

# گلخانه هوشمند

پروژه ابزار دقیق

اعضای گروه :

9923034 محدثه رضایی حدادی

9923058 سینا فاضل

9923016 سپهر جهانگیری

9923110 درسا رحمتی

استاد درس:

دکتر ایمان شریفی

بهار 1402

۱. مقدمه	2
۲. گلخانه هوشمند	2
۲.۱. جهش از گلخانه های سنتی به گلخانه های هوشمند	2
۲.۲. تحلیل عملکرد نمونه ها و شرکت های فعال در این حوزه	3
۳. سنسورهای استفاده شده در پروژه	5
۳.۱. LM335	6
۳.۲. سنسور رطوبت هوا	6
۳.۳. سنسور رطوبت خاک	10
۳.۴. سنسور نور (LDR)	11
۳.۵. سنسور دود MQ-2	12
۴. توپولوژی	12
۴.۱. توپولوژی خطی	13
۴.۲. توپولوژی ستاره	13
۴.۳. توپولوژی حلقوی	14
۴.۴. توپولوژی مش	14
۴.۵. توپولوژی درختی	14
۴.۶. توپولوژی نقطه به نقطه	15
۴.۷. توپولوژی ترکیبی	15
۵. پروتکل های انتقال	15
۵.۱. انواع پروتکل های سریال	15
۵.۱.۱. UART	15
۵.۱.۲. SPI	16
۵.۱.۳. I2C	16
۵.۲. مازول wifi	17
۶. عملگرها	17
۶.۲. سلونوئید ولو	18
۷. شبیه سازی	19
۸. اجرای عملی پروژه	21
۹. وب سرور	25
۱۰. منابع	25

پیشرفت‌های سریع در فناوری اینترنت اشیا (IoT) راه را برای راه‌حل‌های نوآورانه در حوزه‌های مختلف هموار کرده است و کشاورزی نیز از این قاعده مستثنی نیست. ادغام اینترنت اشیا در محیط‌های گلخانه‌ای، امکانات جدیدی را برای بهینه‌سازی کشت گیاهان، بهبود مدیریت منابع و افزایش بهره‌وری کلی فراهم کرده است. در این پروژه ما از IOT برای اندازه‌گیری و کنترل کمیت‌های مهم در یک گلخانه استفاده کرده‌ایم.

## ۲. گلخانه هوشمند

### ۲.۱ جهش از گلخانه‌های سنتی به گلخانه‌های هوشمند

در میان تغییرات آب و هوایی، کاهش منابع و افزایش جمعیت، صنعت کشاورزی جهان تحت فشار قابل توجهی قرار گرفته است. با تشدید غیرقابل پیش‌بینی بودن این وضعیت، جای تعجب نیست که تولیدکنندگان برای تقویت بهره‌وری تولید و انعطاف‌پذیری محصول به فناوری‌های پیشرفته روی می‌آورند.

یک گلخانه، محیط کنترل شده‌ای را فراهم می‌کند که متناسب با نیازهای گیاهی کشت شده در داخل باشد. در روش کشت سنتی محصولات، پارامترهای مختلف، شرایط اقلیمی و زراعی به روشی کاملاً دستی و کنترل می‌شوند. در این روش‌های قدیمی برای اندازه‌گیری‌ها محدودیت وجود دارد و روش‌های کشاورزی بر اساس یک برنامه از پیش تعریف شده و مبتنی بر حدس و گمان اجرا می‌شوند. از طرف دیگر، تغییرات آب و هوایی در طول روز و شرایط “غیر قابل رؤیت” مانند درب‌های باز یا آلودگی در مراحل اولیه کشت گیاهان، به‌طور مداوم بر محیط گلخانه تأثیر می‌گذارد و محصولات را تهدید می‌کند.

گلخانه هوشمند در واقع فضاهای بسته‌ای هستند که به‌جز داشتن امکانات اولیه جهت به‌عمل آوردن محصولات و نگهداری آن‌ها، امکان کنترل فرایندها از طریق اینترنت اشیا را فراهم می‌کنند. در این فضاها تقریباً هرچیزی از راه دور قابل پایش و کنترل است و فرایندها می‌توانند آنی و به‌صورت خودکار نیز انجام شوند. تمامی موارد از جمله رطوبت، دما، تهویه و میزان CO<sub>2</sub> می‌توانند در گلخانه هوشمند تحت کنترل باشند.

میزان خودکار بودن کارها در گلخانه هوشمند به سه دسته تقسیم می‌شود :

#### ۱- کنترل دستی :

برای کنترل دستی باید در محل حضور داشته باشید و روشن / خاموش کردن تجهیزات هوشمند گلخانه را به صورت دستی انجام دهید. کنترل دستی گزینه‌ی مطلوبی برای گلخانه داران نیست؛ به خصوص اگر گلخانه بزرگ یا تعداد آن زیاد باشد.

#### ۲- تجهیزات نیمه خودکار :

در این سطح، سیستم‌های نیمه خودکار میزان خوبی از استقلال و خودکار بودن تجهیزات هوشمند را به گلخانه هوشمند شما می‌آورند، اما باز هم به کمی نظارت و حضور نیاز است تا تجهیزات به درستی کار کنند.

#### ۳- تجهیزات کاملاً خودکار :

با خودکار سازی کامل گلخانه حتی به کوچکترین مداخله از طرف شخص پرورش دهنده یا هیچ کس دیگری احتیاجی نیست. در این سطح از کنترل گلخانه، می توانید کارها را از طریق گوشی هوشمند، کامپیوتر و یا تبلت نظارت و مدیریت کنید.

## ۲.۲ تحلیل عملکرد نمونه ها و شرکت های فعال در این حوزه

حسگرهای اینترنت اشیا جزء ضروری سیستم های گلخانه ای هوشمند هستند. این حسگرها داده ها را در مورد پارامترهای محیطی مختلف در گلخانه مانند دما، رطوبت، شدت نور، رطوبت خاک و سطوح مواد مغذی جمع آوری می کنند. سپس این داده ها به صورت بی سیم به یک سیستم کنترل مرکزی منتقل می شود، که از آن برای تصمیم گیری در مورد شرایط بهینه برای رشد گیاه و تنظیم پارامترهای محیطی در صورت لزوم استفاده می کند. در اینجا برخی از انواع رایج حسگرهای اینترنت اشیا که شرکت ها در گلخانه ها استفاده می کنند آورده شده است:

۱- **سنسورهای دما:** این سنسورها دمای داخل گلخانه را اندازه گیری می کنند. داده های جمع آوری شده توسط این حسگرها می تواند برای تنظیم سیستم های کنترل دما، مانند بخاری ها، فن ها و سیستم های تهویه برای حفظ شرایط رشد بهینه برای گیاهان استفاده شود.

۲- **سنسورهای رطوبت:** این سنسورها میزان رطوبت هوا و خاک را اندازه گیری می کنند. داده های جمع آوری شده توسط این حسگرها می تواند برای تنظیم سیستم های کنترل دما، مانند بخاری ها، فن ها و سیستم های تهویه برای حفظ شرایط رشد بهینه برای گیاهان استفاده شود.

۳- **حسگرهای نور:** این حسگرها شدت و مدت قرار گرفتن در معرض نور را اندازه گیری می کنند. داده های جمع آوری شده توسط این حسگرها می تواند برای تنظیم سیستم های روشنایی به منظور ارائه مقدار مناسب نور برای فتوسنتز بهینه و رشد گیاه مورد استفاده قرار گیرد.

۴- **سنسورهای رطوبت خاک:** این حسگرها میزان رطوبت خاک را اندازه گیری می کنند. داده های جمع آوری شده توسط این حسگرها می تواند برای تنظیم سیستم های آبیاری برای حفظ سطوح بهینه رطوبت خاک برای رشد گیاه استفاده شود.

۵- **حسگرهای مواد مغذی:** این حسگرها محتوای مواد مغذی در خاک را اندازه گیری می کنند. داده های جمع آوری شده توسط این حسگرها می تواند برای تنظیم سیستم های تحویل مواد مغذی، مانند سیستم های آبیاری یا هیدروپونیک، برای حفظ سطوح بهینه مواد مغذی برای رشد گیاه استفاده شود.

۶- **حسگرهای دی اکسید کربن (CO<sub>2</sub>):** این حسگرها غلظت CO<sub>2</sub> را در هوا اندازه گیری می کنند. داده های جمع آوری شده توسط این حسگرها می تواند برای تنظیم سیستم های تهویه و غنی سازی CO<sub>2</sub> برای حفظ سطوح CO<sub>2</sub> بهینه برای رشد و فتوسنتز گیاهان استفاده شود.

۷- **سنسورهای PH:** این حسگرها اسیدیته یا قلیایی بودن خاک را اندازه گیری می داده های جمع آوری شده توسط این حسگرها می تواند برای تنظیم سیستم های تهویه و غنی سازی CO2 برای حفظ سطوح CO2 بهینه برای رشد و فتوسنتز گیاهان استفاده شود.

شرکت ها ممکن است از ترکیبی از این حسگرها، همراه با سنسورها و دستگاه های دیگر، برای ایجاد یک سیستم مدیریت گلخانه ای جامع با قابلیت IoT استفاده کنند. سنسورهای خاص مورد استفاده ممکن است به انواع محصولات در حال رشد و شرایط محیطی گلخانه بستگی داشته باشد. بعد از اندازه گیری کمیت ها، نیاز به عملگرهایی است که بتوانند این مقادیر را کنترل بکنند. با بررسی چندین شرکت فعال در حوزه گلخانه هوشمند، به روش های زیر برای هر کدام از کمیت ها رسیدیم:

### رطوبت خاک و آبیاری:

#### ۱- آبیاری سنتی، دستی یا سطحی

۲- **آبیاری بارانی:** این روش شامل پاشیدن آب بر روی گیاهان از بالا است، شبیه به نحوه ریزش طبیعی آب باران. این روش معمولاً برای راه اندازی گلخانه های بزرگتر یا گلخانه های بیرونی استفاده می شود.

۳- **آبیاری Ebb and Flow:** این روش شامل غرقابی دوره ای ظروف گیاه با آب و سپس تخلیه آب اضافی است. این روش برای سیستم های هیدروپونیک محبوب است و می تواند با انواع محیط های رشد استفاده شود.

۴- **آبیاری تحت فشار قطره ای:** آبیاری قطره ای یکی از بهترین و کارآمدترین روش برای آبیاری گلخانه است. مزیت های این روش: کاهش رشد علف های هرز و همچنین کاهش هزینه های از بین بردن این علف ها، راندمان بالا و کاهش مصرف آب، امکان استفاده از برخی سموم و کودها. آبیاری قطره ای روشی برای رساندن مستقیم آب به ناحیه ریشه گیاهان به صورت کنترل شده و دقیق است. این سیستم از شبکه ای از لوله ها و قطره چکان ها تشکیل شده است که در امتداد ردیف های کارخانه قرار می گیرند. آب با سرعت آهسته و ثابت از طریق قطره چکان ها منتقل می شود و به آن اجازه می دهد توسط خاک جذب شده و توسط ریشه های گیاه جذب شود. در سیستم گلخانه ای، آبیاری قطره ای را می توان توسط یک سیستم کنترل مرکزی که داده ها را از سنسورهای مختلف از جمله سنسورهای رطوبت خاک دریافت می کند، کنترل کرد. اگر رطوبت خاک کم تشخیص داده شود، سیستم کنترل می تواند سیستم آبیاری قطره ای را فعال کند تا آب را مستقیماً به ریشه گیاه برساند. این سیستم را می توان طوری برنامه ریزی کرد که بسته به نیازهای خاص گیاهان در حال رشد، مقدار مشخصی آب را برای مدت زمان مشخص، در یک فرکانس خاص تحویل دهد.

۵- **تشک های مویرگی:** این روش شامل استفاده از تشک های مویرگی برای انتقال آب از مخزن به ظروف گیاه است. حصیرها در زیر ظروف گیاه قرار می گیرند و از طریق عمل مویرگی آب را به سمت گیاهان می کشند.

۶- **آبیاری ایروپونیک:** این روش شامل مه پاشی ریشه گیاه با آب غنی از مواد مغذی است. ریشه های گیاه در هوا معلق هستند و آب از طریق مه پاش ها تحویل داده می شود و آب و مواد مغذی را برای گیاهان فراهم می کند.

### نور:

۱- **افزایش میزان نور طبیعی:** یک راه حل می تواند افزایش میزان نور طبیعی ورودی به گلخانه باشد. این کار را می توان با تمیز کردن پنجره ها، از بین بردن هرگونه مواد سایه انداز یا موانع، یا نصب پنجره ها یا نورگیرهای اضافی انجام داد.

۲- **نورپردازی تکمیلی:** راه حل دیگر می تواند تکمیل نور طبیعی با نور مصنوعی باشد. این کار را می توان با نصب چراغ های رشد LED یا انواع دیگر نورهای مصنوعی که طیف و شدت نور لازم را برای رشد گیاه فراهم می کند، انجام داد.

۳- **تنظیم زمان قرار گرفتن در معرض نور:** اگر سطوح نور کم به دلیل زمان قرار گرفتن در معرض نور طبیعی باشد، سیستم روشنایی گلخانه را می توان تنظیم کرد تا نور را در زمان های مختلف روز یا برای مدت طولانی تری تامین کند.

۴- **تنظیم طیف نور:** طیف نور مورد استفاده را نیز می توان برای رفع نیازهای خاص گیاهان در حال رشد تنظیم کرد. به عنوان مثال، گیاهان ممکن است در طول رشد رویشی به نور آبی بیشتری و در طول گلدهی به نور قرمز بیشتری نیاز داشته باشند.

۵- **تنظیم فاصله بین چراغ ها و گیاهان:** فاصله بین منبع نور و گیاهان نیز می تواند بر سطوح نور تأثیر بگذارد. تنظیم فاصله بین چراغ ها و گیاهان می تواند به اطمینان حاصل شود که گیاهان مقدار بهینه نور را دریافت می کنند.

### دما:

۱- **سیستم های گرمایش و سرمایش:** گلخانه ها معمولاً دارای سیستم های گرمایش و سرمایش برای تنظیم دما هستند. اگر دما خیلی پایین باشد، می توان سیستم گرمایش را برای افزایش دما فعال کرد. برعکس، اگر دما خیلی بالا باشد، سیستم خنک کننده را می توان برای کاهش دما فعال کرد. سیستم های گرمایش و سرمایش را می توان با سیستم کنترل مرکزی ادغام کرد که داده ها را از سنسورهای دما دریافت می کند و سیستم ها را بر اساس آن تنظیم می کند.

۲- **تهویه طبیعی:** تهویه طبیعی نیز می تواند به تنظیم دما کمک کند. گلخانه ها را می توان با دریچه ها یا پنجره هایی طراحی کرد که بسته به شرایط دما، هوای خنک را به داخل یا هوای گرم خارج کرد. سیستم کنترل مرکزی را می توان برای باز و بسته کردن این دریچه ها یا پنجره ها بر اساس داده های دما از سنسورها برنامه ریزی کرد.

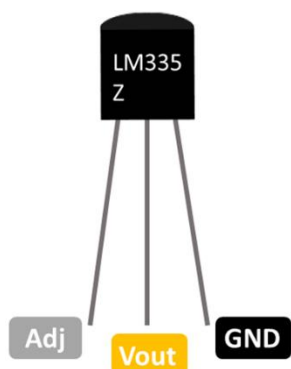
۳- **عایق:** عایق می تواند به حفظ دمای ثابت در گلخانه کمک کند. بسته به شرایط دمایی خارجی، گلخانه ها را می توان با عایق در دیوارها و سقف طراحی کرد تا از اتلاف یا افزایش گرما جلوگیری شود.

۴- **سیستم های سایه بان:** سیستم های سایه بان می توانند به تنظیم میزان نور خورشید وارد شده به گلخانه کمک کنند که می تواند بر دما و همچنین نور تأثیر بگذارد. سیستم های سایه بان را می توان تنظیم کرد تا بر اساس داده های دما از سنسورها، نور خورشید بیشتر یا کمتر به گلخانه وارد شود.

## ۳. سنسورهای استفاده شده در پروژه

در این بخش سنسورهایی که برای اندازه گیری کمیت های مختلف استفاده شده اند، ذکر شده است.

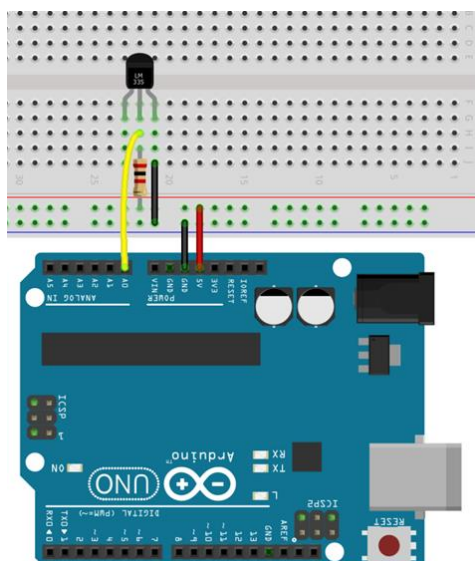
## ۳.۱ LM335



برای کنترل دمای محیط گلخانه ما نیاز به یک سنسور دما داریم. برای این پروژه و دقت و رنج کاری مورد نیاز ، LM335 به نظر مناسب است.

LM335 یک سنسور دما است که سیگنال آنالوگ متناسب با دمای لحظه ای را ایجاد میکند. ولتاژ خروجی (سیگنال آنالوگ) را میتوان به راحتی تفسیر کرد تا دما بر حسب کلون بدست آید. به صورتی که با هر درجه کلون، ولتاژ تولیدی 10 میلی ولت افزایش می یابد. مزیت استفاده از سنسور دما LM335 نسبت به ترمیستور این است که به هیچ کالیبراسیون خارجی احتیاج ندارد. همچنین دارای پوشش مناسبی در برابر گرم شدن است. این سنسور با دقت و قیمت بسیار مناسب در دسترس است.

- محدوده دمای قابل اندازه گیری 100 | 40- سانتی گراد
- محدوده ولتاژ تغذیه 3v
- دقت اولیه 1 درجه سانتیگراد
- کالیبراسون آسان



طریقه وصل کردن سنسور LM335 به Arduino :

- Adj بدون اتصال
- Vout به پورت آنالوگ
- GND به زمین

## ۳.۲ سنسور رطوبت هوا

برای اندازه گیری رطوبت هوا می توان از دو نوع سنسور مختلف استفاده کرد:

- سنسورهای رطوبت نسبی یا RH
- سنسورهای رطوبت مطلق یا AH

در اینجا نیاز به تعریف دو عبارت داریم:

- **رطوبت نسبی:** رایجترین پارامتر جهت اندازه گیری رطوبت است. این نوع رطوبت، نسبت درصدی از بخار آب موجود در یک درجه حرارت معین به میزان بخار آبی است که هوا در آن دمای معین قادر به نگهداری است. به عبارت دیگر RH نسبت مقدار رطوبت موجود در یک دمای معین به حداکثر مقدار رطوبت هوا در همان دما است. این پارامتر معمولاً بر حسب درصد بیان شده و با علامت %RH نشان داده می شود. منظور از RH همان Relative Humidity یا رطوبت نسبی است و سنسورهای رطوبت معمولاً رطوبت نسبی محیط را اندازه گیری می کنند.
- **رطوبت مطلق (AH):** مقدار بخار آب موجود در واحد حجم از هوا است.

به صورت کلی انواع سنسورهای رطوبت عبارتند از:

۱- سنسورهای رطوبت خازنی

۲- سنسورهای رطوبت مقاومتی

۳- سنسورهای رطوبت حرارتی

در این پروژه برای نظارت بر روی رطوبت محیط هم می توانیم از یک سنسور رطوبت جدا استفاده کنیم و هم می توانیم سنسور دما و رطوبت را یکی کرده و با یک سنسور DHT هر دوی این پارامترها را اندازه گیری بکنیم. سنسور های DHT از دو بخش دما و رطوبت تشکیل شده اند ، در واقع هر سنسور خود دارای دو سنسور مجزا می باشد که استفاده از آنها را مقرون به صرفه کرده است. سنسور رطوبت مورد استفاده در این خانواده از نوع خازنی می باشد و سنسور دمای آن از نوع مقاومتی است که خروجی این دو سنسور توسط یک مبدل آنالوگ به دیجیتال به دیجیتال تبدیل می شود. سنسور های DHT در دو مدل DHT11 و DHT22 موجود است.

#### DHT11:

- ارزان قیمت
- ولتاژ کاری 3 تا 5 ولت
- حداکثر جریان مصرفی 2.5 میلی آمپر (در حین نمونه برداری)
- قابلیت اندازه گیری رطوبت از 0 تا 100 درصد با دقت 2~5 درصد
- قابلیت اندازه گیری دما از -40 تا 125 درجه سانتیگراد با خطای 0.5 درجه
- ریت تبدیل 2 نمونه در یک ثانیه (2Hz)



- ابعاد 15.5 در 25 در 7.7 میلی متر
- تعداد پایه ها 4 عدد با فاصله 100 میل

## DHT22:

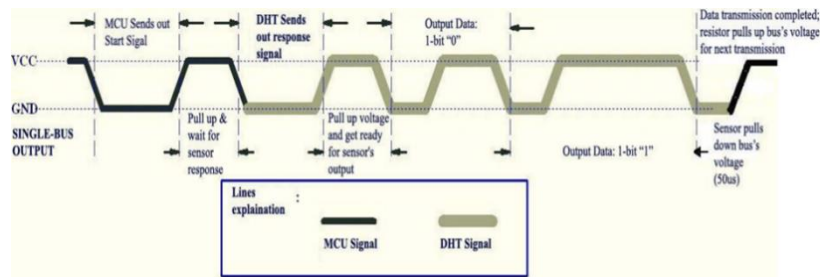
- ارزان قیمت
- ولتاژ کاری 3 تا 5 ولت
- حداکثر جریان مصرفی 2.5 میلی آمپر (در حین نمونه برداری)
- قابلیت اندازه گیری رطوبت از 0 تا 100 درصد با دقت 2~5 درصد
- قابلیت اندازه گیری دما از -40 تا 125 درجه سانتیگراد با خطای 0.5 درجه
- ریت تبدیل 2 نمونه در یک ثانیه (2Hz)
- ابعاد 15.5 در 25 در 7.7 میلی متر
- تعداد پایه ها 4 عدد با فاصله 100 میل

همانطور که مشاهده می کنید سنسور DHT22 هم دقیق تر و هم سریع تر می باشد ، با توجه به تعداد پایه یکسان و همانندی که این دو سنسور با هم دارند ، به راحتی و بدون هیچ نگرانی در صورت نیاز می توان سنسور ها را جایگزین هم کرد.

## فرآیند ارتباط:

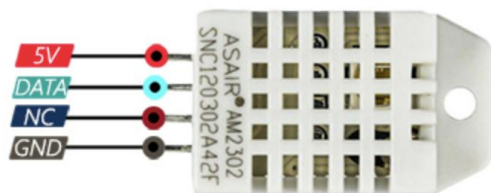
هنگامی که میکروکنترلر یک سیگنال شروع ارسال می کند، DHT11 از حالت کم مصرف (low-power consumption) به حالت running-mode تغییر می کند، منتظر اینکه میکروکنترلر سیگنال شروع را کامل کند. پس از تکمیل، DHT11 یک سیگنال پاسخ 40 بیتی شامل اطلاعات RH و دما را به میکروکنترلر می فرستد. بدون سیگنال شروع از طرف میکروکنترلر، DHT11 سیگنال پاسخی نمی فرستد. بعد از گرفتن اطلاعات DHT11 به حالت کم مصرف برمیگردد تا دوباره سیگنال شروع دریافت بکند.

**\*\* این موضوع برای DHT22 و DHT11 برقرار است.**



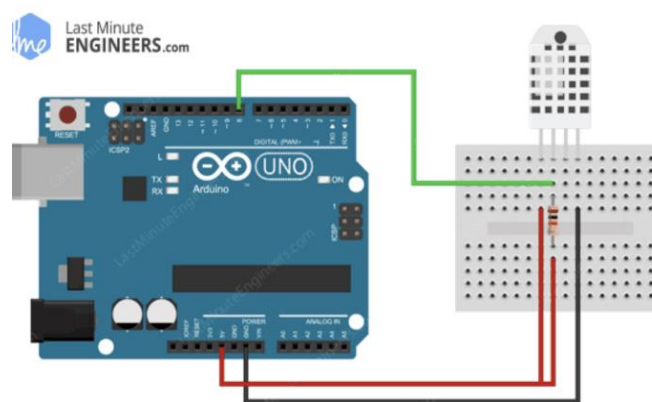
Model	DHT22
Power supply	3.3-6V DC
Output signal	digital signal via single-bus
Sensing element	Polymer capacitor
Operating range	humidity 0-100%RH; temperature -40~80Celsius
Accuracy	humidity +2%RH(Max +-5%RH); temperature <+-0.5Celsius
Resolution or sensitivity	humidity 0.1%RH; temperature 0.1Celsius
Repeatability	humidity +-1%RH; temperature +-0.2Celsius
Humidity hysteresis	+0.3%RH
Long-term Stability	+0.5%RH/year
Sensing period	Average: 2s
Interchangeability	fully interchangeable
Dimensions	small size 14*18*5.5mm; big size 22*28*5mm

طریقه وصل کردن سنسور DHT11 به Arduino:



Dht11	آرduino
Vcc	۵ ولت
GND	GND
Data with pull-up resistor	پین ۲

(پین NC متصل نیست)



Wiring DHT22 to Arduino UNO

## ۳.۳ سنسور رطوبت خاک



دو نوع سنسور برای اندازه گیری رطوبت خاک وجود دارند:

- سنسورهای رطوبت خازنی
- سنسورهای رطوبت مقاومتی

سنسور رطوبت مقاومتی در گذر زمان خورده می شود (خوردگی الکتروشیمیایی)، ولی این مشکل برای سنسور خازنی اتفاق نمی افتد.

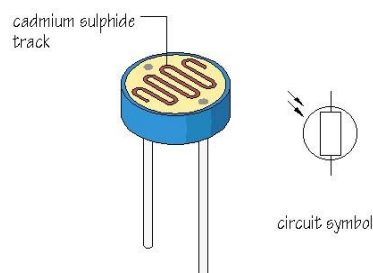
Wiring Diagram



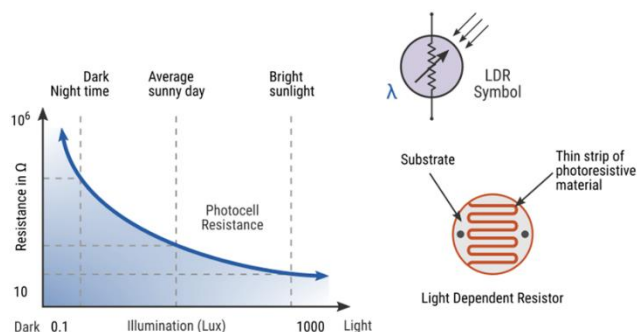
مشخصات فنی ماژول سنسور خازنی رطوبت خاک:

- قابلیت تنظیم حساسیت
- ولتاژ کار: بین ۳.۳ تا ۵ ولت
- ولتاژ خروجی: بین صفر تا ۳ ولت

### ۳.۴ سنسور نور (LDR)



برای اندازه گیری شدت نور و مقایسه آن با مقدار مورد نیاز از LDR MLG5516 که یک مقاومت وابسته به نور است، استفاده میکنیم.



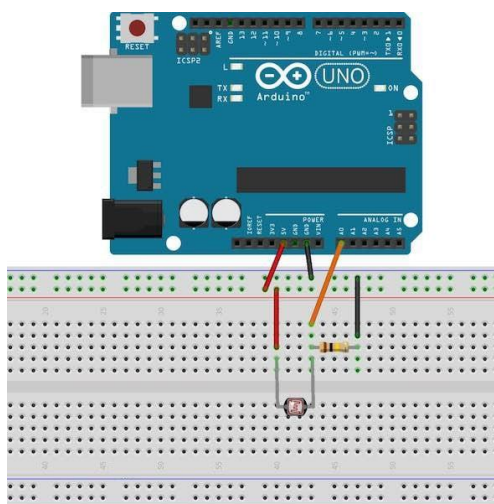
نحوه عملکرد این سنسور این گونه است که اگر شدت نور زیاد شود مقاومت آن کم شده و اگر به LED متصل باشد باعث روشن شدن آن میشود و اگر شدت نور کم شود مقاومت زیاد شده و دستور خاموش شدن LED داده میشود.

ویژگی ها:

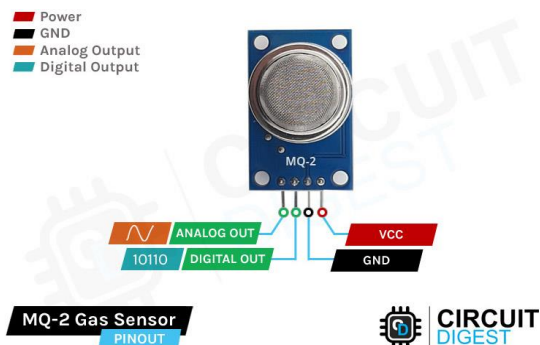
- محدوده دمای عملکرد : 30- تا 70 درجه سانتی گراد
- مقاومت در تاریکی : (After 10 sec) :  $R = 500\text{ K}\Omega$

نحوه اتصال LDR به Arduino:

یک پایه LDR به را به پایه  $VCC(5V)$  آردوینو و پایه دیگر LDR و یک مقاومت  $100\text{ K}\Omega$  را به پین آنالوگ 0 (Analog pin 0) آردوینو متصل میکنیم. (پایه دیگر مقاومت به زمین متصل میشود).



## ۳.۵ سنسور دود MQ-2

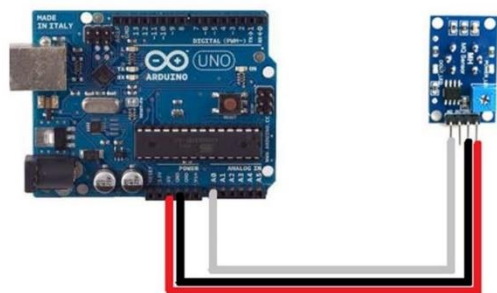


برای جلوگیری از خسارت های زیاد آتش سوزی در گلخانه از سنسوری برای تشخیص گازهای قابل اشتعال مانند متان و دود حاصل از آتش سوزی استفاده می کنیم .

ویژگی ها:

- رنج تشخیص گاز : 300 – ppm10000
- ولتاژ عملکرد : V5
- مقاومت بار :  $K\Omega 20$
- بازه مقاومتی قابل سنجش :  $K\Omega 10 - 60 K\Omega$

نحوه اتصال MQ-2 به Arduino:

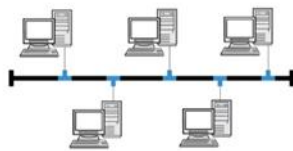


## ۴. توپولوژی

توپولوژی به نحوه اتصال و چیدمان تجهیزات یک شبکه گفته می شود، برای مثال نحوه اتصال سنسور ها به میکروکنترلر و یا اتصال میکروکنترلر های مختلف به یکدیگر.

## ۴.۱ توپولوژی خطی

Bus  
Topology



در توپولوژی خطی انتقال اطلاعات در لحظه فقط در یک جهت انجام می‌شود. هر نود شبکه به یک کابل متصل است.

مزایا:

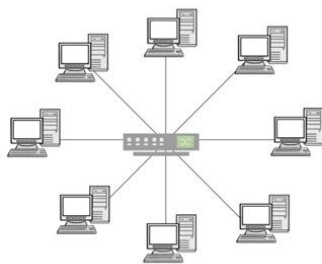
۱. در پیاده سازی آن نسبت به سایر توپولوژی‌ها کابل کمتری استفاده می‌شود.
۲. در شبکه‌های کوچک به راحتی مورد استفاده قرار می‌گیرد.
۳. پیاده سازی و راه اندازی و عیب یابی آن آسان است.
۴. نسبت به سایر توپولوژی‌ها مقرون به صرفه تر است.

معایب:

۱. اگر یک کابل معیوب یا قطع شود کل شبکه از مدار خارج می‌شود.
۲. استفاده یک کامپیوتر عضو شبکه از نرم افزار سنگین یا اشغال بخش زیادی از پهنای باند شبکه روی سرعت و عملکرد سایر سیستم‌های عضو شبکه هم تأثیر منفی دارد.
۳. کابل‌ها محدودیت طولی دارند و از آنها برای ایجاد ارتباط بین سیستم‌هایی با فاصله دور نمی‌توان بهره گرفت.
۴. توپولوژی خطی نسبت به توپولوژی حلقه‌ای سرعت کمتری در انتقال اطلاعات دارد.

## ۴.۲ توپولوژی ستاره

Star  
Topology

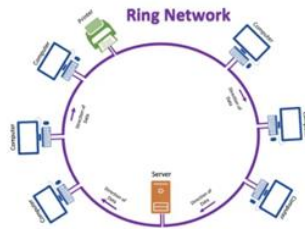


مزایا:

۱. هر دستگاه دارای یک اتصال مستقل به هاب است. در صورت نیاز هاب شبکه به راحتی قابل ارتقا می‌باشد.
۲. پیاده سازی و راه اندازی و عیب‌یابی این نوع شبکه آسان است.
۳. اگر هر یک از نوده‌های شبکه دچار اشکال شود، اختلالی در روند کاری شبکه ایجاد نمی‌کند. تنها همان نود معیوب از مدار خارج می‌شود.

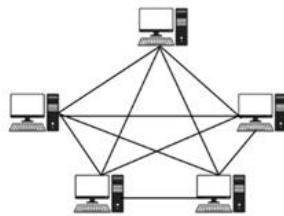
معایب:

۱. اگر هاب معیوب شود کل شبکه از مدار خارج می‌شود.



## ۴.۳ توپولوژی حلقوی

تمام سیستم‌های عضو شبکه به صورت حلقوی به یکدیگر متصل می‌شوند و داده‌ها در جهت عقربه‌های ساعت شروع به عیب‌یابی توپولوژی حلقوی گردش می‌کنند تا به مقصد برسند سخت است و به دلیل ساختار این توپولوژی و نیاز به نشانه برای انتقال اطلاعات سرعت آن پایین است و همچنین اشکال در یک گره باعث بروز اشکال در کل شبکه می‌شود.



## ۴.۴ توپولوژی مش

در این توپولوژی تمام نوده‌های شبکه با هم در ارتباط هستند. از ویژگی‌های این توپولوژی موارد زیر را هم می‌توان نام برد:

- نسبت به سایر توپولوژی‌ها قدرتمندتر است
- این توپولوژی اصلاً انعطاف پذیر نیست.
- در این نوع توپولوژی خطاهای شبکه به راحتی قابل تشخیص و رفع هستند
- در این توپولوژی تمام دستگاه‌های شبکه بهم متصل می‌شوند
- سطح امنیت و حفظ حریم خصوصی در این توپولوژی بالاست.
- بار داده‌ای انتقال اطلاعات فقط بر روی کابل و کانال ارتباطی بین همان دو دستگاه مبداء و مقصد تاثیر می‌گذارد.



## ۴.۵ توپولوژی درختی

این توپولوژی یک دستگاه مرکزی دارد و تمام دستگاه‌های شبکه با نظم خاصی به دستگاه مرکزی متصل می‌شوند.



## ۴.۶ توپولوژی نقطه به نقطه

در این توپولوژی میان دستگاه گیرنده و فرستنده، دستگاه‌های میانی دیگری برای شکل دادن ارتباط وجود دارند ولیکن در ظاهر فقط فرستنده و گیرنده به نظر می‌آیند.

## ۴.۷ توپولوژی ترکیبی

از ادغام دو یا چند توپولوژی شبکه متفاوت با یکدیگر توپولوژی ترکیبی به وجود می‌آید.

### نتیجه:

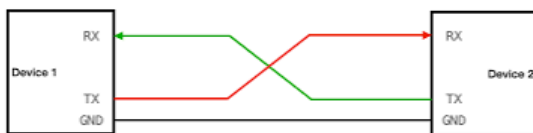
از آنجا که ما می‌خواهیم تنها از یک میکروکنترلر استفاده کنیم برای همین از توپولوژی ستاره استفاده میکنیم که کنترلر در نقش هاب میباشد و سنسور ها و عملگر به آن متصل میشوند.

## ۵. پروتکل های انتقال

### ۱. ۵ انواع پروتکل های سریال

#### ۱. ۵.۱ UART

بخش فرستنده UART به یک باس کنترل کننده داده‌ها متصل شده و اطلاعات به صورت موازی به کنترل کننده ارسال می‌شود، سپس داده‌ها به صورت سریال و بیت به بیت روی خط انتقال (سیم) برای گیرنده UART فرستاده می‌شوند. گیرنده UART نیز داده‌های سریال را پیش از انتقال به گیرنده اصلی به صورت موازی درمی‌آورد.

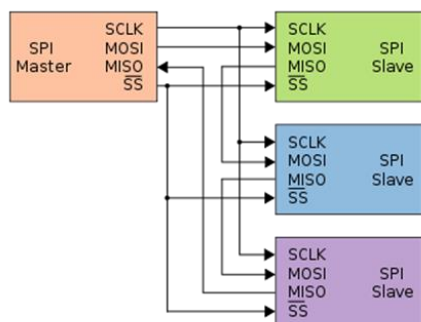


در واقع خطوط UART یک نوع واسط ارتباطی هستند که اطلاعات را از یک دستگاه می‌گیرند و به دستگاهی دیگر انتقال می‌دهند فراموش نکنید که دستگاه UART پین‌هایی منحصر به فرد را به انتقال یا دریافت داده اختصاص داده و یک پین نمی‌تواند هم خروجی و هم ورودی باشد.

برای UART و اکثر پروتکل‌های ارتباطی، نرخ انتقال داده باید در دستگاه گیرنده و فرستنده یکسان باشد. نرخ انتقال داده سرعت حرکت داده‌ها در یک کانال ارتباطی را مشخص می‌کند. در پورت سریال، نرخ انتقال داده برابر با حداکثر تعداد بیت‌هایی است که در یک ثانیه از طریق خط انتقال ارسال یا دریافت می‌شود.



## ۵.۱.۲ SPI



گذرگاه SPI با 4 سیگنال عمل می کند:

### 1-SCLK(Serial Clock):

کلاک سریال است که یکی از سیگنال های خروجی دستگاه master به آن اختصاص داده می شود.

### 2-MOSI(Master Out Slave In):

سیگنال خروجی داده از دستگاه master است. MOSI در یک دستگاه master به MOSI در یک دستگاه slave متصل می شود.

### 3-MISO(Master In Slave Out):

سیگنال خروجی داده از دستگاه slave است. MISO در یک دستگاه master به MISO در یک دستگاه slave متصل می شود.

### 4-SS(Slave Select):

سیگنال خروجی از دستگاه master است. Slave Select عملکرد مشابه تراشه را دارد و برای مفهوم آدرس دهی استفاده می شود. برای شروع ارتباط، پس از تنظیم کلاک master، میکروکنترلر slave با خط انتخاب در سطح منطقی 0 را بر می گزیند. در صورت نیاز به یک دوره انتظار، master قبل از صدور چرخه های کلاک باید حداقل آن مدت زمان را منتظر بماند. در طی هر چرخه کلاک SPI، انتقال داده به صورت دوطرفه رخ می دهد. master یک بیت روی خط MOSI می فرستد و slave آن را می خواند. همچنین slave یک بیت را روی خط MISO می فرستد و master آن را می خواند. حتی در حالتی که انتقال یک طرفه داشته باشیم، این روند همچنان حفظ می شود.

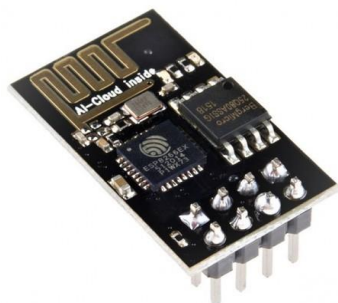
## ۵.۱.۳ I2C

I2C ترکیبی است از دو پروتکل پر استفاده SPI و UART که بهترین ویژگی های این دو پروتکل را در خود ایجاد کرده است.

نتیجه:

برای استفاده از ماژول esp از پروتکل UART استفاده میکنیم.

## ۲. ۵ ماژول wifi

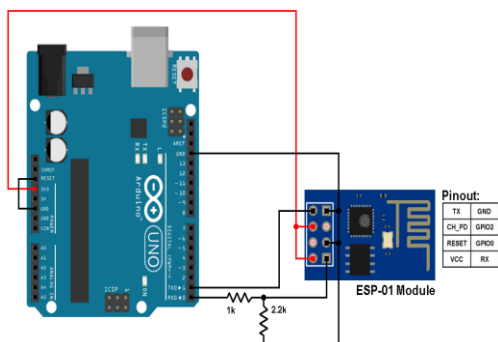


برای اتصال برد آردوینو به شبکه اینترنت از ماژول وای فای esp استفاده میکنیم. پروتکل انتقال اطلاعات بین کنترلر و این ماژول UART میباشد و به وسیله پایه ها Tx,Rx با یکدیگر ارتباط پیدا میکنند. این ماژول با ولتاژ ۳.۳ ولت کار میکند.

### مشخصات:

- ولتاژ کاری: 3.3 ولت
- نوع ارتباط با میکروکنترلر: پروتکل سریال UART
- دارای آنتن روبردی
- دو ورودی یا خروجی عمومی GPIO
- پشتیبانی از پروتکل های اینترنتی مثل TCP/IP , P2P
- جریان مصرفی پایین
- قابل استفاده با بردهای آردوینو و سایر میکروکنترلر ها

نحوه اتصال به Arduino:



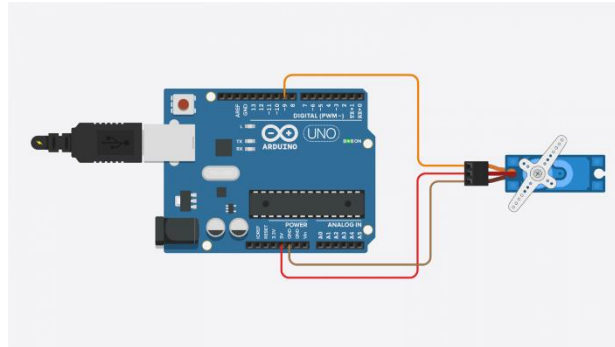
## ۶. عملگرها

### ۱. ۶ سرو موتور

موتور سرو (Servo motor) نوعی موتور الکتریکی است که با استفاده از یک سیستم بازخورد، موقعیت و سرعت دقیقی را کنترل می کند. این موتورها عموماً در صنعت و رباتیک برای حرکت دادن اجزای مکانیکی با دقت بالا استفاده می شوند. سرو موتورها دارای یک موتور الکتریکی، یک مدار کنترلر الکترونیکی و یک دستگاه بازخوردی می باشند.

سیگنال کنترلی به کنترلر داده می‌شود که با استفاده از بازخوردی که از دستگاه بازخوردی دریافت می‌کند، موقعیت دقیق موتور را تعیین می‌کند و در نتیجه سرعت و قدرت موتور را تنظیم می‌کند. مزیت اصلی سرو موتورها این است که دارای دقت بالایی در کنترل حرکت هستند و برای کاربردهایی که نیاز به کنترل دقیق حرکت دارند، مثل رباتیک، کارایی بسیار بالایی دارند. در این پروژه ما از سرو موتور SG90 استفاده کردیم که دیگر نیازی به رله و تغذیه جدا نیست.

طریقه اتصال سرو موتور به Arduino:



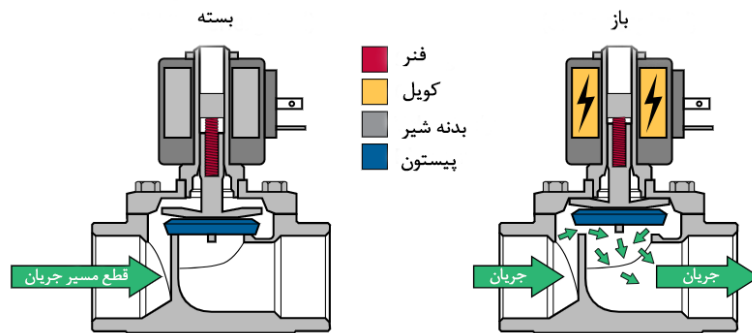
در این پروژه از سرو موتور ها به عنوان محورهایی که بلایندرها روی سقف را تنظیم می کنند تا بتوانیم نور وارده به گلخانه را کنترل کنیم، استفاده می شود. به دلیل اینکه میزان نور مورد نیاز هر گیاه متفاوت است، رفتار این بلایندرها نیز به نوع گیاه موجود در گلخانه بستگی دارد. اما چیزی که بین همه آن ها مشترک است، این است که این بلایندرها باید با حرکت خورشید زاویه خود را تغییر دهند تا در زمانی که بیشترین نور ممکن را می خواهیم، در گلخانه سایه ایجاد نکنند. برای اینکه این موضوع را کنترل بکنیم، از دو LDR در نوک لبه کناری یکی از بلایندرها استفاده می کنیم به طوری که این دو LDR بر روی میله ای عمود بر سطح بلایندر قرار داده شده اند. اگر بین عدد اندازه گیری شده توسط این دو سنسور اختلافی وجود داشت سروو به سمتی می چرخد که نور بیشتری اندازه گیری شده. جلوتر در قسمت عملی پروژه و کدهای آردوینو دقیقتر به این موضوع می پردازیم.

## ۲. ۶ سلونوئید ولو



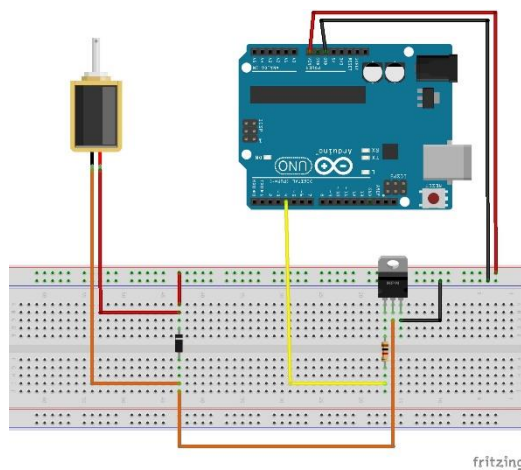
سلونوئید ولو یک شیر الکترومکانیکی است که برای قطع و وصل جریان مایعات و گازها در صنایع به کار می رود. سلونوئید ولو با تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی مکانیکی عمل باز و بسته کردن شیر را انجام میدهد.

### عملکرد شیر برقی:



می شود. یک فنر (فنر دیافراگم) نیز برای باز یا بسته نگه داشتن دیافراگم در حالت هایی که شیر غیرفعال است استفاده می شود.

### طریقه اتصال شیر برقی به Arduino:

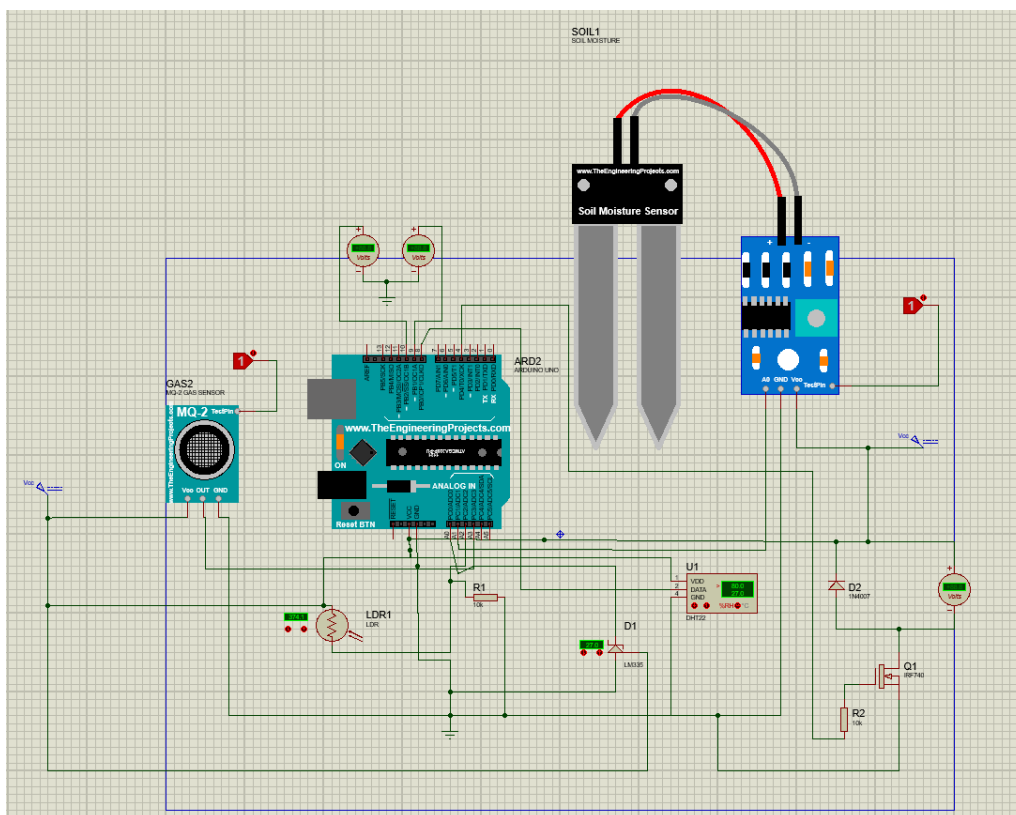


برای پیاده سازی آبیاری قطره ای در مواقعی که رطوبت خاک افت پیدا میکند، از عملگر سلونوئید ولو استفاده میکنیم . برای اندازه گیری رطوبت خاک از سنسور رطوبت خاک خازنی استفاده کرده و ارتباط میان این سنسور و ولو را برقرار می سازیم. جلوتر در قسمت عملی پروژه و کدهای آردوینو دقیقتر به این موضوع می پردازیم.

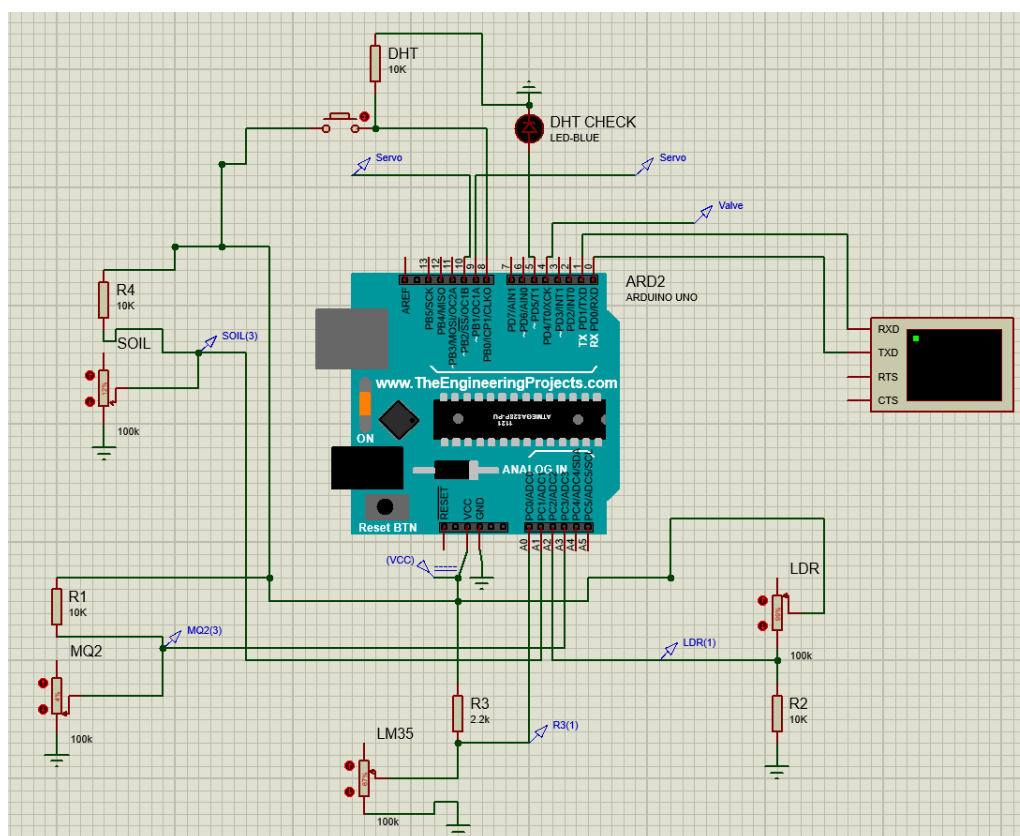
## ۷. شبیه سازی

در این مرحله از پروژه، ما در برنامه پروتئوس تمام المان هایی را که میخواستیم در مدار اصلی از آن ها استفاده کنیم را شبیه سازی کردیم. برخی از سنسورها که در برنامه موجود بود و کتابخانه آن ها به صورت پیش فرض وجود داشت را با جستجوی نامشان به صفحه شماتیک اضافه کردیم. اما برای بقیه سنسورها کار کمی مشکل تر بود؛ زیرا باید ابتدا کتابخانه آن ها را از اینترنت دانلود و سپس به پروتئوس اضافه می کردیم تا بتوانیم شبیه سازی را به صورت کامل انجام دهیم. در این بین سنسور رطوبت خاک خازنی، که ما در مدار اصلی و قسمت پیاده سازی پروژه انجام داده بودیم، در برنامه به صورت پیش فرض وجود نداشت و در اینترنت هم فایل های مربوط به نمونه مشابه آن یعنی سنسور رطوبت خاک مقاومتی موجود بود؛ بنابراین ما در شبیه سازی این سنسور از نمونه مقاومتی آن استفاده کردیم. در رابطه با عملگرها هم برای نمایش

در یک مرحله جداگانه از شبیه‌سازی، برای مشاهده عملکرد کلی سیستم، تمامی سنسورها و عملگرهای مدار را با نمونه‌های ساده‌تر (مانند مقاومت، پتانسیومتر و...) شبیه‌سازی کردیم. (عکس ۲)



عکس ۱



عکس ۲

## ۸. اجرای عملی پروژه

در این قسمت رابطه ی بین اعداد اندازه گیری شده توسط سنسورها و عملگرها را توضیح خواهیم داد و کدی که برای

این روابط نوشته شده را تحلیل می کنیم.

در قسمت اول کد کتابخانه هایی که در ادامه کد نیاز می شود را می آوریم.

```
1  #include <DHT.h>;
2  #include <Servo.h>
3
4
5  //Constants
6  #define SoilMPin A1
7  #define LDRPIN = A2
8  #define DHTPIN 8
9  #define DHTTYPE DHT22
10 DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE); //// Initialize DHT sensor for normal 16mhz Arduino
11 #define MQ2pin A3
12 #define Threshold 150
13 #define Threshold2 200
14 #define Thresholdmin 700
15 #define Thresholdmax 800
16
17 //servo_motors
18 Servo servo1;
19 Servo servo2;
20 int angle = 180;
21
22 //Variables
23 int LDRsensor1 = 0; //Stores light level
24 int LDRsensor2 = 0; //Stores light level
25 int diffLDR = 0;
26 float hum; //Stores humidity value
27 float temp; //Stores temperature value
28 const int LMPin = A0; //Stores temperature value
29
30 float LMSensor;
31 float voltageOut;
32 float temperatureK;
33 float temperatureC;
34 float temperatureF;
35
36 float MQValue;
37
38 //solenoid_valve
39 int solenoidPin = 4;
40
41
42 void setup()
43 {
44   pinMode(A0, INPUT);
45   servo1.attach(9);
46   servo2.attach(10);
47   Serial.begin(9600);
48   dht.begin();
49   pinMode(solenoidPin, OUTPUT);
50   Serial.println("MQ2 warming up!");
51   servo1.write(angle);
52   servo2.write(angle);
53   delay(2000); // allow the MQ2 to warm up
54 }
```

ست پوینت هایی که در این قسمت تعریف شده اند را جلوتر توضیح خواهیم داد.

سنسور MQ-2 حدود بیست ثانیه نیاز دارد تا آماده اجرا شود. به همین دلیل یک دیلی به این مدت به کد اضافه می کنیم.

```

55
56 void loop()
57 {
58     //{MQ_2}
59     MQValue = analogRead(MQ2pin);
60
61     //{capacitive_sensor}
62     int soil_moisture = analogRead(SoilMPin);
63     soil_moisture = map(soil_moisture , Thresholdmin, Thresholdmax, 0, 100 );
64
65     //{LDR}
66     LDRsensor1 = analogRead(A2);
67     LDRsensor2 = analogRead(A4);
68
69     //{LM335}
70     LMsensor = analogRead(A0);
71     voltageOut = ((LMsensor * 5000) / 1024) ;
72     temperatureK = (voltageOut / 10) ;
73     temperatureC = temperatureK - 273;
74     temperatureF = (temperatureC * 1.8) + 32;
75
76     //{DHT22}
77     hum = dht.readHumidity();
78     temp= dht.readTemperature();
79
80     //{LM335}
81     Serial.print("Temperature(°C): ");
82     Serial.print(temperatureC);
83     Serial.print("voltage out: ");
84     Serial.print(voltageOut);
85
86     //{DHT22}
87     Serial.print("Humidity: ");
88     Serial.print(hum);
89     Serial.print(" %, Temp: ");
90     Serial.print(temp);
91     Serial.println(" Celsius");
92
93     //{capacitive_sensor}
94     Serial.print("Soil Moisture: ");
95     Serial.println(soil_moisture);
96
97     //{LDR}
98     Serial.print("Light(sensor1): ");
99     Serial.print(LDRsensor1);
100    Serial.print("Light(sensor2): ");
101    Serial.print(LDRsensor2);
102    Serial.print("diff");
103    diffLDR = LDRsensor2 - LDRsensor1;
104    Serial.print(diffLDR);
105
106    Serial.print("Smoke level: ");
107    Serial.print(MQValue);
108

```

در اینجا بازه نوسان عدد  
اندازه گیری شده توسط سنسور رطوبت خاک (موقعی که سنسور در  
آب غوطه ور است عدد 700 و موقعی که خشک است حدود 900  
را نشان می دهد) را به 100-0 مپ میکنیم. تا جلوتر راحتتر بتوانیم  
ست پوینت هایی برای زمان باز و بسته بودن ولو مشخص کنیم.



```

109 if(MQValue > Threshold)
110 {
111   Serial.print(" | Smoke detected!");
112 }
113
114 Serial.println("");
115
116 if(soil_moisture < 25)
117 {
118   digitalWrite(solenoidPin, LOW);
119   Serial.println("valve closed");
120 }
121
122 if(soil_moisture > 100)
123 {
124   digitalWrite(solenoidPin, HIGH);
125   Serial.println("valve open");
126 }
127
128
129 for(;diffLDR > 10 ; angle+=5)
130 {
131   servo1.write(angle);
132   delay(15);
133   servo2.write(angle);
134   delay(15);
135   LDRsensor1 = analogRead(A2);
136   LDRsensor2 = analogRead(A4);
137   diffLDR = LDRsensor2 - LDRsensor1;
138   Serial.println("^");
139 }
140
141
142 for(;diffLDR < -10 ; angle-=5)
143 {
144   servo1.write(angle);
145   delay(15);
146   servo2.write(angle);
147   delay(15);
148   LDRsensor1 = analogRead(A2);
149   LDRsensor2 = analogRead(A4);
150   diffLDR = LDRsensor2 - LDRsensor1;
151   Serial.println(".");
152 }

```

برای سنسور MQ-2 ست پوینت 150 را (که با آزمایش و قراردادن این سنسور در معرض دود بدست آمد) مشخص کردیم و وقتی مقدار اندازه گیری شده بیشتر از این ست پوینت شود، آلارم می دهد.

اگر مقدار خوانده شده توسط سنسور رطوبت خاک از 25 کمتر بود یعنی رطوبت خاک زیاد بوده و باید آبیاری قطع شود پس ولو بسته می شود و از طرف دیگر اگر این مقدار بالای 100 برود، یعنی رطوبت خاک کم بوده و نیازمند آبیاری می باشد پس ولو باز میشود و آبیاری تا رسیدن به بازه مطلوب ادامه پیدا میکند.

**\*\*** در قسمت پیاده سازی عملی چون امکان استفاده از لوله آب را همه جا نداریم، مجبور به استفاده از LED برای نمایش این عملکرد شدیم و این قطع و وصلی ولو را توسط آن نشان داده ایم.

در مورد سروو موتور در توضیحات فاز یک (قسمت عملگرها) صحبت شد. در اینجا نیز همانطور که در کد واضح است، از تفاوت میان دو عدد اندازه گیری شده توسط LDR ها استفاده می شود و در صورت بیشتر بودن این مقدار از یک حدی، سروو پنج درجه پنج درجه زاویه خود را تغییر می دهد. و دوباره میزان تفاوت بین دو سنسور اندازه گیری می شود.

دلیل استفاده از هر دو سنسور LM335 و DHT22:

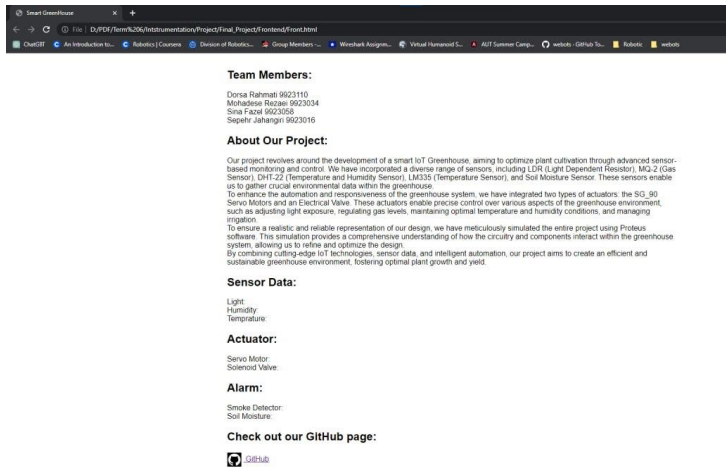
در پیاده سازی عملی، برای اندازه گیری دما، متوجه تاخیر به نسبتاً زیادی در گزارش دمای محیط توسط سنسور DHT22 شدیم که برای بهبود این تاخیر در عملکرد تصمیم به استفاده از سنسور LM335 برای گزارش دمای محیط گرفته و پس از پیاده سازی آن در مدار، تاخیر گزارش دما به میزان قابل توجهی بهبود یافت.

لینک گیت هاب پروژه :

[SiFzl/IoT GreenHouse: This is a GitHub Repository for our IoT Smart Green House project](#)

برای اینکه کاربر به داده ها دسترسی داشته باشد،  
یک رابط کاربری طراحی کردیم.

و از ماژول esp-8266 و سریال مجازی برای  
فرستادن داده ها روی سرور استفاده کردیم.



[https://www.tutorialspoint.com/arduino/arduino\\_temperature\\_sensor.htm#](https://www.tutorialspoint.com/arduino/arduino_temperature_sensor.htm#)

[/https://irenx.ir/datasheet/lm35-sensor](https://irenx.ir/datasheet/lm35-sensor)

<https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf>

<https://maker.pro/arduino/tutorial/how-to-use-an-ldr-sensor-with-arduino>

<https://mehsa.ir/posts/32/%D8%B3%D9%86%D8%B3%D9%88%D8%B1-%D8%AF%D9%85%D8%A7-%D9%88-%D8%B1%D8%B7%D9%88%D8%A8%D8%AA>

<https://mosalasezard.com/what-is-a-humidity-sensor/#:~:text=%D8%B3%D9%86%D8%B3%D9%88%D8%B1%20%D8%B1%D8%B7%D9%88%D8%A8%D8%AA%20%DB%8C%DA%A9%20%D8%A7%D8%A8%D8%B2%D8%A7%D8%B1%20%D8%A7%D9%84%DA%A9%D8%AA%D8%B1%DB%8C%DA%A9%DB%8C,%D8%A8%D9%87%20%D8%B3%DB%8C%DA%AF%D9%86%D8%A7%D9%84%20%D8%A7%D9%84%DA%A9%D8%AA%D8%B1%DB%8C%DA%A9%DB%8C%20%D8%AA%D8%A8%D8%AF%DB%8C%D9%84%20%D9%85%D8%B8%8C%E2%80%8C%D8%B4%D9%88%D8%AF>

<https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/interfacing-dht11-sensor-with-arduino>

<https://www.circuitbasics.com/how-to-set-up-the-dht11-humidity-sensor-on-an-arduino/>

<https://www.cognixia.com/blog/connect-dht11-temperature-sensor-arduino/>

<https://arduinogetstarted.com/tutorials/arduino-soil-moisture-sensor>

<https://irenx.ir/arduino/soil-moisture-sensor-arduino/>

<https://www.makerguides.com/control-a-solenoid-with-arduino/>

<https://bc-robotics.com/tutorials/controlling-a-solenoid-valve-with-arduino/>

<https://techatronic.com/solenoid-valve-interfacing-with-arduino/>

<https://torob.com/p/340c8456-71e3-4287-9b58-b1e9db3bdd12/%D8%B4%DB%8C%D8%B1-%D8%A8%D8%B1%D9%82%DB%8C-12-%D9%88%D9%84%D8%AA-%D8%B3%D9%84%D9%88%D9%86%D9%88%DB%8C%DB%8C%D8%AF-%D9%88%D9%84%D9%88/>

<https://maker.pro/arduino/projects/how-to-simulate-arduino-projects-using-proteus>

<https://www.makerguides.com/control-a-solenoid-with-arduino/>

<https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/how-to-control-solenoid-valve-using-arduino>

<https://howtomechatronics.com/how-it-works/how-servo-motors-work-how-to-control-servos-using-arduino>