ระบบควบคุมและเฝ้าติดตามแบบไร้สายสำหรับการเกษตร
Wireless Monitoring Control Agriculture System

นายจักรพันธ์ หงส์ทองสกุล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบควบคุมและเฝ้าติดตามแบบไร้สายสำหรับการเกษตร

Wirless Monitoring Control Agriculture System

T143926

นายจักรพันธ์ หงส์ทองสกุล

ส.ม.
จ225ร
2558
เลขหมู่ 2558
เลขทะเบียน 143926
วัน.เดือน.ปี 04 ต.ค. 2559
b1287768
i

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเข้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wirless Monitoring Control Agriculture System

JAKKAPAN HONGTONGSAKUL

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY LARDKRABANG

ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2556

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์ ระบบควบคุมและเฝ้าติดตามแบบไร้สายสำหรับการเกษตร

Wirless Monitoring Control Agriculture System

นักศึกษาผู้จัดทำ นายจักรพันธ์ หงส์ทองสกุล **รหัสนักศึกษา** 55010146

ปริญญา วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขา วิศวกรรมการวัดคุม

ปีการศึกษา 2558

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประภาส เริงรื่น	ประภาส เริงรื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ ระบบควบคุมและเฝ้าติดตามแบบไร้สายสำหรับ การเกษตร

Wirless Monitoring Control Agriculture System

นักศึกษาผู้จัดทำ นายจักรพันธ์ หงส์ทองสกุล รหัสนักศึกษา 55010146

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาตราจารย์ ประภาส เริงรื่น

ปีการศึกษา 2558

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันนี้การเกษตรกรรม ที่ประเทศไทยนำมาใช้เป็นการเกษตรกรรมที่ใช้ทั้งแรงและเวลาเป็นอย่างมาก โดยประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ดังนั้นจึงควรมีวิธีที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของการเกษตรกรรม ด้วยการควบคุมการให้น้ำตามเวลาและปริมาณที่ความเหมาะสม แต่ในปัจจุบันก็มีการทำการเกษตรหลายรูปแบบเช่น การเกษตรแบบผสมผสาน, แบบพอเพียง,แบบไฮโดรโปนิกส์ เป็นต้น การศึกษาค้นคว้าเกี่ยวข้องกับกระบวนการควบคุมการให้น้ำโดยใช้ตัวควบคุมนั้นมีความสำคัญเป็นอย่างมากซึ่งทางผู้ศึกษาเองเล็งเห็นถึงความสำคัญดังกล่าวจึงได้จัดทำโครงงานการศึกษาในครั้งนี้ขึ้นมาโดยศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบชุดทดลองควบคุมการให้น้ำโดยใช้ MCU (Arduino) โดยชุดทดลองรับ-ส่งข้อมูลผ่านระบบ Wirless เพื่อใช้ในทดลอง และ นำลการทำงานของระบบที่ได้มาไปช่วยในการเกษตรกรรมเพื่อดูตอบสนองของพืชที่ออกแบบว่าสามารถนำมาใช้กับชุดทดลองได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Wirless Monitoring Control Agriculture System
Authors	Mr.Jakkapan Hongtongsakul
Thesis Advisor	Assistant Profressor Prapas Roengruen
Year	2013

Abstract

Today, agriculture Thailand adopted an agricultural use both time and effort is huge. Thailand is an agricultural country Therefore, there should be a way to increase the efficiency of agriculture. By controlling the timing and amount of water needed. But today there are many forms of farming. Integrated Farming, self-sufficient, with hydroponics, The study deals with the control of water use controls are a very important part of this study, realized the importance of such. It has prepared a project of this time by learning about the design of the experiment control the on irrigation using MCU (Arduino) by experimental data via Wirless for use in laboratories and put in the work. The system has come to help in the farm to see the response of plants that can be used to design a series of experiments.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เพราะได้รับความเมตตาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประภาส เริงรื่น ที่ได้ให้คำแนะนำแก่ผู้วิจัยตลอดมา อีกทั้งยังเอเฟื้ออุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ในการทำปริญญานิพินธ์ ผู้วิจัยซาบซึ่งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุมทุกท่านและเพื่อนๆนักศึกษาทุกคนที่ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

และลืมไม่ได้ คือ กราบขอบพระคุณคุณพ่อคุณแม่อันเป็นที่รักยิ่ง ที่สนับสนุนและเป็นแรงบันดาลใจในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ผู้จัดทำ

จักรพันธ์ หงส์ทองสกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญรูป VII
สารบัญตาราง VIII

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ 1
1.3 ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า 1
1.4 วิธีการดำเนินงาน 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 ความต้องการพื้นฐานของพืช 3
2.1.1 ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม 3
2.1.2 น้ำในดิน (Soil Water) 4
2.1.2.1 ชนิดของน้ำในดิน 4
2.1.2.2 ความจุความชื้นสนาม 5
2.1.2.3 จุดเหี่ยวเฉาถาวร 5
2.1.2.4 ความชื้นที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ 5
2.1.2.5 การหาปริมาณความชื้นในดิน 6
2.1.2.6 การกำหนดการให้น้ำแก่พืช 8
2.1.2.7 พืชกับการกำหนดการให้น้ำ 8
2.1.2.8 ดินกับการกำหนดการให้น้ำ 10
2.1.2.8 ลักษณะการแผ่กระจายของราก 11
2.1.3 น้ำ (Water) 12
2.1.3.1 ความสำคัญของน้ำที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช 12
2.1.3.2 ความต้องการน้ำของพืช (Water Requirement of Plant) 13
2.1.3.3 การจัดการน้ำ (Water Management) 13
2.1.4 อากาศในดิน 15
2.1.5 แร่ธาตุอาหาร (Nutrients) 16
2.1.6 แสง (Light) 17
2.1.6.1 ความเข้มของแสง (Light Intensity) 17
2.1.6.2 คุณภาพของแสง (Light Quality) 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.1.6.3 ช่วงแสง (Light Duration or Photoperiod) 19
2.1.7 อุณหภูมิ 20
2.2 Arduino 21
2.3 วิธีการชลประทานแบบหยด (Drip or Trickle Irrigation 23
2.3.1 ข้อดีของระบบน้ำหยด 23
2.3.2 ข้อจำกัดของระบบน้ำหยด 23
2.4 หลักการการส่งข้อมูลด้วย Wireless 24
2.4.1 ตัวกลางการสื่อสารไร้สาย Wireless transmission Media 24
2.4.1.1 คลื่นวิทยุ (Radio waves) 25
2.4.1.1 ไมโครเวฟ (MICROWAVES) 26
2.4.1.1 อินฟราเรด (Infrared) 26
2.4.2 WAP (Wireless Application Protocol 28
2.4.3 มาตรฐานเครือข่ายไร้สาย (Wireless Networking Protocols) 29
2.4.4 ไว-ไฟ (Wi-Fi) 29
2.4.5 ไว – แมกซ์ 29
2.4.6 ปัจจัยที่ควรคำนึงถึงในการเลือกตัวกลาง 30
2.5 Pull-up หรือ Pull-down 30
2.5.1 Pull-up 31
2.5.2 Pull-down 31
2.6 Rectifier (การเรียงกระแส) 31
2.7 สรุป 32

บทที่ 3 อุปกรณ์ และ การออกแบบ 33
3.1 อุปกรณ์ 33
3.1.1 ไมโครคอลโทรลเลอร์ (Arduino Nano) 33
3.1.2 เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน (Soil Moisture Sensor) 34
3.1.2.1 หลักการทำงานของเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน 34
3.1.3 AC PUMP 220 V 35
3.1.4 HC-11 36
3.1.5 DHT 11 36
3.2 การออกแบบ 38
3.3 โปรแกรม 38
3.3.1 Arduino IDE 38
3.3.1.1 เปรียบเทียบ ภาษาซี กับ Arduino 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3.1.2 โครงสร้างการเขียนโปรแกรม ภาษาซี ของ Arduino 40
3.3.2 โปรแกรม LabVIEW 41
3.3.2.1ส่วนประกอบต่างๆ ใน LabVIEW 42
3.3.3. ขั้นตอนการติดตั้ง LabVIEW Interface for Arduino 44
3.4. สรุปเนื้อหา 48

บทที่ 4 การใช้งาน 49
4.1 กล่าวนำ 49
4.2 กระบวนการทำงาน 50
4.2.1 Manual Mode 53
4.2.2. Auto Mode 54
4.3 สรุปเนื้อหา 55

บทที่ 5 สรุปผลการปฏิบัติงาน 56
5.1 สรุปผล 56
5.2 ปัญหาและอุปสรรค 56
5.3 ข้อเสนอแนะ 57

บรรณานุกรม 58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ตารางแสดงความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้สำหรับดินชนิดต่างๆ 6
2.2 ตารางแสดงช่วงวิกฤต (Critical Period) ในความต้องการน้ำของพืชชนิดต่างๆ..... 10
2.3 ตารางแสดงความลึกของรากพืชเมื่อพืชโตเต็มที่..... 11
2.4 ตารางแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของบอร์ด Arduino แต่ละรุ่น 22
3.1 ตารางแสดงTechnical specs Arduino Nano 33
3.2 ตารางแสดง Technical specs AC PUMP 220 V 35

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 แสดงสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช 3
2.2 แสดงระบบท่อลำเลียง 14
2.3 แสดงอิทธิพลของความเป็นกรด-ด่างของดินกับแร่ธาตุ 17
2.4 แสดงบอร์ด Arduino Uno 22
2.5 แสดงองค์ประกอบของระบบชลประทานแบบหยด 23
2.6 แสดงรุ่นของ HC-11 24
2.7 คลื่นวิทยุ 25
2.8 Responsive image 25
2.8 Responsive image 26
2.9 Responsive image 27
2.10 Responsive image 27
2.11 Responsive image 28
2.12 Responsive image 28
2.13 Responsive image 29
2.14 Responsive image 30
2.15 Pull-up หรือ Pull-down 31
3.1 แสดงบอร์ด Arduino Nano 33
3.2 แสดงเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน 34
3.3 AC PUMP 220 V 35
3.4 HC-11 36
3.5 แสดงวงจรภายใน DTH 11 37
3.6 แสดงอุปกรณ์ DHT 11 37
3.7 แสดงการออกแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์กับตัวควบคุม 38
3.8 Unzip เสร็จเรียบร้อย ก็ไปเริ่มโปรแกรมได้ที่ icon 39
3.9 แสดงตอนเข้าโปรแกรม 39
3.10 แสดงโครงสร้างการเขียนโปรแกรม 40
3.11 แสดงหน้าจอการเขียนโปรแกรมและหน้าจอแสดงผล 42
3.12 Front Panel ของ LabVIEW 43
3.13 รูปตัวอย่าง Block diagram 44
3.14 รูปแสดง icon และ connector 44
3.15 LabVIEW Interface for Arduino (LIFA) Toolkit 45
3.16 กด Next เพื่อเริ่มการติดตั้ง 45
3.17 Display 46
3.18 ค้นหา "Arduino" 46
3.19 คลิกติดตั้ง 46
3.20 คลิก I Agree(Don't Prompt me Again) 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.21 คลิก I Accept 47
3.22 เมื่อ Windows Security Alert คลิก Allow access 47
3.23 หากมีข้อความ VIPM-Batch Process Error ขึ้นมาให้ แก้ไขดังนี้ 47
3.24 เข้าโปรแกรม Labview เข้าเมนู Tools>>Options 48
3.25 เลือก VI Server คลิก Add 48
4.1 แสดงกระบวนการวัดความชื้นทั้งหมด 49
4.2 การออกแบบกระบวนการ 50
4.3 การต่อสาย 50
4.4 แล้วสั่งให้โปรแกรม Labview โดยการเข้าไปที่ Operate >> Run 51
4.5 ไปที่ USB CONTROL 51
4.6 เลือก Port 52
4.7 เลือก Baud rate 52
4.8 เริ่มแสดงผลค่าที่วัดได้ 53
4.9 Manual Mode 53
4.10 ทำการOperate ค่า 54
4.11 สังเกตุผล 54
4.12 เมื่อต้องการหยุดใช้งานกด STOP 55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ต้นไม้และพืชต่างๆต้องการน้ำ ซึ่งน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยถ้าพืชนั้นได้รับน้ำมาเกินไปก็จะทำให้พืชนั้นตายได้ หรือถ้าหากพืชนั้นได้รับน้ำที่น้อยเกินไปอาจจะทำให้พืชนั้นไม่เจริญเติบโต รวมถึงการออกดอก ออกผล ที่ไม่เป็นไปตามเป้าหมาย การรดน้ำต้นไม้ให้ถูกวิธี ไม้ประดับหรือพืชต่างๆ จึงจะเจริญเติบโตนั้นก็จะมีปัจจัยที่สำคัญอยู่หลายปัจจัยที่จะนำมาเป็นเงื่อนไขในการรดน้ำต้นไม้ในที่นี้ได้นำเอา ความชื้นในดิน นำมาทำการพิจารณาในการรดน้ำต้นไม้

ในปัจจุบันเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญอย่างมากในการดำเนินชีวิต ในส่วนของการอำนวยความสะดวกสบาย ทั้งนี้ทางผู้จัดทำก็ได้เล็งเห็นการประยุกต์ใช้ การควบคุมระบบด้วย Microcontroller โดยนำมาเป็นตัวประมวลผล สั่งการให้มีการรดน้ำต้นไม้ ด้วยการพิจารณาจากความชื้นที่มีอยู่ในดิน และเมื่อค่าความชื้นในดินลดน้อยลงถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ก็จะทำให้ Microcontroller สั่งการให้ Solenoid Valve ทำงานเพื่อส่งจ่ายน้ำไปยังต้นไม้นั้นเอง และเมื่อทำการส่งจ่ายน้ำได้ถึงตามปริมาณที่ได้ตั้งค่าไว้แล้ว Microcontroller ก็สั่งการให้หยุดจ่ายน้ำ

ในที่นี้ได้นำเอา Microcontroller STM32F4 มาเป็นตัวประมวลผล และในส่วนของอุปกรณ์ตรวจวัดค่าความชื้นนั้นได้นำเอา เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน มาใช้งานโดยค่าความชื้นในดินนั้นจะส่งข้อมูลออกมาในรูปแบบของสัญญาณแรงดันไฟฟ้า แบบอนาล็อก โดยมีค่าแรงดันตั้งแต่ 0V–3.3V และนำเอาจอแสดงผลแบบ LCD มาใช้แสดงค่าความชื้น และค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน ในส่วนสุดท้ายคือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ ปิด-เปิด การส่งจ่ายน้ำไปยังต้นไม้คือ Solenoid Valve

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. ศึกษาการทำงานและการใช้งานของระบบสกาดา (SCADA) เพื่อนำมาใช้เป็นจอแสดงผลการควบคุมการให้น้ำแก่ต้นไม้แบบ Real-time
2. ศึกษาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ (Arduino Uno R3) ซึ่งใช้เป็นตัวควบคุมการให้น้ำแก่ต้นไม้
3. อุปกรณ์ต่างๆ ในแบบจำลองที่สร้างขึ้น สามารถเชื่อมต่อและทำงานได้อย่างสอดคล้องกัน

1.3 ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

โครงงานนี้เป็นการสร้างแบบจำลองของการควบคุมความชื้นในดิน โดยใช้ตรวจวัดผลแบบ Real-time เพื่อให้เกิดประโยชน์ทางการเกษตร

โครงงานนี้ยังถือว่าเป็นโครงการทดลองสร้าง เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้งาน ดังนั้นจึงมีข้อจำกัดของข้อมูลบางอย่าง เช่น ข้อจำกัดของพลังงานที่จะนำมาใช้เป็นแหล่งจ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 วิธีการดำเนินงาน

งานวิจัยในโครงงานนี้จะเริ่มด้วยการศึกษาทฤษฎีพื้นฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานซึ่งก็มีเรื่องหลักๆ อยู่ 3 เรื่องด้วยกัน คือ ระบบ SCADA , ความต้องการน้ำของพืชและความชื้นในดิน , ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Arduino) ซึ่งมีรายละเอียดดังในบทที่ 2 จากนั้นก็จะนำเอาความรู้ที่ได้ศึกษาทั้งหมดมาออกแบบจำลองของระบบและเขียนโปรแกรม ซึ่งมีรายละเอียดในบทที่ 3 จากนั้นก็จะเริ่มเข้าสู่ขั้นตอนดำเนินการ และ ผลการทดลองในบทที่ 4 และสำหรับบทที่ 5 จะเป็นสรุปผลการทดลองปัญหาที่เจอ และแนวทางการนำไปประยุกต์ใช้ในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความต้องการพื้นฐานของพืช

2.1.1 ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม

เป็นปัจจัยที่ค่อนข้างมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะพืชเป็นอย่างมาก สิ่งแวดล้อมอาจส่งเสริมหรือขัดขวางการแสดงออกทางด้านพันธุกรรมของพืช ลักษณะของพืชที่ปรากฏ จะมีการเจริญเติบโตและพัฒนาการที่ดีหรือเลว ขึ้นอยู่กับการผสมผสานกันของยีนและสภาพแวดล้อม โดยที่ยีนจะมีผลโดยตรงต่อกิจกรรมของฮอร์โมนภายในพืช หากยีนและสภาพแวดล้อมผสมผสานกันดี พืชจะเจริญงอกงามได้ดี หากสภาพแวดล้อมขัดแย้งกับยีนแล้ว พืชจะมีการเจริญเติบโตที่ไม่ดีเพียงพอ เป็นผลให้ผลผลิตตกต่ำ

รูปที่ 2.1 แสดงสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช

ปัจจัยสภาพแวดล้อมหรือปัจจัยภายนอกอาจแบ่งตามบทบาทที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช ได้ดังนี้

1.) ปัจจัยที่จำเป็นต้องมี (Positive Factor) เป็นปัจจัยที่ขาดไม่ได้

ก. น้ำ เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต น้ำทำหน้าที่ช่วยดูดซึมแร่ธาตุอาหาร (Nutrients) และช่วยลดอุณหภูมิภายในต้นพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. อากาศ ในการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช ต้องการพลังงานที่มาจากการหายใจ จึงต้องมีอากาศหรือออกซิเจนอย่างเพียงพอ เพื่อให้การหายใจเกิดขึ้นได้อย่างเต็มที่ นอกจากนี้พืชยังต้องการก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสงด้วย

ค. แสงสว่าง พืชต้องการแสงสว่างเพื่อใช้ในขบวนการสังเคราะห์แสง สร้างอาหารเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตของรากและลำต้น และให้ผลผลิตได้ดี

ง. แร่ธาตุอาหาร พืชต้องการแร่ธาตุอาหารเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและพัฒนาการโดยแร่ธาตุเหล่านี้จะเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของพืชและจะไปกระตุ้นขบวนการต่างๆที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต

จ. อุณหภูมิ อุณหภูมิที่เหมาะสมจะทำให้พืชมีการเจริญเติบโตและพัฒนาการที่ดี

2.) ปัจจัยที่ไม่จำเป็น หรือไม่ต้องมี (Negative Factors) เป็นปัจจัยที่ไม่ควรจะมี

ก. แมลงศัตรูพืช (Insects Pest)

ข. สารที่เป็นพิษ (Toxic Substances)

ค. วัชพืช (Weeds)

ง. โรค (Diseases)

2.1.2 น้ำในดิน (Soil Water)

ปัจจัยสำคัญในการเจริญเติบโตของพืช คือปริมาณน้ำในดินซึ่งต้องมีในปริมาณที่เหมาะสมไม่มากหรือน้อยเกินไป และการให้น้ำที่พอเหมาะจะต้องทราบชนิดของดินที่ใช้ปลูกพืชนั้น เพราะดินแต่ละชนิดมีคุณสมบัติการอุ้มน้ำแตกต่างกัน นอกจากนี้ยังต้องทราบลักษณะการเคลื่อนที่ของน้ำในดิน เพื่อที่จะให้น้ำได้ในปริมาณที่ทำให้ดินมีความชื้นเหมาะสมกับการปลูกพืชตามต้องการ

2.1.2.1 ชนิดของน้ำในดิน

การเรียงตัวของอนุภาคดิน ทำให้เกิดช่องว่างที่มีขนาดและรูปร่างต่างๆขึ้น เมื่อฝนตกน้ำจะแทรกตัวเข้าไปอยู่ในช่องว่างเหล่านี้ และเกาะติดกับอนุภาคดินด้วยแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของดินและน้ำ (Adhesive Force) และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของน้ำด้วยกัน (Cohesive Force) ซึ่งรวมเรียกว่าแรงดูดซับ (Capillary Force) ถ้าน้ำเข้าไปแทนที่อากาศจนเต็มทุกช่องว่าง ลักษณะนี้เรียกว่าดินอิ่มน้ำ (Saturated) และน้ำที่อยู่ในช่องว่างทั้งหมดนั้นจะเป็นปริมาตรสูงสุดที่ดินเก็บกักเอาไว้ได้ ดินแต่ละชนิดจะมีการอิ่มน้ำที่ต่างกันเช่น ดินเหนียวจะดูดซับน้ำไว้ได้มากกว่าดินทราย ถ้าไม่มีแรงภายนอกมากระทำน้ำจะไหลลงที่ต่ำกว่า เมื่อผลรวมระหว่างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของน้ำต่อน้ำกับน้ำต่อดินน้อยกว่าผลจากแรงดึงดูดของโลกที่มากระทำ น้ำที่ไหลลงไปในดินด้วยสาเหตุนี้เรียกว่า น้ำอิสระ (Free Water หรือ Gravitational Water) เมื่อหยุดให้น้ำแก่พืชน้ำที่อยู่ในช่องว่างขนาดใหญ่กว่าจะระบายออกภายในเวลา 2-3 วัน ในดินที่มีการระบายน้ำได้ น้ำอิสระจะถูกระบายออกก่อนที่จะเป็นอันตรายต่อพืช และจะมีอากาศเข้าไปแทนที่ส่วนในช่องว่างขนาดเล็ก น้ำซึ่งไม่ถูกระบายออกด้วยแรงดึงดูดของโลกอาจจะมีการเคลื่อนที่อยู่ตามช่องว่างขนาดเล็กด้วยแรงดูดซับ (Capillary Force) เรียกน้ำนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่าน้ำดูดซับหรือน้ำดูดซึม (Capillary Water) ซึ่งจะมีการเคลื่อนที่ช้ามาก และจะเคลื่อนที่ไปสู่จุดที่แรงดึงความชื้นมากที่สุดเสมอ

2.1.2.2 ความจุความชื้นสนาม

ความจุความชื้นสนาม (Field Capacity) คือ ปริมาณความชื้นดินระดับหนึ่งซึ่งค่อนข้างคงที่ เกิดขึ้นเมื่อน้ำอิสระถูกระบายออกจากช่องว่างในดินที่จนกระทั่งการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินเกิดขึ้นน้อยมาก เพราะน้ำที่เหลือในดินมีการเคลื่อนที่ช้า

ความชื้นที่ความจุความชื้นสนามนี้หาเป็นตัวเลขที่แน่นอนไม่ได้ เนื่องจากในดินยังมีการเคลื่อนที่ของน้ำซับตลอดเวลา แต่ความชื้นในดินมีการเปลี่ยนแปลงน้อย ในทางปฏิบัติถือว่าความชื้นหลังฝนตกหนัก หรือหยุดให้น้ำแล้ว 2-3 วัน ในดินที่มีการระบายน้ำได้ดีเป็นความชื้นที่ความจุความชื้นสนาม

2.1.2.3 จุดเหี่ยวเฉาถาวร

จุดเหี่ยวเฉาถาวร (Permanent Wilting Point) คือ จุดที่ความชื้นในดินมีปริมาณต่ำมากจนพืชไม่สามารถดูดมาใช้ทดแทนการคายน้ำของพืชได้ ทำให้พืชเริ่มมีการเหี่ยวเฉาอย่างถาวรในที่สุด ถ้าหากว่านำพืชที่เหี่ยวเฉานั้นไปไว้ในห้องที่มีความชื้นสัมพันธ์ของอากาศประมาณ 100% ซึ่งพืชสูญเสียน้ำน้อยมาก หรือไม่มีการสูญเสียน้ำเลย พืชนั้นก็ยังไม่สดชื่นขึ้น

อาการเหี่ยวเฉาของพืช เกิดขึ้นได้หลายครั้ง เช่น ในตอนกลางวันที่มีอากาศร้อนจัด ความชื้นของอากาศต่ำ ลมแรง และพืชมีใบกว้าง ลักษณะดังกล่าวนี้จะทำให้พืชมีการสูญเสียน้ำโดยการคายออกทางปากใบมาก เมื่ออัตราการคายน้ำของพืชมากกว่าอัตราการดูดน้ำในดินของรากพืช พืชจะมีอาการเหี่ยวเฉา ถึงแม้ว่าดินจะมีความชื้นอยู่มาก แต่เมื่ออากาศเย็นลงพืชก็จะสดชื่นเหมือนเดิม อาการเหี่ยวเฉาของพืชแบบนี้จะเป็นอาการเหี่ยวเฉาชั่วระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น

หลังจากที่ความชื้นในดินลดลงจนถึง Permanent Wilting Point แล้วพืชอาจจะดูดความชื้นจากดินได้อีกถึงแม้ว่าจะมีปริมาณไม่มากนัก แต่สามารถหล่อเลี้ยงชีวิตพืชให้อยู่ต่อไปได้อีกระยะหนึ่ง จนกว่าจะได้รับน้ำมาเพิ่ม ถ้าหากไม่ให้น้ำแก่พืช น้ำในดินจะเหลือแต่น้ำเยื่อ(Hygroscopic Water) ซึ่งพืชไม่สามารถดูดเอาไปใช้ได้และจะตายในที่สุด ความชื้นของดินที่มีแต่น้ำเยื่อนี้เรียกว่าเป็นความชื้นที่ Ultimate Wilting Point ซึ่งเป็นความชื้นที่พืชเริ่มเหี่ยวเฉาจากใบที่แก่สุดจนกระทั่งเหี่ยวหมดทั้งต้น

2.1.2.4 ความชื้นที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ (Available Moisture)

น้ำในรูปความชื้นในดินที่พืชนำไปใช้สำหรับการเจริญเติบโตก็คือ น้ำซับ (Capillary Water) ซึ่งจะอยู่ระหว่าง Field Capacity กับ Permanent Wilting Point ดังนั้นผลต่างระหว่างความชื้นในดินทั้งสองค่านี้คือ ความชื้นที่พืชสามารถนำเอาไปใช้ได้ (Available Moisture) ความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้มักจะคิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของดินแห้ง หรือเปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร หรือความลึกของน้ำ เช่น ดินร่วน (Loam) มีความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้ 2 นิ้วต่อความลึกของดิน 1 ฟุต หน่วยความชื้นทั้งสามนี้สามารถแปลงจากหน่วยหนึ่งเป็นอีกหน่วยหนึ่งได้ถ้าทราบความถ่วงจาเพาะปรากฏของดิน ขนาดของเม็ดดิน หรือเนื้อดินจะมีผลต่อปริมาณน้ำที่พืชใช้ได้มาก เช่นในดินที่มีเนื้อละเอียดจะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้มากกว่าดินที่มีเนื้อหยาบ อย่างไรก็ตามดินทรายบางชนิด อาจมีความชื้นที่พืชสามารถดูดเอาไปใช้ได้มากกว่าดินเหนียว ทั้งนี้ดินที่มีเนื้อละเอียดมากๆ จะมีน้ำที่ยึดอยู่รอบๆ เม็ดดินซึ่งพืชไม่สามารถดูดไปใช้ได้เป็นจำนวนมาก

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้สำหรับดินชนิดต่างๆ

เนื้อดิน	นิ้วน้ำ/ฟุตดิน	ม.ม.น้ำ/ ซ.ม.ดิน
เนื้อหยาบมาก เช่นทรายหยาบมาก	0.40 – 0.75	0.35 – 0.65
เนื้อหยาบ เช่น ทรายหยาบ ทรายละเอียด และดินทรายปนดินร่วน	0.75 – 1.25	0.65 – 1.00
เนื้อค่อนข้างหยาบ เช่น ดินร่วนปนทราย และดินร่วนปนทรายละเอียด	1.25 – 1.75	1.0 – 1.50
เนื้อปานกลาง เช่น ดินร่วนปนทรายละเอียดมาก	1.50 – 2.30	1.20 - 1.90
ดินร่วนและดินร่วนปนตะกอนทราย เนื้อค่อนข้างละเอียด เช่น ดินร่วนปนดินเหนียว	1.75 – 2.50	1.50 – 2.10
ดินร่วนปนดินเหนียวปนตะกอนทราย และดินร่วนปนดินเหนี่ยวปนทรายเนื้อละเอียดมาก เช่น ดินเหนียวปนทราย	1.60 – 2.50	1.30 - 2.10
ดินเหนียวปนตะกอนทราย และดินเหนียวที่เกิดจากการเน่าผุของพืชและมูลสัตว์	2.00 – 3.00	1.70 – 2.50

ในดินทรายที่มีการระบายน้ำได้ดี มักจะมีความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้ไม่มากนัก ทั้งนี้เพราะว่าที่ Field Capacity น้ำที่บรรจุอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดดิน ซึ่งส่วนมากจะมีขนาดใหญ่มักจะถูกระบายออกไปหมด จึงมีความชื้นที่เหลือเก็บไว้ได้น้อย ดินที่มีความชื้นที่พืชสามารถนำไปใช้ได้มักจะเป็นดินขนาดปานกลางหรือค่อนข้างละเอียด เช่น ดินที่ประกอบขึ้นด้วยตะกอนทราย (Silt) เป็นส่วนใหญ่ ความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้สำหรับดินชนิดต่างๆ ดูได้จากตารางที่ 2.1

ตามปกติแล้วเรามักจะมองข้ามความสำคัญของน้ำอิสระ โดยถือว่าพืชไม่ได้ใช้น้ำส่วนนี้ แต่ความเป็นจริงแล้วพืชอาจนำน้ำอิสระมาใช้ได้เหมือนกัน เช่น ในการชลประทานแบบฉีดฝอย (Sprinkler Irrigation) หรือการให้น้ำแบบผิวดิน (Surface Irrigation) ซึ่งน้ำจะซึมจากผิวดินและทำให้ดินชั้นบนอิ่มน้ำก่อนการให้น้ำจะเสร็จ ขณะที่ดินชั้นบนอิ่มน้ำรากพืชชั้นบนจะดูดน้ำอิสระไปใช้ได้บ้าง แต่จะมากน้อยเพียงใดนั้นย่อมขึ้นกับว่าดินจะระบายน้ำออกจนเหลือเป็นความชื้นที่ Field Capacity โดยใช้เวลานานเท่าใด และความถี่ในการให้น้ำนั้นบ่อยครั้งแค่ไหน แต่เนื่องจากโอกาสที่พืชจะดูดน้ำไปใช้มีไม่มากนัก ดังนั้นน้ำส่วนนี้จึงมักจะไม่นำมาพิจารณา ถือว่าเป็นส่วนน้อยที่ตัดทิ้งได้

2.1.2.5 การหาปริมาณความชื้นในดิน

การหาปริมาณความชื้นในดิน แม้ว่าจะเป็นงานที่ต้องใช้เวลาและสิ้นเปลืองมาก แต่ก็เป็นสิ่งจำเป็นในงานชลประทาน การหาปริมาณความชื้นตามปกติทำได้โดยการเก็บตัวอย่างดินที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับความลึกที่ต้องการแล้วบรรจุในภาชนะเก็บตัวอย่างซึ่งมีฝาปิดมิดชิด โดยน้ำหนักดินต้องไม่น้อยกว่า 100 กรัม จากนั้นนำดินมาชั่งและอบแห้งในเตาซึ่งมีอุณหภูมิ 105 ถึง 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงหรือจนกว่าดินจะแห้งทั่วถึงกัน แล้วนำมาชั่งใหม่ น้ำหนักที่หายไปคือน้ำหนักของน้ำในดิน

1.) เปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนัก

เหมาะสำหรับการหาปริมาณความชื้น เมื่อไม่ทราบปริมาตรของตัวอย่างดินที่เก็บมา หรือเมื่อทราบความถ่วงจำเพาะปรากฏของดินแล้ว การหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนักทำได้โดยใช้สมการที่ 2.1

$$P_W = (W_W / W_S) \times 100 \qquad (2.1)$$

เมื่อ P_W = เปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยเทียบกับน้ำหนักของดินแห้ง

W_W = น้ำหนักของน้ำในดิน

W_S = น้ำหนักของดินอบแห้ง

2.) เปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยปริมาตร

จะต้องรู้ปริมาตรของดินโดยอาจใช้กระบอกเก็บตัวอย่างดิน (Soil Core Sample) ก็ได้ แล้วใช้สมการที่ 2.2

$$P_V = (V_W / V_S) \times 100 \qquad (2.2)$$

เมื่อ P_V = เปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยเทียบกับปริมาตรดินทั้งก้อน

V_W = ปริมาตรของน้ำในดิน

V_S = ปริมาตรของดินอบแห้ง

ถ้ามีการเก็บตัวอย่าง โดยใช้กระบอกเก็บตัวอย่างซึ่งมีพื้นที่หน้าตัดสม่ำเสมอเท่ากับ A ดังนั้นปริมาตรของน้ำในดินจะเท่ากับ $d \cdot A$ และปริมาตรก้อนดินเท่ากับ $D \cdot A$ เมื่อ d และ D คือความลึกของน้ำที่อยู่ในดิน และความลึกของแท่งดินตามลำดับ จากสมการที่ 2.2 จะได้ว่า

$$P_V = ((d \cdot A) / (D \cdot A)) \times 100$$

หรือ $$d = (P_V / 100) \times D \qquad (2.3)$$

ในกรณีที่ทราบค่าความถ่วงจำเพาะปรากฏ (Apparent specific gravity ,A_S) ของดินแล้ว การหาปริมาณความชื้นของดินเป็นเปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรจะง่ายขึ้น โดยหาความชื้นเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักซึ่งสะดวกกว่าเสียก่อน แล้วใช้สูตร

$$P_V = P_W \times A_S \qquad (2.4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ A_S เป็นความถ่วงจำเพาะปรากฏของดิน หรือเมื่อต้องการหาความลึกของน้ำในดิน โดยแทนค่า P_V ในสมการ 2.4 ลงในสมการ 2.3 ก็จะได้

$$d = (P_W / 100) \times A_S \times D \qquad (2.5)$$

ปริมาณความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้มักจะใช้หน่วยเป็นความลึกของน้ำต่อหนึ่งหน่วยความลึกของดิน เมื่อต้องการทราบปริมาณน้ำที่ต้องให้แก่พืชเป็นปริมาณเท่าไหร่ ก็เอาความลึกของเขตรากคูณกับค่าปริมาณความชื้นที่ต้องการ ก็จะทราบความลึกของน้ำที่ต้องให้แก่พืช

กรณีที่ดินในเขตรากมีเนื้อดินไม่สม่ำเสมอกันตลอด (มีค่าความถ่วงจำเพาะต่างกัน) การคำนวณหาความชื้นต้องทำเป็นชั้นๆ แล้วจึงนำเอาความลึกของน้ำที่จะต้องให้แก่ดินในแต่ละชั้นมารวมกันเป็นความลึกของน้ำที่จะต้องให้แก่ดินทั้งหมด

2.1.2.6 การกำหนดการให้น้ำแก่พืช

การกำหนดการให้น้ำแก่พืชเพื่อให้พืชเจริญเติบโต และให้ผลผลิตสูงนั้น มักพบกับปัญหาซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการชลประทานอยู่เสมอ คือ ควรจะให้น้ำแก่พืชเมื่อไหร่ และให้ปริมาณมากน้อยเท่าใด ถ้าหากทราบคำตอบทั้งสองข้อนี้ก็ย่อมเป็นที่แน่ใจได้ว่าการชลประทานนั้นจะสัมฤทธิ์ผลโดยการมีเพิ่มผลผลิตขึ้นอย่างแน่นอน แต่ก่อนที่จะให้คำตอบนี้ได้จำเป็นต้องทราบข้อมูลเกี่ยวกับพืช ดิน และน้ำ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของการชลประทานเสียก่อน สิ่งที่ต้องทราบคือ

1) ปริมาณน้ำที่พืชต้องการที่ระยะเวลาต่างๆ ตลอดอายุของพืช
2) ความสามารถในการเก็บน้ำไว้ได้ของดินในเขตราก

ทั้งสองข้อนี้ที่กล่าวมานี้ เป็นข้อมูลสำคัญเบื้องต้นซึ่งจะต้องนำมาใช้หาความถี่ในการให้น้ำ และปริมาณที่ต้องให้แต่ละครั้ง อย่างไรก็ตาม ในบางครั้งไม่สามารถให้น้ำแก่พืชได้เต็มจำนวนที่พืชต้องการเสมอไป เนื่องจากน้ำที่มีอยู่นั้นมีจำนวนจำกัด หรือในขณะที่พืชต้องการน้ำนั้น ยังไม่ถึงกำหนดการส่งน้ำจากโครงการชลประทาน ดังนั้นจึงต้องทราบด้วยว่าจะมีน้ำที่สามารถให้แก่พืชได้อย่างแน่นอนเท่าไหร่ และมีเป้าหมายการกำหนดส่งน้ำอย่างไร เพื่อที่ว่าจะได้จัดเวลาที่ยอมให้พืชขาดน้ำอยู่ในช่วงที่จะกระทบกระเทือนต่อผลผลิตน้อยที่สุด หรือถ้ามีน้ำมากพอแต่การส่งน้ำนั้นไม่ตรงกับที่พืชต้องการ ก็จะได้จัดเตรียมเก็บกักน้ำไว้ใช้ในช่วงที่ไม่ได้มีการส่งน้ำด้วย

2.1.2.7 พืชกับการกำหนดการให้น้ำ

พืชที่กำลังเจริญเติบโตย่อมมีการให้น้ำอยู่ตลอดเวลา อัตราการใช้น้ำจะขึ้นกับชนิดและอายุของพืช อุณหภูมิ และ สภาพภูมิอากาศอื่นๆ การให้น้ำแก่พืชในแต่ละครั้งปริมาณที่ให้ควรจะมากพอกับความต้องการของพืชไปจนกว่าจะถึงกำหนดให้น้ำในคราวหน้า ซึ่งอาจมีระยะเวลาตั้งแต่สองสามวันถึงสองสามอาทิตย์ ความถี่ในการให้น้ำเป็นเรื่องสำคัญที่ต้องพิจารณากันอย่างรอบคอบเพราะพืชบางชนิด เช่น พวกผักต่างๆ ต้องการให้ดินมีความชื้นสูงตลอดเวลา ถ้าดินแห้งผลผลิตจะมีคุณภาพลดลง แต่พืชบางชนิด เช่น ส้ม และไม้ผลอื่นๆอีกหลายอย่าง ต้องให้มีการขาดน้ำบ้างเล็กน้อยเสียก่อนจึงจะออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดอกออกผล ดังนั้น การกำหนดความถี่ในการให้น้ำจึงจำเป็นต้องทราบอุปนิสัยของพืชที่จะปลูกด้วย โดยทั่วไปการกำหนดเวลาที่ควรจะให้น้ำแก่พืชอาจทำได้ทั้งสองแบบ คือ โดยการสังเกตลักษณะอาการของพืชและโดยการพิจารณาจากจำนวนความชื้นที่ยังเหลืออยู่ในดิน

การกำหนดการให้น้ำ โดยการสังเกตจากลักษณะอาการของพืชนั้นสามารถใช้ได้กับพืชเพียงบางชนิด เช่น ผักที่มีรากเป็นหัวจะแสดงอาการเหี่ยวเฉาเมื่อเริ่มขาดน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งตอนบ่ายที่มีอากาศร้อนจัด ถั่ว ฝ้าย เมื่อเริ่มการขาดน้ำใบอ่อนจะมีสีเขียวเข้มขึ้นกว่าปกติ สำหรับไม้ผลไม่ควรกำหนดการให้น้ำโดยวิธีนี้ เพราะกว่าจะสังเกตพบ พืชอาจจะขาดน้ำติดต่อกันหลายวันแล้ว ซึ่งจะทำให้ผลผลิตมีปริมาณและคุณภาพลดลง

พืชทุกชนิดเมื่อมีอาการขาดน้ำจะลดอัตราการเจริญเติบโตลง ดังนั้นถ้าเป็นไปได้ควรให้พืชมีน้ำใช้อย่างเพียงพออยู่เสมอ โดยทั่วไปแล้วจะต้องกำหนดเวลาที่ต้องให้น้ำแก่พืช โดยพิจารณาจากจำนวนความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้ (Available Moisture) ที่ยังเหลืออยู่ในดินเพราะจำนวนความชื้นดังกล่าวนี้เท่านั้นที่จะบอกว่าพืชกำลังขาดน้ำอยู่หรือเปล่า

การที่จะให้พืชมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและให้ผลผลิตสูง จะต้องคอยควบคุมจำนวนความชื้นในดินให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมอยู่เสมอ พืชส่วนใหญ่สามารถดูดน้ำจากดินไปใช้ได้อย่างดีถ้าดินมีความชื้นสูง เมื่อความชื้นในดินลดลง แรงดึงความชื้นของดินก็จะเพิ่มขึ้น ถ้าหากไม่มีน้ำมาเพิ่มความชื้นให้แก่ดิน ในที่สุดพืชจะไม่สามารถดูดน้ำมาใช้ให้เพียงพอกับความต้องการได้ อัตราการเจริญเติบโตก็จะลดลงหรือหยุดเจริญเติบโต แต่ถ้าหากมีการให้น้ำแก่พืชในตอนนี้ พืชบางชนิดอาจเสียหายมาก ถ้าหากความชื้นในดินอยู่ในขีดเฉา (Wilting Point) ติดต่อกันเป็นเวลาหลายวันถึงแม้ว่ามันอาจจะเจริญเติบโตต่อไปได้ แต่จะพบว่าผลผลิตที่ได้ลดลง

เนื่องจากระดับความเสียหายที่เกิดจากการขาดน้ำขึ้นอยู่กับชนิด และอายุของพืช ดังนั้นในเมื่อมีความจำเป็นที่จะต้องยอมให้พืชขาดน้ำ ก็ควรจะเลือกให้อยู่ในระยะที่กระทบกระเทือนต่อผลผลิตน้อยที่สุด เช่น การทดลองให้น้ำแก่ข้าวโพดพบว่า ถ้าให้ความชื้นในดินลดลงจนถึงขีดเฉาเป็นเวลา 1 ถึง 2 วัน ในช่วงที่ข้าวโพดกำลังออกช่อดอก (Teaseling) จะทำให้ผลผลิตลดลงได้มากถึง 22 เปอร์เซ็นต์ และถ้าให้ขาดน้ำในช่วงติดต่อกันเป็นเวลานาน 6 ถึง 8 วัน ผลผลิตอาจลดลงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นถ้าต้องการปลูกข้าวโพดให้ได้ผลผลิตสูง ก็จะต้องป้องกันไม่ให้ความชื้นในดินลดลงจนใกล้ขีดเฉาเลยตลอดอายุของข้าวโพด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงที่กำลังออกช่อดอก

สำหรับพืชบางชนิด เช่น ฝ้าย ซึ่งมีการใช้น้ำในดินอย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าพืชชนิดอื่น อาจไม่จำเป็นต้องให้ดินมีความชื้นสูงอยู่ตลอดเวลา แต่ถ้าหากมันขาดน้ำผลผลิตก็จะลดลงเช่นเดียวกัน โดยปกติแล้วควรจะให้ดินมีความชื้นสูงอยู่ตลอดเวลาหลังจากที่มันเริ่มออกดอกแล้ว

สำหรับยาสูบ ในระยะแรกๆไม่ควรให้น้ำมากนักแต่ควรจะให้ดินมีความชื้นสูงอยู่เสมอในช่วงหลังของการเพาะปลูก พืชเกือบทุกชนิดจะให้ผลผลิตลดลงหรือมีคุณภาพแย่ลง ถ้ามีการขาดน้ำที่ระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง ระยะเวลาที่เมื่อมีการขาดน้ำแล้วจะก่อให้เกิดความเสียหายแก่ผลผลิตมากที่สุดเรียกว่าช่วงวิกฤต (Critical Period) ดังนั้น ในช่วงระยะเวลาดังกล่าวนี้จะต้องคอยรักษาให้ดินมีความชื้นอยู่เสมอ ช่วงวิกฤตในต้องการน้ำของพืชชนิดต่างๆ ที่ปลูกกันทั่วๆไป ไปแสดงไว้ในตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงช่วงวิกฤต (Critical Period) ในความต้องการน้ำของพืชชนิดต่างๆ

พืช	ช่วงวิกฤต
กะหล่ำปลี	ใบเริ่มห่อเป็นหัวและหัวกำลังโต
กะหล่ำดอก	ต้องการความชื้นในดินสูงตลอดฤดูกาลเพาะปลูก
พืช	ช่วงวิกฤต
ข้าวโพด	ช่วงผสมเกสรจากออกช่อดอกจนถึงมีเนื้อเต็มเมล็ด รองลงมาเป็นช่วงก่อนออกช่อดอก และรองลงมาเป็นช่วงที่เมล็ดกำลังจะเต็มช่วงผสมเกสรจะวิกฤตมาก ถ้าหากข้าวโพดไม่เคยขาดน้ำมาก่อน
ถั่วต่างๆ	วิกฤตที่สุดในช่วงออกช่อดอกและติดฝัก รองลงมาเป็นช่วงก่อนออกดอก รองลงมาเป็นช่วงฝักกำลังแก่ แต่ช่วงฝักแก่จะวิกฤตกว่าช่วงก่อนออกดอกถ้าไม่เคยขาดน้ำมาก่อน
ธัญพืช	จากตั้งท้องถึงออกรวง
ผักต่างๆ	ต้องการความชื้นในดินสูงตลอดฤดูกาลปลูก
ฝ้าย	วิกฤตที่สุดในช่วงออกดอกถึงติดสมอ รองลงมาเป็นช่วงก่อนออกดอก รองลงมาเป็นช่วงหลังติดสมอถึงสมอแก่
มะเขือเทศ	จากออกดอกจนถึงช่วงกำลังโต
มันฝรั่ง	ต้องการความชื้นสูงหลังเริ่มลงหัว ออกดอก จนถึงเก็บเกี่ยว
ไม้ผล	ผลกำลังโต
ไม้ผลประเภทส้ม	ออกดอกและติดผล มะนาวจะออกดอกดก ถ้างดให้น้ำในช่วงก่อนช่วงออกดอกเล็กน้อย ผลร่วงในช่วงแล้งจัด อาจแก้ได้โดยการให้น้ำให้ชุ่มชื้นพอ

2.1.2.8 ดินกับการกำหนดการให้น้ำ

แม้การรักษาความชื้นของดินในระดับสูงอยู่เสมอ เป็นสิ่งที่ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและให้ผลผลิตสูง แต่ในทางปฏิบัติไม่สามารถจะรักษาความชื้นของดินให้อยู่ในระดับใดระดับหนึ่งตลอดฤดูกาลเพาะปลูกได้ นอกจากนี้พืชแต่ละชนิดยังดูดน้ำอยู่ตลอดเวลาเพื่อให้คุณภาพและปริมาณของผลผลิตดี กล่าวคือ จะต้องไม่ยอมให้ความชื้นของดินลดลงไปใกล้ขีดเฉา (Wilting Point) เลย ระดับความชื้นก่อนการให้น้ำเป็นสิ่งที่จะบอกว่าดินนั้นมีความชื้นสูงอยู่ตลอดเวลาหรือไม่อาจถือว่าถ้าดินยังมีความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้เหลืออยู่ประมาณ 66เปอร์เซ็นต์ แล้วดินยังชื้นอยู่ แต่ถ้าความชื้นดังกล่าวเหลืออยู่เพียง 33 เปอร์เซ็นต์ ก็ถือว่าดินแห้ง

ระดับความชื้นของดินก่อนการให้น้ำอาจจะเทียบหาได้จากแรงดึงความชื้นของดิน ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงความชื้นของดิน (Soil Moisture Tension) กับจำนวนความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้ (Available Moisture)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.9 ลักษณะการแผ่กระจายของราก

การแผ่กระจายของรากพืชแต่ละชนิดไม่เหมือนกัน พืชบางชนิดมีรากแผ่กระจายออกไปเป็นบริเวณกว้างในระดับที่ไม่ลึกนัก พืชบางชนิดมีรากหยั่งลงไปลึกและมีการแผ่กระจายในแนวราบน้อย อย่างไรก็ตามพืชชนิดเดียวกัน ลักษณะการแผ่กระจายของรากขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและความลึกของดิน ระดับน้ำในดิน ฤดูกาลเพาะปลูก ตลอดจนปริมาณน้ำที่ให้แก่พืชในแต่ละครั้ง

ปกติแล้วรากพืชจะไม่สามารถงอกในดินที่มีความชื้นต่ำกว่าจุดเหี่ยวเฉาถาวรได้ (Permanent Wilting Point) ดังนั้นถ้ามีชั้นดินแห้งมากอยู่ในดิน ก็จะทำให้รากพืชไม่สามารถงอกผ่านไปได้เหมือนกัน เนื่องจากรากดินต้องกว่าออกซิเจนสำหรับหายใจด้วย ดังนั้นมันจะไม่ขยายตัวลงต่ำกว่าระดับน้ำใต้ดินเพราะในระดับนี้มีออกซิเจน และแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อพืชอยู่น้อย ระดับน้ำใต้ดินจึงเป็นองค์ประกอบที่มีผลต่อการแผ่กระจายของรากอีกอย่างหนึ่ง

ในกรณีที่ตลอดความลึกของดิน มีคุณสมบัติพอเหมาะกับความต้องการของรากพืช ความลึกของรากก็จะแปรผันตามอายุและระยะเวลาที่พืชมีการเจริญเติบโต (Active Growth) เช่น พืชที่มีอายุเก็บเกี่ยว 2 เดือน จะมีรากลึกประมาณ 60 ถึง 90 เซนติเมตร พืชที่มีอายุเก็บเกี่ยว 3 ถึง 4 เดือน จะมีรากลึกประมาณ 1.80 ถึง 3.0 เมตร เป็นต้น ความลึกของรากนี้จะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 30 ถึง 45 เซนติเมตร ต่อระยะเวลาที่พืชมีการเจริญเติบโตหนึ่งเดือน ความลึกของรากพืชที่มีอายุเก็บเกี่ยวมากๆ มักจะถูกจำกัดโดยความลึกและคุณสมบัติของชั้นดินมากกว่า กล่าวคือ ส่วนใหญ่มักจะมีความลึกไม่เกิน 2.0 เมตร ตามตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงความลึกของรากพืชเมื่อพืชโตเต็มที่ และปริมาณน้ำที่พืชต้องการตลอดฤดูกาลปลูก

พืช	ความลึกของราก-เมตร	ปริมาณน้ำที่ใช้-ม.ม.
กะหล่ำปลี	0.4-0.5	380-500
กล้วย	0.5-0.9	700-1700
ข้าวโพด	1.0-1.7	500-800
ข้าวฟ่าง	1.0-2.0	450-600
แครอท	0.5-1.0	450-600
แตงโม	1.0-1.5	400-600
ถั่ว(ฝักสด)	0.5-0.7	300-500
ถั่ว(เมล็ด)	0.6-1.0	350-500
ถั่วลิสง	0.5-1.0	500-700
ถั่วเหลือง	0.6-1.3	450-700
ทานตะวัน	0.8-1.5	600-1000
ฝ้าย	1.0-1.7	700-1000
พริก	0.5-1.0	600-900
มะเขือเทศ	0.7-1.5	400-600

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มันฝรั่ง	0.4-0.6	500-700
ไม้ผลประเภทส้ม	1.2-1.5	900-1200
ยาสูบ	0.5-1.0	400-600
สับปะรด	0.3-0.6	700-1000
หัวหอม	0.3-0.5	350-550
อ้อย	1.2-2.0	1000-1500
องุ่น	1.0-2.0	500-1200

2.1.3 น้ำ (Water)

น้ำเป็นส่วนประกอบสำคัญของสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะพืชมีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ประมาณ 75-90% น้ำมีบทบาทต่อการดำรงชีวิตตลอดจนการเจริญเติบโตของพืช นับตั้งแต่เมล็ดเริ่มงอกจนกระทั่งออกกดอกออกผล ถ้าพืชขาดน้ำอย่างมากเป็นเวลานานๆ จะทำให้พืชตายได้

2.1.3.1 ความสำคัญของน้ำที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช

1) น้ำเป็นตัวรักษารูปร่างของเซลล์และต้นพืช เซลล์ที่มีชีวิตของพืช จะต้องเป็นเซลล์เต่งที่มีน้ำบรรจุอยู่เต็ม ถ้ามีน้ำไม่เต็ม เซลล์จะเหี่ยวหากเซลล์พืชเหี่ยวมากจะทำให้ต้นพืชตายไปในที่สุด
2) น้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการลำเลียงอาหารและแร่ธาตุอาหาร น้ำเป็นตัวทำละลายอาหารและแร่ธาตุอาหาร น้ำเป็นตัวกลางในการลำเลียงธาตุอาหารในดิน เป็นตัวลำเลียงแร่ธาตุอาหารเข้ามายังบริเวณรากพืช เมื่อรากดูดแร่ธาตุอาหารเข้ามาในต้นพืช น้ำจะเป็นตัวลำเลียงพาแร่ธาตุอาหารไปยังใบเพื่อทำการสังเคราะห์เป็นอาหาร น้ำจะลำเลียงอาหารที่ได้ออกจากแหล่งสังเคราะห์ไปยังส่วนต่างๆ ของพืช
3) น้ำเป็นปัจจัยสำคัญในขบวนการทางสรีรวิทยา และขบวนการทางชีวเคมี ขบวนการต่างๆ ในพืชหรือสิ่งมีชีวิต เช่น การสังเคราะห์แสง การหายใจ การดูดแร่ธาตุอาหาร การสังเคราะห์สารที่ใช้ในการเจริญเติบโต ฯลฯ แทบทุกขบวนการ จะมีน้ำเป็นองค์ประกอบด้วยเสมอ การสังเคราะห์แสง สร้างอาหารเป็นแป้งและน้ำตาลสะสมในพืช จะมาจากการรวมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้ากับน้ำ ขบวนการเผาผลาญอาหารหรือการหายใจก็จะมีนการใช้น้ำ และมีการสร้างน้ำขึ้น นอกจากนี้น้ำยังเกี่ยวข้องกับการควบคุมปรากฏการณ์การเจริญเติบโตอื่นๆ อีก เช่น การงอกของเมล็ด การพักตัวของพืช การชักนำการออกดอก เป็นต้น
4) น้ำมีผลกระทบต่อกระบวนการรากฐานของการเจริญเติบโต การเพิ่มขนาดของเซลล์จะต้องการน้ำเพื่อใช้ในขบวนการขยายตัวของเซลล์ เมื่อพืชขาดน้ำเซลล์จะขยายตัวเพิ่มขนาดไม่ได้ เป็นผลให้พืชแคระแกร็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.2 ความต้องการน้ำของพืช (Water Requirement of Plant)

ความต้องการน้ำของพืชจะมีปัจจัยหลายอย่างเข้ามาเกี่ยวข้อง แต่ที่สำคัญคือการสูญเสียน้ำหรือการคายน้ำและการสร้างสารประกอบภายในต้นพืช

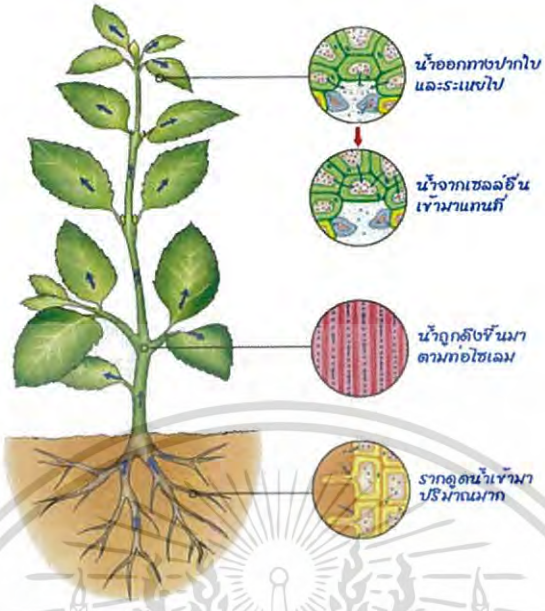
การคายน้ำ (Transpiration) การสูญเสียน้ำของพืชจากการคายน้ำ เป็นสิ่งจำเป็นที่ขาดไม่ได้ เนื่องจากการคายน้ำผ่านอวัยวะ เช่น ปากใบ (Stomata) จะทำให้เกิดแรงดึงดูด ดึงน้ำจากดินผ่านรากพืชเข้ามาภายในต้นพืชได้ หากไม่มีการคายน้ำ หรือมีการคายน้ำน้อย พืชก็จะดูดน้ำได้น้อยด้วยเช่นกัน การคายน้ำจะต้องมีความสมดุลกับปริมาณน้ำที่พืชได้รับ หากพืชได้รับน้ำน้อยกว่าการคายน้ำ พืชจะเหี่ยวเฉา ปัจจัยที่มีผลต่อการคายน้ำ คือ

1) ความชื้นในอากาศ สภาพความชื้นในอากาศต่ำ พืชจะมีการคายน้ำมาก
2) ความเร็วลม ลมที่พัดผ่านแรง จะทำให้พืชมีการคายน้ำมาก
3) อุณหภูมิ สภาพอุณหภูมิสูง จะทำให้พืชมีการคายน้ำมากขึ้น
4) การสร้างสารประกอบในต้นพืช การเจริญเติบโตของพืชนั้น เนื่องจากการกระตุ้นของสารที่จำเป็นหรือเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต ซึ่งการสร้างสารที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตจะเกิดมากในช่วงที่พืชกำลังจะเจริญเติบโตจะสร้างขึ้นได้ จะต้องมีน้ำเป็นวัตถุดิบ หรือต้องการน้ำในการส่งเสริมให้ขบวนการนั้นเกิดขึ้น ดังนั้นในช่วงที่พืชกำลังเจริญเติบโต จึงต้องการน้ำมากตามไปด้วย
5) ความเข้มแสง สภาพที่มีความเข้มแสงสูง จะทำให้มีอุณหภูมิสูงตามไปด้วย พืชจะคายน้ำมาก ซึ่งต้องจัดการเรื่องการให้น้ำให้เพียงพอ กับน้ำที่สูญเสียไป มิฉะนั้นพืชจะเหี่ยวเฉาได้

2.1.3.3 การจัดการน้ำ (Water Management)

การที่น้ำมีความสำคัญและมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชเป็นอย่างมากนั้น การจัดการน้ำให้เหมาะสมกับพืชจึงมีความจำเป็นมาก การที่พืชได้รับน้ำในระดับที่แตกต่างกัน มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงระบบท่อลำเลียง

1) พืชที่ขาดน้ำอย่างรุนแรงเป็นเวลานาน

พืชจะแสดงอาการเหี่ยว เซลล์คุมแฟบลงและปากใบปิด ทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่สามารถแพร่เข้าในใบได้ การสังเคราะห์แสงจะหยุดลง ในขณะที่การหายใจยังคงดำเนินต่อไป ทำให้อาหารที่สะสมอยู่ตามส่วนต่างๆ ถูกใช้ไปและไม่มีการสร้างขึ้นใหม่ เมื่อถึงระดับหนึ่งพืชที่ขาดน้ำนั้นจะตายไป

2) พืชที่ขาดน้ำ

จะมีอัตราการคายน้ำสูงกว่าการดูดน้ำมาก เซลล์คุมจะเสียความเต่งและเหี่ยวแฟบลง ปากใบจะแคบลงหรือปิด การแพร่ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในใบจะต่ำ ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงต่ำ สร้างอาหารได้น้อยลง สารประกอบอื่นๆ ที่ต้องการคาร์โบไฮเดรตจากการสังเคราะห์แสงเป็นวัตถุดิบจะสร้างได้น้อยลง ทำให้การเจริญเติบโตเป็นไปอย่างช้าๆ จนถึงกับไม่เจริญเติบโตเลย เซลล์บริเวณที่มีการยืดตัวจะมีขนาดเล็ก ทำให้ต้นพืชมีลักษณะแคระแกร็น อวัยวะส่วนต่างๆจะมีขนาดเล็ก

3) พืชที่ได้รับน้ำในระดับที่พอเหมาะ

อัตราการดูดน้ำของราก จะเท่ากับอัตราการคายน้ำของใบ ในสภาวะเช่นนี้เซลล์คุม (Guard Cell) และเซลล์ที่อยู่รอบๆเซลล์คุม (Companion Cells) บนใบจะเต่ง ทำให้ปากใบหรือรูใบ (Stomata) เปิดออก ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศจะซึมเข้าสู่ภายในใบอย่างรวดเร็ว อัตราการสังเคราะห์แสงในเวลากลางวันที่มีแสงจะสูง และอัตราการหายใจเป็นปกติ ทำให้มีอาหารสะสมเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตเป็นจำนวนมาก

4) พืชที่ได้รับน้ำมากเกินไป

ทำให้มีอัตราการคายน้ำค่อนข้างต่ำ เนื่องจากน้ำในดินที่มีมากจะเป็นผลให้ความชื้นในอากาศรอบๆ ต้นพืชสูงขึ้น การคายน้ำของพืชจะลดลง เมื่อการดูดน้ำของรากและการคายน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของใบเกิดขึ้นในอัตราที่ไม่สมดุลกัน จะเกิดแรงดันในบริเวณเซลล์ Meristem ซึ่งเป็นเซลล์ที่ยืดตัว ทำให้เซลล์เต่งและยืดตัวมาก เป็นผลทำให้ต้นกล้าจะมีลักษณะยืดยาวและมีรอยแตก เพราะเซลล์อาจจะขยายตัวไม่ทัน นอกจากนี้ น้ำที่มีอยู่ในดินมากเกินไป จะทำให้ช่องว่างในดินที่เป็นอากาศถูกแทนที่ด้วยน้ำ รากพืชจะขาดอากาศในการหายใจ กรณีที่น้ำท่วมรากนานๆ จะทำให้พืชตายได้ แก้ไขได้โดยทำการระบายน้ำออกจากบริเวณรากพืชโดยเร็ว หรือปรับสภาพดินให้มีการระบายน้ำที่ดีขึ้น

2.1.4 อากาศในดิน

อากาศในดินเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของรากพืช และจุลินทรีย์ในดิน ปริมาณอากาศในดินมักไม่คงที่ มีการเปลี่ยนแปลงตามขนาดและปริมาณช่องว่างในดิน และปริมาณน้ำในดิน ตามปกติอากาศในดินจะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 0.2-1% โดยปริมาตร และมีก๊าซออกซิเจน (O_2) 10-12% โดยปริมาตร ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซออกซิเจนจะเปลี่ยนไปเมื่อดินนั้นถูกนำไปใช้เพาะปลูก วิธีการเพาะปลูก การใส่ปุ๋ย การใส่ปูน จะทำให้ดินมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น และมีก๊าซออกซิเจนน้อยลง เพราะรากพืชมีกิจกรรมอยู่ตลอดเวลา โดยที่การใส่ปุ๋ย การใส่ปูน จะทำให้พืชและจุลินทรีย์ในดินมีการเจริญเติบโตที่ดี กิจกรรมทางด้านการหายใจจะสูงขึ้นด้วย มีการใช้ก๊าซออกซิเจนและปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ในอีกประการหนึ่ง ความชื้นในดินมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซออกซิเจนด้วย เมื่อดินมีความชื้นสูงขึ้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในดินมักมีความเข้มข้นสูงขึ้น ในขณะที่ก๊าซออกซิเจนมักมีความเข้มข้นลดลง เนื่องจากเมื่อความชื้นในดินสูงขึ้น จะทำให้ช่องว่างในดินที่ยอมให้ก๊าซออกซิเจนจากบรรยากาศซึมผ่านลงมาทดแทน และยอมให้ก๊าซคาร์บอนไดออไซด์ที่เกิดจากกิจกรรมของรากพืชและจุลินทรีย์ในดินเคลื่อนที่ผ่านขึ้นสู่บรรยากาศมีน้อยลง ทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีแนวโน้มที่จะสะสมในดินมีมากขึ้น นอกจากนี้ดินเนื้อละเอียดซึ่งมีรูพรุนขนาดเล็กๆ จำนวนมาก ก็มักจะมีการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้นด้วย เพราะการเคลื่อนที่ของก๊าซต่างๆผ่านรูพรุนขนาดเล็กจะช้ากว่าการเคลื่อนที่ผ่านรูพรุนที่มีขนาดใหญ่ ประกอบกับการที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีขนาดโมเลกุลที่ใหญ่กว่าและมีน้ำหนักโมเลกุลมากกว่าจึงเคลื่อนที่ได้ช้ากว่าก๊าซชนิดอื่น

ดินที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชนั้น จำเป็นต้องมีการถ่ายเทอากาศที่ดี เพื่อไม่ให้มีการสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และให้มีการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับบรรยากาศในอัตราที่สูงเพียงพอที่จะทำให้ดินมีก๊าซออกซิเจนเพียงพอ สำหรับกิจกรรมของรากพืชและจุลินทรีย์ในดิน ดินที่มีการถ่ายเทอากาศไม่ค่อยดีนั้น จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนี้

1) การหายใจของพืชและจุลินทรีย์ในดินจะถูกจำกัดขอบเขต ทำให้ได้พลังงานจากการหายใจในปริมาณจำกัด
2) ดินที่มีก๊าซออกซิเจนไม่เพียงพอ สารอนินทรีย์บางชนิด เช่น เหล็ก จะเกิดสะสมจนเป็นพิษต่อพืช โดยปกติพืชจะใช้ประโยชน์จากเหล็กในรูป Ferrous Ion (Fe^{2+}) แต่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าดินขาดออกซิเจนแล้ว การสะสม Fe^{2+} จะทำให้เป็นพิษต่อพืช นอกจากนี้ธาตุอลูมิเนียม (Al) ก็เป็นพิษต่อพืชด้วยเช่นกัน

3) ดินที่มีก๊าซออกซิเจนไม่เพียงพอ จะทำให้ธาตุอาหารในดินมีการสูญเสียมากขึ้น เช่น ธาตุกำมะถัน จะเปลี่ยนรูปจากซัลเฟต (Sulfate Ion) ซึ่งพืชใช้ประโยชน์ได้ดีไปเป็นซัลไฟด์ (Sulfide) และก๊าซไข่เน่า (S^{2-}, H_2S) ซึ่งพืชใช้ประโยชน์ไม่ได้ ธาตุไนโตรเจนจะจะเปลี่ยนจากรูปไนเตรต (Nitrate) ไปเป็นก๊าซไนโตรเจน ซึ่งพืชใช้ประโยชน์ไม่ได้ เป็นต้น

4) ดินที่มีก๊าซออกซิเจนไม่เพียงพอ จะทำให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินสลายอินทรียวัตถุมีแนวโน้มจะเป็นแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Decomposed) ซึ่งทำให้เกิดสารที่ไม่เป็นประโยชน์และอาจเป็นพิษต่อพืช เช่น Methane (CH_4), Phosphine (PH_3) เป็นต้น

2.1.5 แร่ธาตุอาหาร (Nutrients)

แร่ธาตุอาหารเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช เนื่องจากแร่ธาตุอาหารเป็นส่วนประกอบของอาหาร เป็นส่วนประกอบของสารอินทรีย์ในขบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจ และเป็นส่วนประกอบของน้ำย่อยในกิจกรรมการสังเคราะห์แสงและการหายใจ หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาว่าแร่ธาตุอาหารของพืช คือ

1) ธาตุเหล่านั้นต้องมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการ และไม่ใช่สาเหตุที่ทำให้แร่ธาตุชนิดอื่น เกิดความไม่เหมาะสม หรือเป็นอันตรายของพืช

2) ธาตุนั้นต้องมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการและการสืบพันธุ์ของพืช ถ้าขาดธาตุใดธาตุหนึ่ง จะทำให้การเจริญเติบโตและพัฒนาการและการสืบพันธุ์ไม่สมบูรณ์

3) ความต้องการธาตุแต่ละธาตุต้องมีขอบเขตจำกัด และไม่สามารถทดแทนกันได้

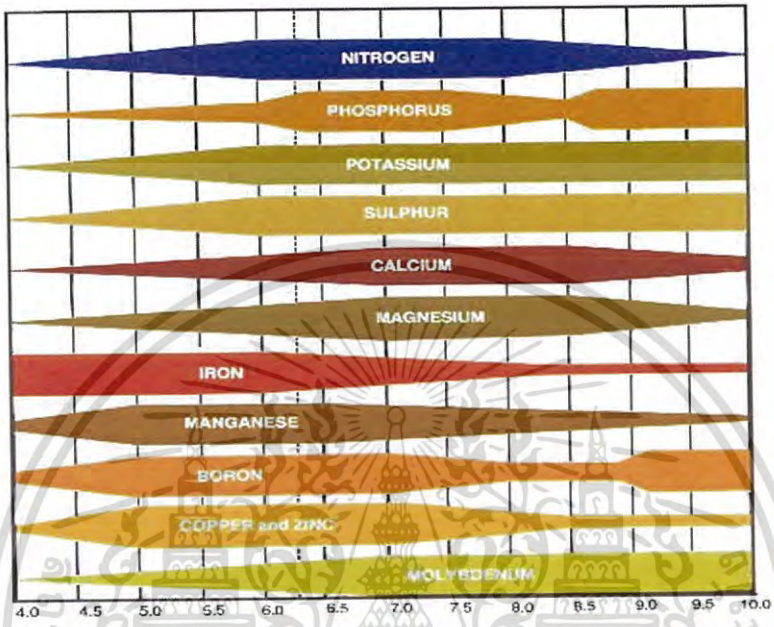
แร่ธาตุอาหารของพืชมี 16 ชนิด ได้แก่ ไฮโดรเจน คาร์บอน ออกซิเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม แมงกานีส เหล็ก ทองแดง กำมะถัน โมลิบดีนัม สังกะสี คลอรีน โบรอน แคลเซียม นอกจากนี้วิทยาการสมัยใหม่ค้นพบว่า ยังมีอีกหลายธาตุที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชเช่นกัน แต่ไม่ถูกจัดไว้ในบัญชีรายชื่อแร่ธาตุอาหาร เช่น นิเกิล เป็นต้น กลุ่มของรายชื่อแร่ธาตุอาหารที่ระบุข้างต้นนี้ อาจแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

- ธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณมาก หรือธาตุอาหารหลัก มี 10 ธาตุ ได้แก่ ไฮโดรเจน คาร์บอน ออกซิเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แคลเซียม กำมะถัน
- ธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อย หรือธาตุอาหารรอง มี 6 ธาตุ ได้แก่ แมงกานีส ทองแดง โมลิบดีนัม สังกะสี คลอรีน โบรอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

อย่างไรก็ตาม การพิจารณาว่าธาตุอาหารใด จัดอยู่ในกลุ่มธาตุอาหารหลักหรือธาตุอาหารรอง จะพิจารณาจากพืชแต่ละชนิดเป็นสำคัญ เนื่องจากวิทยาการสมัยใหม่ กลับพบว่าธาตุอาหารบางชนิด อาจเป็นธาตุอาหารรองในพืชชนิดหนึ่ง แต่อาจเป็นธาตุอาหารหลักในพืชอีกชนิดหนึ่งก็ได้



รูปที่ 2.3 แสดงอิทธิพลของความเป็นกรด-ด่างของดินกับแร่ธาตุ

2.1.6 แสง (Light)

นอกจากแสงจะมีผลต่อขบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งเป็นขบวนการรากฐานเพื่อให้ได้ มาซึ่งพลังงาน และเป็นแหล่งของสารประกอบขั้นต้น เพื่อนำมาสังเคราะห์เป็นสารประกอบอินทรีย์ในพืช อันเป็นปัจจัยโดยตรงในการควบคุมการเจริญเติมโตของพืชแล้ว แสงยังควบคุมขบวนการรากฐานของการเจริญเติบโตในระดับต่างๆ จนได้ผลรวมออกมาในรูปการเปลี่ยนแปลงทางด้านโครงสร้าง นอกจากนี้แสงยังมีอิทธิพลต่อปรากฏการณ์ต่างๆ ในการเจริญเติบโตของพืชด้วย เช่น การงอกของเมล็ด การพักตัวของเมล็ด การออกดอก เป็นต้น การตอบสนองของพืชต่อแสงนั้น พืชจะต่อสนองในแง่ต่างๆ ดังนี้

2.1.6.1 ความเข้มของแสง (Light Intensity)

คือ ปริมาณแสงทั้งหมดที่พืชได้รับ ซึ่งความเข้มของแสงจะแตกต่างกันตามพื้นที่ เวลา ฤดูกาล และระยะห่างจากเส้นศูนย์สูตรของโลก ในพื้นที่เดียวกันความเข้มของแสงจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นตั้งแต่ดวงอาทิตย์ขึ้น จนถึงเที่ยงวันหรือในช่วงบ่าย จากนั้นจะค่อยๆ ลดลงจนกระทั่งดวงอาทิตย์ตกบริเวณเส้นศูนย์สูตรของโลกจะมีความเข้มของแสงสูงที่สุดและค่อยๆ ลดลงตามเส้นรุ้งที่มุ่งไปหาขั้วโลกในช่วงเวลาเดียวกัน อิทธิพลของความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของพืช คือ

1. ความเข้มของแสงที่ต่ำเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
143926

เมื่อความเข้มของแสงไม่เพียงพอ จะทำให้มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำ และให้ผลผลิตน้อย หรือให้ผลผลิตมีคุณภาพต่ำ เพราะในการรวมตัวของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำในปฏิกิริยาสังเคราะห์แสงนั้น ขั้นตอนของขบวนการนี้ต้องการพลังงานที่มีปฏิกิริยาที่ใช้แสงเป็นตัวกระตุ้นจึงจะเกิดขึ้นได้ กรณีที่แสงมีความเข้มต่ำ พลังงานที่ใช้ในการรวมตัวของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำจะมีน้อย อัตราการสังเคราะห์แสงต่ำส่งผลให้มีอาหารน้อยตามไปด้วย ซึ่งอาหารจากการสังเคราะห์แสงนี้จะเป็นสารตั้งต้นในการสร้างสารประกอบที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตอื่นๆ เมื่อพืชมีอาหารต่ำอยู่แล้ว การสร้างสารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตจะเกิดได้น้อย พืชจะมีการเจริญเติบโตช้า และมีผลผลิตต่ำหรือผลผลิตมีคุณภาพต่ำ

2. ความเข้มของแสงที่เหมาะสม

โดยมีปัจจัยอื่นๆ ที่เหมาะสม และการหายใจเป็นปกติ การสังเคราะห์แสงจะมีอัตราสูง ทำให้ได้อาหารเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตมาก ระดับความเข้มของแสงที่เหมาะสมต่อพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน อาจแบ่งตามความต้องการความเข้มของแสงเป็น

- พืชกลางแจ้ง เป็นพืชที่ต้องการความเข้มของแสงสูง มีการเจริญเติบโตได้ดีในที่กลางแจ้ง พืชพวกนี้จะเป็นพืชที่ปลูกอยู่ทั่วไป
- พืชกึ่งร่มกึ่งแจ้ง เป็นพืชที่ต้องการแสงที่มีการพรางหรือลดความเข้มของแสงลงแล้ว พืชพวกนี้นิยมปลูกในร่มที่มีแสงแดดรำไร
- พืชในร่ม เป็นพืชที่ต้องการความเข้มของแสงน้อยจึงเจริญเติบโตได้ดี พืชพวกนี้ ถ้านำไปอยู่กลางแดดที่มีความเข้มแสงสูง ใบไม้จะไหม้และลำต้นจะหยุดการเจริญเติบโต พืชพวกนี้มักจะนิยมปลูกไว้ในร่ม ตามชายคาบ้านบริเวณข้างหน้าต่าง และไม้ประดับอาคารสถานที่ 3. ความเข้มของแสงที่สูงเกินไป
- กิจกรรมของน้ำย่อย (Enzymes) แสงที่มีความเข้มมากเกินไป ทำให้อุณหภูมิของใบสูงขึ้น เป็นผลให้ระบบน้ำย่อยลดการเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นแป้งลง ทำให้พืชมีการสะสมน้ำตาลแทนแป้ง นอกจากนี้ น้ำย่อยที่มีส่วนในการสังเคราะห์แสงก็จะลดกิจกรรมลงด้วย ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงลดลง
- ปริมาณคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll Content) ความเข้มของแสงที่สูงเกินไป จะทำให้พืชบางชนิดมีปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลง หรือคลอโรฟิลล์มีประสิทธิภาพลดต่ำลง การสังเคราะห์แสงจะต่ำไปด้วย
- น้ำ แสงที่มีความเข้มมากเกินไป จะทำให้อุณหภูมิของใบเพิ่มขึ้นอย่างมาก ทำให้มีอัตราการคายน้ำสูง หากอัตราการดูดน้ำของรากไม่สมดุลกับอัตราการคายน้ำ พืชจะแสดงอาการขาดน้ำ

2.1.6.2 คุณภาพของแสง (Light Quality)

แสงมีคุณสมบัติเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีความยาวคลื่นหลายระดับ โดยที่แสงอาทิตย์ประกอบด้วยแสงที่มีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 225-2,500 นาโนเมตร (Nanometer, nm, 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

nm = 10^{-7} cm) แต่แสงอาทิตย์ที่ตกลงมายังพื้นโลก จะมีความยาวคลื่นระหว่าง 310-2,300 nm ทั้งนี้เนื่องจากคลื่นสั้น หรือแสงเหนือม่วง (Ultra Violet, UV) ซึ่งเป็นแสงที่มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต โดยส่วนใหญ่จะถูกดูดซับไว้โดยชั้นของโอโซน (Ozone) ในบรรยากาศ ส่วนแสงที่มีความยาวคลื่นมากกว่าแสงสีแดง (Infrared) ความยาวคลื่นมากกว่า 2,300 nm จะถูกดูดซับไว้โดยไอน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งแสงอาทิตย์ที่ตกลงมายังพื้นผิวโลก อาจแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1.) คลื่นแสงที่มองเห็น (Visible Light) อยู่ในช่วงความยาวคลื่น 390-810 nm แต่ละช่วงความยาวคลื่นจะมีสีต่างกัน แสงในกลุ่มนี้จะมีผลต่อพืช คือ

- แสงสีม่วง (390-410 nm) แสงสีคราม (411-425 nm) และแสงสีน้ำเงิน (426-492 nm) เกี่ยวข้องกับการตอบสนองของพืชต่อแสงที่เรียกว่า Phototropism เช่น การที่ดอกไม้บางชนิดหันเข้าหาแสง การโค้งงอของพืชเข้าหาแสง เป็นต้น และมีความสำคัญต่อการสังเคราะห์แสง (ที่ 430 nm สำหรับคลอโรฟิลล์ เอ และ 453 nm สำหรับคลอโรฟิลล์ บี)
- แสงสีเขียว (493-535 nm) ระงับการเจริญเติบโตของพืช
- แสงสีเหลือง (536-586 nm) และแสงสีส้ม (587-647 nm) ส่งเสริมการงอกของเมล็ด
- แสงสีแดง (648-760 nm) ส่งเสริมการงอกและหรือยับยั้งการงอกของเมล็ดพืชบางชนิด และมีความสำคัญต่อการสังเคราะห์แสง (ที่ 642 สำหรับคลอโรฟิลล์ เอ และ 622 nm สำหรับคลอโรฟิลล์ บี)
- แสงสีใกลแดง (761-810 nm) ยับยั้งการงอกของเมล็ด

2.1.6.3 ช่วงแสง (Light Duration or Photoperiod)

หมายถึง ระยะเวลายาวนานของแสงในแต่ละช่วงวัน ซึ่งจะแตกต่างกันตามฤดูกาล ความยาวของช่วงแสงจะมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชบางชนิดเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อิทธิพลในการเปลี่ยนพืชจากระยะการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ (Vegetative Growth) ไปเป็นการเจริญเติบโตทางด้านการสืบพันธุ์ (Reproductive Growth) นั่นคือ ช่วงแสงมีอิทธิพลต่อการออกดอกและการลงหัวของพืชบางชนิด การตอบสนองของพืชต่อช่วงแสงนี้ อาจแบ่งพืชออกเป็น

- พืชวันยาว (Long Day Plant, LD) เป็นพืชที่มีความยาวของช่วงแสง ยากกว่าช่วงวันวิกฤต (Critical Day Length) จึงจะออกดอก
- พืชวันสั้น (Short Day Plant, SD) เป็นพืชที่มีความยาวของช่วงแสง สั้นกว่าช่วงวันวิกฤต จึงจะออกดอก

พืชที่ไม่ตอบสนองต่อช่วงแสง (Day Neutral Plant) พืชพวกนี้ เมื่อได้รับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม หรือมีอายุเหมาะสม ก็จะสามารถออกดอกได้ โดยไม่เกี่ยวข้องกับช่วงแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.7 อุณหภูมิ

อุณหภูมิเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช ตั้งแต่พืชเริ่มงอกจนกระทั่งออกดอกติดผล อุณหภูมิเกี่ยวข้องกับขบวนการงอกของเมล็ด การสังเคราะห์แสง การหายใจ การพักตัว เป็นต้น พืชแต่ละชนิดมีความต้องการอุณหภูมิที่ใช้ในการเจริญเติบโตแตกต่างกัน อุณหภูมิที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช มีทั้งอุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิในดิน อุณหภูมิกลางวัน และอุณหภูมิกลางคืน

โดยทั่วไปแล้ว อุณหภูมิอากาศจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของลำต้น โดยมีผลต่อการหายใจและการสังเคราะห์แสง ขบวนการทั้ง 2 จะค่อยๆ เพิ่มอัตราขึ้นตามการเพิ่มของอุณหภูมิจนถึงระดับหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า ระดับอุณหภูมิที่เหมาะสม ที่ประมาณ 30-35 °C ซึ่งการเพิ่มอุณหภูมิจะไม่เพิ่มอัตราการเกิดกิจกรรมของขบวนการทั้ง 2 นี้ ส่วนอุณหภูมิของดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของราก และมีผลต่อการดูดน้ำและแร่ธาตุอาหาร ถ้าอุณหภูมิในดินต่ำ การดูดน้ำจะลดลง ต้นพืชจะเหี่ยว นอกจากนี้กิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินในสภาพอุณหภูมิของดินต่ำ ก็จะลดลงด้วย ทำให้ได้อินทรียสารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชน้อยตามไปด้วย ถ้าอุณหภูมิในดินสูงกว่าปกติเพียงเล็กน้อย จะกระตุ้นให้รากมีการเจริญเติบโตยืดยาวมาก แต่หากอุณหภูมิรากสูงกว่าลำต้น การเจริญเติบโตจะหยุดชะงัก

การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในรอบวัน เป็นอุณหภูมิกลางวันและอุณหภูมิกลางคืน มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชเช่นกัน โดยส่วนใหญ่แล้ว อุณหภูมิกลางคืนจะมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชมากกว่าอุณหภูมิกลางวัน ถ้าอุณหภูมิกลางคืนสูงกว่าอุณหภูมิกลางวัน การเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชจะลดลง การที่อุณหภูมิกลางคืนต่ำกว่าอุณหภูมิกลางวันจะทำให้พืชมีการเจริญเติบโตและพัฒนาการ ดีกว่าการที่อุณหภูมิกลางคืนเท่ากับอุณหภูมิกลางวัน โดยทั่วไปอุณหภูมิกลางคืนที่เหมาะสมมักต่ำกว่าอุณหภูมิกลางวันที่เหมาะสมประมาณ 10 °C

อุณหภูมิ มีบทบาทต่อแทบทุกขบวนการในพืช เนื่องจากขบวนการต่างๆ ทางชีวเคมีเกิดขึ้นได้ โดยกิจกรรมของน้ำย่อยซึ่งเป็นโปรตีนชนิดหนึ่ง และกิจกรรมของน้ำย่อยจะขึ้นกับระดับของอุณหภูมิเป็นอย่างมาก ผลของอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช ได้แก่

- อุณหภูมิต่ำ ลดการหายใจ เนื่องจากการเจริญเติบโต เป็นผลสุทธิของขบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจ ในสภาพอุณหภูมิต่ำ พืชจะมีการหายใจน้อยลง การเผาผลาญอาหารที่ได้จากการสังเคราะห์แสงจะลดลง อิทธิพลของอุณหภูมิต่อกิจกรรมของเอ็นไซม์
- อุณหภูมิต่ำ มีผลต่อการลำเลียงอาหาร ในสภาพอุณหภูมิต่ำ พืชจะลำเลียงอาหารได้ดีกว่า

ในพืชหลายชนิด อุณหภูมิต่ำเป็นตัวชักนำให้พืชเกิดการออกดอก ซึ่งพืชพวกนี้จะต้องได้รับอุณหภูมิต่ำช่วงหนึ่งจึงจะออกดอกได้ นอกจากนี้อุณหภูมิต่ำยังเป็นตัวกระตุ้นให้พืชบางชนิดที่มีถิ่นกำเนิดในเขตอบอุ่น (Temperate Zone) สิ้นสุดการพักตัวและสามารถแตกตาดอกตาใบ เข้าสู่ระยะการเจริญเติบโตในฤดูใบไม้ผลิได้ ซึ่งพืชพวกนี้ จะต้องการอุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลานานพอสมควรจึงจะสิ้นสุดการพักตัว

แม้ว่าพืชจะตอบสนองต่ออุณหภูมิต่ำได้ดี แต่อุณหภูมิที่ต่ำมากจะมีผลเสียต่อพืชเช่นกัน ความเสียหายต่ออุณหภูมิต่ำมากต่อพืช ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง จะทำให้เกิดผลึกน้ำแข็งภายในเนื้อเยื่อและอวัยวะของพืช และทำให้พืชสูญเสียน้ำ ทำให้พืชได้รับความเสียหาย
- ที่อุณหภูมิเหนือกว่าจุดเยือกแข็ง ต่ำกว่า 10 °C พืชที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตร้อน (Tropical Zone) จะไม่เจริญเติบโต และที่ช่วงอุณหภูมิ 0-5 °C อาจทำให้พืชพวกนี้ตายได้

ส่วนที่อุณหภูมิสูง ก็ก่อความเสียหายให้พืชเช่นกัน เช่น การสูญเสียประสิทธิภาพของคลอโรฟิลล์ ใบไหม้ เป็นต้น

2.2 Arduino

มีผู้เริ่มคิดค้นเป็นชาวอิตาเลียน ทำให้อ่านออกเสียงในภาษาอิตาเลียนว่า อาดูยโน่ หรือบางคนก็อ่านว่า อาดูโน่ หรือ อาดูยอีโน่ ก็ได้ ในปี 2005 ผู้ริเริ่ม Arduino ชื่อว่า Massimo Banzi และ David Cuartiielles ทั้งสองคนตั้งใจสร้างอุปกรณ์ประเภทไมโครคอนโทรลเลอร์ราคาถูกที่นักเรียนนักศึกษาสามารถเข้าถึง และซื้อหามาเป็นเจ้าของได้ง่าย โรงงานเล็กๆ ในเมือง Ivrea ถูกใช้เป็นที่ผลิตบอร์ด Arduino เวอร์ชั่นแรก โดยใช้ชื่อโครงการของพวกเขาว่า Arduino of Ivrea

นอกจากจะตั้งใจให้ราคาของอุปกรณ์นั้นถูกเมื่อเทียบกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอื่นๆ ในท้องตลาดแล้ว พวกเขายังตั้งใช้ให้ Arduino สามารถพัฒนาโดยโปรแกรมที่ "แจกฟรี" ภายใต้เงื่อนไขในการใช้งานลักษณะ Open Source ดังนั้นจึงเลือกใช้การพัฒนาบนพื้นฐานของระบบ Wiring

Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัวบอร์ด Arduino ถูกออกแบบให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ดหรือโปรแกรมต่อได้

ความง่ายของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิคส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่างๆ เช่น ArduinoXBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay Shield, Arduino Wireless Shield, Arduino GPRS Shield เป็นต้น มาเสียบบนบอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้

Arduino เวอร์ชั่นแรก ปรากฏต่อสายตาชาวโลกในเดือนกันยายน ปี 2006 เรียกชื่อว่า Arduino Mini ถึงปัจจุบัน Arduino มีบอร์ดหลายแบบให้เลือกใช้งานตามความถนัดและความเหมาะสมมากกว่า 20 รุ่น แต่ละรุ่นก็มีขนาด ความจุ ความเร็ว จำนวนขาพอร์ตอินพุต เอาท์พุตแตกต่างกันออกไป มีตั้งแต่ราคาหลักสองสามร้อยบาทไปจนกระทั่งพันกว่าบา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.4 แสดงบอร์ด Arduino Uno

2.2.1 จุดเด่นที่ทำให้บอร์ด Arduino เป็นที่นิยม

- ราคาไม่แพง
- Open Hardware ทำให้ผู้ใช้สามารถนำบอร์ดไปต่อยอดใช้งานได้
- ง่ายต่อการพัฒนา มีรูปแบบคำสั่งพื้นฐาน ไม่ซับซ้อนเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น
- Cross Platform สามารถพัฒนาโปรแกรมบน OS ใดก็ได้
- มี Arduino Community กลุ่มคนที่ร่วมกันพัฒนาที่แข็งแรง

ตารางที่ 2.4 ตารางแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของบอร์ด Arduino แต่ละรุ่น

	Processor					Input / Output							Power				Connectivity				
	Family	SRAM	FLASH	EEPROM	Clock	Digital I/O	Analog in	ADC Bits	PWM	UART	Analog Out	DAC Bits	VCC	Vin Range	5V	3V3	USB-Serial	I2C	Ethernet	USB-Host	SD Card
Arduino UNO R3	ATmega328	2k	32k	1k	16MHz	14	6	10	6	1	N/A	N/A	5V	7-12V	Yes	Yes	ATmega16U2	1	No	No	No
Arduino UNO SMD	ATmega328	2k	32k	1k	16MHz	14	6	10	6	1	N/A	N/A	5V	7-12V	Yes	Yes	ATmega16U2	1	No	No	No
Arduino Mega 2560 R3	ATmega2560	8k	256k	4k	16MHz	54	16	10	14	4	N/A	N/A	5V	7-18V	Yes	Yes	ATmega16U2	1	No	No	No
Arduino Mega ADK	ATmega2560	8k	256k	4k	16MHz	54	16	10	14	4	N/A	N/A	5V	7-18V	Yes	Yes	ATmega16U2	1	MAX3421E	No	No
Arduino Leonardo	ATmega32U4	2.5k	32k	1k	16MHz	25	12	10	7	1	N/A	N/A	5V	7-12V	Yes	Yes	Built-in	1	No	No	No
Arduino Mini 05	ATmega328	2k	32k	1k	16MHz	14	6	10	6	1	N/A	N/A	5V	7V-9V	Yes	No	N/A	1	No	No	No
Arduino Pro Mini 328 - 3.3V	ATmega328	2k	32k	1k	8MHz	14	6	10	6	1	N/A	N/A	3.3V	5V-12V	No	Yes	N/A	1	No	No	No
Arduino Pro Mini 328 – 5V	ATmega328	2k	32k	1k	16MHz	14	6	10	6	1	N/A	N/A	5V	7V-12V	Yes	No	N/A	1	No	No	No
Arduino Ethernet with PoE module	ATmega328	2k	32k	1k	16MHz	9	6	10	4	1	N/A	N/A	5V	6-18V	Yes	Yes	N/A	1	No	No	No
Arduino Ethernet without PoE module	ATmega328	2k	32k	1k	16MHz	9	6	10	4	1	N/A	N/A	5V	6-18V	Yes	Yes	N/A	1	No	No	No
Arduino DUE	SAM3X8E	96kb	512k	N/A	84MHz	70	12	12	12	4	2	12	3.3V	7-12V	No	VCC	Built-in	2	No	Yes	No

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 วิธีการชลประทานแบบหยด (Drip or Trickle Irrigation)

เป็นการให้น้ำแก่พืชเฉพาะในเขตรากพืช โดยมีการควบคุมปริมาณน้ำให้แก่พืชครั้งละน้อยๆ แต่บ่อยครั้งอย่างสม่ำเสมอด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า หัวจ่ายน้ำ (Emitter) จุดมุ่งหมายที่สำคัญของการให้น้ำแบบนี้ก็เพื่อจะรักษาระดับความชื้นของดิน บริเวณรากพืชให้อยู่ในระดับที่รากพืชดูดไปใช้ได้อย่างง่าย

สร้างความเจริญเติบโตได้อย่างสมบูรณ์พอเหมาะ และเป็นไปตามความต้องการของพืช โดยมีคุณลักษณะสำคัญดังต่อไปนี้

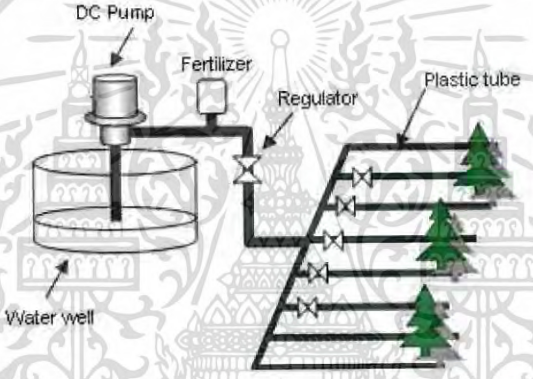
1.) เป็นวิธีการให้น้ำด้วยอัตราทีละน้อยๆ (น้อยกว่า250 ลิตร/ชม.)

2.) เป็นวิธีการให้น้ำที่ใช้เวลานาน (นานมากว่า 30 นาที)

3.) เป็นวิธีการให้น้ำช่วงบ่อยครั้ง (ไม่เกิน 3 วันครั้ง)

4.) เป็นวิธีการให้น้ำโดยตรงในบริเวณเขตรากพืชหรือเขตพุ่มใบ (เปียกอย่างน้อย 60%)

5.) เป็นวิธีการให้น้ำด้วยระบบท่อที่ใช้แรงดันต่ำ (แรงดันที่หัวจ่ายน้ำไม่เกิน 20 เมตร)



รูปที่ 2.5 แสดงองค์ประกอบของระบบชลประทานแบบหยด

2.3.1 ข้อดีของระบบน้ำหยด

ประหยัดน้ำมากกว่าระบบการให้น้ำแบบอื่น ประหยัดต้นทุนในการบริหารจัดการลงทุนครั้งเดียวให้ผลคุ้มค่าในระยะยาว การติดตั้งอุปกรณ์ไม่ยุ่งยาก ใช้ได้กับพื้นดินทุกประเภทไม่ว่าจะเป็นดินร่วนดินเหนียว หรือดินทรายรวมทั้งดินเค็มและดินด่าง เหมาะสำหรับพื้นที่ขาดแคลนน้ำต้องใช้น้ำอย่างประหยัด ประหยัดเวลาในการทำงาน สามารถให้ปุ๋ยและสารเคมีอื่นๆ ละลายไปพร้อมกับน้ำได้

2.3.2 ข้อจำกัดของระบบน้ำหยด

ต้องใช้ต้นทุนสูงในระยะแรก ต้องมีความรู้เกี่ยวกับปริมาณการใช้น้ำของพืชแต่ละชนิดที่ปลูก ต้องคำนึงถึงการจัดการระบบ เช่น ระยะเวลาการให้น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 หลักการการส่งข้อมูลด้วย Wireless

HC-11 คือ โมดูลบลูทูต ภายในมีเฟิร์มแวร์ทำงานในลักษณะ Serial-to-WiFi ที่ช่วยให้อุปกรณ์อื่นๆ เช่น MCU สามารถต่อเข้ากับ internet ได้โดยใช้ port serial (ขา Tx, ขา Rx) และใช้คำสั่ง AT ในการควบคุมการทำงาน

ต่อมาผู้พัฒนาได้พัฒนาเฟิร์มแวร์ NodeMcu ให้เป็น platform และใช้ภาษา LUA ในการเขียนโปรแกรม ด้วยความที่เป็น platform ที่สะดวกต่อการใช้งาน ทางผู้พัฒนาจึงจับ NodeMcu (ESP8266) ใส่เป็นบอร์ดหนึ่งใน Arduino IDE ด้วยซะเลย และได้พัฒนาให้สามารถเขียนโปรแกรมด้วยภาษา C/C++ สำหรับผู้ใช้งาน Arduino อยู่แล้วสามารถใช้งานบน Arduino IDE ได้อย่างไม่ยาก

ปัจจุบัน IoT (internet of things) กำลังมาแรง ESP8266 จึงเป็นที่นิยมเป็นอย่างมาก เพราะเป็นอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็ก ราคาถูก ใช้งานง่ายเหมาะสำหรับนำมาพัฒนา IoT

รูปที่ 2.6 แสดงรุ่นของ HC-11

2.4.1 ตัวกลางการสื่อสารไร้สาย Wireless transmission Media

สื่อกลางที่กำหนดเส้นทางไม่ได้ หรือ ระบบไร้สาย (Unguided Transmission media) เป็นสื่อกลางประเภทที่ไม่มีวัสดุใดๆในการนำสัญญาณแต่จะใช้อากาศเป็นสื่อกลางซึ่งจะไม่มีการกำหนดเส้นทางให้สัญญาณเดินทางซึ่งเราเรียกว่าการสื่อสารไร้สายตัวกลางที่ใช้ในการสื่อสารไร้สายคือ อากาศ สุญญากาศ หรือแม้แต่น้ำ , อากาศเป็นตัวกลางที่ใช้อย่างแพร่หลายมากที่สุดการส่งผ่านข้อมูลแบบไร้สาย (Wireless transmission) สามารถแบ่งได้ 3 กลุ่มคือ

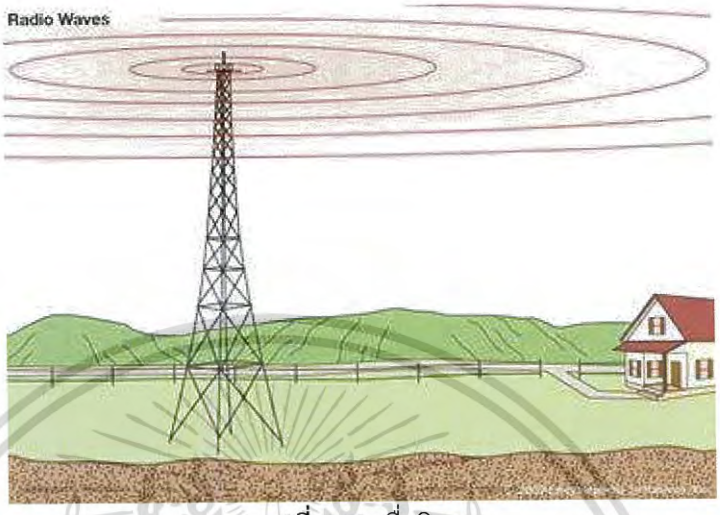
1. คลื่นวิทยุ (Radio waves)
2. ไมโครเวฟ (Microwaves)
3. อินฟราเรด (Infrared)

ความแตกต่างระหว่าง คลื่นวิทยุ (Radio waves) และ ไมโครเวฟ (Microwave)

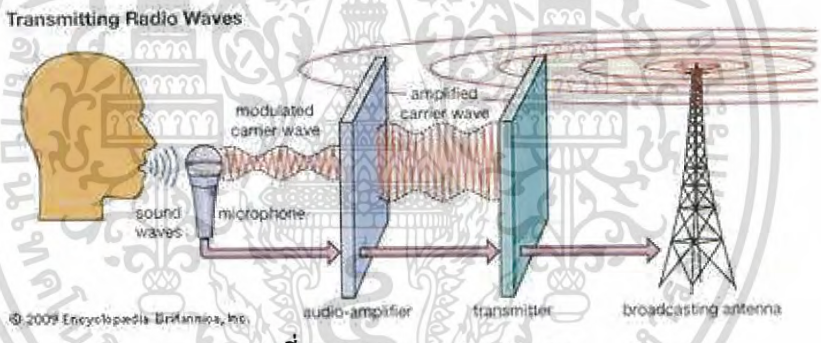
ไม่ชัดเจนนักกับความแตกต่างระหว่าง คลื่นวิทยุ (Radio waves)และ ไมโครเวฟ (Microwave)คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่ตั้งแต่ในระหว่าง 3 KHz และ 1 GHz จะเรียกว่าปกติคลื่นวิทยุ (Radiowaves) คลื่นความถี่ตั้งแต่ในระหว่าง 1 ถึง 300 GHz จะเรียกว่าปกติไมโครเวฟ (Microwave) มันเป็นเรื่องของการนำความถี่มาจัดกลุ่มมากกว่าของการสื่อสารไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.1 คลื่นวิทยุ (Radio waves)



รูปที่ 2.7 คลื่นวิทยุ



รูปที่ 2.8 Responsive image

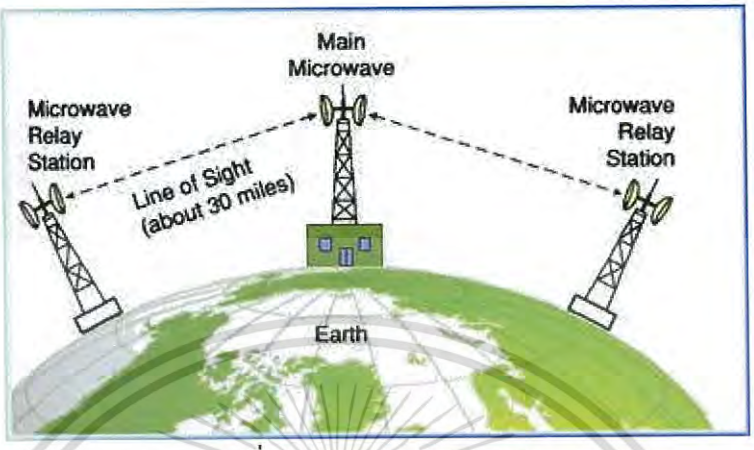
คลื่นวิทยุเป็นปกติรอบทิศทางเมื่อเสาอากาศส่งคลื่นวิทยุที่พวกเขาจะแพร่กระจายไปในทุกทิศทาง ซึ่งหมายความว่าการส่งและรับเสาอากาศไม่จำเป็นต้องตรงกัน ลักษณะรอบทิศทางของคลื่นวิทยุทำให้พวกเขามีประโยชน์สำหรับ multicasting ซึ่งมีหนึ่งผู้ส่งแต่รับจำนวนมาก ตัวอย่างเช่น สถานีวิทยุ ระบบมือถือ โทรทัศน์ เป็นตัวอย่างของ multicasting

ข้อเสียของคลื่นวิทยุ (THE DISADVANTAGE OF RADIO WAVES)

คลื่นวิทยุที่ส่งมาจากหนึ่งในเสาอากาศมีความอ่อนไหวต่อการรบกวนโดยเสาอากาศที่อื่น จะส่งสัญญาณความถี่เดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.2 ไมโครเวฟ (MICROWAVES)



รูปที่ 2.9 Responsive image

คลื่นไฟฟ้าที่มีความถี่ระหว่าง 1 GHz ถึง 300 GHz ปกติจะเรียกว่าไมโครเวฟ ไม่เหมือนกับ คลื่นวิทยุ (Radio waves) ไมโครเวฟเป็นทิศทางเดียวซึ่งในการส่งและรับเสาอากาศจะต้องมีตรงกัน การส่งสัญญาณจะต้องอยู่ในระดับเดียวกัน เนื่องจากการส่งข้อมูลแบบทิศทางเดียวของไมโครเวฟ, เสาอากาศสามารถวางชิดกัน โดยไม่รบกวนกับเสาอากาศอื่นที่ใช้ความถี่เดียวกัน(Microwaves) ไมโครเวฟความถี่สูงไม่สามารถทะลุผ่านผนัง นี่คือเหตุผลที่ เสาอากาศที่ได้รับไม่สามารถอยู่ภายในอาคาร

2.4.1.2.1 ดาวเทียม (Satellite)

เนื่องจากคลื่นไมโครเวฟมีข้อจำกัดในเรื่องของลักษณะภูมิประเทศที่มีผลต่อการบดบังคลื่น ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาดาวเทียม โดยความเป็นจริงแล้ว ดาวเทียมก็คือสถานีไมโครเวฟนั่งเอง แต่เป็นสถานีไมโครเวฟที่ลอยอยู่บนเหนือพื้นผิวโลก ทำให้สามารถติดต่อสถานีภาคพื้นดินที่อยู่บนพื้นโลกการนำดาวเทียมดังกล่าวขึ้นไปโคจรเหนือพื้นผิวโลกเพียง 3 ดวง ก็สามารถครอบคลุมการสื่อสารได้ทุกหมุนโลก โดยดาวเทียมดวงหนึ่งส่งสัญญาณในบริเวณกว้างเท่ากับ 1 ใน 3 ของโลก (120 องศา) ดังนั้นดาวเทียม 3 ดวงก็ครอบคลุมบริเวณพื้นโลกได้ทั้งหมด (360 องศา) ส่วนการสื่อสารสามารถส่งสัญญาณแบบขาขึ้น (Up-link) ซึ่งเป็นการส่งสัญญาณจากสถานีพื้นดินไปยังดาวเทียม และการส่งสัญญาณแบบขาลง(Down-link) ซึ่งเป็นการส่งสัญญาณจากดาวเทียมมายังสถานีภาคพื้นดิน และด้วยเทคโนโลยีดาวเทียมในอนาคตก็จะสามารถสื่อสารได้ทั้งสองทาง ไม่ว่าจะเป็นแบบขาขึ้นหรือขาลงในขณะเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.10 Responsive image

2.4.1.3 อินฟราเรด (Infrared)

รูปที่ 2.11 Responsive image

อินฟราเรดที่ใช้ในอุปกรณ์ต่างๆเช่นเมาส์, คีย์บอร์ดไร้สายและเครื่องพิมพ์ ผู้ผลิตบางรายให้พอร์ตพิเศษที่เรียกว่าพอร์ต IrDA ที่ช่วยให้คีย์บอร์ดไร้สายในการสื่อสารกับเครื่องคอมพิวเตอร์ สัญญาณอินฟราเรดมีความถี่ระหว่าง 300 ถึง 400 GHz จะใช้สำหรับการสื่อสารระยะสั้น สัญญาณอินฟราเรดมีความถี่สูงและไม่สามารถทะลุผ่านผนัง เนื่องจากระบบการสื่อสารระยะสั้น, การใช้งานของระบบการสื่อสารอินฟราเรดในห้องหนึ่งจะไม่ได้รับผลกระทบจากการใช้งานของระบบอื่นในห้องถัดไป นี่คือเหตุผลว่าทำไมเราใช้รีโมทที่บ้านจึงไม่รบกวนการใช้รีโมทบ้านใกล้เคียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.3.1 ข้อเสียของอินฟราเรด (THE DISADVANTAGES OF USING INFRARED)

สัญญาณอินฟราเรดไม่สามารถใช้สำหรับการสื่อสารทางไกล นอกจากนี้เราไม่สามารถใช้คลื่นอินฟราเรด นอกอาคารเพราะรังสีดวงอาทิตย์มีคลื่นอินฟราเรดที่สามารถรบกวนการสื่อสารได้

2.4.1.3.2 บลูทูธ (Bluetooth)

รูปที่ 2.12 Responsive image

เทคโนโลยีบลูทูธ ถูกออกแบบมาเพื่อใช้เป็นวิธีใหม่ของการเชื่อมต่อหูฟังเข้ากับเซลล์โฟนได้สะดวกยิ่งขึ้น มีข้อดี ตรงที่ลงทุนต่ำและใช้พลังงานต่ำ มีความแตกต่างเมื่อเทียบกับการสื่อสารด้วยแสงอินฟราเรดตรงที่สามารถสื่อสารทะลุสิ่งกีดขวางหรือกำแพงได้ อีกทั้งยังเป็นการสื่อสารไร้สายด้วยการแผ่คลื่นออกเป็นรัศมีรอบทิศทางด้วยคลื่นความถี่สูง บลูทูธสามารถสื่อสารระหว่างอุปกรณ์หลายๆอุปกรณ์ด้วยกัน เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ แฟกซ์ และรวมถึงเครื่องพีดีเอ

แต่ปัญหาของบลูทูธก็มีในเรื่องของการสื่อสารกับอุปกรณ์หลายๆอย่างพร้อมกันในด้านของการซิงโครไนซ์ข้อมูลกับอุปกรณ์แต่ละตัวที่ยังทำงานได้ไม่ดีนัก

2.4.2 WAP (Wireless Application Protocol)

WAP เป็นมาตรฐานสากลที่ใช้สำหรับการสื่อสารข้อมูลแบบไร้สาย โดย WAP เป็นโปรโตคอลที่ใช้งานบนอุปกรณ์พกพาต่างๆจะใช้ภาษา HTML เพื่อแสดงผลในรูปแบบของการเบราเซอร์เพื่อให้สามารถท่องไปยังอินเตอร์เน็ตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 มาตรฐานเครือข่ายไร้สาย (Wireless Networking Protocols)

ด้วยความเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีเครือข่ายไร้สายได้ส่งผลให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น พีดีเอ โทรศัพท์มือถือ ตลอดจนโรงงานอุตสาหกรรมโทรคมนาคมมีความต้องการมาตรฐานเพื่อการสื่อสารไร้สาย ในที่นี้กล่าวถึงการสื่อสารไร้สายดังนี้

2.4.4 ไว-ไฟ (Wi-Fi)

ไว-ไฟ ย่อมาจากคำว่า Wireless Fidelity คือมาตรฐานที่รับรองว่าอุปกรณ์ไวร์เลส (Wireless LAN) สามารถทำงานร่วมกันได้ และสนับสนุนมาตรฐาน IEEE802.11b

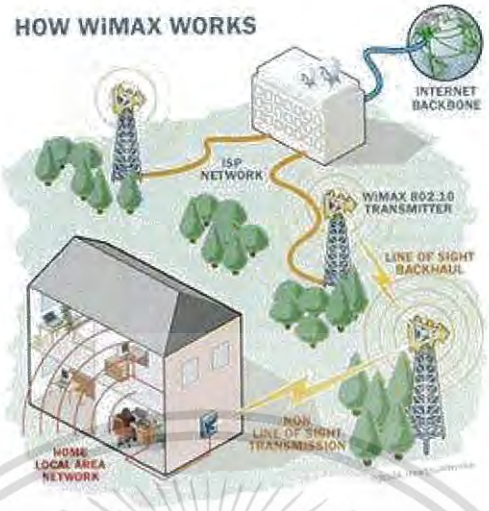
รูปที่ 2.13 Responsive image

ไว-ไฟ เป็นเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตไร้สายความเร็วสูงที่นิยมใช้ที่สุดในโลก ใช้สัญญาณวิทยุในการรับส่งข้อมูลความเร็วสูงผ่านเครือข่ายไร้สายจากบริเวณที่มีการติดตั้ง Access Point ไปยังอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อ เช่นโทรศัพท์มือถือ พีดีเอ และโน๊ตบุ๊ค เป็นต้น

2.4.5 ไว - แมกซ์ (Wi-MAX:Worldwide Interoperability for Microwave Access)

Wi-MAX: เป็นชื่อเรียกเทคโนโลยีไร้สายรุ่นใหม่ล่าสุดที่คาดหมายกันว่าจะถูกนำมาใช้งานที่ประเทศไทยอย่างเป็นทางการ ในอนาคตอันใกล้นี้ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีบรอดแบนด์ไร้สายความเร็วสูงรุ่นใหม่ตัวนี้ ได้รับการพัฒนาขึ้นมาบนมาตรฐานที่เรียกเป็นทางการว่า IEEE 802.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 Responsive image

WiMAXนี้มีซึ่งมีรัศมีทำการไกลสูงสุดที่ 30 ไมล์ หรือเป็นระยะทางประมาณ 48 ซึ่งนั่นหมายความว่า WiMAXสามารถให้บริการครอบคลุมพื้นที่กว้างกว่าระบบโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ 3G มากถึง 10 เท่า ยิ่งกว่านั้นก็ยังมีอัตราความเร็วในการส่งผ่านข้อมูลสูงสุดถึง 75 เมกะบิตต่อวินาที (Mbps) ซึ่งเร็วกว่า 3G ถึง 30 เท่าทีเดียว และแน่นอนว่าเร็วกว่าระบบ WiFi ด้วย

2.4.6 ปัจจัยที่ควรคำนึงถึงในการเลือกตัวกลาง

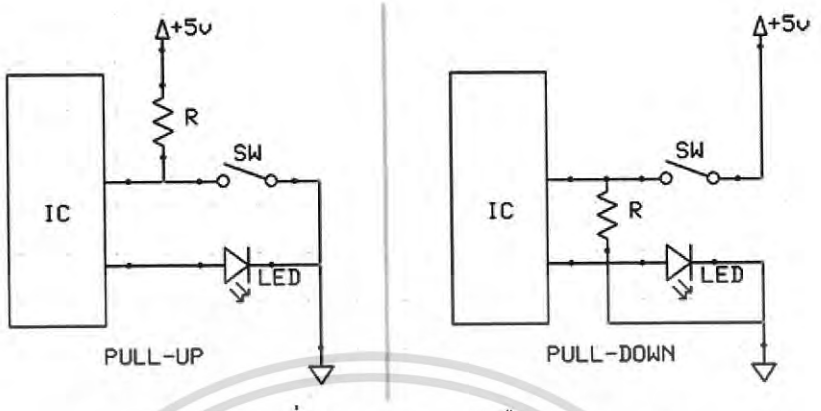
1. อัตราเร็วในการส่งผ่านข้อมูล (Transmission Rate)
2. ระยะทาง ระหว่างอุปกรณ์ที่ต้องการเชื่อมต่อ
3. ค่าใช้จ่าย ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง ค่าใช้จ่ายประจำ และค่าบำรุงรักษา
4. ความสะดวกในการติดตั้ง บางพื้นที่อาจเหมาะกับการเดินสาย หรือบางพื้นที่อาจจะเหมาะกับสื่อแบบไร้สาย
5. ความทนทานต่อสภาพแวดล้อม

วิธีที่ใช้ในการสื่อสาร เช่นการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม หรือแบบขนาน ทิศทางที่ใช้ส่งข้อมูลเป็นแบบทางเดียว กึ่งสองทาง หรือแบบสองทาง เป็นต้น

2.5 Pull-up หรือ Pull-down

การต่อ Pull-up หรือ Pull-down จะต้องต่อให้เหมาะสมกับวงจรภายในของ IC ซึ่งในแต่ละตัวจะแตกต่างกันไป ต้องเทียบกับข้อมูลในดาต้าชีทของอุปกรณ์นั้นๆ โดยส่วนมาก IC ขา Input มักจะมีความต้านทานที่สูงหากเราปล่อยไว้จะเกิดการสับสนของตัวอุปกรณ์ ระหว่างค่าที่ได้รับเป็น High หรือ Low จึงจำเป็นต้องมีการจัด Pull-up หรือ Pull-down ให้ตัวอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 Pull-up หรือ Pull-down

2.5.1 Pull-up

ตัวต้านทานจะต่อเข้ากับ Vcc (+5V)เพื่อรักษาระดับของแรงดันให้คงที่ ทำให้อยู่ในสถานะ High ตลอดเวลา และเมื่อกด Switch จะให้สถานะเป็น Low หรือ Active Low นั้นเอง กระแสไฟฟ้าจะไหลลง Ground ทันที

2.5.2 Pull-down

ตัวต้านทานจะต่อเข้ากับ Ground เพื่อรักษาระดับของแรงดันให้คงที่ ทำให้อยู่ในสถานะ Low เมื่อกด Switch จะให้สถานะเป็น High หรือ Active High เพราะกระแสไฟฟ้าจะไหลไปยัง Vcc(+5V)ทันที

ตัวเรียงกระแส (อังกฤษ: Rectifier) เป็นชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง. ทางกายภาพ ตัวเรียงกระแสมีหลายรูปแบบ รวมทั้ง ไดโอดหลอดสูญญากาศ, วาล์วปรอทอาร์ค, ทองแดงและซีลีเนียมออกไซด์, ไดโอดสารกึ่งตัวนำ, silicon-controlled rectifier (SCR) และสวิตช์สารกึ่งตัวนำที่ใช้ซิลิกอนอื่นๆ. ในอดีต แม้แต่สวิตช์กลไกไฟฟ้าแบบ synchronous และมอเตอร์ยังถูกนำมาใช้. เครื่องรับวิทยุในช่วงต้น เรียกว่า วิทยุคริสตัล ใช้"หนวดแมว" หรือลวดกดบนผลึกของกาลีนา (ตะกั่วซัลไฟด์) เพื่อทำหน้าที่เป็น point-contact rectifier หรือ "เครื่องตรวจจับผลึก"

2.6 Rectifier (ตัวเรียงกระแส)

ตัวเรียงกระแสมีการใช้หลายแบบ แต่มักจะพบทำหน้าที่เป็นส่วนประกอบของแหล่งจ่ายไฟ DC และระบบสายส่งกระแสตรงความดันสูง การเรียงกระแสอาจทำหน้าที่ในบทบาทอื่น ๆ นอกจาก เพื่อสร้างกระแสตรงสำหรับใช้เป็นแหล่งพลังงาน ดังที่ระบุไว้ การตรวจจับสัญญาณวิทยุทำหน้าที่เป็นตัวเรียงกระแส ในการเรียงกระแสของระบบเปลวไฟก๊าซร้อนถูกใช้ในการ ตรวจสอบสถานะของเปลวไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพราะธรรมชาติของการสลับของคลื่น AC อินพุต กระบวนการของการเรียงกระแสอย่างเดียว ก่อให้เกิดกระแสตรง ซึ่งแม้ว่าจะไหลในทิศทางเดียว ยังประกอบด้วยการกระเพื่อมของกระแส(หรือเรียกว่า ripple) การนำไปใช้งานของตัวเรียงกระแสหลายอย่าง เช่นแหล่งจ่ายไฟสำหรับอุปกรณ์วิทยุโทรทัศน์และคอมพิวเตอร์ จำเป็นต้องมีความมั่นคงอย่างต่อเนื่องของกระแส DC (เหมือนกับที่ผลิตโดยแบตเตอรี่) ในการใช้งานเหล่านี้ เอาต์พุตจาก rectifier จะถูกทำให้เรียบ โดยตัวกรองอิเล็กทรอนิกส์ในการผลิตกระแสอย่างมั่นคงและเราจะใช้ตัวเก็บประจุมาช่วยในการลดการกระเพื่อมของสัญญาณไฟ อุปกรณ์วงจรที่ซับซ้อนมากขึ้นที่มีฟังก์ชันตรงข้าม คือแปลง DC ไปเป็น AC เป็นที่รู้จักกันว่าเป็นอินเวอร์เตอร์

2.7 สรุป

จากการที่ได้ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องการปัจจัยในการเติบโตของพืช เพื่อเลือกชนิดของพืชและปริมาณน้ำที่พืชต้องการ Labview , Arduino และการส่งสัญญาณแบบ Wirless โดยการต่อวงจรมีการใช้เทคนิคการ pull up และ Rectifier มาช่วยให้วงจรส่งข้อมูลได้อย่างสมบรูณ์ และทำให้ไฟภายในวงจรนิ่งไม่มีการกระเพื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์ และ การออกแบบ

3.1 อุปกรณ์

3.1.1 ไมโครคอลโทรลเลอร์ (Arduino Nano)

Arduino Nano 3.0 เป็น Arduino ที่ใช้หน่วยประมวลผล ATmega328 เช่นเดียวกับ Arduino Uno ความสามารถจึงเท่ากัน แตกต่างที่ Arduino Nano 3.0ถูกออกแบบให้มีขนาดเล็ก โดยตัดส่วนของ Socket ที่ไม่จำเป็นออก และยังคงความสามารถในการติดต่อผ่าน USB port เหมือนบอร์ด Arduino ตัวใหญ่ไว้ อาจจะเรียกได้ว่า Arduino Nano 3.0 ตัวนี้ คือ Arduino Uno ขนาดย่อส่วนลงมา ใครที่เริ่มต้นอยากย่อส่วน Arduino เพื่อให้มีขนาดกะทัดรัดมีความสามารถเหมือนเดิม ราคาถูกลง แนะนำตัวนี้เลยครับ แค่เสียบสาย USB กับเครื่องคอมก็สามารถเขียนโปรแกรมได้แล้ว ไม่ต้องมีอุปกรณ์อื่นเพิ่มเติม

รูปที่ 3.1 แสดงบอร์ด Arduino Nano

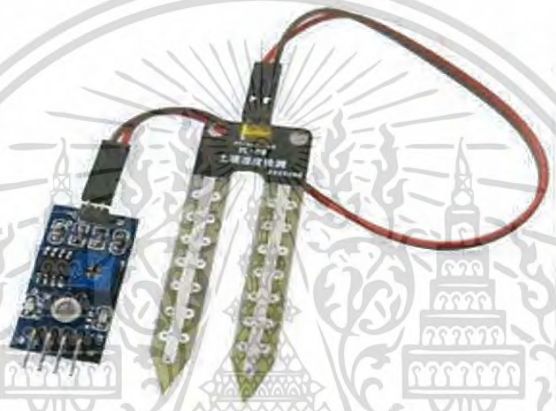
ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงTechnical specs

ไมโครคอนโทรนเลอร์	ATmega328
แหล่งจ่ายไฟ	5V
ไฟเข้า(แนะนำ)	7-12V
ไฟเข้า (จำกัดไว้ที่)	6-20V
ขาดิจิตอล I/O	14 ขา (6 รองรับเอาต์พุตแบบ PWM
ขาอะนาล็อกอินพุต	8 ขา
กระแสไฟฟ้า DC ต่อขา I/O	40 mA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระแสไฟฟ้าออก DC สำหรับขา 3.3V	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328)
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

3.1.2 เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน (Soil Moisture Sensor)



รูปที่ 3.2 แสดงเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน

ในปัจจุบันสามารถใช้เซนเซอร์วัดความชื้น เพื่อวัดความชื้นในดินเพื่อกะปริมาณ และคำนวณเวลาการรดน้ำเพื่อความเหมาะสมได้ การทำงานของเซนเซอร์วัดความชื้นนี้จะทำการวัดและเก็บความชื้น แล้วเมื่อนำข้อมูลเหล่านี้ไปเชื่อมต่อกับเครื่องควบคุมจ่ายน้ำเครื่องก็จะทำการจ่ายน้ำให้โดยอัตโนมัติ อุปกรณ์ชุดนี้สามารถติดตั้งได้ทั้งในอาคาร ในสวน ในไร่และยังนำไปใช้ในฟาร์มปศุสัตว์ได้อีกด้วย

3.1.2.1 หลักการทำงานของเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน

ในการวัดค่าความชื้นในดินนั้น จะต้องนำเอาแท่งอิเล็กโทรดปักลงไปในดินที่ต้องการวัดซึ่งก็จะสามารถอ่านค่าความชื้นของดินได้ หลักการ คือ การวัดค่าความต้านทานระหว่างอิเล็กโทรด 2 ข้าง

ในกรณีที่อ่านค่าความต้านทานได้น้อย ก็แปลว่ามีความชื้นในดินมาก หรือดินชุ่มชื้นไม่ต้องรดน้ำ ในส่วนของ soil moisture sensor module นี้สามารถให้ค่าได้ 2 แบบ

1.) อ่านค่าแบบ analog หมายถึง อ่านค่าความชื้นและให้ค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1024
2.) อ่านค่าแบบ digital โดยเปรียบเทียบกับค่าที่ตั้งไว้ ถ้ามากกว่าก็ให้ logic high ถ้าต่ำกว่าก็ low

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 AC PUMP 220 V

รูปที่ 3.3 AC PUMP 220 V

sonic ap1600 power head เป็นปั้มน้ำที่จะนำไปใช้ในตู้ปลา ปั้มน้ำ เหมาะสำหรับตู้ปลาขนาด 30 ,36 และ48 นิ้ว และอ่างเลี้ยงปลาขนาดเล็กถึงกลาง เพื่อประสิทธิภาพในการกรองควรใช้คู่กับกระบอกกรอง หรือใส่ในช่องกั้นกรอง ปั้มน้ำได้ 900 L/Hr กำลังไฟ 20-23 W ปั้มน้ำได้สูง 1.3 m.

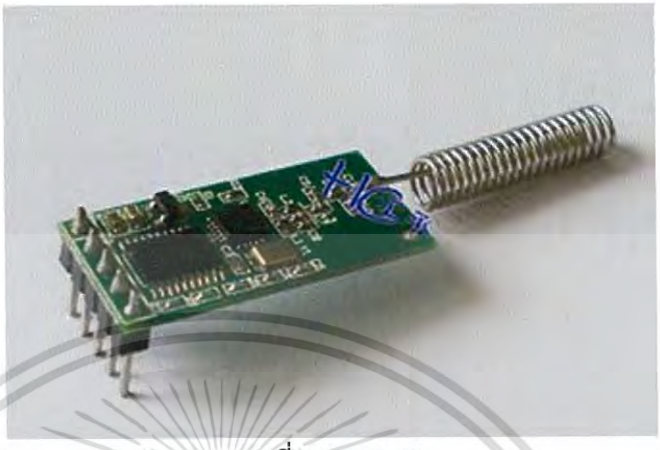
ตารางที่ 3.2 ตารางแสดง Technical specs

AC	220-240 V
ความถี่	50 Hz
ใช้พลังงานไฟฟ้า	20-23 W
HMAX	1.3 m
Qmax	900 L/h

**ห้ามใช้งานโดยไม่อยู่ในน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 HC-11



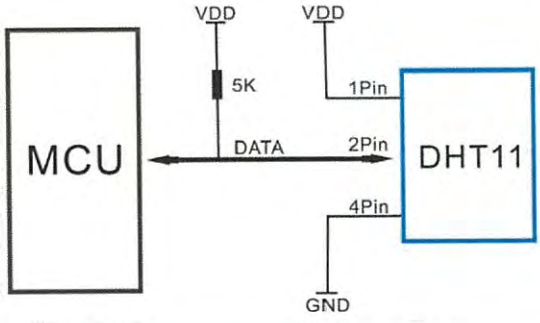
รูปที่ 3.4 HC-11

HC-11 wireless ความถี่การสื่อสารเป็น 434M serial port หลายประเภทมีลักษณะเฉพาะแต่ละโหมด โดยเปลี่ยนโหลดด้วยคำสั่ง ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องโปรแกรมโมดูล และทั้ง 4 โหมดมีการรับและส่งข้อมูลผ่าน serial port และใช้งานง่าย ใช้ไฟ 3.3-5 V

3.1.5 DHT 11

- ย่านวัดความชื้น 20 - 90% RH โดยมีค่าความแม่นยำ ± 5% RH ความละเอียดในการวัด 1 % แสดงผลแบบ 8 บิต
- ย่านวัดอุณหภูมิ 0 - 50 องศาเซลเซียส โดยมีค่าความแม่นยำ ± 2 องศาเซลเซียส ความละเอียดในการวัด 1 องศาเซลเซียส แสดงผลแบบ 8 บิต
- มี PIN 4 ขารายละเอียดดังรูปด้านบน
- กินกระแส 0.5 - 2.5 mA (ขณะทำการวัดค่า) ที่ระดับแรงดัน 3 - 5.5 VDC
- อ่านค่าสัญญาณ (Sample Rate) ทุก 1 วินาที

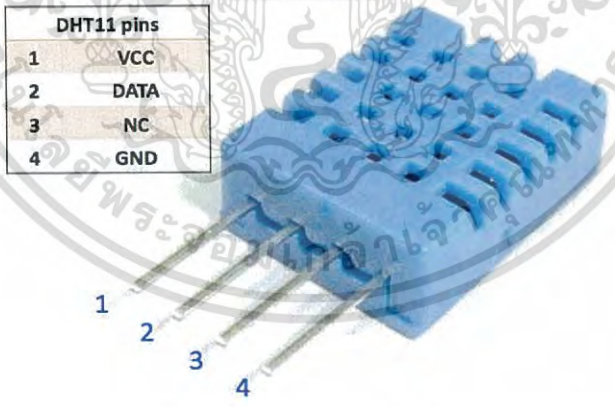
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 แสดงวงจรภายใน DTH 11

ในการการต่อวัดแบบปกติ คือ ระยะห่างระหว่าง Sensor กับตัว Arduino ห่างกันไม่เกิน 20 เมตร จะต้องใช้ Pull up resistor ขนาด 5kohm (ว่าง่ายๆ คือต่อ R 5k ไว้กับแหล่งจ่ายแรงดันและต่อเข้าไปที่ขา DATA ด้วย)

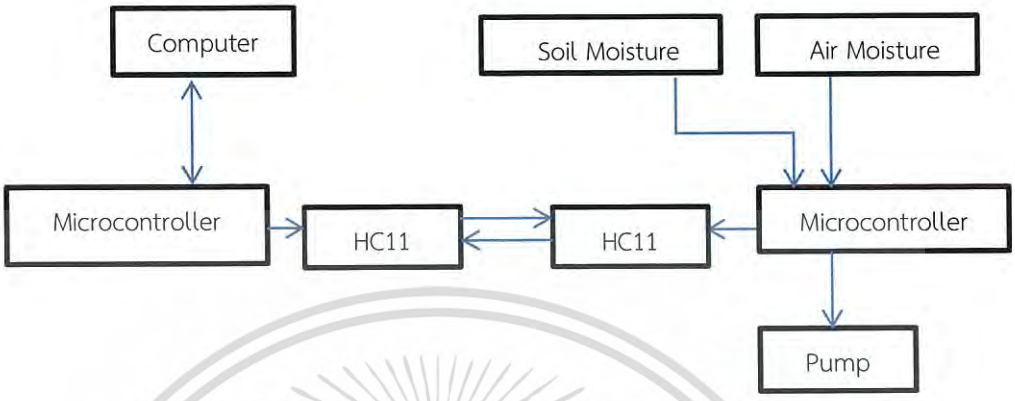
- Pin 1 ต่อกับ VDD
- Pin 2 ต่อเป็นขา DATA
- Pin 3 ไม่ได้ใช้
- Pin 4 ลงกราวด์ โดยใช้แหล่งจ่ายแรงดัน VDD ขนาด 3-5.5 VDC



รูปที่ 3.6 แสดงอุปกรณ์ DHT 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบ



รูปที่ 3.7 แสดงการออกแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์กับตัวควบคุม

3.2.1 การออกแบบอุปกรณ์ควบคุม (Arduino Uno R3) ด้านอินพุต (Input)

3.2.1.1 ส่วนแหล่งจ่าย (แบตเตอรี่แรงดัน12 v)

1) ต่อสายไฟจากแบตเตอรี่เข้าไปที่โซรีนอยด์วาล์วโปรดระวังการต่อสลับขั้ว
2) ต่อสายไฟจากแบตเตอรี่เข้าไปที่ปั๊มน้ำโปรดระวังการต่อสลับขั้ว

3.2.1.2 ส่วนเซนเซอร์

ในส่วนของออกแบบการเชื่อมต่อเซนเซอร์ เซนเซอร์วัดความชื้นจะให้ค่า analog กับ digital ในการแสดงผลกำหนดให้ขาanalog (a0)ที่เซนเซอร์ต่อกับขาanalog คอนโทรลเลอร์ pin (A0 , A1, A2 , A3)ในเซนเซอร์วัดความชื้นจะมี 4 ตัวเพื่อนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย

3.3 โปรแกรม

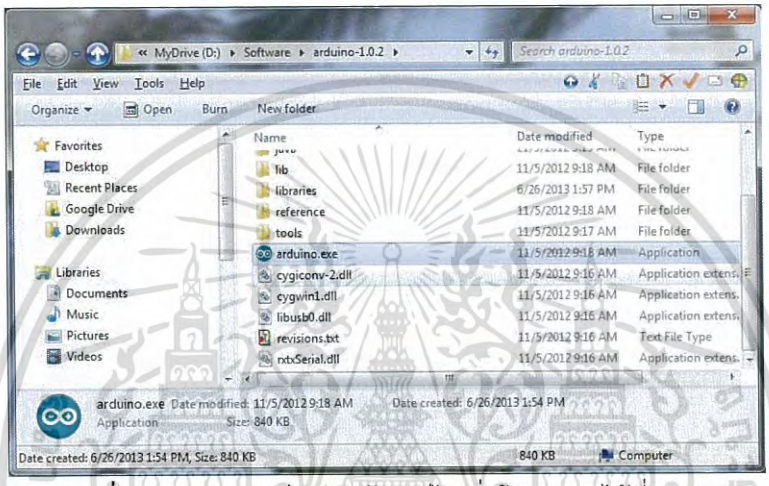
3.3.1 Arduino IDE

บอร์ด Arduino ที่มีอยู่หลายแบบนั้นจะใช้โปรแกรมตัวเดียวกันในการเขียนชุดคำสั่ง โดยโปรแกรมที่ว่านี้มีชื่อเป็นทางการว่า Arduino IDE (IDE นั้นย่อมาจาก Integrated Development Environment) ซึ่งใช้งานได้ทั้งบนระบบปฏิบัติการ Window (XP Vista 7 8) ทั้ง 32 และ 64 บิต, Mac OS X และ Linux ก็ใช้ได้ เรียกได้ว่าใช้งานได้กับทุกระบบปฏิบัติการเลย แถมเป็นอิสระจากการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของ OS ทุกชนิด ทำให้ไม่ต้องมีการ Install โปรแกรม ให้วุ่นวายแบบโปรแกรมอื่น เพราะแค่ Download มา จากนั้น Unzip ไว้ใน Directory ที่ต้องการก็เป็นอันเสร็จพิธีครับ ที่สำคัญ"ฟรี" แบบไม่มีโฆษณาและไม่ต้อง Crack

ก่อนอื่นเรามาดูสิ่งที่จำเป็นต้องใช้ในการลงโปรแกรม และการทดสอบการทำงานของบอร์ดกับ Arduino IDE



รูปที่ 3.8 Unzip เสร็จเรียบร้อย ก็ไปเริ่มโปรแกรมได้ที่ icon

รูปที่ 3.9 แสดงตอนเข้าโปรแกรม

3.3.1.1 เปรียบเทียบ ภาษาซี กับ Arduino

โปรแกรมภาษาของ Arduino จะใช้ภาษา C++ ซึ่งเป็นรูปแบบของโปรแกรมภาษาซีประยุกต์ แบบหนึ่ง ที่มีโครงสร้างของตัวภาษาโดยรวมใกล้เคียงกันกับ ภาษาซีมาตรฐาน (ANSI-C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อื่นๆ เพียงแต่ได้มีการปรับปรุงรูปแบบในการเขียนโปรแกรมบางส่วนที่ผิดเพี้ยนไปจาก ANSI-C เล็กน้อย เพื่อช่วยลดความยุ่งยากในการเขียนโปรแกรมและให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถเขียนโปรแกรมได้ง่ายและสะดวกมากขึ้นกว่าการเขียนภาษาซีตามแบบมาตรฐานของ ANSI-C โดยตรง

3.3.1.2 โครงสร้างการเขียนโปรแกรม ภาษาซี ของ Arduino

ภาษาซีของ Arduino จะจัดแบ่งรูปแบบโครงสร้างของการเขียนโปรแกรมออกเป็นส่วนย่อยๆหลายๆส่วน โดยเรียกแต่ละส่วนว่า ฟังก์ชั่น และ เมื่อนำฟังก์ชั่น มารวมเข้าด้วยกัน ก็จะเรียกว่าโปรแกรมโดยโครงสร้างการเขียนโปรแกรมของ Arduino นั้น ทุกๆโปรแกรมจะต้องประกอบไปด้วยฟังก์ชั่นจำนวนเท่าใดก็ได้ แต่อย่างน้อยที่สุดต้องมีฟังก์ชั่น จำนวน 2 ฟังก์ชั่น คือ setup() และ loop()

```
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:

}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:

}
```

รูปที่ 3.10 แสดงโครงสร้างการเขียนโปรแกรม

จากรูปที่ 3.10 โครงสร้างพื้นฐานของภาษาซีที่ใช้กับ Arduino จะประกอบไปด้วย 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ

1) header ในส่วนนี้จะมีหรือไม่มีก็ได้ ถ้ามีต้องกำหนดไว้ในส่วนเริ่มต้นของโปรแกรม ซึ่งส่วนของHeader ได้แก่ ส่วนที่เป็น Compiler Directive ต่างๆ รวมไปถึงส่วนของการประกาศตัวแปร และค่าคงที่ต่างๆที่จะใช้ในโปรแกรม
2) setup() ในส่วนนี้เป็นฟังก์ชั่นบังคับที่ต้องกำหนดให้มีในทุกๆโปรแกรม ถึงแม้ว่าในบางโปรแกรมจะไม่ต้องการใช้งานก็ยังจำเป็นต้องประกาศไว้ด้วยเสมอ เพียงแต่ไม่ต้องเขียนคำสั่งใดๆไว้ในระหว่างวงเล็บปีกกา { } ที่ใช้เป็นตัวกำหนดขอบเขตของฟังก์ชั่น โดยฟังก์ชั่นนี้จะใช้สำหรับบรรจุคำสั่งในส่วนที่ต้องการให้โปรแกรมทำงานเพียงรอบเดียวตอนเริ่มต้นทำงานของโปรแกรมครั้งแรกเท่านั้น ซึ่งได้แก่คำสั่งเกี่ยวกับการ Setup ค่าการทำงานต่างๆ เช่น การกำหนดหน้าที่การใช้งานของ PinMode และการกำหนดค่า Baudrate สำหรับใช้งานพอร์ตสื่อสารอนุกรม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

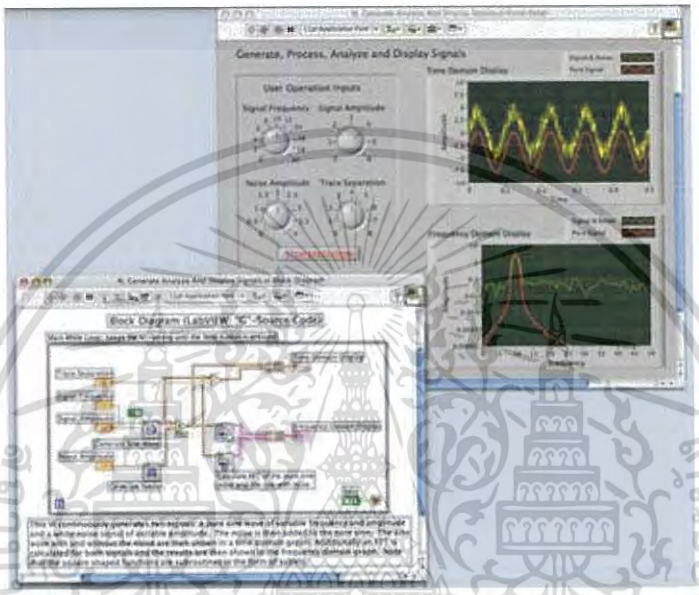
3) loop() เป็นส่วนฟังก์ชั่นบังคับที่ต้องกำหนดให้มีในทุกๆโปรแกรมเช่นเดียวกันกับฟังก์ชั่น setup( ) โดยฟังก์ชั่น loop( ) นี้จะใช้บรรจุคำสั่งที่ต้องการให้โปรแกรมทำงานเป็นวงรอบซ้ำๆกันไปไม่รู้จบ ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับรูปแบบของ ANSI-C ส่วนนี้ก็คือ ฟังก์ชั่น main( ) นั่นเอง

3.3.2 โปรแกรม LabVIEW

เป็นโปรแกรมที่สร้างเพื่อนำมาใช้ในด้านการวัดและเครื่องมือวัดสำหรับงานทางวิศวกรรม LabVIEW ย่อ มาจาก Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench ซึ่งหมายความว่า เป็นโปรแกรมที่สร้าง เครื่องมือเสมือนจริงในห้องปฏิบัติการทางวิศวกรรม ดังนั้นจุดประสงค์ หลักของการทำงานของโปรแกรมนี้ก็คือการจัดการในด้านการวัดและเครื่องมือวัด อย่างมีประสิทธิภาพ และในตัวของโปรแกรมจะประกอบไปด้วยฟังก์ชั่นที่ใช้ช่วยในการวัดมากมายและแน่นอนที่สุด โปรแกรมนี้จะมีประโยชน์อย่างสูงเมื่อใช้ร่วมกับ เครื่องมือวัดทางวิศวกรรมต่างๆ สิ่งที่ LabVIEW แตกต่างจากโปรแกรมอื่นอย่างเห็นได้ชัดที่สุดก็คือ LabVIEW นี้เป็นโปรแกรมประเภท GUI (Graphic User Interface) โดยสมบูรณ์นั่น คือไม่จา เป็นต้องเขียน code หรือคำสั่งใดๆ ทั้งสิ้น และที่สำคัญลักษณะภาษาที่ใช้ในโปรแกรมนี้เราจะเรียกว่า เป็น ภาษารูปภาพหรือเรียกอีกอย่างว่า ภาษา G (Graphical Language) ซึ่งจะแทนการเขียนโปรแกรมเป็นบรรทัดอย่างที่เราคุ้นเคยกับ ภาษาพื้นฐาน เช่น C, BASIC หรือ FORTRAN ด้วยรูปภาพหรือสัญลักษณ์ทั้งหมด ซึ่งแม้ว่า ในเบื้องต้นอาจจะสับสนอยู่บ้าง แต่เมื่อคุ้นเคยกับการใช้โปรแกรมนี้แล้วเราจะพบว่า LabVIEW นี้มีความสะดวกและสามารถลดเวลาในการเขียนโปรแกรมลงไปได้มาก โดยเฉพาะในงานเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ เพื่อใช้ในการวัดและการควบคุม โดยจุดประสงค์หลักแล้ว บริษัท National Instrument ได้เริ่มพัฒนาโปรแกรมที่จะนำมาใช้กับระบบเครื่องมือวัดที่มีความง่ายในการเขียนโปรแกรมและมีฟังก์ชั่น เพื่อจะช่วยในการวัดทางวิศวกรรมให้มากที่สุด เพราะด้วยความเป็นมาบริษัท National Instrument เริ่มจากการผลิตอุปกรณ์ที่ใช้กับการวัดทางวิศวกรรม ไม่ใช่บริษัท ที่เริ่มต้น มาจากการผลิต Software เป็นหลักดังนั้นคงไม่ผิดนัก สำหรับผู้ที่ต้องการจะใช้ประโยชน์สูงสุดจากโปรแกรม LabVIEW คือ ผู้ที่ต้องการจะนำข้อมูลจากภายนอกเครื่องคอมพิวเตอร์เข้ามาในเครื่องเพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูล ประมวลค่า แสดงผลและในหลายกรณีใช้ในระบบควบคุมอัตโนมัติด้วยคอมพิวเตอร์ ข้อได้เปรียบสูงสุดของ LabVIEW คือการพยายามทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ของเราเมื่อรวมกับ LabVIEW และ อุปกรณ์เชื่อมต่อเพื่อการเก็บข้อมูล (Data Acquisition Card) แล้วสามารถเปลี่ยนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลของเราให้กลายเป็นเครื่องมือวัดในหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็น Oscilloscope, Multi-meter, Function Generator, Strain meter Thermometer หรือเครื่องมือวัดอื่นๆ ตามที่เราต้องการ ทำให้สามารถใช้คอมพิวเตอร์ในการทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวัดและเครื่องมือวัดได้อย่างกว้างขวาง ซึ่งจุดนี้เองที่เป็นที่มาของชื่อ เครื่องมือวัดเสมือนจริง (Virtual Instrument) และข้อได้เปรียบเหนือการใช้อุปกรณ์จริงเหล่านั้นคือ Virtual Instrument สามารถปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับการใช้งานของผู้ใช้แต่ละกลุ่มได้โดยการเปลี่ยน VI ให้เป็นไปตามต้องการเป็นเรื่องที่ไม่ยุ่งยากนัก



รูปที่ 3.11 แสดงหน้าจอการเขียนโปรแกรมและหน้าจอแสดงผล

3.3.2.1 ส่วนประกอบต่างๆ ใน LabVIEW

โปรแกรมที่เขียนขึ้นมาโดย LabVIEW เราจะเรียกว่า Virtual Instrument (VI) เพราะ ลักษณะที่ปรากฏทางจอภาพเมื่อผู้ใช้ใช้งานจะเหมือนกับ เครื่องมือหรืออุปกรณ์ทางวิศวกรรม ในขณะเดียวกันหลังฉากของอุปกรณ์เสมือนจริงเหล่านั้นจะเป็นการทำงานของฟังก์ชั่น Subroutines และโปรแกรมหลักเหมือนกับภาษาทั่วไป สำหรับ VI หนึ่งๆ จะประกอบด้วยส่วนประกอบ 3 ส่วน คือ

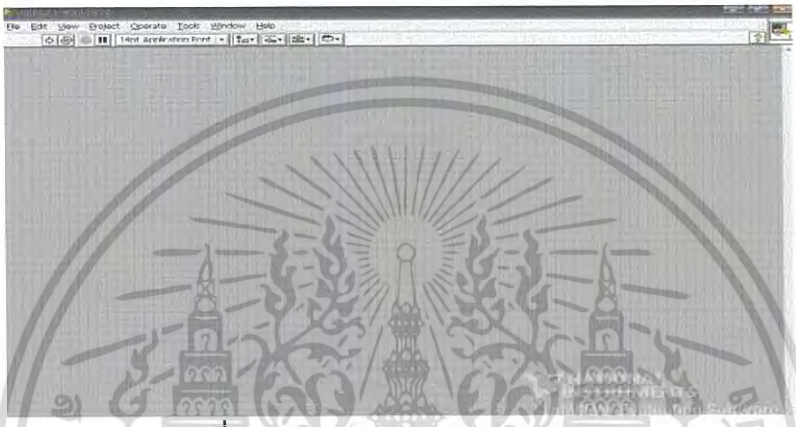
1. Front Panel
2. Block Diagram
3. Icon และ Connector

ทั้งสามส่วนนี้จะประกอบกันขึ้นมาเป็นอุปกรณ์เสมือนจริง ลักษณะและหน้าที่ของส่วนประกอบทั้ง สามมีดังต่อไปนี้

1. Front Panel หรือหน้าปัทม์ จะเป็นส่วนที่ใช้สื่อความกันระหว่างผู้ใช้กับโปรแกรม (หรือที่นิยมเรียก User Interface) โดยทั่วไปจะมีลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

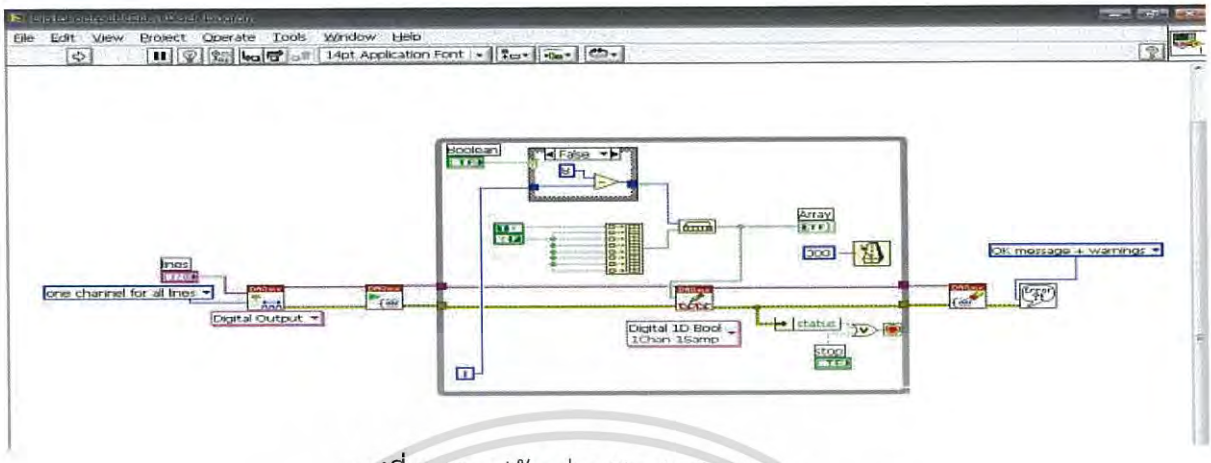
เหมือนกับหน้าปัทม์ของเครื่องมือหรือ อุปกรณ์ที่ใช้งานด้านการวัดทั่วๆ ไป โดยทั่วไปจะประกอบด้วย สวิตช์ปิดเปิด, ปุ่มบิด, ปุ่มกด จอแสดงผลหรือแม้แต่ค่าที่ผู้ใช้สามารถกำหนด สำหรับผู้ที่คุ้น เคยกับการเขียนโปรแกรมประเภท Visual ทั้งหลายคงจะเข้าใจกันดีว่า Front Panel นี้จะเปรียบเสมือนเป็น GUI ของโปรแกรมหรือ VI นั่นเอง



รูปที่ 3.12 Front Panel ของ LabVIEW

2. Block Diagram เพื่อให้เกิดความเข้าใจง่ายขึ้น เราอาจมอง Block Diagram นี้เป็นเสมือนกับ Source Code หรือโปรแกรมของ LabVIEW ซึ่งปรากฏว่า อยู่ในรูปของภาษา G ซึ่ง Block Diagram นี้ถือว่า เป็น Executable Program คือสามารถที่จะทำงานได้ทันทีและข้อดีอีกประการหนึ่งก็คือ LabVIEW จะมี การตรวจสอบความผิดพลาดของโปรแกรมตลอดเวลา ทำให้โปรแกรมจะทำงานได้ก็ต่อเมื่อไม่มี ข้อผิดพลาดในโปรแกรมเท่านั้น โดยผู้ใช้สามารถที่จะดูรายละเอียดของความผิดพลาดแสดงให้เห็น ได้ตลอดเวลาทำให้การเขียนโปรแกรมนั้นง่ายขึ้นมาก ส่วนประกอบภายใน Block Diagram นี้จะประกอบด้วย ฟังก์ชั่น ค่าคงที่ โปรแกรมควบคุม การทำงานหรือโครงสร้าง จากนั้น ในแต่ละส่วนเหล่านี้ซึ่งจะปรากฏในรูปของ Block เราจะได้รับ การต่อสาย (Wire) สำหรับ Block ที่เหมาะสมเข้าด้วยกัน เพื่อกำหนดลักษณะการไหลของข้อมูลระหว่าง Block เหล่านั้น ทำให้ข้อมูลได้รับการประมวลผลตามที่ต้องการและแสดงผลออกมาให้แก่ ผู้ใช้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 รูปตัวอย่าง Block diagram

3. Icon และ Connector เปรียบเสมือนโปรแกรมย่อย Subroutine ในโปรแกรมปกติทั่วๆ ไป โดย Icon จะหมายถึง Block Diagram ตัวหนึ่งที่มีการส่งข้อมูลเข้าและออกผ่านทาง Connector ซึ่ง ใน LabVIEW เราจะเรียก Subroutine นี้ว่า SubVI ข้อดีของการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา G นี้ก็คือเรา สามารถสร้าง VI ทีละส่วนขึ้นมาให้ทำ งานด้วยตัวเองได้อย่างอิสระ จากนั้น ในภายหลักหากเรา ต้องการเราก็สามารถเขียน โปรแกรมอื่นขึ้นมาเพื่อเรียกใช้งาน VI ที่เราเคยสร้างขึ้นก่อนหน้านี้ทีละตัว ซึ่งทำให้ VI ที่เราเขียนขึ้นก่อนกลายเป็น SubVI ไป การเขียนในลักษณะนี้เราเรียกว่า เขียนเป็น Module สำหรับลักษณะทั่วไปของ Icon และ Connector จะแสดงในรูปต่อไปนี้เราจะเห็นว่า เมื่อเรา แสดงในรูปของ Connector เราจะพบว่า มีช่องต่อข้อมูลหรือที่เรียกว่า Terminal ปรากฏให้เห็น

รูปที่ 3.14 รูปแสดง icon และ connector

3.3.3 ขั้นตอนการติดตั้ง LabVIEW Interface for Arduino

ดาวน์โหลด LabVIEW Interface for Arduino (LIFA) Toolkit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.15 LabVIEW Interface for Arduino (LIFA) Toolkit

3.3.3.1 ติดตั้ง NI-VISA

ดาวน์โหลดได้ที่ (http://www.ni.com/download/ni-visa-5.0.3/2251/en/)

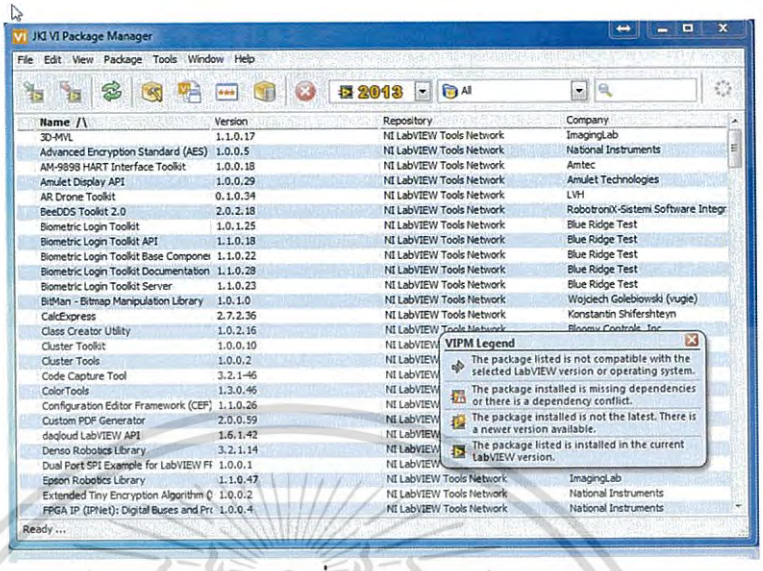
3.3.3.2 ติดตั้ง ติดตั้ง JKI VI Package Manager (VIPM) Community Edition (Free)

ดาวน์โหลดได้ที่ (http://jki.net/vipm/download)

รูปที่ 3.16 กด Next เพื่อเริ่มการติดตั้ง

3.3.3.3. ติดตั้ง LabVIEW Interface for Arduino ทำตามวิธีด้านล่างได้เลย (ต้องติดตั้ง JKI VI Package Manager ก่อน)

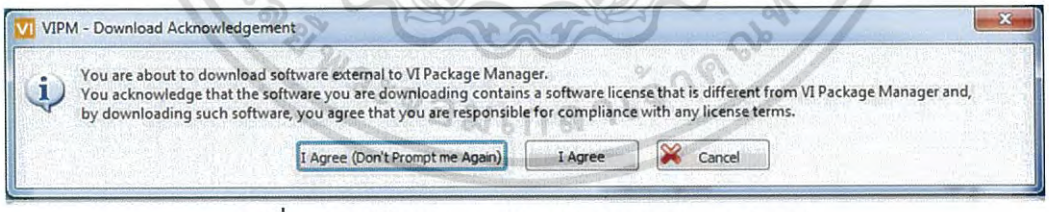
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 Display

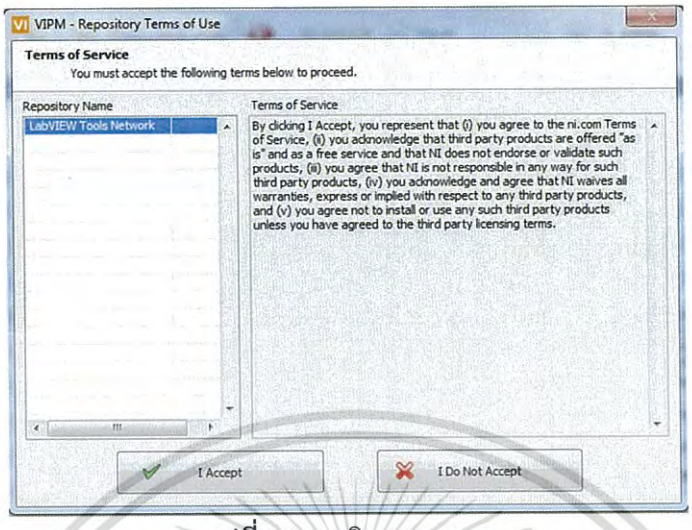
รูปที่ 3.18 ค้นหา "Arduino"

รูปที่ 3.19 คลิกติดตั้ง

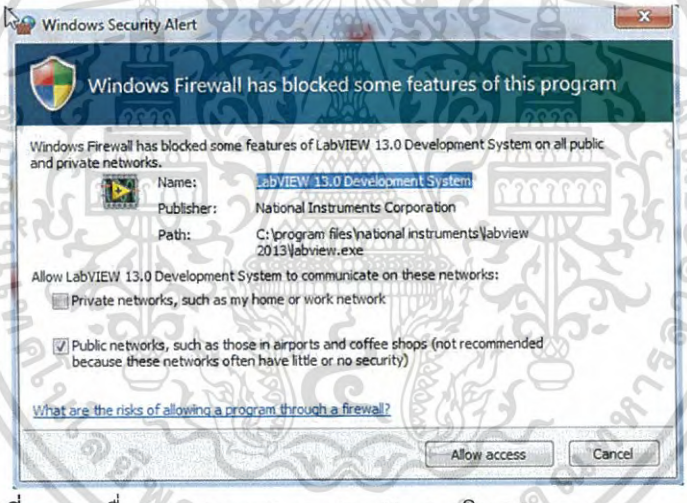


รูปที่ 3.20 คลิก I Agree(Don't Prompt me Again)

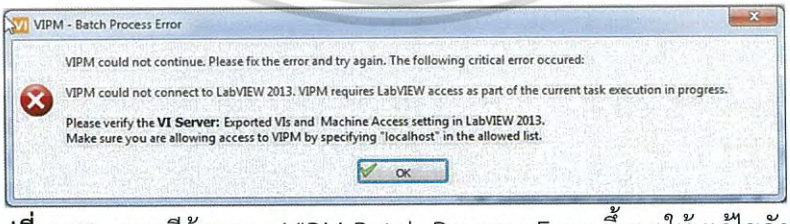
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.21 คลิก I Accept

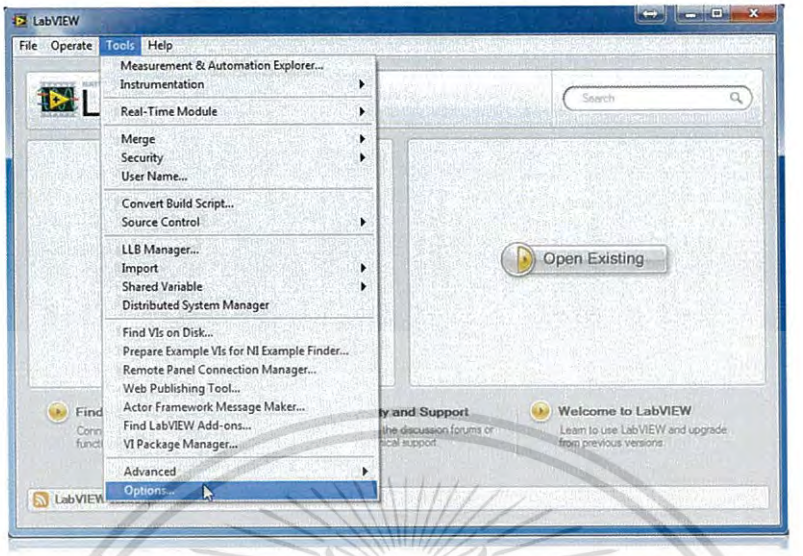


รูปที่ 3.22 เมื่อ Windows Security Alert คลิก Allow access

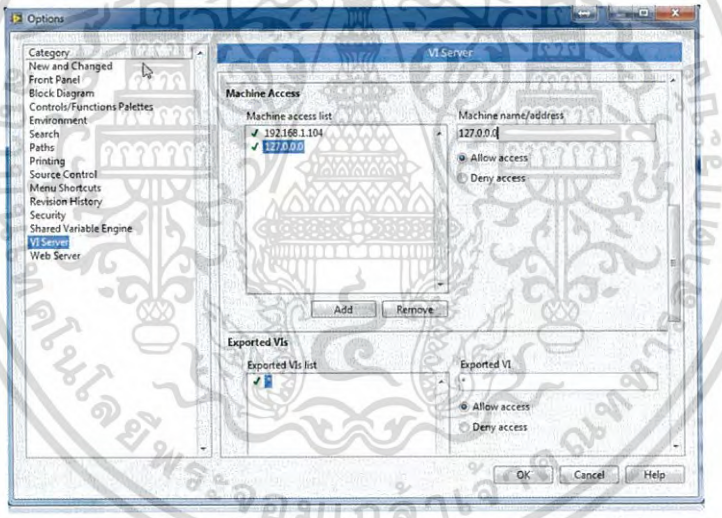


รูปที่ 3.23 หากมีข้อความ VIPM-Batch Process Error ขึ้นมาให้ แก้ไขดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.24 เข้าโปรแกรม Labview เข้าเมนู Tools>>Options.



รูปที่ 3.25 เลือก VI Server คลิก Add ในช่อง Machine name/address ใส่ 127.0.0.0 แล้วคลิก OK แล้วลองติดตั้งใหม่

3.4 สรุปเนื้อหา

ในบทนี้เราได้เรียนรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติขั้นพื้นฐานขององค์ประกอบด้าน Hardware และ Software โดยผู้ศึกษาได้ทำการเสนอวิธีการติดตั้ง Software ทั้ง Arduino ,LabView และการทำให้โปรแกรมทั้งสองสามารถเชื่อมต่อกันได้ และวิธีการการแก้ปัญหาที่พบบ่อยหลังจากการติดตั้งโปรแกรม ในส่วนของ Hardware ได้มีการเลือกอุปกรณ์ที่นำมาใช้งานอย่างเหมาะสมกับระบบ

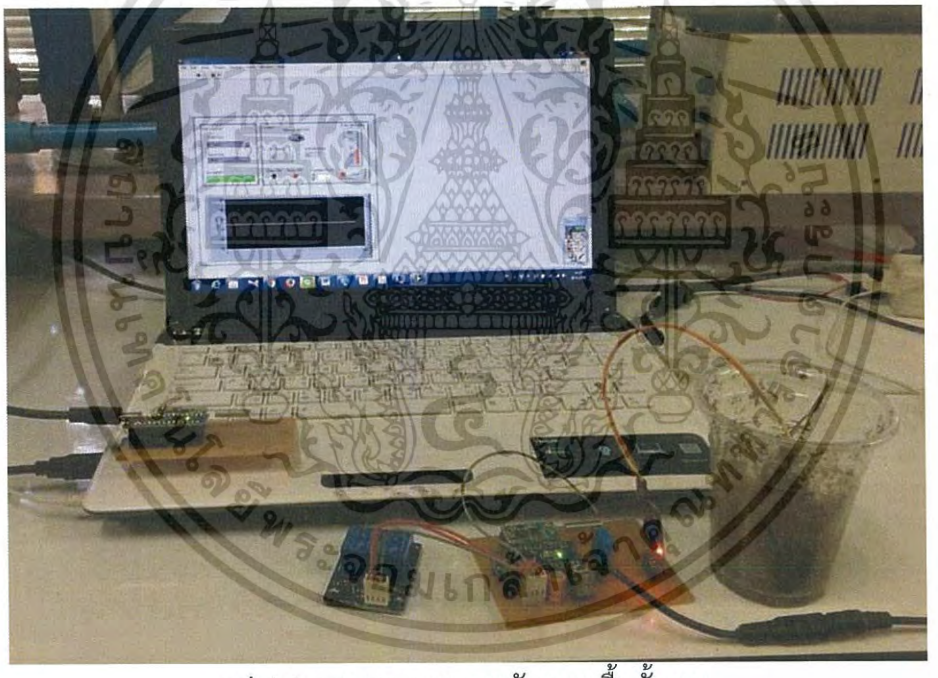
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การใช้งาน

4.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการใช้งานของกระบวนการควบคุมปัจจัยในการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งในที่นี้เราควบคุมความชื้นในอากาศและในดิน ในพื้นที่ที่ทำการเกษตร

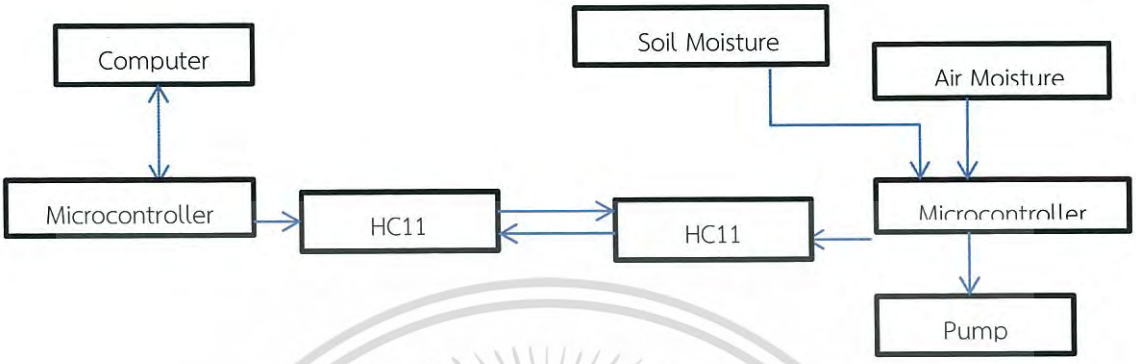
4.2 กระบวนการทำงาน



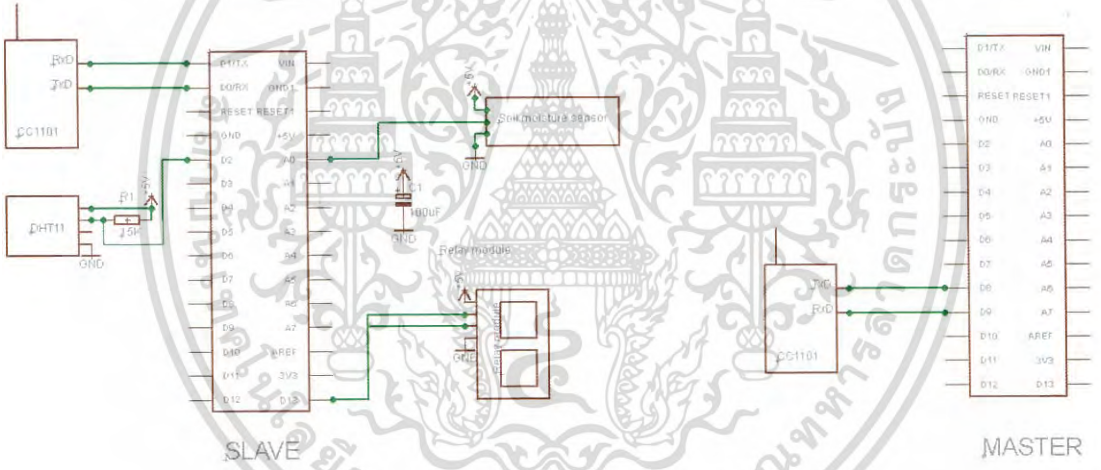
รูป 4.1 แสดงกระบวนการวัดความชื้นทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 กระบวนการทำงาน



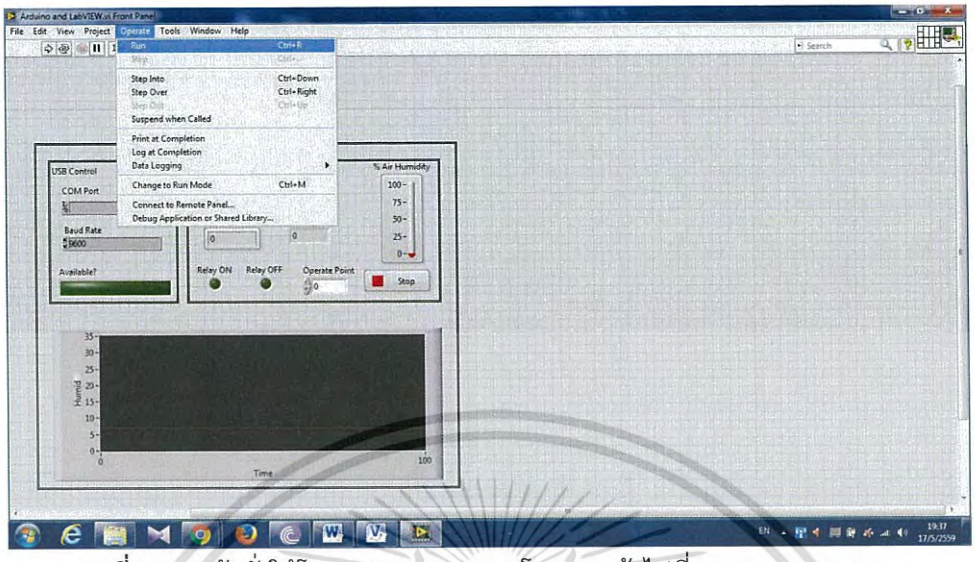
รูปที่ 4.2 การออกแบบกระบวนการ



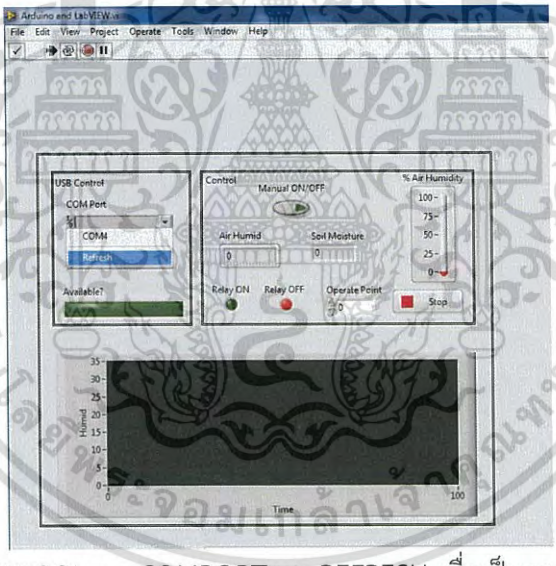
รูปที่ 4.3 การต่อสาย

จากกระบวนการในรูป 4.2 การทำงานของระบบในกระบวนการจะเริ่มต้นด้วยการจากชุดควบคุมของทั้งสองด้านซึ่งก็คือ Arduino nano โดยใช้ไฟ 5v ทั้งคู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

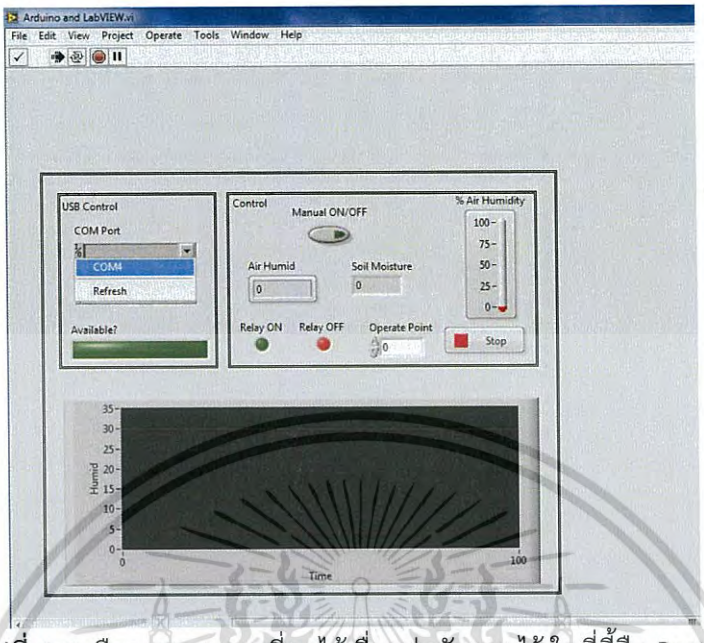


รูปที่ 4.4 แล้วสั่งให้โปรแกรม Labview โดยการเข้าไปที่ Operate >> Run



รูปที่ 4.5 ไปที่ USB CONTROL >> COMPORT >> REFRESH เพื่อเป็นการรีเฟรชค่าของ Port เก่า

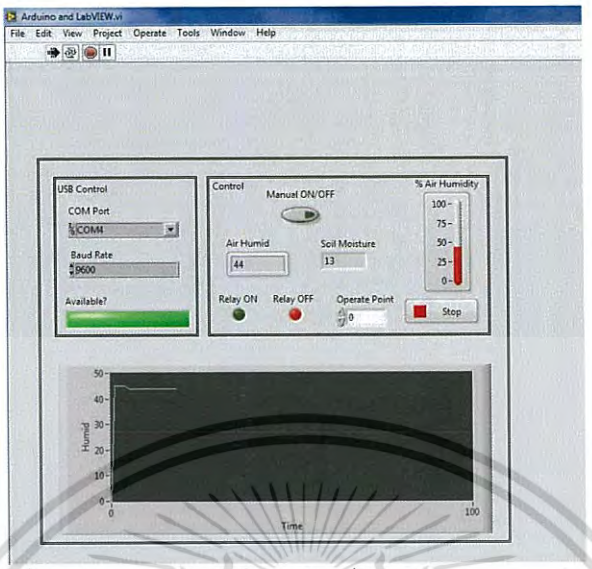
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 เลือก Port ตามที่เราได้เชื่อมต่อกับคอมไว้ ในที่นี้คือ Port 4

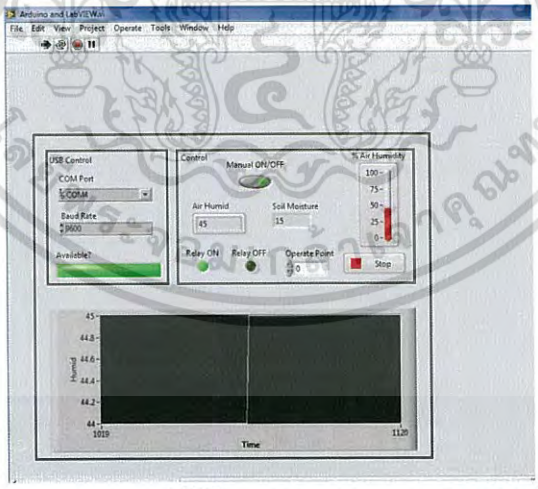
รูปที่ 4.7 เลือก Baud rate โดยเราจะใช้ 9600 เป็นอัตราการส่งข้อมูลพื้นฐานของเรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 เริ่มแสดงผลค่าที่วัดได้สังเกตว่าจะมี ไฟสีเขียวที่ Available แสดงถึงการทำงาน และที่ปุ่มรีเลย์มีไฟสีแดงแสดงถึงว่าปั๊มยังไม่ทำงาน เนื่องจากยังไม่ได้กำหนดค่าในช่อง Operate ค่าที่แสดงผลบนหน้าจอจะแยกเป็น 2 ส่วนคือ ค่าของความชื้นในดิน(Soil moisture) และค่าความชื้นในอากาศ(Air humidity)โดยจะมีแสดงค่าไว้เป็นกราฟเส้นและกราฟแท่ง 0-100

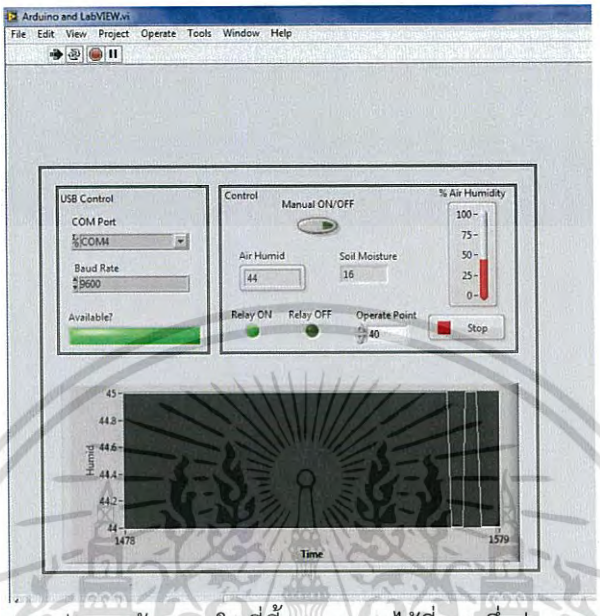
4.2.1.1 Manual Mode



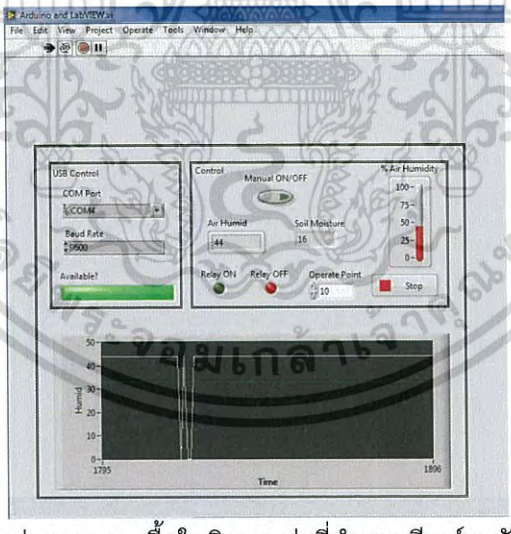
รูปที่ 4.9 เราสามารถควบคุมแบบแมนนัวได้โดยกดปุ่ม Manual ON/OFF ให้ปั๊มทำการรดน้ำตามที่ต้องการ สั่งเกตุว่า RELAY ONเป็นสีเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.2 Auto Mode

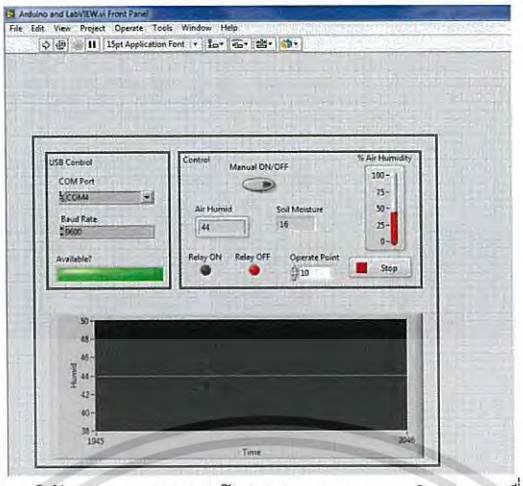


รูปที่ 4.10 ทำการOperate ค่าตามต้องการในที่นี้เราทดลองไว้ที่ 40 ซึ่งค่าความชื้นในดินตอนนี้น้อยกว่าที่เรากำหนดรีเลย์จะทำงาน สังเกตว่าไฟ ว่า RELAY ON เป็นสีเขียว



รูปที่ 4.11 สังเกตว่าเมื่อค่าของความชื้นในดินสูงกว่าที่กำหนดรีเลย์จะดับ RELAY Off เป็นสีแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 เมื่อต้องการหยุดใช้งานกด STOP โปรแกรมจะหยุดทำงาน เมื่อต้องการใช้งานก็เริ่มตามขั้นตอนอย่างที่ได้กล่าวมา

4.3 สรุปเนื้อหา

ในบทนี้ได้อธิบายกระบวนการทำงานในแบบต่างๆ และการแสดงค่าพื้นฐานบนโปรแกรม LABVIEW 2013 ในการควบคุมกระบวนการนั้นๆ โดยการเปรียบเทียบค่าที่ได้รับมา ซึ่งในการในการดำเนินการนี้ต้องใช้เวลา และ การลองผิดลองถูก โดยการใช้โปรแกรม LABVIEW เพื่อเขียนโปรแกรมในการควบคุมกระบวนการจ่ายน้ำเพื่อเพิ่มความชื้น ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการสอนและการเรียนรู้เกี่ยวกับการควบคุมกระบวนการแบบอัตโนมัติ ซึ่งแสดงผ่านหน้าจอ HMI (คอมพิวเตอร์) สำหรับวิศวกรหรือผู้ที่สนใจอยากศึกษาการทดลองของกระบวนการนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการปฏิบัติงาน

5.1 สรุปผล

ปริญญานิพนธ์นี้ นำเสนอออกแบบชุดควบคุมปัจจัยในการเติบโตของพืช ซึ่งในที่นี้ควบคุมความชื้นโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เพื่อใช้ในการศึกษากระบวนการควบคุมความชื้นในแปลงเกษตรกรรมและส่วนประกอบในการออกแบบชุดความควบคุมและแสดงผล การออกแบบจำเป็นต้องเข้าใจกระบวนการทั้งหมดเสียก่อนแล้วจึงเลือกอุปกรณ์ที่ใช้งานร่วมกัน อย่างเช่น การเลือกเซ็นเซอร์จะต้องรู้ถึงความสามารถในการตอบสนองและการรับค่า-ส่งค่า เป็นต้น ส่วนการออกแบบส่วนควบคุมได้ศึกษาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมกระบวนการโดยใช้วิธีเปรียบเทียบค่าในโปรแกรม Labview เพื่อให้การตอบสนองที่ดีที่สุดสำหรับชุดทดลอง

ในกระบวนการทำงานด้วย MCU ส่งข้อมูลผ่านระบบ Wireless โดยจะทำการควบคุมอยู่ 2 แบบ คือควบคุมแบบอัตโนมัติ และ ควบคุมแบบ manual เพื่อใช้ควบคุมการปล่อยตามความต้องการของเจ้าของ และแสดงค่าที่วัดได้จากเซ็นเซอร์ที่พื้นที่เป้าหมายได้อย่างถูกต้องแม่นยำ โดยไม่เกิดค่าความคลาดเคลื่อน

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. ปัญหาเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมโดยรอบของอุปกรณ์ชุดควยคุมความชื้น เนื่องจากอุปกรณ์เปราะบางเมื่อใช้งานในพื้นที่ที่มีอากาศร้อนจะทำให้เกิดอาการทำงานผิดพลาดได้
2. Port A/D ของ microcontroller มีเพียงจำนวน 8 บิต จึงทำให้ความสามารถในการประมวลผลยังไม่ดีเท่าที่ควร
3. การแบบโครงสร้างของชุดทดลองเป็นสิ่งที่ยาก เพราะต้องคำนึงความเหมาะสมและการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ที่ลงตัวพอดีทำให้เสียเวลาในการออกแบบนานเกินไป
4. อุปกรณ์ในกระบวนการมีความเปราะบางและอ่อนไหว ทำให้ต้องทำการทดลองนี้ด้วยความระมัดระวัง
5. การเชื่อมต่อระหว่าง Arduino และ Labview ต้องใช้เวลาในการตั้งค่า Protocal ให้ตรงกันทั้งสองฝ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการออกแบบชุดทดลองของกระบวนการนั้น ควรคำนึงถึงทั้งด้านฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์ว่าให้มีความเหมาะสมกับโครงงาน โดยเฉพาะชุดทดลองในส่วนของโครงสร้างควรคิดให้รอบคอบและคำนวณค่าต่างๆที่นำมาเชื่อมโยงให้เหมาะสมเนื่องจากฮาร์ดแวร์ส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กิจไพบูลย์ ชีวพันธุศรี. 2557. การสร้างระบบอัตโนมัติด้วย LabVIEW ร่วมกับระบบ Data Acquisition และ Machine Vision สำหรับผู้เริ่มต้น. กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้