







معرفی و راه‌اندازی سنسورهای دما و رطوبت با آردوینو



این مطلب، بخش سوم از **آموزش جامع آردوینو (مبتدی و پیشرفته)** است. در پایان این آموزش خواهید توانست سنسورهای دما و رطوبت را با آردوینو راه‌اندازی کرده و با تفاوت‌های انواع مختلف آن آشنا خواهید شد. همچنین بعضی دستوره‌های پایه نرم‌افزار آردوینو را خواهید آموخت.

سنسورهای دما و رطوبت از پرکاربردترین ماژول‌های الکترونیکی هستند که در پروژه‌های زیادی هم استفاده می‌شوند. استفاده از این سنسورها در ایستگاه‌های آب و هوایی از راه دور، کنترل تجهیزات خانگی و سیستم‌های کنترل محصولات کشاورزی می‌تواند ایده‌های جالبی باشد. برای اندازه‌گیری دما و رطوبت سنسورهای مختلفی وجود دارد که هر کدام با روش خاصی کار می‌کند. در این آموزش به بررسی سنسورهای معروف DHT11 و DHT22، سنسور دمای LM35، سنسور رطوبت خاک و اندازه‌گیری دما با ترمیستور می‌پردازیم.

قطعات مورد نیاز:

	عدد 1	برد آردوینو و کابل رابط
	عدد 1	ماژول سنسور دما و رطوبت DHT11
	عدد 1	ماژول سنسور دما و رطوبت DHT22
	عدد 1	سنسور رطوبت خاک
	عدد 1	سنسور دما LM35
	عدد 1	ترمیستور 10kΩ

1 عدد

[مقاومت 10k](#)

1 عدد

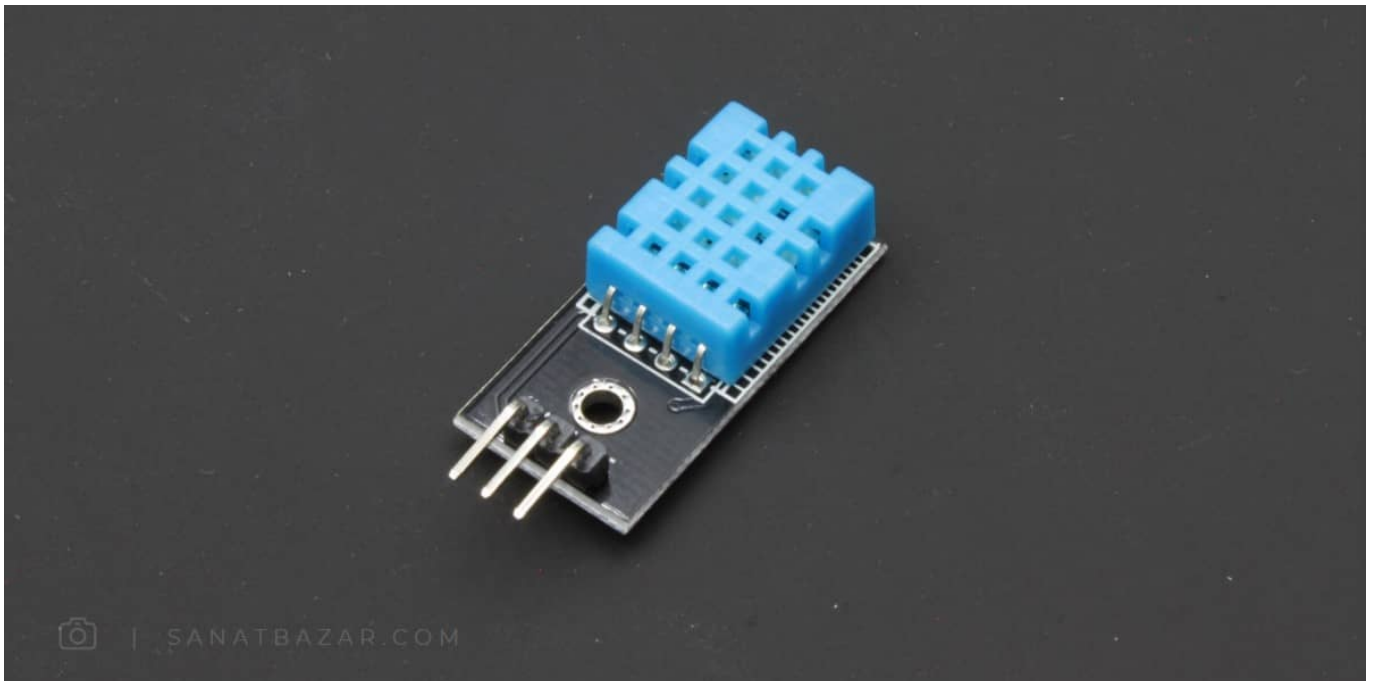
[بردبورد](#)

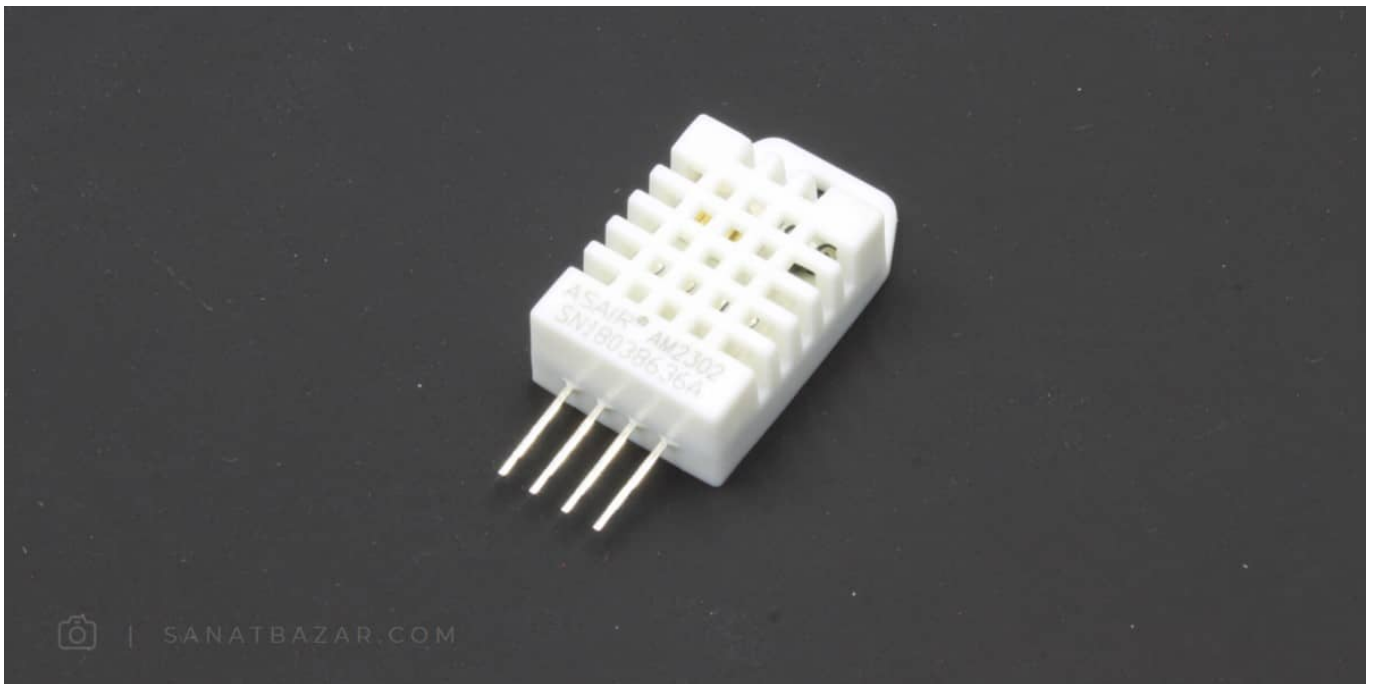
1 بسته

[سیم جامپر](#)

معرفی و راه‌اندازی سنسور DHT11 و DHT22

به دلیل قیمت بسیار پائین، سنسورهای سری DHT از محبوب‌ترین سنسورهای دما و رطوبت هستند. درون این سنسورها سه بخش کلی وجود دارد: ترمیستور که یک مقاومت حساس به دما است، یک بخش حساس به رطوبت و یک مدار الکترونیکی کوچک که وظیفه تبدیل سیگنال آنالوگ به دیجیتال را بر عهده دارد. این مدار کوچک باعث شده است تا کار کردن با این سنسور خیلی ساده باشد. دو مدل اصلی از این سنسور به نام **DHT11** و **DHT22** وجود دارد. این دو مدل کاملاً مشابه هستند با این تفاوت که DHT22 دارای محدوده دمای کاری بیشتر و دقت بالاتری است. در تصویر زیر ابتدا DHT11 و سپس DHT22 را مشاهده می‌کنید.

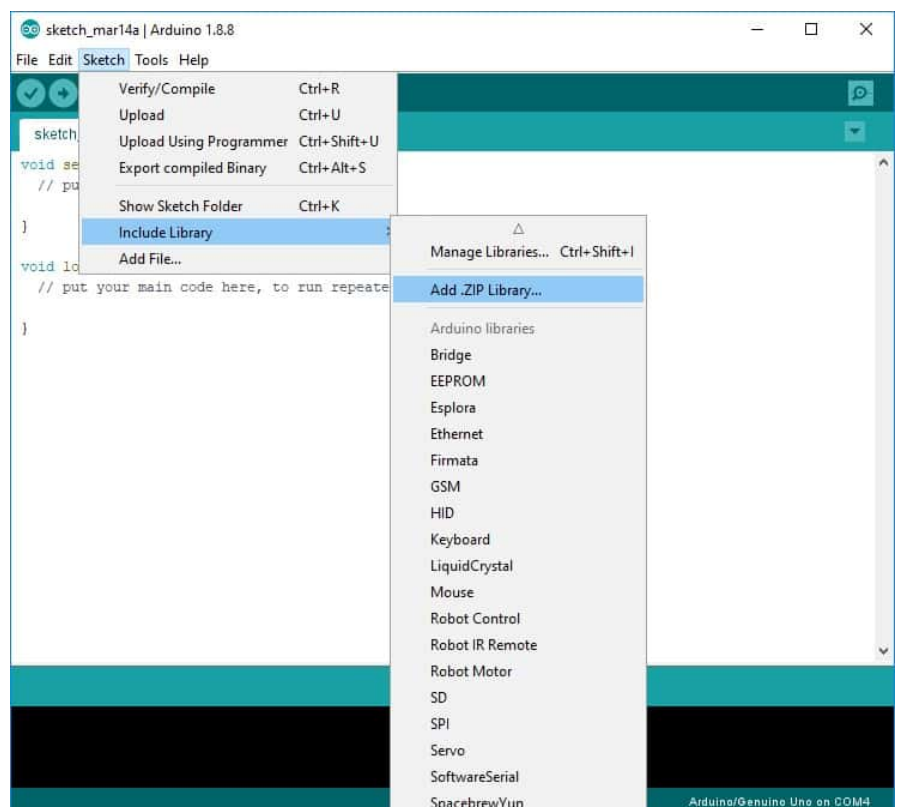




هر کدام از سنسورهای DHT در دو نوع موجود است. نوع اول که به صورت ماژول بوده و یک برد الکترونیکی کوچک دارد که سنسور بر روی آن قرار داده شده است. ماژول DHT سه پایه دارد. در نوع دوم سنسور به صورت مجزا و بدون برد است و چهار پایه دارد. در ماژول DHT، یک مقاومت Pull-up درون ماژول قرار داده شده تا سیم سیگنال را در حالت عادی در وضعیت HIGH نگه دارد؛ اما در نوع سنسور مجزا (چهار پایه) این مقاومت وجود ندارد و خودتان باید مقاومت Pull-up را در مدارتان در نظر بگیرید. برای اینکه کار با انواع سنسورهای DHT را یاد بگیرید، ابتدا نحوه کار با DHT11 سه پایه و سپس نحوه کار با DHT22 چهار پایه را توضیح خواهیم داد.

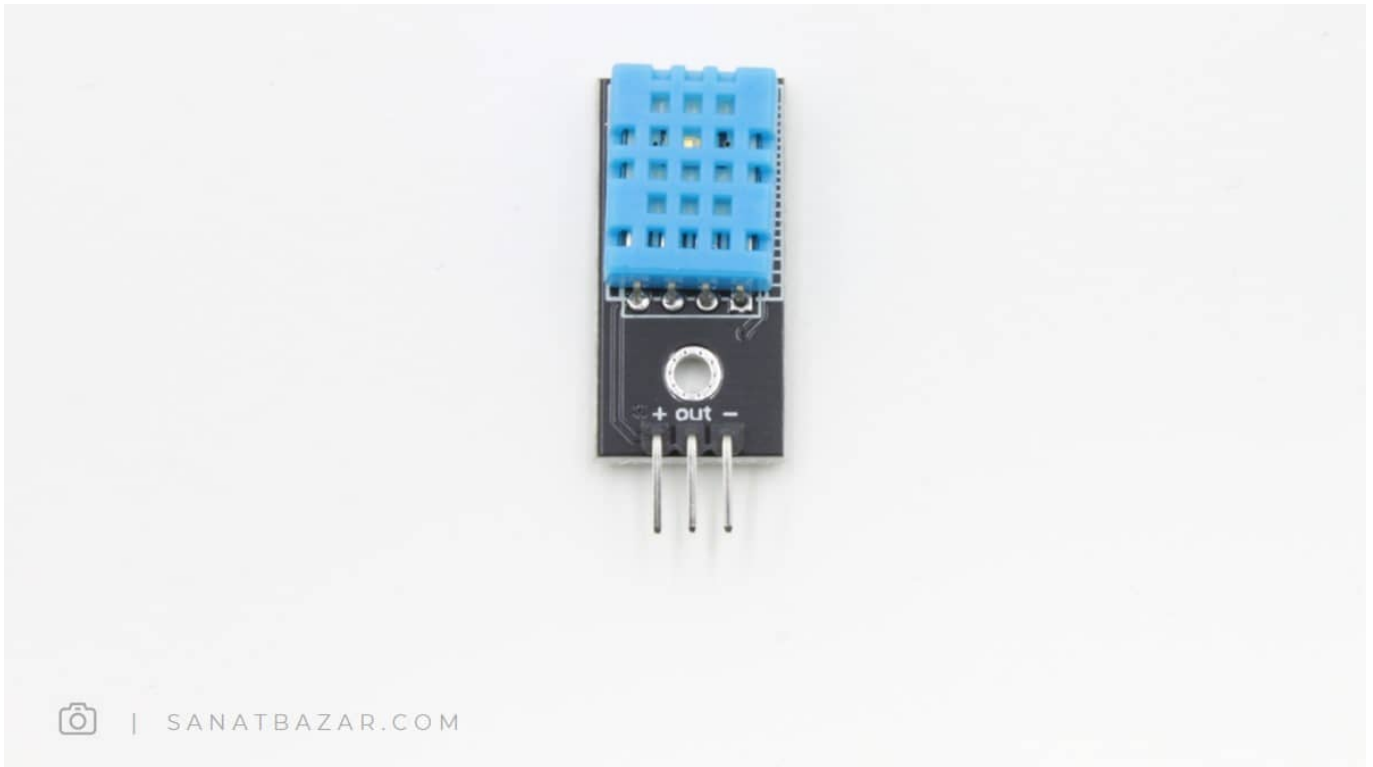
ابتدا باید کتابخانه مربوط به ماژول DHT را به آردوینو اضافه کنید. برای این کار [کتابخانه DHT](#) را دانلود کنید.

نرم‌افزار آردوینو را باز کنید و از مسیر `.ZIP Library` `Add` `Include Library` `Sketch` فایل فشرده‌ای که دانلود کرده‌اید را انتخاب کنید و منتظر بمانید تا نصب کتابخانه تمام شود.

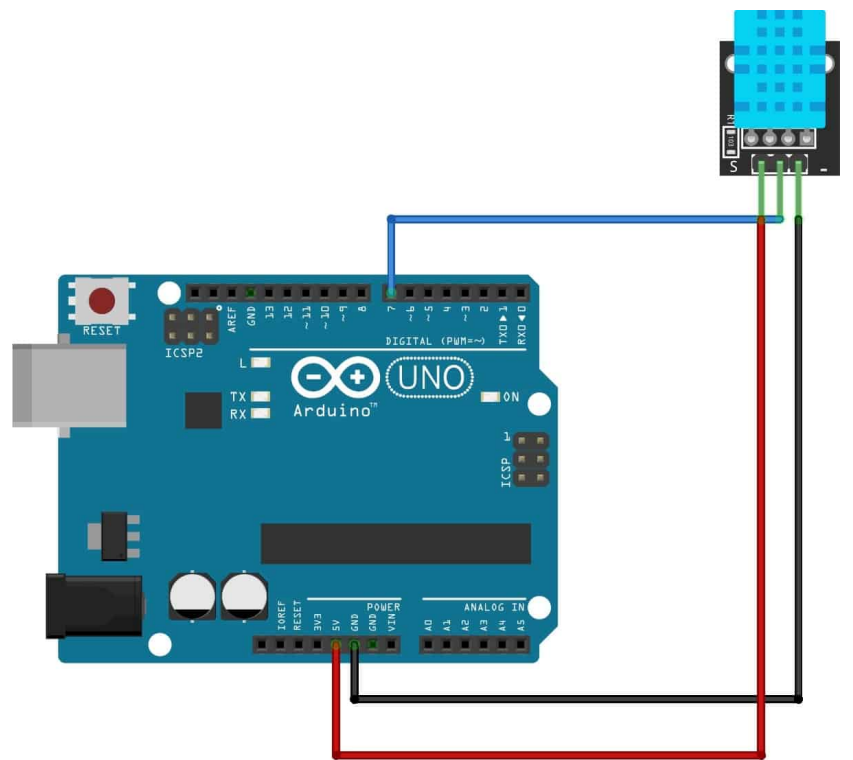


در اینجا ما از یک ماژول سه پایه DHT11 استفاده کرده‌ایم. ماژول را به بردبرد وصل کنید. پایه‌های مثبت و منفی ماژول را به ترتیب به 5V و GND آردوینو وصل

کنید. پایه out که در وسط قرار دارد، سیگنال داده سنسور است. این پایه را به پین ۷ دیجیتال آردوینو متصل کنید.



📷 | SANATBAZAR.COM



fritzing

برای اتصال قطعات مختلف به برد معمولاً از وسیله‌ای به نام بردبورد استفاده می‌شود. بر روی بردبورد تعداد زیادی پین قرار دارد. پین‌های وسط بردبورد به صورت عرضی و پینهای کناری آن (که معمولاً با یک نوار قرمز یا آبی مشخص شده‌اند) به صورت طولی با هم اتصال دارند. بنابراین اگر قطب مثبت و منفی مدار را به دو نوار کناری بردبورد وصل کنید، تعداد زیادی پین مثبت و منفی خواهید داشت و برای استفاده از چند ماژول به صورت همزمان، دچار مشکل نمی‌شوید. بردبورد باعث می‌شود تا بتوانید مدار دلخواهتان را بدون نیاز به لحیم‌کاری بسازید.



| SANATBAZAR.COM

کد زیر را در نرم‌افزار کپی کرده و برنامه را در محلی ذخیره کنید.

```

/*
SanatBazar
Arduino Tutorial Series
Author: Davood Dorostkar
Website: www.sanatbazar.com

*/

#include <dht.h>
dht DHT;
#define DHT11_PIN 7
void setup(){
  Serial.begin(9600);
}
void loop()
{
  int t = DHT.read11(DHT11_PIN);
  Serial.print("Temperature = ");
  Serial.print(DHT.temperature);
  Serial.print(" C");
  Serial.print(" ---- ");
  Serial.print("Humidity = ");
  Serial.print(DHT.humidity);
  Serial.println(" %");
  delay(2000);
}

```

برد و پورتهی که آردوینو را به آن وصل کرده‌اید را از مسیر Board □ Tools □ Port و Tools □ Board انتخاب کنید. حالا برنامه را بر روی آردوینو آپلود کنید. سریال مانیتور را باز کنید و دما و رطوبت بدست آمده توسط سنسور را مشاهده کنید.

The screenshot shows the serial monitor window for COM4 (Arduino/Genuino Uno). The window title is "COM4 (Arduino/Genuino Uno)". The main area displays the following output:

```

Temperature = 27.90 C ---- Humidity = 21.00 %
Temperature = 27.80 C ---- Humidity = 21.00 %
Temperature = 27.90 C ---- Humidity = 21.00 %
Temperature = 27.80 C ---- Humidity = 21.00 %
Temperature = 27.90 C ---- Humidity = 21.00 %

```

At the bottom of the window, there are several controls: a checked "Autoscroll" checkbox, an unchecked "Show timestamp" checkbox, a dropdown menu set to "Both NL & CR", a dropdown menu set to "9600 baud", and a "Clear output" button.

در این برنامه برای خواندن اطلاعات سنسور از دستور زیر استفاده شده است:

```
int t = DHT.read11(DHT11_PIN)
```

همچنین فراخوانی متغیرهای `DHT.temperature` و `DHT.humidity` مقادیر دما و رطوبت را در اختیارتان می‌گذارد.

یکی از پرکاربردترین دستوره‌های آردوینو، دستور `print` است. با استفاده از این دستور می‌توانید داده‌های یک سنسور، یک عبارت انگلیسی یا هر مقدار دیگری را در سریال مانیتور نمایش دهید. نحوه استفاده از `print` در سریال مانیتور به صورت زیر است:

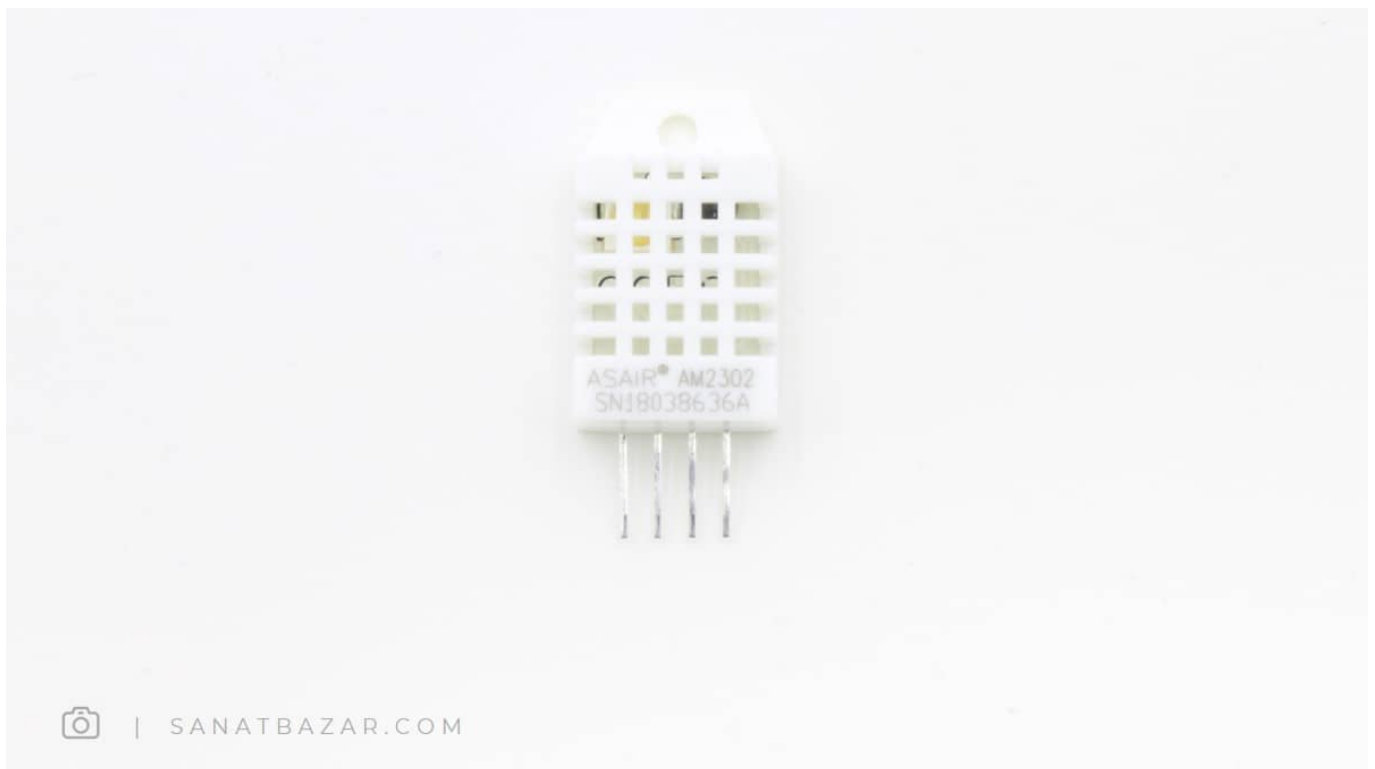
```
Serial.print(Something)
```

در صورتی که بخواهید پس از نمایش مقدار خواسته شده، نشانگر به سطر بعدی برود از دستور زیر استفاده کنید:

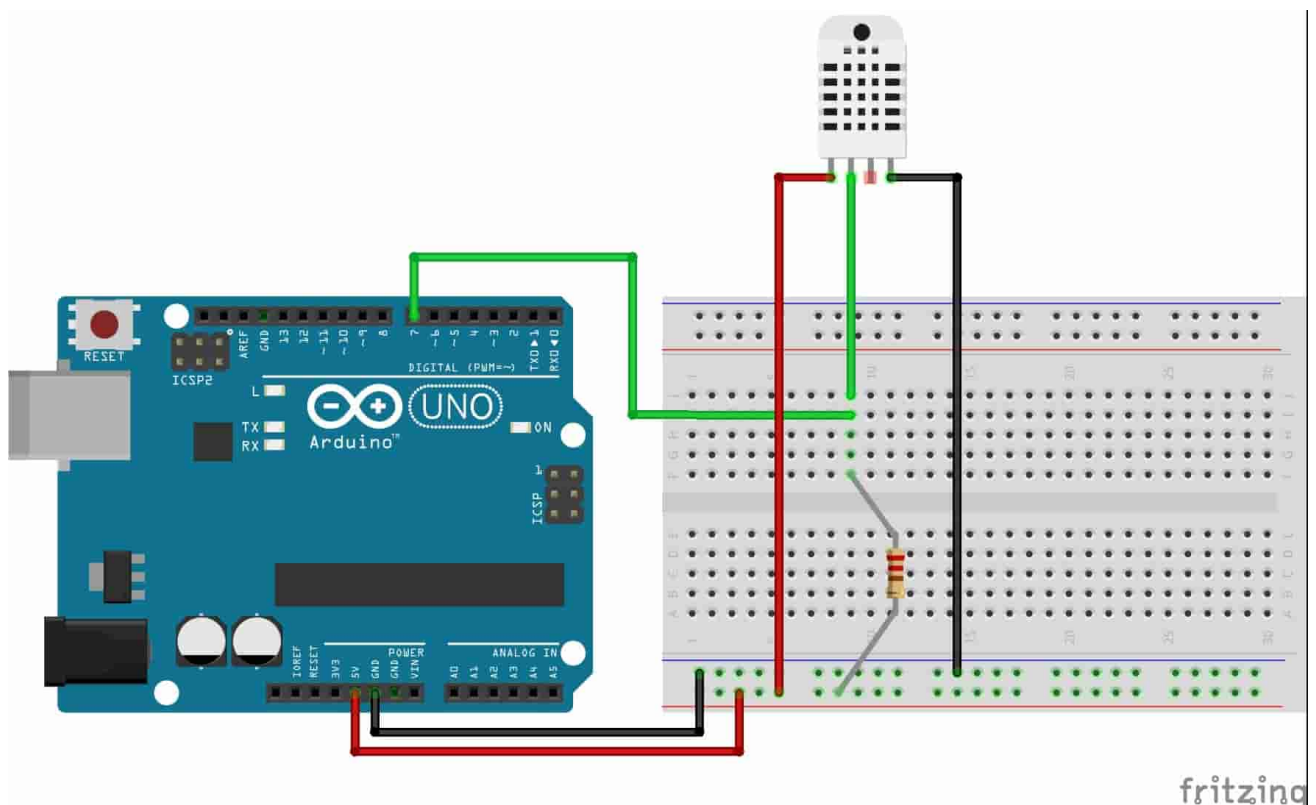
```
Serial.println(Something)
```

برای نوشتن یک عبارت در سریال مانیتور باید آنرا درون دابل کوتیشن " " بنویسید. به این صورت، کامپایلر آردوینو متوجه می‌شود که شما یک متن را تایپ کرده‌اید.

در ادامه نحوه استفاده از ماژول چهار پین `DHT22` را توضیح خواهیم داد. استفاده از این ماژول هم با در نظر گرفتن چند تغییر کوچک مانند سنسور قبل است. اولین تفاوت این است که در این سنسور پایه سوم از سمت چپ، به جایی وصل نمی‌شود و آزاد است.



برای کار با این سنسور باید پایه داده (پایه وسط) را از طرفی به پین ۷ دیجیتال آردوینو و از طرفی با یک مقاومت $10\text{K}\Omega$ به سر مثبت مدار وصل کنید. این کار باعث می‌شود زمانی که سنسور در حال ارسال اطلاعات نیست، پین ۷ دیجیتال آردوینو در حالت HIGH بماند و از ورود خطا جلوگیری می‌کند.



تفاوت دیگر در برنامه آردوینو است. در قسمتی که دستور خواندن اطلاعات سنسور را وارد می‌کنید باید بجای `read11` عبارت `read` را جایگزین کنید تا کامپایلر متوجه شود که شما از DHT22 (و نه DHT11) استفاده کرده‌اید؛ در غیر این صورت اطلاعات به دست آمده درست نخواهد بود. حالا می‌توانید برنامه زیر را بر روی آردوینو آپلود کنید و نتایج را در سریال مانیتور ببینید.

```
/*
SanatBazar
```

```

Arduino Tutorial Series
Author: Davood Dorostkar
Website: www.sanatbazar.com

*/

#include <dht.h>
dht DHT;
#define DHT22_PIN 7

void setup(){
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  int t = DHT.read(DHT22_PIN);
  Serial.print("Temperature = ");
  Serial.print(DHT.temperature);
  Serial.print(" C");
  Serial.print(" - - - - ");
  Serial.print("Humidity = ");
  Serial.print(DHT.humidity);
  Serial.println(" %");
  delay(2000);
}

```

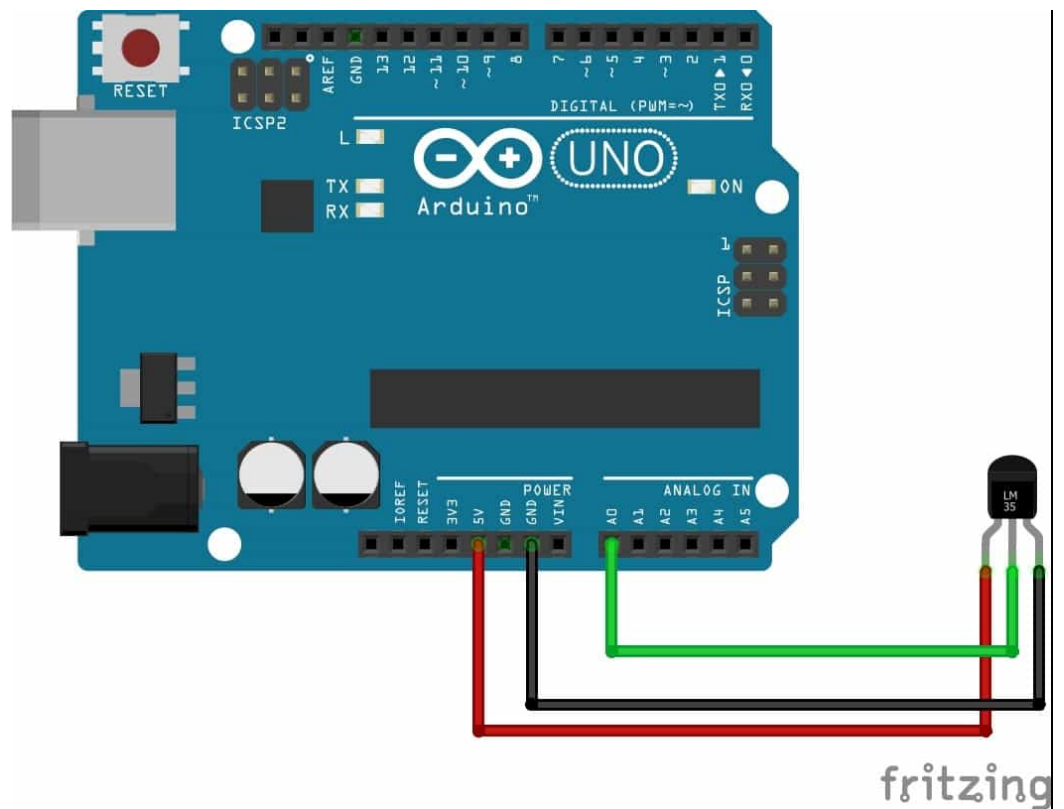
معرفی و راهاندازی سنسور LM35

شاید به جرئت بتوان گفت که **سنسور LM35** معروفترین سنسور دما در کاربردهای معمولی است. این سنسور بسیار ارزان قیمت، کم حجم و کم مصرف است. پاسخ خطی، محدوده دمایی وسیع ۵۵- تا ۱۵۰ درجه سانتیگرادی، دقت قابل قبول ۰.۵ درجه سانتیگراد و قابلیت کارکرد با ولتاژ ۴ تا ۳۰ ولت از LM35 یک سنسور محبوب ساخته است.



📷 | SANATBAZAR.COM

LM35 در شکل‌های مختلفی تولید شده است اما مدل دایروی آن در دسترس‌تر است. در این مدل، سنسور سه پایه دارد که اگر سطح صاف آنرا روبروی خود بگیرید، پایه‌های آن از سمت راست زمین، سیگنال و ولتاژ تغذیه است. برای وصل کردن LM35 به آردوینو کافیست که پایه های زمین، تغذیه و سیگنال آنرا به ترتیب به 5V، GND، و یکی از پایه‌های آنالوگ آردوینو (در اینجا A0) متصل کنید.



برنامه زیر را در نرم‌افزار کپی کنید و آنرا اجرا کنید. سریال مانیتور را باز کرده و دمای اندازه‌گیری شده را ببینید. می‌توانید سنسور را در دست خود بگیرید یا آن را جلوی دهان خود قرار دهید و تغییرات مقدار دما و رطوبت را مشاهده کنید.

```

/*
SanatBazar
Arduino Tutorial Series
Author: Davood Dorostkar
Website: www.sanatbazar.com
*/

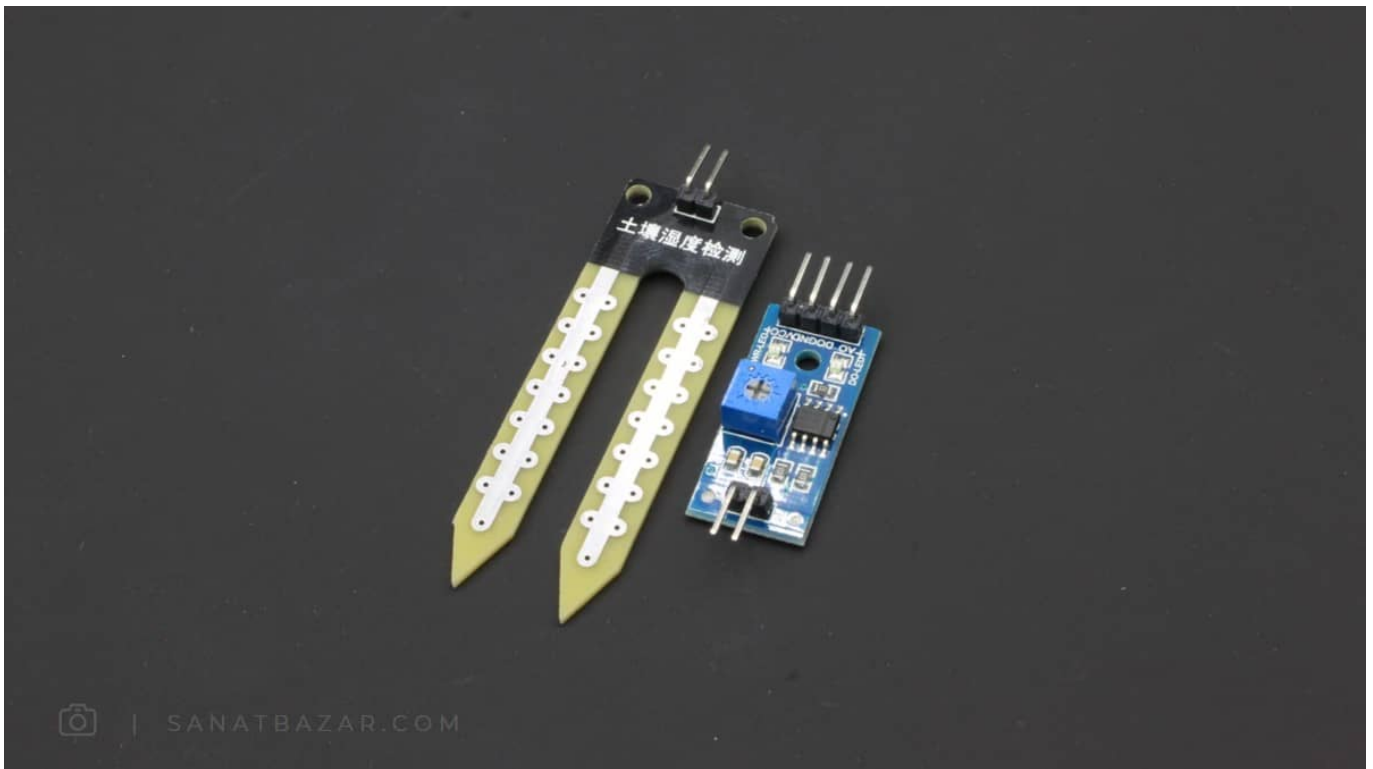
void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  int temp = analogRead(A0);
  Serial.print("Temperature= ");
  Serial.print(temp);
  Serial.println(" C");
  delay(1000);
}

```

معرفی و راه‌اندازی سنسور رطوبت خاک

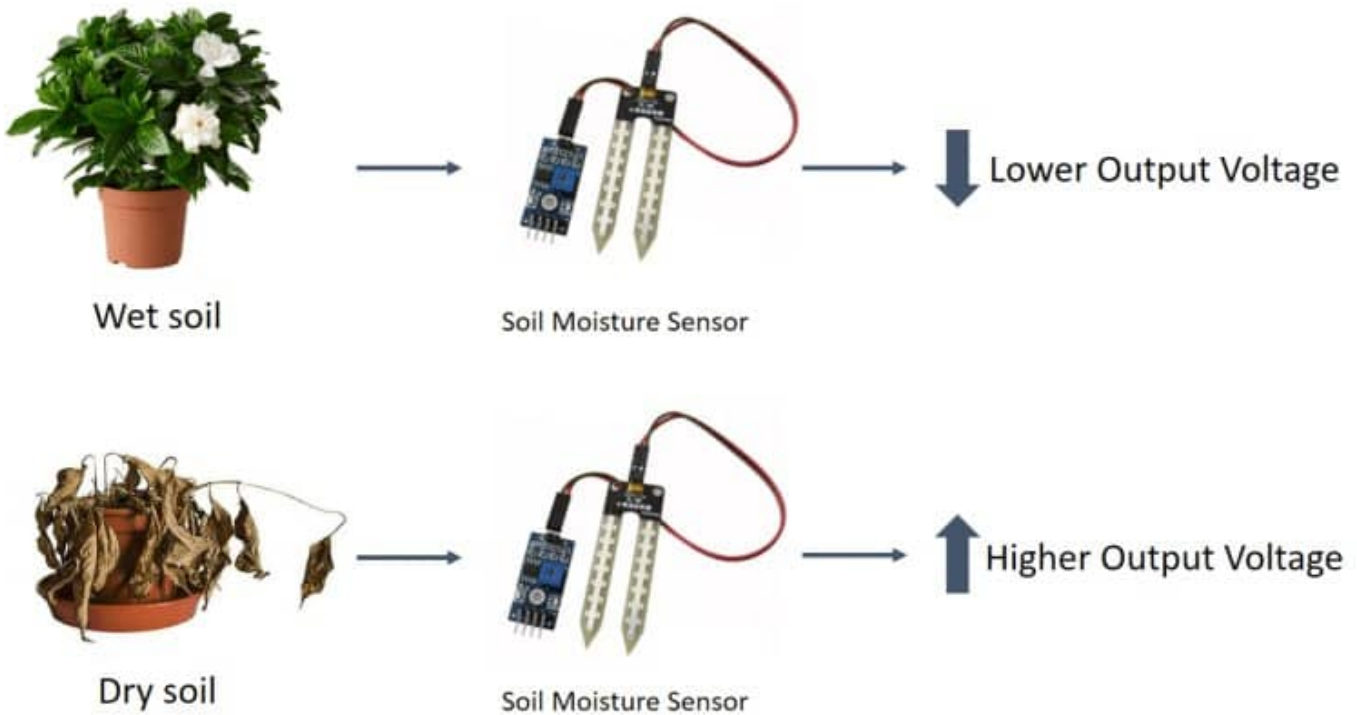
سنسور YL-69 یک سنسور حساس به رطوبت ارزان قیمت و در دسترس است. یک کاربرد جالب این سنسور، کنترل آبیاری گیاهان است. این ماژول از دو بخش تشکیل شده است. بخش سنسور که دو پایه دارد و درون خاک قرار می‌گیرد و بخش الکترونیکی.



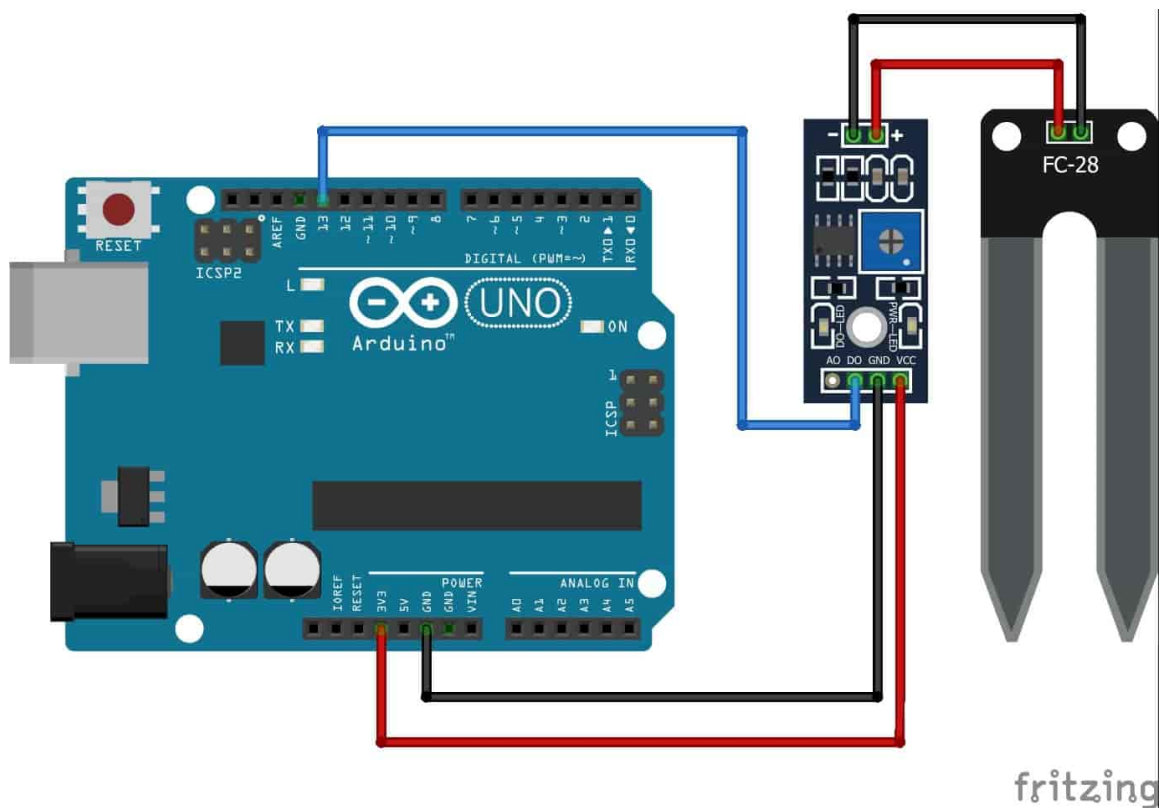
بر روی بخش الکترونیکی ماژول یک پتانسیومتر قرار دارد که میزان حساسیت خروجی دیجیتال را تنظیم می‌کند؛ همچنین یک LED که روشن بودن سنسور را نشان می‌دهد، یک LED که وضعیت خروجی دیجیتال را نشان می‌دهد و پایه‌های اتصال به میکروکنترلر و سنسور وجود دارد.

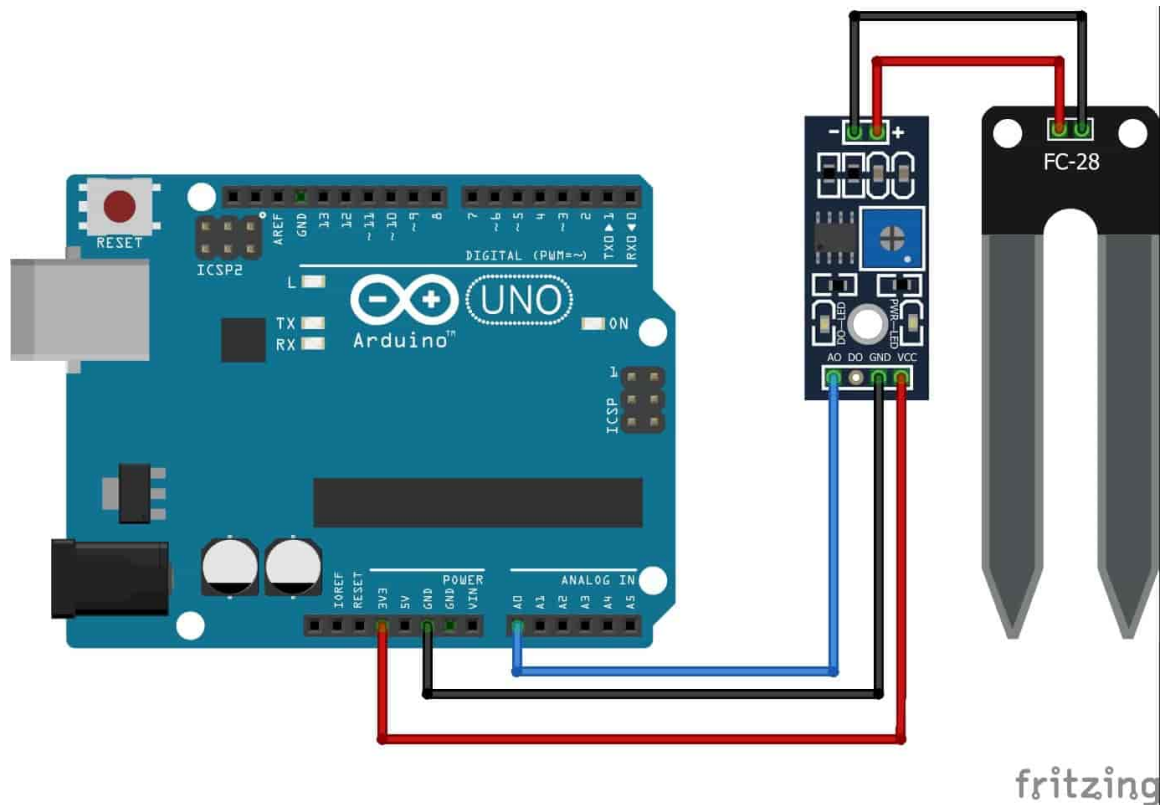


سنسور YL-69 رطوبت را به دو صورت دیجیتال و آنالوگ خروجی می‌دهد. اگر بخواهید از خروجی آنالوگ ماژول استفاده کنید، باید پایه AO را به یکی از پین‌های آنالوگ آردوینو وصل کنید. ورودی آنالوگ آردوینو یک عدد ۱۰ بیتی است؛ این یعنی مقدار رطوبت را به صورت یک عدد از ۰ تا ۱۰۲۳ خواهید داشت. اگر از خروجی دیجیتال ماژول استفاده می‌کنید باید پیچ پتانسیومتر روی ماژول را تنظیم کنید. مقدار تنظیم شده، مقداری است که اگر ولتاژ سنسور از آن بیشتر شود، خروجی HIGH و اگر از آن کمتر شود، خروجی LOW را به آردوینو می‌فرستد. نحوه کار سنسور رطوبت به این صورت است که هر چه رطوبت موجود بر روی آن کمتر شود، ولتاژ خروجی بیشتر می‌شود و برعکس.



اتصال سنسور رطوبت به آردوینو ساده است. ابتدا دو پایه سنسور را به دو پایه مثبت و منفی برد الکترونیکی آن وصل کنید. دقت کنید که این ماژول با ولتاژ 3.3V کار می‌کند، بنابراین آن را به ولتاژهای بالاتر وصل نکنید. سمت دیگر برد ماژول، چهار پایه قرار دارد. پایه VCC و GND سنسور را به ترتیب به پین 3.3V و GND آردوینو وصل کنید. اگر قصد استفاده از خروجی آنالوگ را دارید پایه AO را به یکی از پین‌های آنالوگ آردوینو (در اینجا A0) وصل کنید؛ در غیر این صورت پایه DO را به یکی از پایه‌های دیجیتال (در اینجا پین 13) متصل کنید. شکل اول نحوه اتصالات به صورت دیجیتال و شکل دوم به صورت آنالوگ را نشان می‌دهد.





توابع شرطی بخش مهمی از زبان‌های برنامه‌نویسی از جمله در آردوینو هستند. یکی از این توابع، if است که در صورتی که یک شرط مشخص برقرار شود، یک عمل مشخص را انجام می‌دهد. در مثال زیر در صورتی که شرط A برقرار باشد، عمل X انجام خواهد شد.

```
if (A){
  X
}
```

تابع if می‌تواند به صورت چندشرطی هم استفاده شود. در مثال زیر اگر شرط A برقرار باشد، عمل X، اگر شرط B برقرار باشد عمل Y و در غیر این صورت عمل Z انجام خواهد شد.

```
if (A){
  X
}
else if (B){
  Y
}
else {
  Z
}
```

در برنامه‌های مربوط به سنسور رطوبت خاک می‌توانید نمونه استفاده از تابع شرطی if را مشاهده کنید. نحوه نوشتن تابع if را به خاطر بسپارید چون زیاد به کارتان خواهد آمد!

یک دستور کاربردی دیگر، دستور map یا تبدیل کردن مقیاس اعداد است. در برنامه‌نویسی ممکن است با اعدادی سر و کار داشته باشید که بازه تغییرات آنها متفاوت باشد. مثلاً بازه 0 تا 1023 برای ورودی آنالوگ، 0 تا 255 برای خروجی PWM و 0 و 1 برای مقادیر دیجیتال. اگر دو مقدار با مقیاس‌های متفاوت داشته باشید، مقایسه کردن آنها مشکل است. پس خوب است که اعداد را در صورت نیاز به یک مقیاس واحد مثلاً 0 تا 100 درصد تبدیل کنید. همان‌طور که گفته شد دستور map این کار را انجام می‌دهد. ورودی‌های این دستور به ترتیب مقدار متغیر، حد پائین و بالای مقیاس اولیه و حد پائین و بالای مقیاس نهایی است. برای مثال دستور زیر، مقدار Value که بین 0 تا 1023 است را به عددی بین 0 تا 100 تصویر می‌کند.

```
map(Value, 0, 1023, 0, 100)
```

حالا آردوینو را به رایانه وصل کنید و یکی از کدهای زیر را در نرم‌افزار وارد کرده و اجرا کنید. کد اول مربوط به حالت دیجیتال و کد دوم مربوط به حالت آنالوگ است.

برنامه دیجیتال بسیار ساده است. اگر ولتاژ سیگنال از حدی که با پتانسیومتر سنسور مشخص کرده‌اید کمتر باشد، پیغام سلامت گیاه و در غیر این صورت پیغام نیاز به آبیاری مشاهده می‌شود. در برنامه آنالوگ، رطوبت خاک اندازه‌گیری شده و به مقیاس ۰ تا ۱۰۰ درصد تبدیل می‌شود. میزان رطوبت در سریال مانیتور نمایش داده شده و در صورتی که رطوبت کمتر از ۱۰ درصد باشد، پیغام نیاز به آبیاری مشاهده می‌شود.

کد دیجیتال:

```
/*
SanatBazar
Arduino Tutorial Series
Author: Davood Dorostkar
Website: www.sanatbazar.com
*/

byte soil = 13;
void setup() {
  pinMode(soil, INPUT);
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  if (digitalRead(soil) == LOW) {
    Serial.println("Your plant is OK");
  }
  else {
    Serial.println("Your plant needs water");
  }
  delay(1000);
}
```

کد آنالوگ:

```
/*
SanatBazar
Arduino Tutorial Series
Author: Davood Dorostkar
Website: www.sanatbazar.com
*/

#define soilPin A0
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}
void loop()
{
  int dryThreshold = 10;
  int moistureValue = analogRead(soilPin);
  moistureValue = map(moistureValue, 0, 1023, 100, 0);
  Serial.print("Soil Moisture is= ");
  Serial.print(moistureValue);
  Serial.print(" %");
  if (moistureValue > dryThreshold)
  {
    Serial.println(", Your plant is OK");
  }
  else
  {
    Serial.println(", Your plant needs water");
  }
  delay(1000);
}
```

معرفی و راه‌اندازی ترمیستور

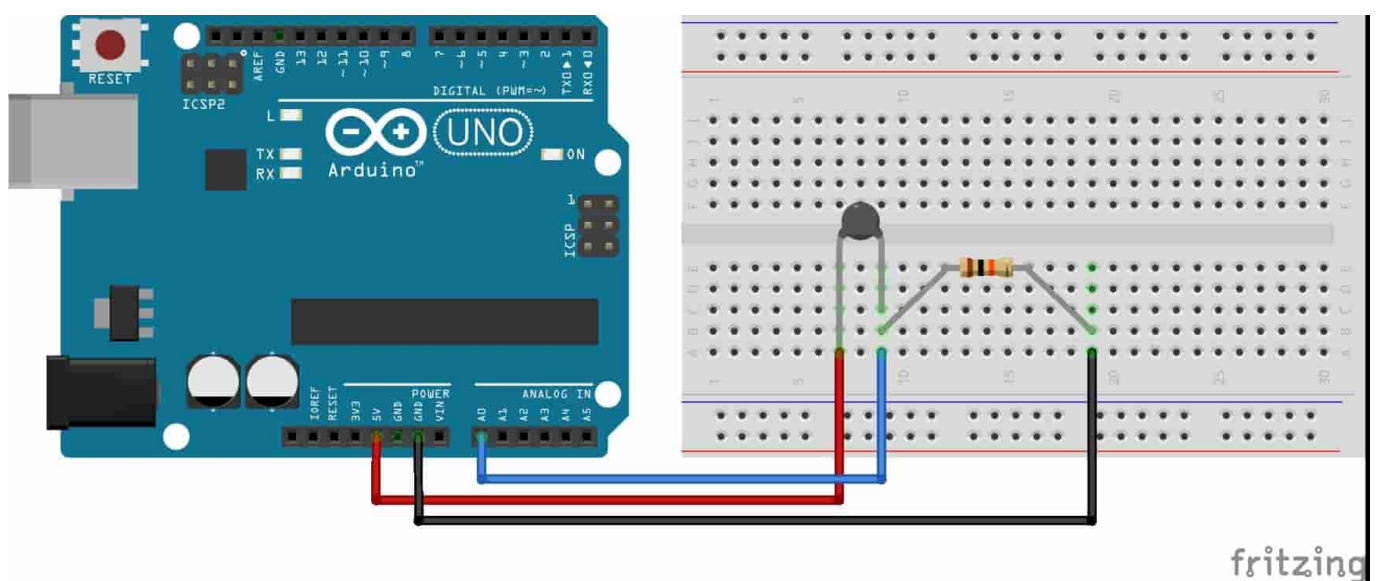
ترمیستورها تراشه‌هایی ساده، ارزان قیمت و کاربردی می‌باشند که امکان اندازه‌گیری دما را در محدوده وسیعی از دما، در پروژه شما به سادگی فراهم می‌کنند. ترمیستور علاوه بر کاربرد آن به صورت یک قطعه مجزا، به عنوان بخشی از قطعات دیگر نیز استفاده می‌شود. مثلاً بسیاری از سنسورهای دما مانند DHT درون خود یک

ترمیستور برای اندازه‌گیری دما دارند.



ترمیستور یک مقاومت حساس به دما است. نحوه کار ترمیستور به این صورت است که با تغییر دمای محیط، مقاومتش تغییر می‌کند. بنابراین اگر بتوانید مقاومت آنرا اندازه بگیرید، می‌توانید دما را اندازه بگیرید. ترمیستورها با توجه به نحوه تغییرات مقاومتشان نسبت به تغییرات دما به دو دسته تقسیم می‌شوند: ترمیستورهای ضریب دمایی منفی، Negative Temperature Coefficient یا NTC که مقاومت آنها با افزایش دما کاهش می‌یابد و ترمیستورهای ضریب دمایی مثبت، Positive Temperature Coefficient یا PTC که مقاومتشان با افزایش دما افزایش می‌یابد. نحوه تغییرات مقاومت ترمیستور را در شکل زیر مشاهده می‌کنید.

ترمیستورهای NTC متداول‌تر بوده و در اینجا از آن استفاده شده است. همانطور که اشاره شد، برای اندازه‌گیری دما باید مقاومت ترمیستور را اندازه بگیریم. آردوینو نمی‌تواند مقاومت را مستقیماً اندازه بگیرد؛ با این وجود می‌توان مقاومت ترمیستور را به طور غیرمستقیم از روی ولتاژ اندازه گرفت. برای این کار باید از یک مقاومت دیگر برای تقسیم ولتاژ استفاده کنید. مقدار این مقاومت را به اندازه مقاومت ترمیستور ($10\text{ k}\Omega$) انتخاب کنید. یک سر ترمیستور را به 5V و سر دیگر آنرا به مقاومت وصل کنید. سر دیگر مقاومت را نیز به GND متصل کنید. محل اتصال ترمیستور و مقاومت را به یکی از پایه‌های آنالوگ آردوینو وصل کنید.



با استفاده از قانون اهم مقاومت ترمیستور به صورت زیر به دست می‌آید (R_t مقاومت ترمیستور، R مقاومت خارجی و V_t ولتاژ محل اتصال ترمیستور و مقاومت است که به ورودی آنالوگ وصل شده است).

جریان عبوری از دو مقاومت یکسان است:

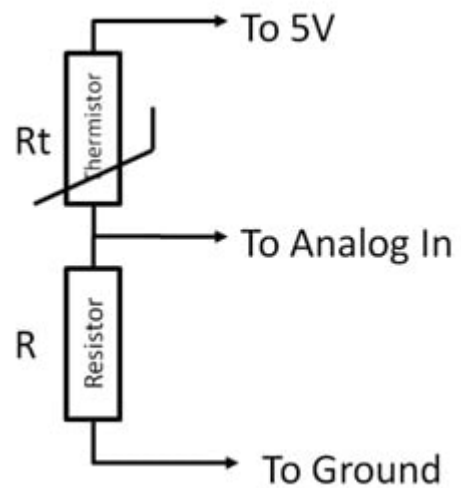
$$I_t = I$$

پس طبق قانون اهم خواهیم داشت:

$$\frac{5 - V_t}{R_t} = \frac{V_t}{R}$$

یا

$$R_t = R \frac{5 - V_t}{V_t}$$



یک مرحله دیگر تا محاسبه دما وجود دارد و آن ارتباط دادن مقاومت ترمیستور به دمای آن است. روش‌های مختلفی برای این کار وجود دارد که یکی از معروفترین آنها، استفاده از معادله استین-هارت است. در این روش از یک چندجمله‌ای لگاریتمی برای تخمین دما استفاده می‌شود و دقت خوبی دارد. معادله استین-هارت به صورت زیر است:

$$\frac{1}{T} = A + B \ln(R) + C \ln^3(R)$$

این معادله دما را بر حسب درجه کلونین می‌دهد. بنابراین به راحتی با کم کردن مقدار ۲۷۳.۱۵ دما بر حسب درجه سانتیگراد به دست می‌آید. از آنجا که در این معادله از لگاریتم استفاده شده است، باید کتابخانه `math` آردوینو را فراخوانی کنید. نرم‌افزار آردوینو را باز کنید؛ کد زیر را در آن کپی کرده و اجرا کنید. پنجره سریال مانیتور را باز کرده و مقدار دما را مشاهده کنید.

```

/*
SanatBazar
Arduino Tutorial Series
Author: Davood Dorostkar
Website: www.sanatbazar.com

*/

#include <math.h>
float A = 0.001125308852122;
float B = 0.000234711863267;
    
```

```
float C = 0.000000085663516;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  float volt = analogRead(A0);
  volt = map(volt, 0, 1023, 0, 5);
  float thermistorR = 10000 * (5.0 / volt - 1); //Voltage to resistance conversion
  float ln_R = log(thermistorR);
  float temp = 1 / (A + B * ln_R + C * pow(ln_R, 3) ); //Steinhart-Hart equation
  temp-=273.15;
  Serial.print("Temperature= ");
  Serial.println(temp);
  delay(1000);
}
```

نتیجه‌گیری

در این آموزش با انواع مختلفی از سنسورهای دما و رطوبت آشنا شدید، نحوه کارکرد آنها را یاد گرفتید و هر کدام را راه‌اندازی کردید. هرچند که تنوع زیادی از سنسورهای دما و رطوبت وجود دارد اما مواردی که در این آموزش مطرح شد، مجموعه‌ای از محبوب‌ترین آنهاست. اگر سنسور دیگری در اختیار دارید، اصول کارکرد آن چندان متفاوت از این موارد نخواهد بود، پس نگران نباشید و دست به کار شوید.

در آموزش بعدی، [نحوه راه‌اندازی و کار با پتانسیومتر، انکودر و سروو موتور](#) را خواهید آموخت.

نظرات شما باعث بهبود محتوای آموزشی ما می‌شود. اگر این آموزش را دوست داشتید، همین‌طور اگر سوالی در مورد آن دارید، از شنیدن نظراتتان خوشحال خواهیم شد.