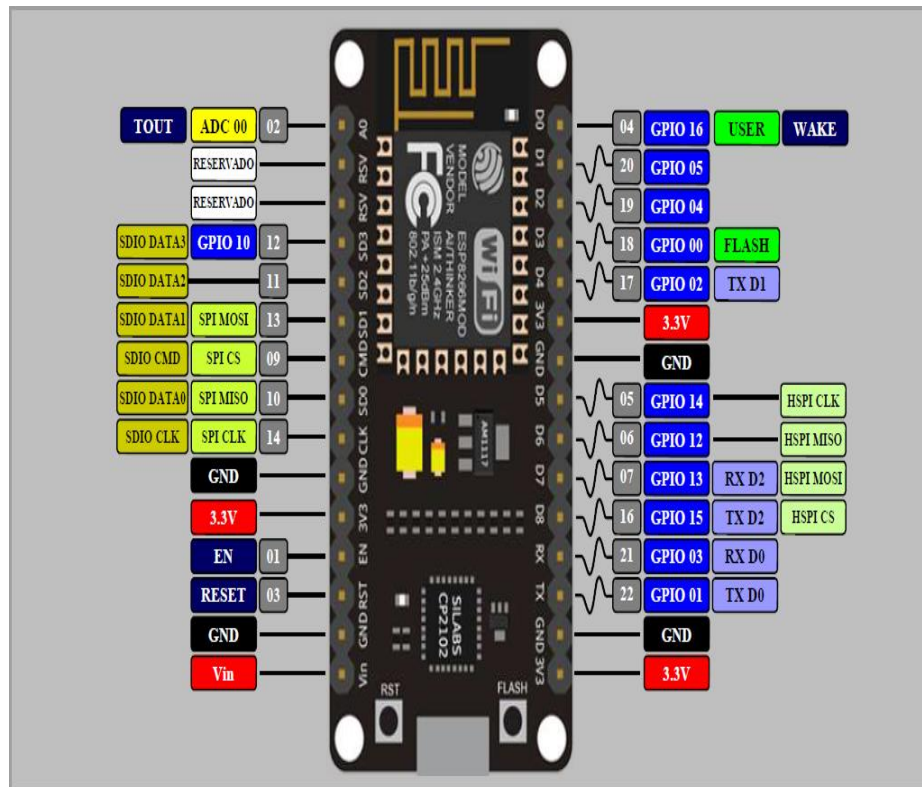
در پین‌های NodeMCU هم می‌توانیم از شماره‌های نوشته شده روی خود برد استفاده کرد یا می‌توان از شماره‌های GPIO که فراگیرتر است و در ماژول‌های ESP نامگذاری شده است استفاده کرد. بنابراین سه خط زیر تفاوتی با هم ندارند و همگی به D4 روی NodeMCU اشاره می‌کنند.

```
➤ #define DHTPIN GPIO2
```

```
➤ #define DHTPIN 2
```

```
➤ #define DHTPIN D4
```

در شکل ۱-۳ می‌توانید این مشاهده کنید که هر پین NodeMCU به چه GPIO ای، اشاره دارد.



شکل ۱-۳: مشاهده GPIO های مازول NodeMCU

فصل دوم

برنامه نویسی برد با Arduino IDE

معرفی Arduino IDE :

نرم افزار آردوینو (ARDUINO) که یک نرم افزار Open Source می باشد به شما کمک خواهد کرد که به راحتی برنامه ی خود را داخل این نرم افزار بنویسید و آن را بر روی برد توسعه ی NodeMCU آپلود کنید. **نرم افزار آردوینو** بر روی تمامی سیستم عامل های ویندوز، لینوکس و مکینتاش قابل نصب و اجرا می باشد. زبان آردوینو ترکیبی از زبان های C و C++ می باشد و کتابخانه های آردوینو نیز با همان زبان C++ نوشته می شوند. بردهای زیادی از جمله بردهای Arduino نیز با همین نرم افزار برنامه نویسی می شوند.



شکل ۲-۱ : لوگوی نرم افزار Arduino به هنگام ورود آن

ویژگی ها و امکانات Arduino IDE:

- ✓ برای ارتباط سریال دیگر نیازی به استفاده از نرم افزارها و سخت افزارهای ترمینال جداگانه نیست، با استفاده از این قابلیت شما لحظه به لحظه می توانید از اجرا شدن کدها اطمینان حاصل کنید و مقدار مورد نظر خودتان را در سریال مانیتور چاپ کنید.
- ✓ نرم افزار به صورت متن باز طراحی شده است به همین خاطر هر برنامه نویسی می تواند نرم افزار را توسعه دهد و به میل خود آنرا شخصی سازی کند.
- ✓ به خاطر توسعه دهندگان کتابخانه ها، نرم افزار (IDE) Arduino دارای مثال ها و توابع آماده بسیار گسترده ای می باشد که توسط آنها می توانیم پروژه های بسیار حرفه ای و کارآمدی را بسازیم.

نصب و راه اندازی NodeMCU :

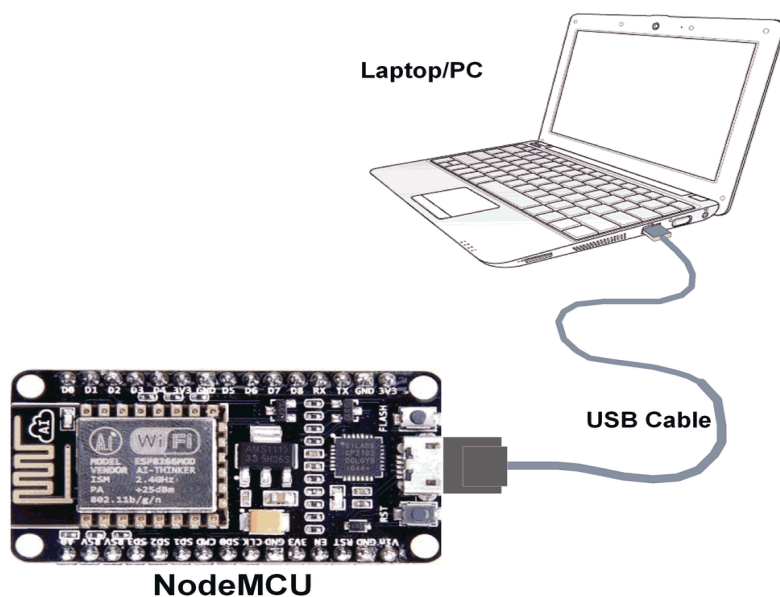
مرحله‌ی اول : اتصال NodeMCU به رایانه

ابتدا باید با توجه به نوع برد، درایور آی سی مبدل USB به سریال را دانلود و نصب نمود. همانطور که در بخش قبل اشاره شد دونوع مبدل CH340 و CP2102 برای بردهای NodeMCU وجود دارد، با توجه به بردی که با آن کار می‌کنیم، درایور مورد نظر خود را نصب می‌کنیم که در زیر آدرس اینترنتی آنها به ترتیب آورده شده است:

<https://sparks.gogo.co.nz/ch340.html>

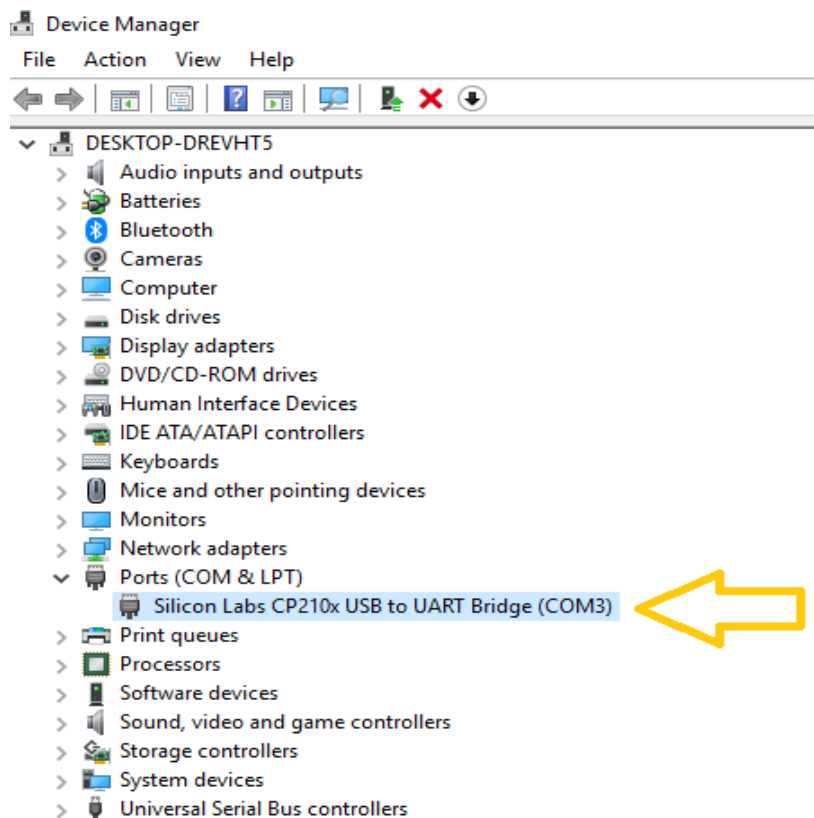
<https://www.silabs.com/products/development-tools/software/usb-to-uart-bridge-vcp-drivers>

همانطوریکه در شکل ۲-۲ دیده می‌شود، بعد از دانلود و نصب درایور مورد نظر، NodeMCU را با استفاده از کابل Micro USB به رایانه متصل می‌کنیم. در این حالت کابل MicroUSB هم برای تغذیه برد و هم برای برنامه نویسی آن می‌تواند عمل کند.



شکل ۲-۲ : طریقه اتصال NodeMCU به رایانه

اگر درایور و NodeMCU به درستی کار کنند در بخش Device Manager رایانه می‌توانیم این اتصال را ببینیم (شکل ۲-۳).



شکل ۲-۳ : نمایش آیکن NodeMCU در رایانه

مرحله‌ی دوم : دانلود و نصب Arduino IDE

برای راه‌اندازی این برد توسعه ابتدا باید نرم‌افزار Arduino IDE را نصب کنیم. برای نصب این برنامه می‌توان به وب سایت رسمی آردوینو مراجعه نمود. (<https://www.arduino.cc/en/Main/Donate>).

مرحله‌ی سوم : نصب برد توسعه‌ی NodeMCU در آردوینو

درون نرم‌افزار آردوینو به صورت پیش فرض هیچ بورد و کتابخانه‌ای وجود ندارد، برای آنکه بتوانیم روی برد توسعه خود توسط آردوینو برنامه نویسی کنیم باید ابتدا NodeMCU را روی نرم‌افزار آردوینو نصب کنیم. برای این منظور ابتدا وارد نرم افزار آردوینو می‌شویم و سپس به قسمت File و بخش Preferences می‌رویم. در قسمت Additional Board Manager URLs متن زیر را کپی می‌کنیم و روی ok کلیک می‌کنیم (شکل ۲-۴).

http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json