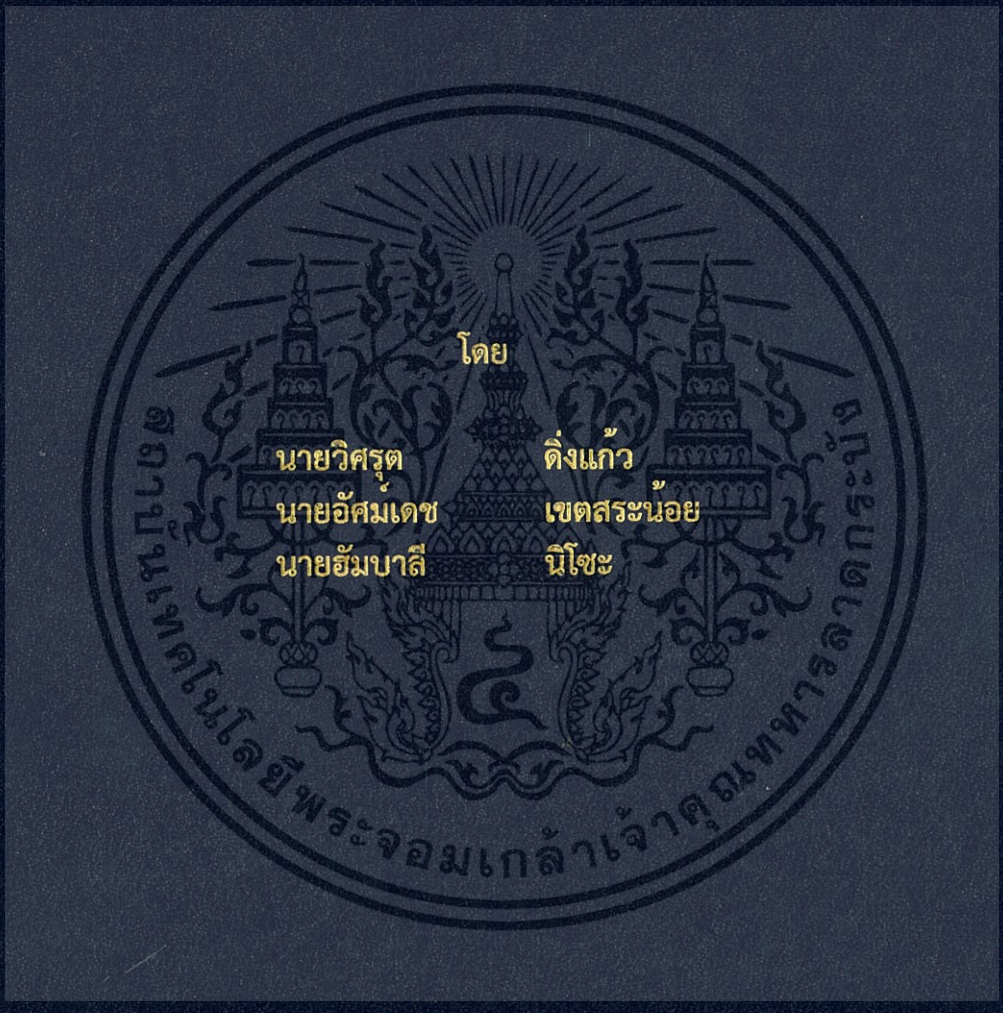
ระบบควบคุมการปลูกผักสลัดอัตโนมัติ
SMART FARM SYSTEM FOR SALAD



โดย

นายวิศรุต ดิ่งแก้ว
นายอัศมเดช เขตสระน้อย
นายฮัมบาลี นิโซะ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

ระบบควบคุมการปลูกผักสลัดอัตโนมัติ
SMART FARM SYSTEM FOR SALAD

โดย

นายวิศรุต	ดิ่งแก้ว	57011187
นายอัศม์เดช	เขตสระน้อย	57011528
นายฮัมบาลี	นิโซะ	57011560

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(.....)

อาจารย์ที่ปรึกษา

21/5/61

KMITL วิศวกรรมโทรคมนาคม Telecommunications Engineering

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(.....)

กรรมการผู้ตรวจชิ้นงาน

21/5/61

KMITL วิศวกรรมโทรคมนาคม Telecommunications Engineering

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2560
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบควบคุมการปลูกผักสลัดอัตโนมัติ
SMART FARM SYSTEM FOR SALAD

ผู้จัดทำ

1.	นายวิศรุต	ดิ่งแก้ว	57011187
2.	นายอัศม์เดช	เขตสระน้อย	57011528
3.	นายฮัมบาลี	นิโซะ	57011560

..... **อาจารย์ที่ปรึกษา**
(รศ.ดร.ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำโครงงานวิศวกรรมเรื่องระบบควบคุมการปลูกผักสลัดอัตโนมัติ กลุ่มของข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี และ ผศ.ดร.สมเกียรติ ฤกษ์วรัญญู ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ คอยให้คำปรึกษาให้ความสะดวกในการทำโครงงาน และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแนวทางในการทำโครงงาน

ขอขอบคุณสมาชิกในกลุ่มทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ ตลอดจนคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการทำโครงงาน ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ที่เป็นผู้ให้กำลังใจและให้โอกาสการศึกษาอันมีค่ายิ่ง

คณะผู้จัดทำโครงงานวิศวกรรมขอขอบพระคุณทุกท่านอย่างสูงที่ให้ การสนับสนุน เอื้อเฟื้อและให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือจนกระทั่งโครงงานในครั้งนี้ผ่านลุล่วงได้ด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบควบคุมการปลูกผักสลัดอัตโนมัติ

SMART FARM SYSTEM FOR SALAD

โดย	นายวิศรุต ดิ่งแก้ว	57011187
	นายอัศม์เดช เขตสระน้อย	57011528
	นายฮัมบาลี นิโซะ	57011560
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี	

บทคัดย่อ

โครงงานระบบควบคุมการปลูกผักสลัดอัตโนมัติ (Smart farm system for Salad) เป็นการออกแบบการสร้างระบบควบคุมกระบวนการการเจริญเติบโตของผักสลัดไม่เพียงแค่สามารถทำงานโดยอัตโนมัติเท่านั้น แต่ยังคงสามารถควบคุมและแสดงผลบนเว็บไซต์ (Website) โดยผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต (Internet) ซึ่งการทำงานหลักๆมีอยู่ 2 ส่วน คือ 1) ส่วนฮาร์ดแวร์จะทำการออกแบบโครงสร้างของแปลงปลูกและการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยพืชที่ปลูกผักสลัดที่มีขนาดไม่โตนักและมีระยะเวลาในการเติบโตสั้น 2) ส่วนซอฟต์แวร์จะทำการออกแบบระบบควบคุมการให้น้ำ และแสงสว่าง รวมไปถึงสามารถติดตามและควบคุมระยะไกลผ่านอินเตอร์เน็ต นอกจากนี้ การเข้าถึงอุปกรณ์ต้องทำได้โดยง่าย และมีความสะดวกในการควบคุมการใช้งาน

ABSTRACT

This project is Smart farm system for Salad, which is designed to create a plant growth process control system that is not only able to work automatically, but also able to control and display on Website through the Internet. There are two parts of main work the first part is structural designing for growth of salad and set up related devices by planting salad that are short growth stage, the second part is Software it is designed to control water, time, light and also able to follow and control long distance, moreover accessing devices have to be easy and able to control devices conveniently.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		I
บทคัดย่อ		II
สารบัญ		III
สารบัญรูป		V
สารบัญตาราง		VII
บทที่ 1	**บทนำ**	**1**
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	1
	1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	1
บทที่ 2	**ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง**	**2**
	2.1 ARDUINO	2
	2.2 บอร์ด ESPINO	3
	2.3 รีเลย์	4
	2.4 หม้อแปลงไฟฟ้า	5
	2.5 โมดูลวัดความเข้มแสง	8
	2.6 โมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้น	10
	2.7 ARDUINO IDE	11
	2.8 LED GROW LIGHT	12
	2.9 ผักสลัด	13
	2.10 แอโรโปนิกส์ การปลูกพืชในระบบรากแขวนอยู่ในอากาศ	15
	2.11 ภาษา PHP	18
	2.12 มายเอสคิวแอล (MYSQL)	19
	2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20
บทที่ 3	**การดำเนินงาน การออกแบบและการจัดทำอุปกรณ์**	**22**
	3.1 การดำเนินงาน	22
	3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดทำแปลงปลูกพืช	22
	3.3 การออกแบบระบบแปลงปลูกพืช	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	3.4 การเชื่อมต่ออุปกรณ์	24
	3.5 ผังการควบคุมการทำงาน	27
	3.6 การทดลองการใช้งานโมดูล	28
	3.7 การส่งข้อมูลจากเซนเซอร์ไปยังฐานข้อมูล	29
บทที่ 4	**ผลการทดลอง**	**30**
	4.1 ผลการทดลองวัดอุณหภูมิเทียบกับอุปกรณ์มาตรฐาน	30
	4.2 ผลการทดลองวัดความชื้นเทียบกับอุปกรณ์มาตรฐาน	31
	4.3 ผลการทดลองวัดการทดลองวัดค่าค่าความเข้มแสงของไฟ LED GROW LIGHT	32
	4.4 ผลการทดลองปลูกผักสลัดในแปลงปลูก	33
	4.5 ผลการแสดงผลข้อมูลบนเว็บเพจและการรับค่าเพื่อควบคุมการทางาน	37
บทที่ 5	**สรุปผลและข้อเสนอแนะ**	**38**
	5.1 สรุปผล	38
	5.2 ปัญหาและอุปสรรค	38
	5.3 ข้อเสนอแนะ	38
บรรณานุกรม		**39**
ภาคผนวก		42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 NODEMCU ESPINO	3
2.2	วงจรในการทำงานของรีเลย์	5
2.3	โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า	6
2.4	หม้อแปลงชนิดแกนเหล็ก (IRON CORE TRANSFORMER)	7
2.5	หม้อแปลงชนิดแกนเฟอร์ไรท์ (FERRITE CORE TRANSFORMER)	7
2.6	หม้อแปลงชนิดแกนอากาศ (AIR CORE TRANSFORMER)	8
2.7	โมดูลวัดความเข้มแสง	8
2.8	โมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้น	10
2.9	โปรแกรม ARDUINO IDE	11
2.10	LED LIGHT GROW	12
2.11	ผักสลัดหรือผักกาดหอม	13
2.12	แผนภาพการปลูกพืชระบบรากแขวนอยู่ในอากาศ	16
2.13	การปลูกพืชระบบรากแช่ในน้ำหรือไฮโดรพอนิกส์	17
3.1	(ก) โครงสร้างโดยรวมของแปลงปลูก (ข) ส่วนยึดลำต้นและระบบน้ำ	23
3.2	แสดงการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์	24
3.3	การเชื่อมต่อระหว่างบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์กับวงจรไฟ LED	24
3.4	การเชื่อมต่อระหว่างบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์กับปั๊มน้ำ	25
3.5	การเชื่อมต่อระหว่างบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์กับโมดูลเซนเซอร์วัดความเข้มแสง	25
3.6	การเชื่อมต่อระหว่างบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์กับโมดูลเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น	26
3.7	ผังการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์	27
3.8	การใช้อุปกรณ์มาตรฐานวัดอุณหภูมิและความชื้นเทียบกับโมดูลเซนเซอร์	28
3.9	การส่งค่าที่ได้จากตัวแปรไปเก็บยังฐานข้อมูล	29
3.10	การส่งค่าที่ได้จากตัวแปรไปเก็บยังฐานข้อมูล ค่าตัวแปรที่บรรจุในฐานข้อมูล	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.1	การทดลองวัดอุณหภูมิเทียบกับอุปกรณ์มาตรฐาน	30
4.2	แผนภูมิพื้นผิวแสดงค่าความเข้มแสง ณ ตาแหน่งต่างๆ บนถาดรองรับกระถาง	32
4.3	การเตรียมต้นกล้าโดยการเพาะเมล็ด	33
4.4	เพาะเมล็ดด้วยแสงไฟจากหลอดฟลูออเรสเซนส์	33
4.5	เพาะเมล็ดด้วยแสงไฟจากหลอดฟลูออเรสเซนส์	34
4.6	ต้นกล้าที่มีอายุ 2 สัปดาห์	34
4.7	รากต้นกล้าที่มีอายุ 2 สัปดาห์	35
4.8	นำต้นกล้าลงแปลงปลูก	35
4.9	แผนภูมิแสดงการเจริญเติบโตของลำต้น	36
4.10	แผนภูมิแสดงการเจริญเติบโตของราก	37
4.11	ค่าตัวแปรที่ส่งและรับจากเซิร์ฟเวอร์	37
4.12	หน้าแสดงผลบนเว็บเบราเซอร์ส่วนข้อมูลล่าสุด	38
4.13	หน้าแสดงผลบนเว็บเบราเซอร์ส่วนข้อมูล 5 อันดับล่าสุด	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

2.1 แสดงความยาวคลื่นของสีต่างๆ 13
4.1 ผลการทดลองวัดอุณหภูมิเทียบกับอุปกรณ์มาตรฐาน 31
4.2 ผลการทดลองวัดความชื้นเทียบกับอุปกรณ์มาตรฐาน 31
4.3 ค่าความเข้มแสงที่วัด ณ จุดกึ่งกลางของถาดรองรับกระถาง 32
4.4 ค่าความเข้มแสงที่วัด ณ ตาแหน่งต่างๆ ของถาดรองรับกระถาง 32
4.5 ความสูงของลาต้นและความยาวของรากเป็นระยะเวลา 7 วัน 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันผู้คนหันมาสนใจในการรับประทานอาหารที่มีผลดีต่อสุขภาพมากยิ่งขึ้น ไม่ว่าจะเป็นอาหารที่ปราศจากไขมันอิ่มตัว หรือหลีกเลี่ยงอาหารที่มีสารพิษ[11] โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชผัก แต่เราไม่สามารถปฏิเสธได้เลยว่าการปลูกพืชผักในเชิงพาณิชย์ จำเป็นต้องใช้สารเคมีจำพวกสารกำจัดศัตรูพืชเพื่อช่วยให้ได้ผลผลิตคุ้มค่าในการลงทุน ทำให้พืชผักที่จำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป มีสารปนเปื้อนที่ไม่พึงประสงค์ ดังนั้นการเลือกปลูกพืชผักรับประทานเองจึงเป็นทางเลือกที่ดีที่สุดอย่างหนึ่งที่สามารถหลีกเลี่ยงปัญหาสารปนเปื้อนดังกล่าวได้ อย่างไรก็ตามสังคมเมืองในปัจจุบันมีพื้นที่ในการอยู่อาศัยอย่างจำกัด เนื่องด้วยความหนาแน่นของประชากรในพื้นที่ ทำให้แทบจะเป็นไปไม่ได้เลยที่จะมีพื้นที่เพียงพอและเหมาะสมสำหรับเพาะปลูก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการอยู่อาศัยในอพาร์ทเม้นท์หรือคอนโดมิเนียม

ด้วยปัญหาดังกล่าวข้างต้น จึงเป็นที่มาของแนวคิดในการสร้างระบบควบคุมและแปลงปลูกผักสลัดหรือผักกาดแก้วซึ่งเป็นพืชผักที่มีความนิยมรับประทานให้สามารถปลูกพืชได้ภายในพื้นที่ที่มีอยู่อย่างจำกัด ไม่จำเป็นต้องใช้ดินในการปลูก และมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักสลัด โดยอาศัยเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการสังเกตและการจัดการ นอกจากนี้ การเข้าถึงอุปกรณ์ต้องทำได้โดยง่าย และมีความสะดวกในการควบคุมใช้งาน คณะผู้จัดทำ จึงได้นำประโยชน์ของหลักการ Internet of Things (IoT) เพื่ออำนวยความสะดวกในการควบคุมและใช้งานอุปกรณ์

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาและเขียนโปรแกรมคำสั่งการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์
1.2.2 เพื่อศึกษาการส่งข้อมูลแบบไร้สายโดยผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต
1.2.3 เพื่ออำนวยความสะดวกในการปลูกพืชโดยใช้เทคโนโลยีเข้ามาเกี่ยวข้อง

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

ระบบควบคุมการปลูกผักสลัดอัตโนมัติ เพื่อที่จะสามารถควบคุมกระบวนการการเจริญเติบโตของผักสลัด โดยการทำงานหลักๆมีอยู่ 2 ส่วน คือ 1) ส่วนฮาร์ดแวร์จะทำการออกแบบโครงสร้างของแปลงปลูกและการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผักสลัดที่ปลูกเป็นผักสวนครัวที่ขนาดไม่โตนักและมีระยะเวลาในการเติบโตสั้น 2) ส่วนซอฟต์แวร์จะทำการออกแบบระบบควบคุมการให้น้ำ รวมไปถึงสามารถควบคุมและแสดงผล อุณหภูมิ ความชื้น และแสง ได้ในระยะไกลผ่านระบบอินเทอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ในการทำโครงงานเรื่อง "ระบบควบคุมการปลูกผักสลัดอัตโนมัติ" ในครั้งนี้ ทางคณะผู้จัดทำได้ทำการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่างๆ ในเรื่องดังต่อไปนี้

2.1 Arduino

Arduino เป็นแนวคิดในการสร้างสิ่งที่เรียกว่า แพลตฟอร์ม (Platform) ประกอบด้วยฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟต์แวร์ (Software) ใช้สำหรับการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและรวมถึงผู้ใช้ด้วย (หรือที่เรียกว่า Physical Computing) Arduino เริ่มต้นเผยแพร่ผลงานในราวปี ค.ศ. 2005 มีวัตถุประสงค์คือ การสร้างฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่เป็น Open Source เปิดเผยโค้ดต้นฉบับผังวงจรสำหรับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ และเอกสารรายละเอียดอื่นๆ เช่น คู่มือการใช้งาน โค้ดตัวอย่าง ภายใต้เงื่อนไขการนำไปเผยแพร่และพัฒนาต่อ เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการสร้างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นต้นแบบ (Electronics Prototyping) และนำไปสู่การนำเสนอผลงาน และแลกเปลี่ยนอย่างเสรีในวงกว้าง เหตุผลที่ Arduino ได้รับความนิยมและแพร่หลาย

1) ใช้งานง่าย เช่น ใช้แหล่งจ่ายไฟเลี้ยงจากพอร์ต USB และดาวโหลดโปรแกรมผ่านสาย USB ได้จากคอมพิวเตอร์หรือ Notebook โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์เสริมสำหรับการโปรแกรมลงบอร์ด (Hardware Programmer) ซึ่งอาจจะมีราคาที่สูงกว่าราคาของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

2) ทำงานได้หลากหลายแพลตฟอร์ม (Windows, Mac OS, Linux)

3) ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมเป็น Open Source

4) เปิดเผยโค้ดต้นฉบับ และนำไปพัฒนาต่อยอดได้

5) เปิดเผยวงจร (ไฟล์ผังวงจรและลายวงจรสำหรับ PCB) เป็น Open Hardware

6) เปิดเผยวงจรภายใต้ลิขสิทธิ์ที่ชื่อว่า Creative Commons สามารถนำไปดัดแปลง ต่อขยาย และเพิ่มเติมได้ภายใต้เงื่อนไขตามลิขสิทธิ์ดังกล่าว

7) มีความหลากหลายทางฮาร์ดแวร์ Arduino Boards / Arduino Clones / Arduino Shields

8) มีการนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย เช่น ควบคุมหุ่นยนต์ ควบคุมการบิน (Flight Controller) สำหรับ Quad rotor อุปกรณ์อ่านค่าเซนเซอร์และส่งข้อมูลไปยัง IoT Cloud เป็นต้น

ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเขียนโค้ดสำหรับ Arduino (Arduino Sketch) คือ Arduino IDE มีให้เลือกใช้สำหรับระบบปฏิบัติการ Windows, Linux และ Mac OS X การเขียนโค้ด Arduino Sketch จะใช้ภาษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C/C++ ดังนั้นจึงสามารถเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุได้ (Object-oriented Programming / OOP) สามารถสร้างและใช้งานคลาส (Class) หรือออปเจค (Object) ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานฮาร์ดแวร์ต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ มีชุดคำสั่งสำหรับ Arduino มีการสร้างฟังก์ชั่นหรือคำสั่งไว้ให้ใช้งานหลากหลายคำสั่ง และจัดทำให้อยู่ในรูปไลบลารี่ (C++ Library) เพื่อความสะดวกต่อการนำไปใช้งาน

2.2 บอร์ด ESPino

บอร์ด ESPino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์พร้อมโมดูลสื่อสารเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไร้สาย (Wireless LAN) บอร์ด ESPino ใช้โมดูล WROOM-02 (EFDV455) ชิพ ESP8266 Wi-Fi SoC จากทาง Espressif Systems ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 32-bit แบบประหยัดพลังงาน ความเร็ว 80 MHz หน่วยความจำแบบแฟลชเมมโมรี่ 4 MB รองรับการเชื่อมต่อเครือข่ายมาตรฐาน IEEE 802.11 b/g/n ความถี่ 2.4 GHz พร้อม TCP/IP Stack มีอินเตอร์เฟส ได้แก่ GPIO SDIO PWM ADC HSPI UART I2C I2S

รูปที่ 2.1 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 NodeMCU ESPino[17]

สามารถพัฒนาโปรแกรมบนแพลตฟอร์ม Arduino ได้ โดยติดตั้ง Board Support Package ของ ESP8266/Arduino เพิ่มเติมลงใน Arduino IDE บอร์ด ESPino มาพร้อมกับวงจร USB-to-Serial ชิพ CP2104 สามารถเสียบเข้ากับคอมพิวเตอร์และติดตั้ง driver แล้วสามารถโปรแกรม ESP8266 ได้ผ่านพอร์ต USB ได้โดยไม่ต้องเชื่อมต่อเครื่องโปรแกรมเพิ่มเติม พร้อมส่วนของวงจรอัพโหลดอัตโนมัติ ไม่ต้องกดปุ่ม Program และ Reset บนบอร์ดในตอนอัพโหลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บอร์ด ESPino เหมาะสำหรับการนำไปพัฒนางานทางด้าน Internet of Things เป็นอุปกรณ์ปลายทาง เพื่ออ่านค่าจากเซ็นเซอร์หรือส่งค่าควบคุมไปยังอุปกรณ์ผ่าน Wi-Fi สามารถนำไปใช้ได้ตั้งแต่การเรียนรู้และการใช้งานจริง นำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบต่างๆ ยกตัวอย่างเช่น

- Home automation and home security
- Smart lights and plugs
- Home appliances
- Sensors and detectors
- Security alarms
- Remote controls and toys
- Monitors and scales
- Mesh Network
- Industrial Wireless Control
- Wi-Fi Location-aware Devices
- Security ID Tags
- Wi-Fi Position System Beacons

2.3 รีเลย์ (Relay)

รีเลย์ (Relay) เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสภาวะ โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการเปิดหรือปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเราสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ ในการวบคุมวงจรต่าง ๆ ในงานช่างอิเล็กทรอนิกส์มากมาย

ส่วนประกอบของรีเลย์ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนก็คือ

1) ส่วนของขดลวด (coil) เหนี่ยวนำกระแสต่ำ ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้แกนโลหะไปกระทุ้งให้หน้าสัมผัสต่อกัน ทำงานโดยการรับแรงดันจากภายนอกต่อคร่อมที่ขดลวดเหนี่ยวนำนี้ เมื่อขดลวดได้รับแรงดัน(ค่าแรงดันที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับชนิดและรุ่นตามที่ผู้ผลิตกำหนด) จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้แกนโลหะด้านในไปกระทุ้งให้แผ่นหน้าสัมผัสต่อกัน

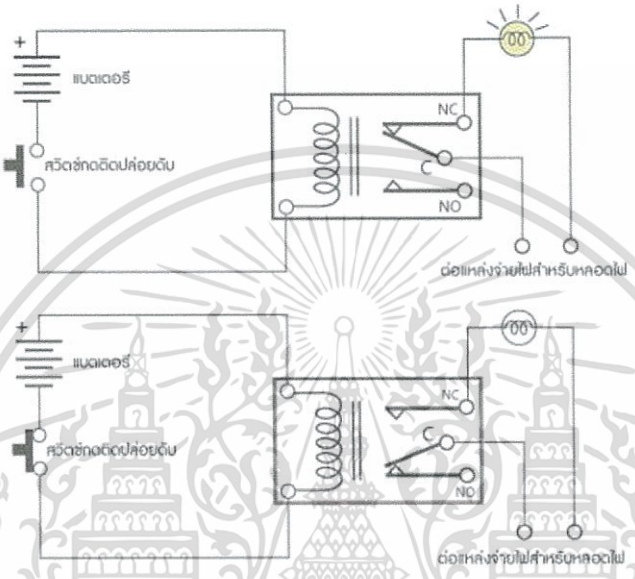
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ส่วนของหน้าสัมผัส (contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์จ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์

จาก $C_1V_1 = C_2V_2$

$2X = (1)(100)$

$X = 50$ ml



รูปที่ 2.2 วงจรในการทำงานของรีเลย์[18]

2.4.2 ชนิดของรีเลย์ รีเลย์ที่นิยมใช้งานและรู้จักกันแพร่หลาย 4 ชนิด

1) อาร์เมเจอร์รีเลย์ (Armature Relay)

2) รีดรีเลย์ (Reed Relay)

3) รีดสวิตช์ (Reed Switch)

4) โซลิดสเตทรีเลย์ (Solid-State Relay

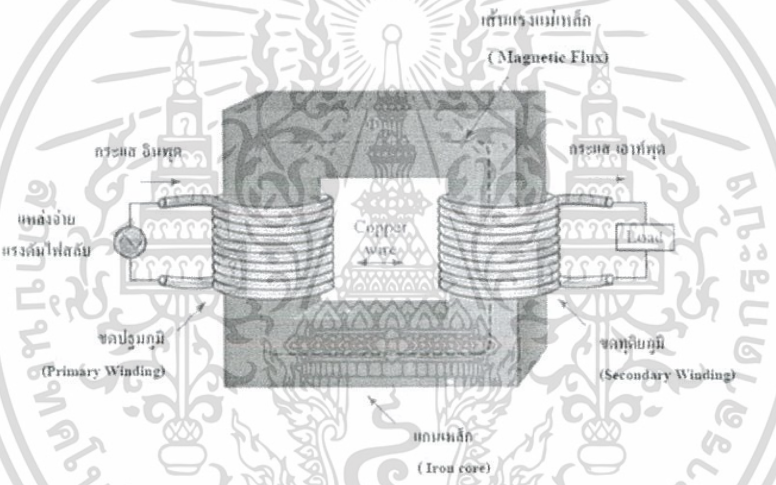
2.4 หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)

หลักการทำงานในระบบจ่ายไฟฟ้าจะมีการแปลงแรงดันไฟฟ้าสลับให้มีขนาดสูงเช่นให้มีขนาดเป็น 48kV หรือ 24kV เพื่อลดขนาดของลวดตัวนำ ที่ต้องใช้ในการจ่ายไฟฟ้าเป็นระยะทางไกล เมื่อถึงปลายทางก่อนที่จะจ่ายไฟฟ้าไปให้แก่บ้านเรือนต่างๆ ก็จะแปลงระดับแรงดันไฟฟ้าให้ลดลงเป็น 220 V เพื่อลดอันตรายที่จะเกิดแก่ผู้ใช้ไฟฟ้า และเมื่อต้องการใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ระดับแรงดันต่ำ เช่น 6V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือ 9V ก็จะต้องมีการแปลงดันไฟฟ้า ตามบ้านจาก 220 V เป็นระดับแรงดันไฟฟ้าตามที่ต้องการ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ดังกล่าว เราเรียกว่า หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)

การทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้านั้น อาศัยหลักการความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับเส้นแรงแม่เหล็กในการสร้างแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำให้กับตัวนำ คือ เมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวดตัวนำ ก็จะทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กรอบๆตัวนำนั้น และถ้ากระแสที่ป้อนมีขนาดและทิศทางที่เปลี่ยนแปลงไปมา ก็จะทำให้สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นมีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ถ้าสนามแม่เหล็กที่มีการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวตัดผ่านตัวนำ ก็จะเกิดแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำขึ้นที่ตัวนำนั้น โดยขนาดของแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำจะสัมพันธ์กับความเข้มของสนามแม่เหล็ก และความเร็วในการตัดผ่านตัวนำของสนามแม่เหล็ก



รูปที่ 2.3 โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า[19]

2.4.1 ชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้า

เราสามารถแบ่งชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้า ตามแกนของหม้อแปลงได้ 3 แบบ คือ

1) หม้อแปลงชนิด แกนเหล็ก (Iron Core Transformer) หม้อแปลงแบบนี้จะใช้ แผ่นเหล็กอ่อนหลายๆแผ่นส่วนใหญ่จะใช้รูปทรงตัว E กับ ตัว I ประกอบกันเป็นแกนซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ในงานทั่วไปที่มีความถี่ไม่สูงนัก เช่นหม้อแปลงในงานส่งกำลังไฟฟ้า หรือหม้อแปลงแปลงแรงดันไฟฟ้าตามบ้านเป็นแรงดันต่ำตามที่ต้องการ หม้อแปลงชนิดนี้จะมีประสิทธิภาพสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

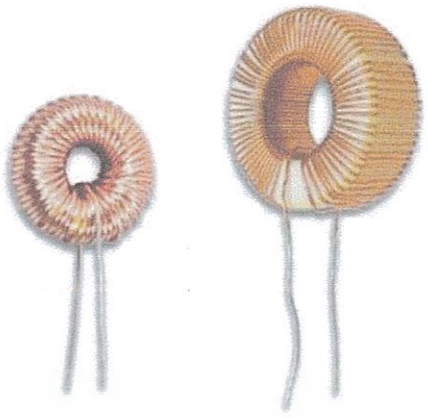
รูปที่ 2.4 หม้อแปลงชนิดแกนเหล็ก (Iron Core Transformer) [20]

2) หม้อแปลงชนิดแกนเฟอร์ไรท์ (Ferrite Core Transformer) หม้อแปลงชนิดนี้ส่วนใหญ่จะใช้ในงานที่มีความถี่สูง เช่นในเครื่องรับ เครื่องส่ง วิทยุ หรือในวงจรสวิตชิ่ง เพราะไม่สามารถใช้หม้อแปลงชนิดแกนเหล็กได้ ดังรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 หม้อแปลงชนิดแกนเฟอร์ไรท์ (Ferrite Core Transformer) [20]

3) หม้อแปลงชนิดแกนอากาศ (Air Core Transformer) หม้อแปลงชนิดนี้จะใช้ในงานความถี่สูงเช่นในเครื่องรับ เครื่องส่งวิทยุ ความถี่สูง เพราะไม่สามารถใช้หม้อแปลงชนิดอื่นได้เนื่องจากจะเกิดความสูญเสียอย่างมาก

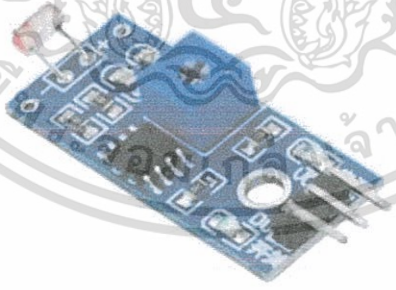
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 หม้อแปลงชนิดแกนอากาศ (Air Core Transformer) [20]

2.5 โมดูลวัดความเข้มแสง

โมดูลที่ใช้ในการตรวจจับความสว่างและความเข้มของแสง Photosensitive brightness resistance sensor module Light intensity detect โมดูลให้สัญญาณออกมาเป็นแบบดิจิตอล คือ 0 กับ 1 สามารถปรับตัวต้านทานปรับค่าได้ ว่าจะให้สว่างเท่าใดจึงจะส่งค่าเอาต์พุตออกมาได้ตามต้องการ



รูปที่ 2.7 โมดูลวัดความเข้มแสง[21]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 ความเข้มแสง

สามารถวัดได้หลายค่า เช่น แรงเทียน lumen lux แรงเทียน หรือ candle power มีหน่วยเป็น cd หรือ candle 1 cd หมายถึง เมื่อเราเอาแหล่งกำเนิดแสง มาวางไว้ที่กลางวัตถุทรงกลม มีรัศมี 1 ฟุต ในพื้นที่ 1 ตารางฟุตนั้น จะวัดความสว่างได้เท่ากับ 1 ฟุต-แคนเดิล (1 fc or หรือเท่ากับ 1 lumen/m^2) อาจเรียกย่อว่า 1 lumen (lm) นั่นคือ ในพื้นที่ทรงกลม 1 ตารางฟุต จะมีเส้นแสงมาตก 1 เส้น หรือ 1 lumen

Lumen เป็นการวัด flux หรือ ว่ามีพลังงานแสงออกมาจากแหล่งกำเนิดนั้น ๆ เท่าไหร่ ในเวลาหนึ่งๆ (วัดเฉพาะแสงช่วงสายตามองเห็น ไม่ใช่พลังงานทั้งหมด)

Lux เป็นการวัด illumination หรือ ความส่องสว่าง (flux คือ พลังงานแสงที่ออกจากจุดกำเนิด แต่ illumination เป็นพลังงานแสงที่ตกกระทบตัวพื้นผิว)

หากต้องการแปลงหน่วยก็สามารถแปลงได้ง่าย ๆ คือ

1 fc (foot-candle) = 1 lumen/m^2

1 fc = 1/10.76 lumen/m^2หรือ lux

1 fc = 0.09 lux

1 lux = 10.76 fc = 10.76 lm/m^2

Power Consumption วัดออกมาเป็น watt

2.5.2 ปริมาณแสง

หน่วยการวัดปริมาณแสงที่นิยมใช้ในงานวิศวกรรม คือ การวัดในรูปของเส้นแรงของแสง ซึ่งมีหน่วยเป็น ลูเมน (Lumen) และ หน่วยที่แสดงการส่องสว่าง หรือความสว่างจะใช้หน่วย ลักซ์ (Lux) ซึ่งเป็นค่าเส้นแรงของแสงที่ตกบนพื้นที่ 1 ตารางเมตร คือ

Lux = Lumen/m2 = lm/m^2

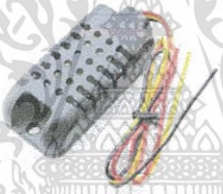
โดยการบอกค่าปริมาณแสงที่ออกมาจากหลอดใดๆ ก็จะบอกเป็นค่าลูเมน เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์สี Cool White 36 W. 1 หลอด มีค่า Lumen Output ประมาณ 3,000 Lumen หลอดฟลูออเรสเซนต์สี Day Light 36 W. 1 หลอด มีค่า Lumen Output ประมาณ 2,700 Lumen. ประสิทธิภาพของหลอดไฟ จะพิจารณาจากเส้นแรงของแสงที่ออกมาจากหลอดต่อกำลังวัตต์ของหลอดไฟ บางครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียกว่า Efficacy มีหน่วยเป็น Lumen/Watt เช่น หลอดไส้ มีประสิทธิภาพทางแสงประมาณ 15 Lumen/Watt หลอดฟลูออเรสเซนต์ Cool White มีประสิทธิภาพทางแสงประมาณ 80 Lumen/Watt.

2.6 โมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้น

โมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้น (DHT11 Temperature and Humidity Sensor Module) เป็นโมดูลที่สามารถวัดอุณหภูมิและความชื้นบริเวณรอบๆทั่วไปหรือในห้องหรือประยุกต์ใช้งานอื่นเช่น Testing, Inspection Equipment, Automatic Control, Data Logger, Weather Station, Humidity Regulator ขึ้นอยู่กับการเขียนโปรแกรมและการต่อใช้งานภายนอก สามารถเชื่อมต่อใช้งานกับบอร์ด Rasberry Pi, Arduino, ARM, MCS-51, AVR, PIC มีความถูกต้องแม่นยำให้สัญญาณเอาท์พุทแบบ Digital Output, การตรวจวัดคงที่กับ DHT11 Sensor, ย่านวัดอุณหภูมิ 0-50 องศาเซลเซียส, ย่านวัดความชื้น 20-90% RH, ง่ายกับการติดตั้งโมดูล สามารถ Fix จุดตรวจวัดได้ง่าย



รูปที่ 2.8 โมดูลวัดความอุณหภูมิและความชื้น[22]

2.6.1 ความชื้นของอากาศ

ความชื้นของอากาศ คือ ปริมาณไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ ซึ่งเกิดจากการระเหยของน้ำจากแหล่งน้ำต่างๆบนพื้นโลก ในแต่ละวันการระเหยน้ำจะมีปริมาณแตกต่างกัน จึงทำให้ปริมาณไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศมีความแตกต่างกันอากาศมีความชื้นมาก คือ ปริมาณไอน้ำในอากาศมาก และถ้าอากาศรับปริมาณไอน้ำมากเกินไปไม่สามารถรับไอน้ำได้อีก เรียกว่า อากาศอิ่มตัวด้วยไอน้ำ

อากาศความชื้นน้อยหรืออากาศแห้ง คือ ปริมาณไอน้ำในอากาศน้อยและสามารถรับไอน้ำได้อีกมาก จึงทำให้น้ำจากแหล่งน้ำต่างๆระเหยแห้งได้ดี เสื้อผ้าที่ตากไว้ก็จะแห้งเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบอกความชื้นของอากาศบอกได้ 2 วิธี คือ

1) ความชื้นสัมบูรณ์ (A.H) คือ อัตราส่วนระหว่างมวลของไอน้ำต่อปริมาณอากาศ

$$A.H = M/V \text{ มีหน่วยเป็น } g/m^3$$

2) ความชื้นสัมพัทธ์ (R.H) คือ ปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศกับไอน้ำอิ่มตัวที่อุณหภูมิและปริมาณเดียวกัน

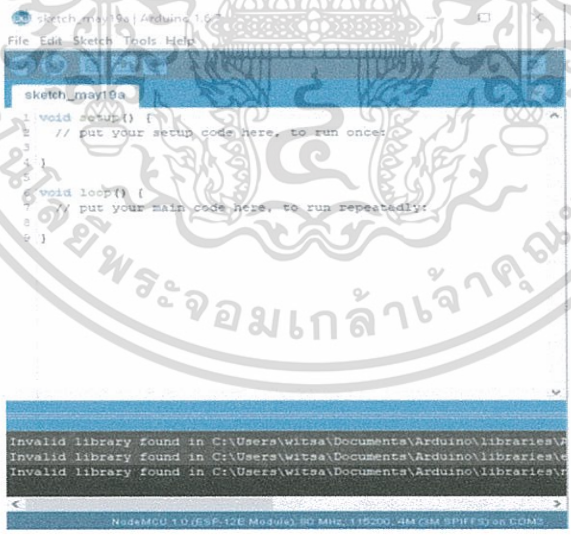
$$R.H = m/M \times 100 \text{ เปอร์เซ็นต์ มีหน่วยเป็น เปอร์เซ็นต์}$$

หมายเหตุ m คือ มวลไอน้ำที่มีอยู่จริง

M คือ มวลไอน้ำอิ่มตัว

2.7 Arduino IDE

ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนางานสำหรับบอร์ด Arduino คือโปรแกรมที่เรียกว่า Arduino IDE ในการเขียนโปรแกรมและคอมไพล์ลงบอร์ด IDE ย่อมาจาก (Integrated Development Environment) คือ ส่วนเสริมของระบบการพัฒนาหรือตัวช่วยต่างๆที่จะคอยช่วยเหลือ Developer หรือช่วยเหลือคนที่พัฒนา Application เพื่อเสริมให้เกิดความรวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ ตรวจสอบระบบ ทำให้การพัฒนางานต่างๆเร็วมากขึ้น



รูปที่ 2.9 โปรแกรม Arduino IDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 LED Grow Light

หลอดไฟ LED Light Grow คือหลอดไฟที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้สำหรับปลูกต้นไม้โดยเฉพาะ ใช้สำหรับการเร่งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนป้องกันลำต้นยืด ใช้แทนแสงอาทิตย์สำหรับปลูกต้นไม้ภายในบ้าน ซึ่งจะขับความยาวคลื่นเฉพาะแสงที่พืชต้องการ ซึ่งมีแสงสีน้ำเงินและแสงสีแดงดังรูปที่ 2.10

ข้อดีของแสงสีน้ำเงิน (ความยาวคลื่นแสงประมาณ 430-460nm)

(1) เป็นช่วงความยาวคลื่นแสงที่สามารถดูดซึมได้มากที่สุด

(2) กระตุ้นการผลิต Chlorophyll ทำให้ต้นไม้สังเคราะห์แสงได้มากขึ้น

(3) เร่งการเจริญเติบโตของลำต้น ช่วยให้ลำต้นแข็งแรง และลดปัญหาลำต้นยืดผิดรูป

(6) ช่วยให้ใบไม้แข็งแรงมีสีเขียวสด สวยงาม

ขอดีของแสงสีแดง (ความยาวคลื่นแสงประมาณ 630-660nm)

(1) เป็นช่วงความยาวคลื่นแสงที่สามารถดูดซึมได้ดี

(2) เร่งดอก เร่งผล ช่วยบำรุงดอกและผลให้สมบูรณ์ และช่วยขยายขนาดของผลผลิต

(3) เร่งการเจริญเติบโตของราก และช่วยให้รากแข็งแรง

(4) เร่งการเจริญเติบโตของลำต้น

รูปที่ 2.10 LED Light Grow[23]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ความยาวคลื่นของสีต่างๆ

แสงสี	ความยาวคลื่น (นาโนเมตร)
ม่วง	380 - 425
น้ำเงิน	425 - 480
เขียว	480 - 570
เหลือง	570 - 590
แสด	590 - 610
แดง	610 - 720

2.9 ผักสลัด

รูปที่ 2.11 ผักสลัดหรือผักกาดหอม[24]

สลัด (LETTUCE : Lactuca sativa L.) อยู่ในพืชตระกูล Asteraceae (Compositae) ซึ่งค่อนข้างใหญ่ ประกอบด้วยพืช 800 สกุล 20,000 กว่าชนิด แต่สวนใหญ่ จะเป็นสายพันธุ์ป่ามีเพียงไม่กี่ชนิดที่นำมาปลูกเพื่อการค้า สลัดเป็นพืช ที่นิยมบริโภคสดและประกอบอาหารมากที่สุด ประกอบด้วยน้ำ 95% คาร์โบไฮเดรต 1-2% โปรตีน 1-2% และไขมัน 0.25%

Lactuca sativa เป็นสายพันธุ์กลุ่มเดียวที่นำมาปลูกเพื่อการค้า มีถิ่นกำเนิดอยู่แถบที่ราบด้านตะวันออกของเขตเมดิเตอร์เรเนียน จากรูปวาดในหลุมฝังศพชาวอียิปต์ พบว่ามีการเพาะปลูกสลัดมานานกว่า 4,500 ปีก่อนคริสตศักราช โดยใช้เป็นพืชสมุนไพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

สลัดเป็นพืชฤดูเดียว มีลำต้นอวบสั้นและช่วงข้อถี่ ใบจะเจริญจากข้อเป็นกลุ่ม

1) ใบ

ใบจะมีลักษณะ รูปร่าง และสีแตกต่างกันขึ้นอยู่กับพันธุ์ เช่น ใบกลม ใบรี ใบเรียบหรือมีหยักหรือบิดงอ บางพันธุ์อาจจะมีใบหนาแข็งกรอบและบางพันธุ์อาจจะมีใบอ่อนนิ่ม มีสีเขียวอ่อนจนถึงสีเขียวเข้ม สีน้ำตาลปนแดง สีแดงและสีน้ำตาลเป็นต้น บางพันธุ์จะมีสีเดียวแต่บางพันธุ์อาจจะมีหลายสี ใบสีแดงจะมีวิตามิน ซี สูงกวาสีเขียว แต่จะสูญเสียหลังเก็บเกี่ยว ภายในเวลา 2-3 วัน

2) ระบบราก

สลัดจะมีระบบรากแก้วที่เจริญหยั่งลึกลงไปในดินอย่างรวดเร็ว ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสามารถเติบโตได้ถึง 1 นิ้วต่อวันและเจริญลึกลงไปถึง 6 ฟุตเมื่อถึงระยะที่แทงช่อดอก ในดินที่มีความชื้นสูงและมีหนาดินตื้นรากจะไม่สามารถเจริญได้ดี ถึงแม้จะมีรากแก้วที่หยั่งลึก แต่รากจะมีขนาดเล็ก รากแขนงและรากฝอยจะอยู่อย่างหนาแน่นในระดับความลึก 30 ซม.

3) ช่อดอก

เป็นแบบ panicle สูง 2-4 ฟุต ประกอบด้วยดอก 10-25 ดอกต่อช่อ เป็นดอกสมบูรณ์เพศ กลีบดอกสีเหลืองหรือขาวปนเหลือง ดอกจะบานช่วงเช้า และปิดในระยะเวลาสั้น โดยเฉพาะในช่วงที่มีอุณหภูมิต่ำ ขบวนการผสมเกสรจะเสร็จสิ้นภายในเวลา 3-6 ชั่วโมง ดอกหนึ่งดอกประกอบด้วย เมล็ดหลายเมล็ด (involucres)ในสภาพอุณหภูมิสูง ช่วงแสงยาวจะกระตุ้นให้มีการแทงช่อดอกเร็ว ซึ่งจะเป็นปัญหาของ การผลิต ในฤดูร้อน

4) สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

สลัดเป็นพืชที่ตองการอากาศอบอุ่นอุณหภูมิและช่วงแสง มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต ทั้งในต้น ใบและการเจริญของดอก การปลูกในสภาพที่มีช่วงแสงยาว อุณหภูมิสูง ช่อดอกเจริญเร็ว ทำให้ผลผลิตและคุณภาพต่ำ อุณหภูมิที่เมล็ดสามารถงอกได้อยู่ระหว่าง 4.5-27.0 °c อุณหภูมิที่เหมาะสมอยูระหว่าง 20-27 °c สูงเกินกว่า 30 °c เมล็ดจะพักตัว มีความงอกต่ำ ในอุณหภูมิ 33-35 c เมล็ดไม่สามารถดูดน้ำได้ อุณหภูมิที่เหมาะสำหรับการเจริญเติบโต ต่ำสุด 7.2 °c ปานกลาง 24.0 °c สูงสุด 28.0 °c ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตคือ 24 °c ในสภาพอุณหภูมิสูง การเจริญทางใบจะถูกจำกัด มีเส้นใยมาก เนื้อเยื่อเหนียว และมีรสขม อุณหภูมิจะมีอิทธิพลต่อการเจริญของสลัดและสลัดบัตเตอร์มากกว่าสายพันธุ์อื่น นอกจากนี้ถ้าหากแปลงปลูกมีความชื้นสูงหรือมีอุณหภูมิสูง แห้งแล้งหรือในสภาพอุณหภูมิต่ำ ความชื้นสูง พืชจะแสดงอาการขาดแคลเซียมได้ง่าย ทำให้เกิดโรคปลายใบไหม (Tip burn)

5) แสง

เป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างอาหารหรือขบวนการสังเคราะห์แสง การเจริญเติบโตของ สลัดต้องการพลังงานแสง >150 cal/cm^2/day คลื่นแสงที่มีความยาว 1000-720 nm จำกัดการงอกของเมล็ดพันธุ์ ความยาวของคลื่นแสงที่เหมาะสำหรับการงอกของเมล็ดอยู่ระหว่าง 690-650 nm เมื่อความเข้มของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

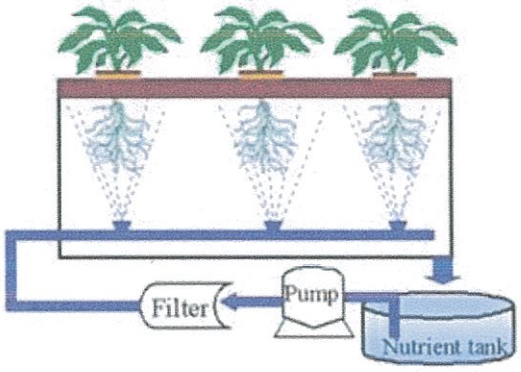
แสงสูง ช่วงแสงยาว อัตราการเจริญทางด้านลำต้นจะเพิ่มขึ้น ช่วงข้อยาว ใบชะงักการเจริญ ทำให้ใบสั้น ขนาดใหญ่ การปลูกในช่วงฤดูร้อนที่มีความเข้มแสงสูง ควรจะพลางแสง

2.10 แอโรโปนิกส์ การปลูกพืชในระบบรากแขวนอยู่ในอากาศ

ในอนาคตจำนวนประชากรของโลกคาดว่าจะเพิ่มมากขึ้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการทำการผลิตอาหารให้มีความเพียงพอกับความต้องการของประชากร แต่ว่าในปัจจุบันนั้นมีที่ดินที่ใช้ในการเกษตรลดลง เพื่อนำไปใช้ในการสร้างที่อยู่อาศัย มากขึ้น อีกทั้งยังมีปัญหาเรื่องของดินที่ใช้ในการเพาะปลูก คือ ดินมีคุณภาพต่ำเนื่องจาก ขาดแร่ธาตุและสารอาหาร มีความเป็นกรดสูง มีความเค็มสูง มีโรคและแมลงระบาด มีสารพิษจากยาฆ่าแมลงตกค้างอยู่ อีกทั้งดินเองก็ไม่สามารถที่จะควบคุมคุณภาพและปริมาณของผลผลิตให้ได้ตามต้องการ และยังมีปัญหาในด้านของลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ที่ทำการเพาะปลูก เช่น มีพื้นที่เพาะปลูกอย่างจำกัด พื้นที่มีความลาดเอียง สภาพภูมิอากาศที่แห้งแล้งขาดแคลนน้ำ หรือมีสภาพภูมิอากาศที่หนาวเย็น เป็นต้น จึงได้มีการคิดค้นวิธีการต่างๆขึ้นมา เพื่อทาให้เราสามารถทำการเพาะปลูกได้ ซึ่งวิธีการแก้ไขปัญหาที่ว่านี้ ก็คือ การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (soilless culture) เช่น การปลูกพืชระบบรากแช่ในน้ำ (hydroponic culture) การปลูกพืชระบบรากแขวนอยู่ในอากาศ (aeroponic culture) เป็นต้น

การปลูกพืชระบบรากแขวนอยู่ในอากาศ หรือ แอโรโปนิกส์ หมายถึง การปลูกพืชโดยที่ให้รากของพืชแขวนอยู่ในอากาศ หลักการของระบบนี้ คือ เป็นการปลูกพืช โดยที่ส่วนของรากนั้นลอยอยู่ในอากาศ แล้วจ่ายสารละลายธาตุอาหาร (nutrient solution) ให้แก่พืชโดยวิธีฉีดพ่นสารละลายเป็นฝอย (mist) หรือหมอก (aerosol) ไปที่รากพืชโดยตรงอย่างต่อเนื่อง หรือฉีดพ่นเป็นระยะๆ และสารละลายที่เหลือก็จะไหลไปรวมกันที่ถังพัก เพื่อนากลับมาใช้ใหม่ ปลูกพืชในระบบรากแขวนอาจมีได้หลายรูปแบบ เช่น แบบกล่องสี่เหลี่ยม แบบกระโจมสามเหลี่ยม เป็นต้น วิธีการปลูกพืชแบบนี้เป็นวิธีที่ไม่ต้องเติมออกซิเจน (oxygen) หรืออากาศลงไปในสารละลายธาตุอาหาร รากของพืชนั้นจะได้รับออกซิเจนอย่างเพียงพอตลอดเวลา จึงทำให้รากของพืชที่ปลูกด้วยวิธีนี้นั้นมีการเจริญเติบโต และมีการแตกแขนงอย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 แผนภาพการปลูกพืชระบบรากแขวนอยู่ในอากาศบ[25]

2.10.1 ความแตกต่างระหว่างการปลูกพืชระบบรากแขวนอยู่ในอากาศกับการปลูกพืชระบบราก แช่ในน้ำ

การปลูกพืชระบบรากแขวนอยู่ในอากาศหรือแอโรโปนิกส์ ต่างจากการปลูกพืชระบบราก แช่ ในน้ำหรือไฮโดรพอนิกส์ คือ ระบบไฮโดรพอนิกส์นั้นรากพืชจะแช่อยู่ในสารละลายธาตุอาหารโดยตรง และตลอดเวลา แตกต่างไปจากระบบแอโรโปนิกส์ที่รากของพืชนั้นจะถูกแขวนอยู่ในอากาศแล้วพ่นสารละลายธาตุอาหารใส่รากของพืช ระบบการปลูกพืชแบบไฮโดรพอนิกส์ก็มีเทคนิคการปลูกพืชอยู่ หลายเทคนิค เทคนิคที่นามาใช้ปลูกเป็นการค้าในปัจจุบัน เช่น เทคนิคน้ำไหลบาง เทคนิคการปลูกพืชในน้ำลึกไหลล้น เทคนิคการปลูกพืชในน้ำนิ่งแบบต้องเติมอากาศ เป็นต้น ซึ่งเทคนิคเหล่านี้บางเทคนิคจะต้องมีการเติมอากาศลงไปในสารละลายธาตุอาหารด้วยจึงทำให้แตกต่างจากระบบแอโรโปนิกส์ที่ไม่ต้องเติมอากาศลงไปในสารละลายธาตุอาหาร ระบบการปลูกพืชแบบไฮโดรพอนิกส์นั้นไม่มีการ ฉีดพ่นสารละลายธาตุอาหารแก่พืชแต่จะมีการให้สารละลายธาตุอาหารโดยการปล่อยไปให้ไหลท่วม รากของพืชระบบการปลูกพืชแบบไฮโดรพอนิกส์จึงไม่มีหัวฉีดพ่นเหมือนกับระบบแอโรโปนิกส์ และ การที่ระบบการปลูกพืชแบบไฮโดรพอนิกส์มีการให้สารละลายธาตุอาหารโดยการปล่อยไปให้ไหลท่วมรากของพืชนั้นจึงต้องใช้สารละลายธาตุอาหารเป็นจำนวนมากกว่าการฉีดพ่นเป็นฝอยของระบบการปลูกพืชแบบแอโรโปนิกส์

การปลูกพืชระบบแอโรโปนิกส์ยังมีการกำหนดระยะเวลาในการให้สารละลายธาตุอาหารที่พอดีกับพืชที่ใช้ปลูก ดังนั้นระบบการปลูกพืชแบบแอโรโปนิกส์ประหยัดสารละลายธาตุอาหารมากกว่าระบบการปลูกพืชแบบไฮโดรพอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.13 การปลูกพืชระบบรากแช่ในน้ำหรือไฮโดรพอนิกส์[16]

2.10.2 ข้อดีของการปลูกพืชระบบรากแขวน

การปลูกพืชในระบบนี้เป็นระบบการปลูกพืชที่ไม่ต้องมีการเติมออกซิเจนลงไปในสารละลายธาตุอาหาร เนื่องจากว่ามีการฉีดพ่นสารละลายธาตุอาหารใส่รากของพืชโดยตรง รากของพืชจึงได้รับออกซิเจนอย่างเพียงพอและต่อเนื่อง ทาให้รากของพืชมีการเจริญเติบโตและแตกแขนงได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งยังเป็นระบบที่มีการออกแบบโดยการตั้งเวลาในการให้น้ำ และระยะเวลาในการให้น้ำพอดีกับพืชที่ใช้เพาะปลูก อีกทั้งสารละลายธาตุอาหารสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ จึงเป็นระบบที่ลดการใช้น้ำและสารละลายธาตุอาหารลงได้ และสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมในการเพาะปลูกพืชได้ดี สามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมี และสารเคมีกำจัดศัตรูพืชลงได้ และยังเป็นวิธีที่ลดความเสี่ยงในการติดเชื้อราหรือแบคทีเรียบริเวณรากพืช เนื่องจากว่าไม่ได้ใช้ดินในการปลูก

2.10.3 ข้อจำกัดของการปลูกพืชระบบรากแขวน

การปลูกพืชในระบบนี้เป็นระบบการปลูกที่มีต้นทุนในการลงทุนค่อนข้างสูง อีกทั้งเป็นระบบที่จะต้องมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในการให้น้ำแก่พืชหากเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง รากพืชจะไม่ขาดออกซิเจน แต่จะขาดน้ำและอาหาร ทำให้พืชเหี่ยวได้ ดังนั้นจึงขาดไฟฟ้าเพื่อนำมาใช้ในระบบการปลูกในระบบนี้ไม่ได้ อีกทั้งระบบนี้มีการฉีดพ่นสารละลายธาตุอาหารแก่รากของพืช จึงทำให้มีโอกาสที่หัวพ่นจะเกิดการอุดตันได้ และการปลูกพืชในระบบนี้รากของพืชนั้นไม่สามารถทรงตัวอยู่ได้เอง เนื่องจากรากของพืชไม่มีที่ยึดเกาะอยู่ การที่เราจะปลูกพืชที่มีลำต้นขนาดใหญ่จาเป็นต้องมีการสร้างเครื่องค้ำจุนลำต้น ระบบการปลูกพืชแบบนี้จึงเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชจำพวกผักซึ่งมีขนาดลำต้นเล็กมากกว่า

การปลูกพืชไร้ดิน เป็นวิธีการปลูกพืชที่มีการคิดค้นกันมานานเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาการปลูกพืชในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ ซึ่งมีทั้งข้อดีและข้อจากัด ดังนั้นการที่เราจะทำการปลูกพืชโดยการแขวนรากอยู่ในอากาศนี้นั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาทั้งข้อดีและข้อจากัดของระบบนี้เสียก่อนก่อนที่เราจะตัดสินในการเพาะปลูกในระบบการปลูกพืชนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 ภาษา PHP

ในช่วงแรกภาษาที่นิยมใช้งานบนระบบเครือข่าย คือ ภาษา HTML (Hypertext Markup Language) แต่ภาษา HTML มีลักษณะเป็น Static คือ ภาษาที่มีลักษณะของข้อมูลคงที่ ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการในปัจจุบันที่นิยมใช้ระบบเครือข่าย Internet เป็นศูนย์กลางในการติดต่อระหว่างกัน ทำให้ต้องการใช้เว็บไซต์ที่มีลักษณะเป็นแบบ Dynamic คือ เว็บไซต์ที่ข้อมูลสามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยอัตโนมัติตามเงื่อนไขต่างๆ ที่ผู้เขียนเว็บไซต์เป็นผู้กำหนด และการควบคุมการทำงานเหล่านี้จะกระทำโดยโปรแกรมภาษาสคริปต์ เช่น ภาษา PHP ซึ่งเป็นภาษาหนึ่งที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในปัจจุบัน PHP ถูกสร้างขึ้นในปี ค.ศ.1994 โดย Rasmus Lerdorf ต่อมามีผู้ให้ความสนใจเป็นจำนวนมาก จึงได้ออกเป็นแพ็คเกจ "Personal Home Page" ซึ่งเป็นที่มาของ PHP โดยภาษา PHP เป็นแบบ Server Side Script และเป็น Open Source ที่ผู้ใช้ทั่วไปสามารถดาวน์โหลด Source Code และโปรแกรมไปใช้ฟรี ได้ที่ http://www.php.net พอกลางปี ค.ศ.1995 ก็ได้พัฒนาตัวแปลภาษา PHP ขึ้นมาใหม่ โดยใช้ชื่อว่า PHP/FI เวอร์ชั่น 2 ซึ่งได้เพิ่มความสามารถในการรับข้อมูลที่ส่งมาจากฟอร์มของ HTML (จึงมีชื่อว่า FI หรือ Form Interpreter) นอกจากนั้นยังเพิ่มความสามารถในการติดต่อกับฐานข้อมูลอีกด้วย จึงทำให้ผู้คนเริ่มหันมาสนใจ PHP กันมากขึ้น ในปี 1997 มีผู้ร่วมพัฒนา PHP เพิ่มอีก 2 คน คือ ZeevSuraski และ Andi Gutmans (กลุ่มที่เรียกตัวเองว่า Zend ซึ่งย่อมาจาก Zeev และ Andi) โดยได้แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ และเพิ่มเติมเครื่องมือให้มากขึ้น

2.11.1 โครงสร้างของภาษา PHP

ภาษา PHP มีลักษณะเป็น embedded script หมายความว่าสามารถฝังคำสั่ง PHP ไว้ในเว็บเพจร่วมกับคำสั่ง(Tag) ของ HTML ได้ และสร้างไฟล์ที่มีนามสกุลเป็น .php, .php3 หรือ .php4 ซึ่งไวยากรณ์ที่ใช้ใน PHP เป็นการนำรูปแบบของภาษาต่างๆ มารวมกันได้แก่ C, Perl และ Java ทำให้ผู้ใช้ที่มีพื้นฐานของภาษาเหล่านี้อยู่แล้วสามารถศึกษา และใช้งานภาษานี้ได้ไม่ยาก

2.11.2 ความสามารถของภาษา PHP

เป็นภาษาที่มีลักษณะเป็นแบบ Open source ผู้ใช้สามารถ Download และนำ Source code ของ PHP ไปใช้ได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายเป็นสคริปต์แบบ Server Side Script ดังนั้นจึงทำงานบนเว็บเซิร์ฟเวอร์ ไม่ส่งผลกับการทำงานของเครื่อง Client โดย PHP จะอ่านโค้ด และทำงานที่เซิร์ฟเวอร์ จากนั้นจึงส่งผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลมาที่เครื่องของผู้ใช้ในรูปแบบของ HTML ซึ่งโค้ดของ PHP นี้ผู้ใช้จะไม่สามารถมองเห็นได้

PHP สามารถทำงานได้ในระบบปฏิบัติการที่ต่างชนิดกัน เช่น Unix, Windows, Mac OS หรือ Risc OS อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจาก PHP เป็นสคริปต์ที่ต้องทำงานบนเซิร์ฟเวอร์ ดังนั้นคอมพิวเตอร์สำหรับเรียกใช้คำสั่ง PHP จึงจำเป็นต้องติดตั้งโปรแกรมเว็บเซิร์ฟเวอร์ไว้ด้วย เพื่อให้สามารถประมวลผล PHP ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PHP มีความสามารถในการทำงานร่วมกับระบบจัดการฐานข้อมูลที่หลากหลาย ซึ่งระบบจัดการฐานข้อมูลที่สนับสนุนการทำงานของ PHP เช่น Oracle, MySQL, FilePro, Solid, FrontBase, mSQL และ MS SQL เป็นต้น PHP อนุญาตให้ผู้ใช้สร้างเว็บไซต์ซึ่งทำงานผ่านโปรโตคอลชนิดต่างๆ ได้ เช่น LDAP, IMAP, SNMP, POP3 และ HTTP เป็นต้นโค้ด PHP สามารถเขียน และอ่านในรูปแบบของ XML ได้

2.12 มายแอสคิวแอล (MySQL)

MySQL คือ โปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล ที่พัฒนาโดยบริษัท MySQL AB มีหน้าที่เก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ รองรับคำสั่ง SQL เป็นเครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูล ที่ต้องใช้ร่วมกับเครื่องมือหรือโปรแกรมอื่นอย่างบูรณาการ เพื่อให้ได้ระบบงานที่รองรับ ความต้องการของผู้ใช้ เช่นทำงานร่วมกับเครื่องบริการเว็บ (Web Server) เพื่อให้บริการแก่ภาษาสคริปต์ที่ทำงานฝั่งเครื่องบริการ (Server-Side Script) เช่น ภาษา php ภาษา aps.net หรือภาษาเจเอสพี เป็นต้น หรือทำงานร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ (Application Program) เช่น ภาษาวิชวลเบสิกดอทเน็ต ภาษาจาวา หรือภาษาซีชาร์ป เป็นต้น โปรแกรมถูกออกแบบให้สามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติการที่หลากหลาย และเป็นระบบฐานข้อมูลโอเพนทซอร์ท (Open Source)ที่ถูกนำไปใช้งานมากที่สุด MySQL มายเอสคิวแอล เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลโดยใช้ภาษา SQL แม้ว่า MySQL เป็นซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส แต่แตกต่างจากซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สทั่วไป โดยมีการพัฒนาภายใต้บริษัท MySQL AB ในประเทศสวีเดน โดยจัดการ MySQL ทั้งในแบบที่ให้ใช้ฟรี และแบบที่ใช้ในเชิงธุรกิจ MySQL สร้างขึ้นโดยชาวสวีเดน 2 คน และชาวฟินแลนด์ ชื่อ David Axmark, Allan Larsson และ Michael "Monty" Widenius. ปัจจุบันบริษัทซันไมโครซิสเต็มส์ (Sun Microsystems, Inc.) เข้าซื้อกิจการของ MySQL AB เรียบร้อยแล้ว ฉะนั้นผลิตภัณฑ์ภายใต้ MySQL AB ทั้งหมดจะตกเป็นของซันชื่อ "MySQL" อ่านออกเสียงว่า "มายเอสคิวเอล" หรือ "มายเอสคิวแอล" (ในการอ่านอักษร L ในภาษาไทย) ซึ่งทางซอฟต์แวร์ไม่ได้อ่าน มายซีเควล หรือ มายซีควล เหมือนกับซอฟต์แวร์จัดการฐานข้อมูลตัวอื่น

2.12.1 phpMyAdmin ความสามารถและการทำงานของโปรแกรม MySQL

MySQL ถือเป็นระบบจัดการฐานข้อมูล DataBase Management System (DBMS) ฐานข้อมูลมีลักษณะเป็นโครงสร้างของการเก็บรวบรวมข้อมูล การที่จะเพิ่มเติม เข้าถึงหรือประมวลผลข้อมูลที่เก็บในฐานข้อมูลจำเป็นจะต้องอาศัยระบบจัดการ ฐานข้อมูล ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการจัดการกับข้อมูลในฐานข้อมูลทั้งสำหรับการ ใช้งานเฉพาะ และรองรับการทำงานของแอพลิเคชันอื่นๆ ที่ต้องการใช้งานข้อมูลในฐานข้อมูล เพื่อให้ได้รับความสะดวกในการจัดการกับข้อมูลจำนวนมาก MySQL ทำหน้าที่เป็นทั้งตัวฐานข้อมูลและระบบจัดการฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12.2 MySQL เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลแบบ relational

ฐานข้อมูลแบบ relational จะทำการเก็บข้อมูลทั้งหมดในรูปแบบของตารางแทนการเก็บข้อมูลทั้งหมดลงในไฟล์ เพียงไฟล์เดียว ทำให้ทำงานได้รวดเร็วและมีความยืดหยุ่น นอกจากนั้น แต่ละตารางที่เก็บข้อมูลสามารถเชื่อมโยงเข้าหากันทำให้สามารถรวมหรือจัด กลุ่มข้อมูลได้ตามต้องการ โดยอาศัยภาษา SQL ที่เป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรม MySQL ซึ่งเป็นภาษามาตรฐานในการเข้าถึงฐานข้อมูล

MySQL แจกจ่ายให้ใช้งานแบบ Open Source นั่นคือ ผู้ใช้งาน MySQL ทุกคนสามารถใช้งานและปรับแต่งการทำงานได้ตามต้องการ สามารถดาวน์โหลดโปรแกรม MySQL ได้จากอินเทอร์เน็ต และนำมาใช้งานโดยไม่มีค่าใช้จ่ายใดๆ

ในระบบปฏิบัติการ Red Hat Linux นั้น มีโปรแกรมที่สามารถใช้งานเป็นฐานข้อมูลให้ผู้ดูแลระบบสามารถเลือกใช้งานได้ หลายโปรแกรม เช่น MySQL และ PostgreSQL ผู้ดูแลระบบสามารถเลือกติดตั้งได้ทั้งในขณะที่ติดตั้งระบบปฏิบัติการ Red Hat Linux หรือจะติดตั้งภายหลังจากที่ติดตั้งระบบปฏิบัติการก็ได้ อย่างไรก็ตาม สาเหตุที่ผู้ใช้งานจำนวนมากนิยมใช้งานโปรแกรม MySQL คือ MySQL สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว น่าเชื่อถือและใช้งานได้ง่าย เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำงานระหว่างโปรแกรม MySQL และ PostgreSQL โดยพิจารณาจากการประมวลผลแต่ละคำสั่ง นอกจากนั้น MySQL ถูกออกแบบและพัฒนาขึ้นมาเพื่อทำหน้าเป็นเครื่องให้บริการรองรับการจัดการกับ ฐานข้อมูลขนาดใหญ่ ซึ่งการพัฒนายังคงดำเนินอยู่อย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้มีฟังก์ชันการทำงานใหม่ๆ ที่อำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งานเพิ่มขึ้นอยู่ตลอดเวลา รวมไปถึงการปรับปรุงด้านความต่อเนื่อง ความเร็วในการทำงาน และความปลอดภัย ทำให้ MySQL เหมาะสมต่อการนำไปใช้งานเพื่อเข้าถึงฐานข้อมูลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.13.1 การศึกษาการควบคุมอุณหภูมิและแสงเพื่อให้เกิดตาดอกในต้นพันธุ์สตรอเบอรี่

ศึกษาการเกิดตาดอกของสตอเบอรี่ในพื้นราบโดยการควบคุมอุณหภูมิและแสง ทำการทดลองที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนสิงหาคม-ตุลาคม 2540 โดยปลูกสตอเบอรี่พันธุ์ Toyonoka และพันธุ์ Tioga ในกระบะในโรงเรือนพลาสติก ซึ่งควบคุมอุณหภูมิโดยใช้ระบบน้ำเย็นใต้ดินตลอด 24 ชั่วโมงและควบคุมแสงให้เป็นวันสั้นโดยใช้ผ้าพลาสติกสีดำคลุมแปลงปลูกในช่วง 04.00น.-08.00 น. (ช่วงมืด 16 ชั่วโมง) พบว่า การใช้ระบบน้ำเย็นควบคุมอุณหภูมิใต้และเหนือผิวดิน 5 เซนติเมตร ให้มีอุณหภูมิระหว่าง 17-19 องศาเซลเซียสและ 19.5-22.0 องศาเซลเซียส ตามลำดับในช่วงกลางคืน 16 ชั่วโมง สามารถชักนำการสร้างตาดอกของสตอเบอรี่ให้เกิดได้เร็วกว่าสภาพธรรมชาติ พันธุ์ Toyonoka ใช้เวลาชักนำ 35 วัน และพันธุ์ Tioga ใช้เวลาชักนำ 50 วัน เพื่อให้เกิดตาดอก 100% แต่ถ้าในสภาพธรรมชาติในเวลาเดียวกันจะมีตาดอกเกิดขึ้นเพียง 50.00 และ 38.89% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13.2 การพัฒนาระบบแปลงปลูกสตรอเบอรี่โดยการใช้ระบบฟัซซีลอจิกควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในแปลงปลูกระบบอัตโนมัติ

จากงานวิจัยชิ้นนี้ได้อธิบายถึงการออกแบบการทดสอบ ทดลองในระบบแปลงเพาะปลูกสตอเบอรี่ ที่อาศัยปัจจัยจากการควบคุมอุณภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในดินและอากาศ จากการนำเสนองานวิจัยในครั้งนี้ได้พิจารณาการใช้สถิติเชิงอนุมานสองตัวควบคู่กันกับแผงบอร์ดควบคุมอาดูโน่ที่ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในระบบแปลงปลูกสตรอเบอรี่ที่แปลงเพาะปลูกทดลองจริงจังในจังหวัดนครปฐม ประเทศไทย งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบอัตโนมัติที่ใช้ในการตรวจสอบและควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายใต้ระบบอัตโนมัติ โดยที่สถานะทั่วไปแล้วนั้นสภาวะแวดล้อมและสภาพอากาศภายในประเทศไทยตามแต่ละสถานที่เกิดความแตกต่างกันนั้น มีสาเหตุมาจากแรงกดดันภายในอากาศซึ่งเกิดขึ้นจากอุณหภูมิและความชื้นในอากาศที่มีปัจจัยที่แตกต่างกันออกไป แนวความคิดในอุดมคติในงานวิจัยชิ้นนี้เหมาะสำหรับการตรวจวัดตรวจวัดและการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายใต้ระดับพื้นผิวระดับชั้นของดินที่ใช้ในการเพาะปลูกควบคู่กับอุณหภูมิที่เกิดขึ้น โดยที่ผู้ควบคุมสามารถสั่งการและตั้งระดับค่าของการควบคุมไว้อย่างเหมาะสมให้สอดคล้องกับแปลงปลูกนั้นๆ จากสถานะปัจจุบันความชื้นสัมพัทธ์ภายในดินจะถูกทำการตรวจสอบ ตรวจวัดและควบคุมผ่านตัวเซ็นเซอร์ที่ใช้ในระบบวัดความชื้นภายในดินถึงห้าตัว ก่อนที่จะทำการประมวลผลในส่วนของภาคเอาท์พุตในระบบแปลงแปลูกสตอเบอรี่ งานวิจัยชิ้นนี้สามารถเพิ่มศักยภาพและขีดความสามารถของการควบคุมภายใต้ปัจจัยต่างๆ ที่เกิดขึ้นด้วยระบบอัตโนมัติที่ใช้ในการควบคุมในแปลงเพาะปลูกสตอเบอรี่โดยอาศัยค่าสถิติเชิงอนุมานแบบฟัซซี่มาเป็นเครื่องวิเคราะห์ในกระบวนและกระบวนการ และที่สำคัญยังสามารถเพิ่มผลผลิตในแปลงปลูกสตรอเบอรี่ได้มากขึ้นกว่าเดิมโดยผ่านการควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านบอร์ดอาดูโน่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การดำเนินงาน การออกแบบและการจัดทำอุปกรณ์

3.1 การดำเนินงาน

3.1.1 เริ่มต้นศึกษาการเขียนโปรแกรมอาดูโน่และการปลูกพืชระบบแอโรโพนิคเพื่อที่ใช้เป็นองค์ความรู้ในการทำโครงงาน

3.1.2 เมื่อเข้าใจในองค์ความรู้ที่ศึกษาแล้ว จากนั้นทำการออกแบบชุดอุปกรณ์รวมไปถึงจัดหาอุปกรณ์ที่มีความจำเป็นในการใช้งาน อาทิ โมดูลเซนเซอร์ต่างๆ หรืออุปกรณ์พิเศษอื่นๆ ตามความเหมาะสม

3.1.3 ทดสอบโมดูลเซนเซอร์ในการวัดค่าอุณหภูมิ และความชื้น เทียบกับอุปกรณ์มาตรฐาน เพื่อหาค่าความผิดพลาดของอุปกรณ์เมื่อใช้งานจริง

3.1.4 ทดสอบค่าความเข้มแสง ของไฟ LED Grow Light ที่ให้แสงสว่างแก่พืช ณ ตำแหน่งต่างๆ

3.1.5 นำอุปกรณ์ต่างๆ มาประกอบเป็นแปลงปลูก และทดลองปลูก จัดเก็บผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดทำแปลงปลูกพืช

3.2.1 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 NodeMCU

3.2.2 เซ็นเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิ

3.2.3 เซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง

3.2.4 โมดูลรีเลย์

3.2.5 ปั๊มน้ำ

3.2.6 ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1”

3.2.7 ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1/4”

3.2.8 ฟองน้ำปลูกพืช

3.2.9 กระบะเพาะเมล็ด

3.2.10 กระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร

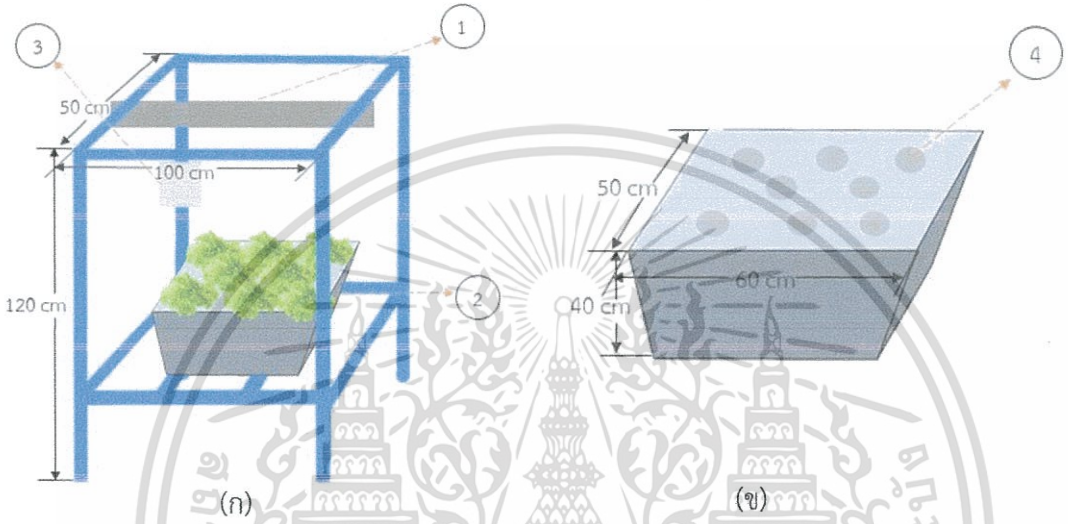
3.2.11 กล่องขนาด 50x70 เซนติเมตร

3.2.12 หัวฉีดน้ำแบบกระจาย มุม 180°

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบระบบแปลงปลูกพืช

การออกแบบระบบแปลงปลูกที่สามารถควบคุม อุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณความเข้มแสงได้ เพื่อความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูก อีกทั้งยังสามารถเติมน้ำและสารอาหารได้ตามที่บันทึกข้อมูลเอาไว้ สามารถแสดงให้เห็นได้ดังรูปที่ 3.1 และสามารถอธิบายเป็นรายอุปกรณ์ได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.1 (ก) โครงสร้างโดยรวมของแปลงปลูก (ข) ส่วนยึดลำต้นและระบบน้ำ

3.3.1 หลอด Grow Light (หมายเลข 1)

เป็นแหล่งให้แสงสว่างแก่พืช โดยประกอบด้วยไฟแสงสีแดง น้ำเงิน และเขียว ที่มีช่วงความยาวคลื่นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

3.3.2 ถาดกระถางปลูกพืช (หมายเลข 2)

ถาดกระถางปลูกพืช เป็นที่รองรับกระถางปลูกพืช และติดตั้งปั๊มน้ำเพื่อเป็นระบบในการให้น้ำและสารอาหารแก่ต้นผักสลัด โดยให้รากพืชแขวนลอยอยู่บนอากาศ และทำการฉีดละอองน้ำให้แก่ราก

3.3.1 กล่องระบบควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ (หมายเลข 3)

เป็นที่รวบอุปกรณ์และโมดูลที่ใช้ในการควบคุมทั้งหมด อาทิ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ โมดูลรีเลย์ และรวมไปถึงแหล่งจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ต่างๆ

3.3.3 กระถางปลูกพืช (หมายเลข 4)

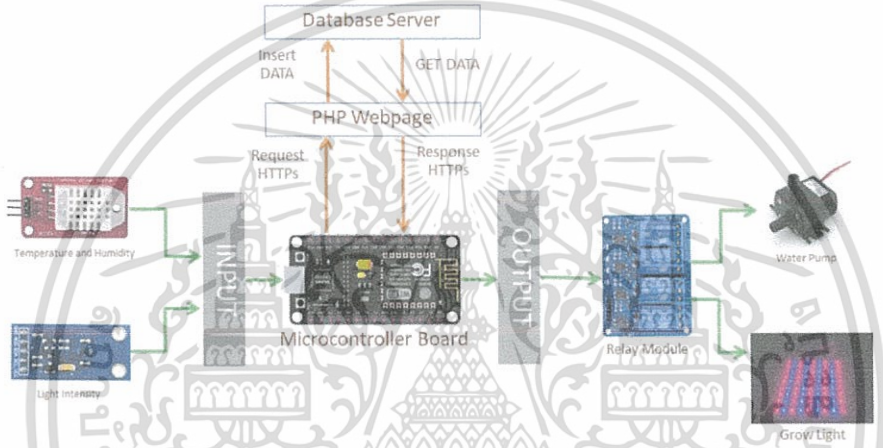
กระถางปลูกพืช เป็นที่ยึดลำต้นและรากของพืช โดยให้รากแขวนลอยอยู่บนอากาศ โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การเชื่อมต่ออุปกรณ์

3.4.1 ผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์

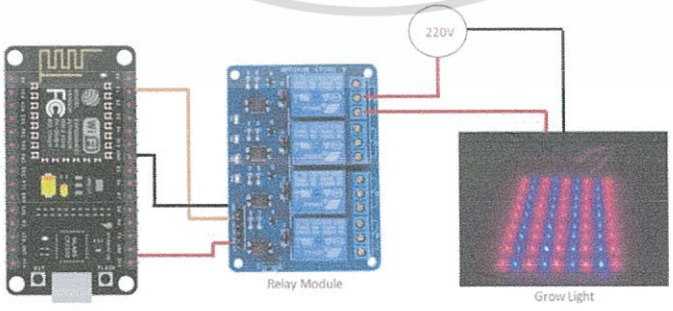
การเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุมการทำงานของระบบแปลงปลูกนั้นใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 NodeMCU เป็นตัวประมวลผล โดยรับข้อมูลอินพุตจากโมดูลเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้น และความเข้มของแสง มาประมวลผลตามคำสั่ง และเชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ตเพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปเก็บไว้ที่ฐานข้อมูลบนเซิร์ฟเวอร์โดยผ่าน PHP Webpage และยังรับข้อมูลจาก PHP Webpage หากมีคำสั่งใหม่จากผู้ใช้งานนำมาประมวลผล และแสดงผลเอาท์พุตออกมาผ่านทางโมดูลรีเลย์เพื่อควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำและหลอดไฟ LED Grow Light ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 การเชื่อมต่อของอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์

3.4.2 การเชื่อมต่อบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์กับหลอดไฟ Grow Light

การเชื่อมต่อบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์กับปั๊มน้ำ โดยทำการเชื่อมต่อกับโมดูรีเลย์เพื่อทำการเปิด-ปิด โดยเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟเข้ากับขา Input ของรีเลย์ และเชื่อมต่อขา COM เข้ากับ Input ของไฟ Grow Light และเชื่อมต่อ GND ของแหล่งจ่ายไฟกับไฟ Grow Light ดัง แสดงในรูปที่ 3.3

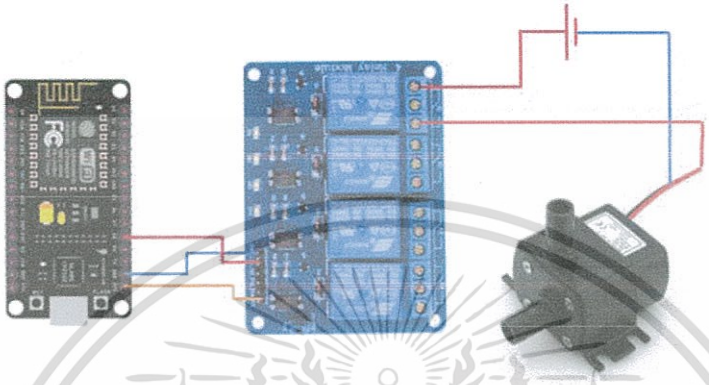


รูปที่ 3.3 การเชื่อมต่อระหว่างบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์กับวงจรไฟ LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 การเชื่อมต่อบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์กับปั๊มน้ำ

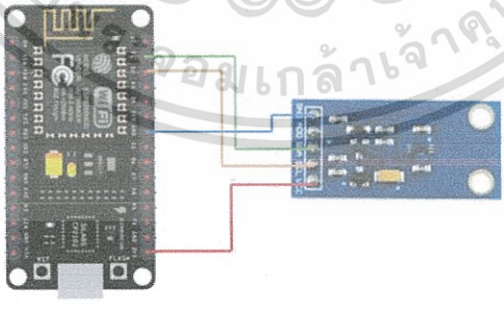
การเชื่อมต่อบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์กับปั๊มน้ำ โดยทำการเชื่อมต่อกับโมดูลรีเลย์เพื่อทำการเปิด-ปิด โดยเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟเข้ากับขา Input และเชื่อมต่อขา COM เข้ากับ Input ของปั๊มน้ำ และเชื่อมต่อ GND ของแหล่งจ่ายไฟกับปั๊มน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 การเชื่อมต่อระหว่างบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์กับปั๊มน้ำ

3.4.4 การเชื่อมต่อบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์กับโมดูลเซนเซอร์วัดความเข้มแสง

การเชื่อมต่อบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์กับโมดูลเซนเซอร์วัดความเข้มแสง โดยทำการเชื่อมต่อขา VCC ของโมดูลกับ VCC ของบอร์ดที่จ่ายไฟ 3.3V และขา SDA ของโมดูลที่ D1 ของบอร์ด และขา SCL ของโมดูลที่ขา D2 ของบอร์ด ซึ่งเป็นขาที่กำหนดไว้ใช้งานอยู่แล้ว ซึ่งโมดูลเซนเซอร์วัดค่าความเข้มแสงนี้สามารถวัดค่าออกมาได้ตั้งแต่ 0-65535 lx (ลักซ์) ดังแสดงในรูปที่ 3.5

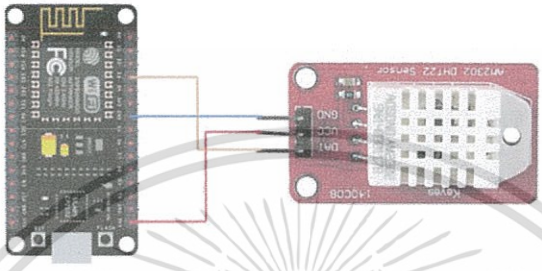


รูปที่ 3.5 การเชื่อมต่อระหว่างบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์กับโมดูลเซนเซอร์วัดความเข้มแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.5 การเชื่อมต่อบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์กับเซนเซอร์อุณหภูมิและความชื้น

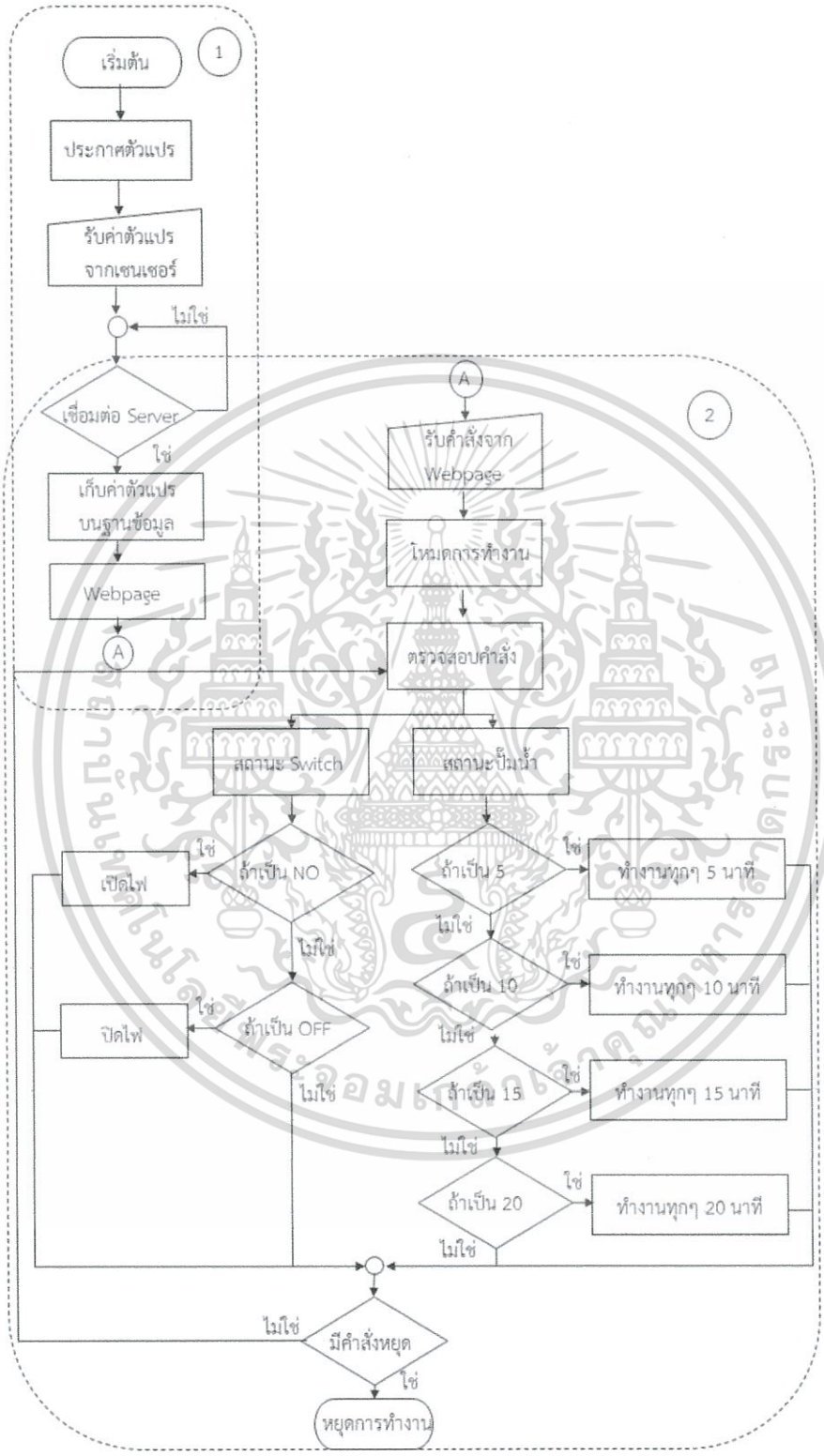
การเชื่อมต่อบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์กับโมดูลเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น โดยทำการเชื่อมต่อขา VCC ของโมดูลกับ VCC ของบอร์ดที่จ่ายไฟ 3.3V และขา DATA ของโมดูลที่ D3 ของบอร์ด ซึ่งโมดูลเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นนี้สามารถวัดค่าออกมาได้ ตั้งแต่ ความชื้นสัมพัทธ์ 0-100% RH และอุณหภูมิตั้งแต่ -40 – 80 องศาเซลเซียสดังแสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 การเชื่อมต่อระหว่างบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์กับโมดูลเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ผังการควบคุมการทำงาน (Algorithm of Controlling Unit)



รูปที่ 3.7 ผังการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ แบ่งออกเป็นสองส่วน ส่วนที่ 1 เมื่อเริ่ม การทำงานของอุปกรณ์ จะทำการประกาศค่าตัวแปรต่างๆ และเริ่มเชื่อมต่อกับเซิร์ฟเวอร์โดยใช้เครือข่าย Wi-Fi หากเชื่อมต่อสำเร็จ ค่าของตัวแปรต่างๆ ที่ได้รับมาจากเซนเซอร์ จะถูกนำไปเก็บไว้ที่ฐานข้อมูลบนเซิร์ฟเวอร์ และแสดงผลในเว็บเพจผ่านทางเว็บเบราเซอร์ต่อไป ส่วนที่ 2 การรับคำสั่งจากเว็บเซิร์ฟเวอร์ ทำการตรวจสอบคำสั่ง โดยตรวจสอบคำสั่งสถานะของ Switch โดยหากได้รับเงื่อนไข ON จะทำการเปิดไฟ Grow Light ได้รับเงื่อนไข OFF จะทำการปิดไฟ Grow Light และตรวจสอบคำสั่งสถานะของปั๊มน้ำ โดยพิจารณาตามเงื่อนไข หากได้รับเงื่อนไข 5, 10, 15, และ 20 จะสั่งให้ปั๊มน้ำทำงานทุกๆ 5, 10, 15, และ 20 นาที เป็นเวลา 10 วินาทีตามลำดับ หากไม่มีคำสั่งหยุดการทำงาน ระบบจะทำการตรวจสอบไปเรื่อยๆ และจะหยุดเมื่อมีคำสั่งหยุดการทำงาน

3.6 การทดลองการใช้งานโมดูล

3.6.1 การทดลองวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นเทียบกับอุปกรณ์มาตรฐาน

การทดลองวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นเทียบกับอุปกรณ์มาตรฐาน เพื่อหาความคลาดเคลื่อนของอุปกรณ์ที่ใช้

รูปที่ 3.8 การใช้อุปกรณ์มาตรฐานวัดอุณหภูมิและความชื้นเทียบกับโมดูลเซนเซอร์

3.6.2 การทดลองวัดค่าค่าความเข้มแสงของไฟ LED Grow Light

การทดลองวัดค่าค่าความเข้มแสงของไฟ LED Grow Light ที่ให้แสงสว่างแก่พืช ณ ตำแหน่งต่างๆ การทดลองวัดค่าความเข้มแสงของไฟ LED Grow Light แบ่งออกเป็นสองขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 วัดความเข้มแสง ณ จุดกึ่งกลาง ของถาดรองรับกระถาง โดยมีระยะห่างจากไฟ LED Grow Light 15 เซนติเมตร ขั้นตอนที่ 2 วัดทีละจุดตามตำแหน่งของถาดรองรับกระถางทีละตำแหน่ง ตามตำแหน่งของกระถาง โดยมีระยะห่างจากหลอด 15 เซนติเมตร

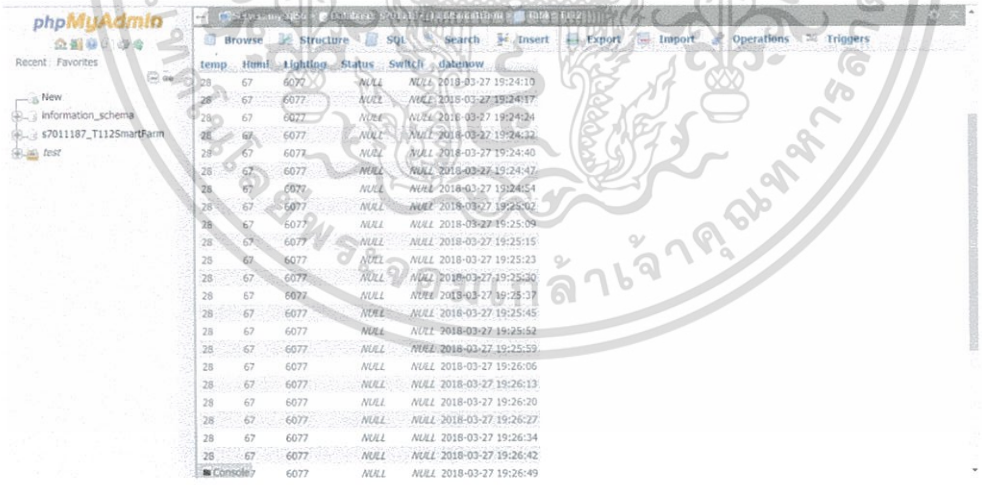
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การส่งข้อมูลจากเซนเซอร์ไปยังฐานข้อมูล

หลังจากได้ค่าตัวแปร อุณหภูมิ ความชื้น ความเข้มแสง สถานะของหลอดไฟ Grow Light และสถานะของปั๊มน้ำ ทำการเขียนภาษา HTML เพื่อนำข้อมูลข้างต้น ไปเก็บไว้ในฐานข้อมูลที่อยู่บนเซิร์ฟเวอร์ ฐานข้อมูลชื่อ s7011187_T112SmartFarm อยู่บน https://webserv.kmitl.ac.th/s7011187 ซึ่งเป็นเซิร์ฟเวอร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ดังแสดงให้เห็นดังรูปต่อไปนี้

รูปที่ 3.9 การส่งค่าที่ได้จากตัวแปรไปเก็บยังฐานข้อมูล

โดยข้อมูลที่ได้จะนำไปเก็บยังตาราง T112SmartFarm โดยอาศัยภาษา PHP GET Method เพื่อที่จะนำไปแสดงผลบนหน้าเว็บเพจต่อไป



temp	Humi	Lighting	Status	Switch	datenow
28	67	6077	NULL	NULL	2018-03-27 19:24:10
28	67	6077	NULL	NULL	2018-03-27 19:24:17
28	67	6077	NULL	NULL	2018-03-27 19:24:24
28	67	6077	NULL	NULL	2018-03-27 19:24:32
28	67	6077	NULL	NULL	2018-03-27 19:24:40
28	67	6077	NULL	NULL	2018-03-27 19:24:47
28	67	6077	NULL	NULL	2018-03-27 19:24:54
28	67	6077	NULL	NULL	2018-03-27 19:25:02
28	67	6077	NULL	NULL	2018-03-27 19:25:09
28	67	6077	NULL	NULL	2018-03-27 19:25:15
28	67	6077	NULL	NULL	2018-03-27 19:25:23
28	67	6077	NULL	NULL	2018-03-27 19:25:30
28	67	6077	NULL	NULL	2018-03-27 19:25:37
28	67	6077	NULL	NULL	2018-03-27 19:25:45
28	67	6077	NULL	NULL	2018-03-27 19:25:52
28	67	6077	NULL	NULL	2018-03-27 19:25:59
28	67	6077	NULL	NULL	2018-03-27 19:26:06
28	67	6077	NULL	NULL	2018-03-27 19:26:13
28	67	6077	NULL	NULL	2018-03-27 19:26:20
28	67	6077	NULL	NULL	2018-03-27 19:26:27
28	67	6077	NULL	NULL	2018-03-27 19:26:34
28	67	6077	NULL	NULL	2018-03-27 19:26:42
28	67	6077	NULL	NULL	2018-03-27 19:26:49

รูปที่ 3.10 ค่าตัวแปรที่บรรจุในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

การดำเนินโครงงาน “ระบบควบคุมการปลูกผักสลัดอัตโนมัติ”นี้ ได้ทำการทดลองการใช้งานโมดูลเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นเทียบกับอุปกรณ์มาตรฐานเพื่อวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของอุปกรณ์ ซึ่งได้ผลการทดลอง และวัดการเจริญเติบโตของผักสลัด เพื่อหาอัตราการเจริญเติบโต ดังต่อไปนี้

4.1 ผลการทดลองวัดอุณหภูมิเทียบกับอุปกรณ์มาตรฐาน

คณะผู้ศึกษาได้ทำการทดลองการใช้งานโมดูลเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ โดยทำการวัดอุณหภูมิห้องเทียบกับอุปกรณ์วัดอุณหภูมิมาตรฐาน ได้ผลการทดลองดังนี้

รูปที่ 4.1 การทดลองวัดอุณหภูมิเทียบกับอุปกรณ์มาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวัดอุณหภูมิเทียบกับอุปกรณ์มาตรฐาน

ครั้งที่	อุณหภูมิที่วัดได้จากโมดูลเซนเซอร์ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิที่วัดได้จากอุปกรณ์วัด (องศาเซลเซียส)	ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ย
1	26.9	26.8	0.10	0.37
2	26.7	26.6		
3	26.6	26.5		
4	26.5	26.4		
5	26.6	26.5		

4.2 ผลการทดลองวัดความชื้นเทียบกับอุปกรณ์มาตรฐาน

คณะผู้ศึกษาได้ทำการทดลองการใช้งานโมดูลเซนเซอร์วัดความชื้น โดยทำการวัดค่าความชื้นภายในห้องเทียบกับอุปกรณ์วัดอุณหภูมิมาตรฐาน ได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองวัดความชื้นเทียบกับอุปกรณ์มาตรฐาน

ครั้งที่	ความชื้นที่วัดได้จากโมดูลเซนเซอร์ (%RH)	ความชื้นที่วัดได้จากอุปกรณ์วัด (%RH)	ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ย
1	29.16	29.17	0.10	0.03
2	29.17	29.18		
3	29.16	29.17		
4	29.15	29.16		
5	29.17	29.18		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการทดลองวัดการทดลองวัดค่าค่าความเข้มแสงของไฟ LED Grow Light

4.3.1 ผลการทดลองวัดค่าความเข้มแสงของความเข้มแสงของไฟ LED Grow Light ณ จุดกึ่งกลางของถาดรองรับกระถางคณะผู้ศึกษาได้ทำการวัดค่าความเข้มแสง ณ จุดกึ่งกลางของถาดรองรับกระถางมีระยะห่างจากของไฟ LED Grow Light เป็นระยะ 15 เซนติเมตร และทำการวัดซ้ำ 5 ครั้ง ได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4.3 ค่าความเข้มแสงที่วัด ณ จุดกึ่งกลางของถาดรองรับกระถาง

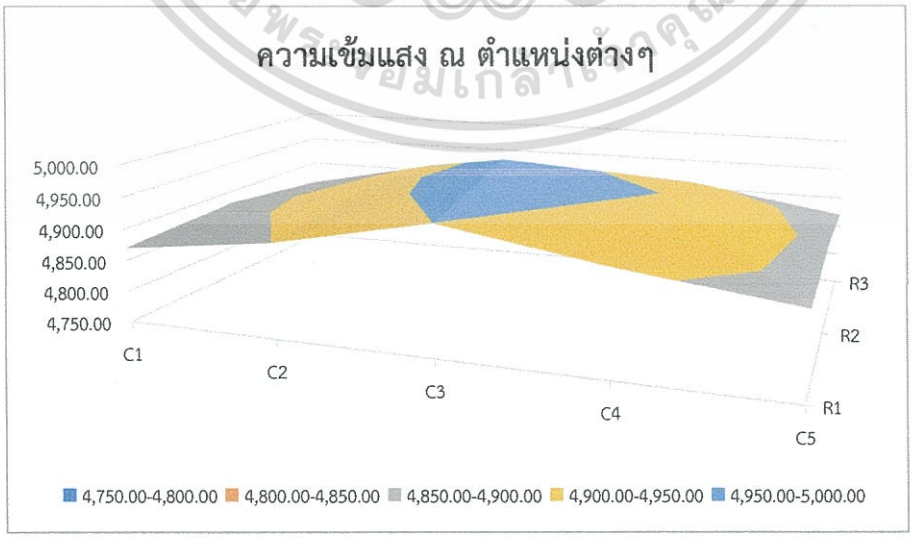
ครั้งที่	ค่าความเข้มแสง (lx)	ค่าความเข้มแสงเฉลี่ย (lx)
1	4,998.00	4,945.00
2	4,989.00	
3	4,888.00	
4	4,900.00	
5	4,950.00	

4.3.2 ผลการทดลองวัดค่าความเข้มแสงของไฟ LED Grow Light ณ ตำแหน่งต่างๆ ของถาดรองรับกระถาง

คณะผู้ศึกษาได้ทำการวัดค่าความเข้มแสงของไฟ LED Grow Light ณ ตำแหน่งต่างๆ ของถาดรองรับกระถาง โดยวัดที่ระยะห่างจากไฟ LED Grow Light เป็นระยะ 15 เซนติเมตร

ตารางที่ 4.4 ค่าความเข้มแสงที่วัด ณ ตำแหน่งต่างๆ ของถาดรองรับกระถาง

	C1	C2	C3	C4	C5
R1	4,870.00	4,900.00	4,950.00	4,910.00	4,880.00
R2	4,880.00	4,921.00	4,988.00	4,950.00	4,889.00
R3	4,860.00	4,910.00	4,920.00	4,910.00	4,870.00

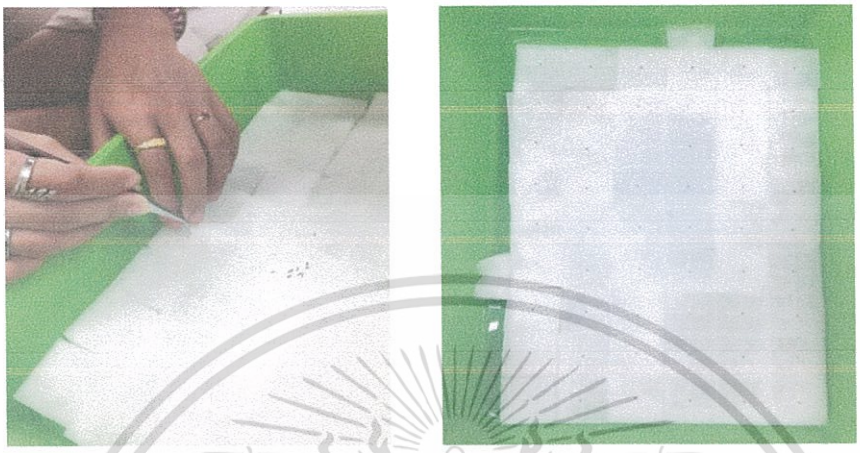


รูปที่ 4.2 แผนภูมิพื้นผิวแสดงค่าความเข้มแสง ณ ตำแหน่งต่างๆ บนถาดรองรับกระถาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการทดลองปลูกผักสลัดในแปลงปลูก

ทำเพาะปลูกต้นกล้าของผักสลัดจำนวน 60 ต้น โดยใช้เมล็ด และใช้ฟองน้ำเป็นวัสดุเพาะปลูกในน้ำ เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ เพื่อให้ได้ต้นกล้าที่มีความยาวรากเพียงพอต่อการนำลงแปลงปลูก



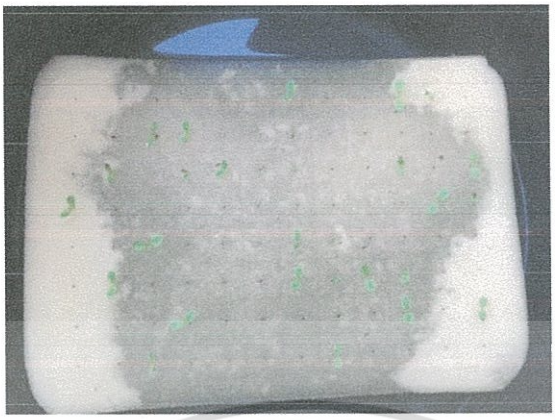
(ข) (ก)

รูปที่ 4.3 การเตรียมต้นกล้าโดยการเพาะเมล็ด

รูปที่ 4.4 เพาะเมล็ดด้วยแสงไฟจากหลอดฟลูออเรสเซนส์

หลังจากระยะเวลาผ่านไป 6 วัน ต้นอ่อนเริ่มมีการงอกขึ้นจากวัสดุปลูก และทำการเพาะต้นกล้าต่อไปอีก 1 สัปดาห์ เพื่อให้ได้รากที่มีความยาวเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ต้นกล้าที่งอกขึ้นมาหลังจากระยะเวลาผ่านไป 6 วัน

หลังจากระยะเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ ต้นกล้ามีความสูงของลำต้น และความยาวรากที่เหมาะที่สามารถนำไปลงแปลงปลูกได้ โดยมีจำนวน 54 ต้น จาก 60 เมล็ดที่เพาะ คิดเป็น 90% มีความสูงของลำต้นเฉลี่ย 1.24 cm และความยาวของรากเฉลี่ย 0.42 cm

รูปที่ 4.6 ต้นกล้าที่มีอายุ 2 สัปดาห์

นำต้นกล้าจำนวน 9 ต้น ลงแปลงปลูกทีออกแบบไว้ และทำการทดลองวัดและเก็บค่าความสูงของลำต้นและความยาวของราก โดยใช้สารละลายในอัตราส่วน 1:200 และให้แสงสว่างด้วยหลอดไฟ Grow light และให้น้ำทุกๆ 5 นาที สังเกตและบันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

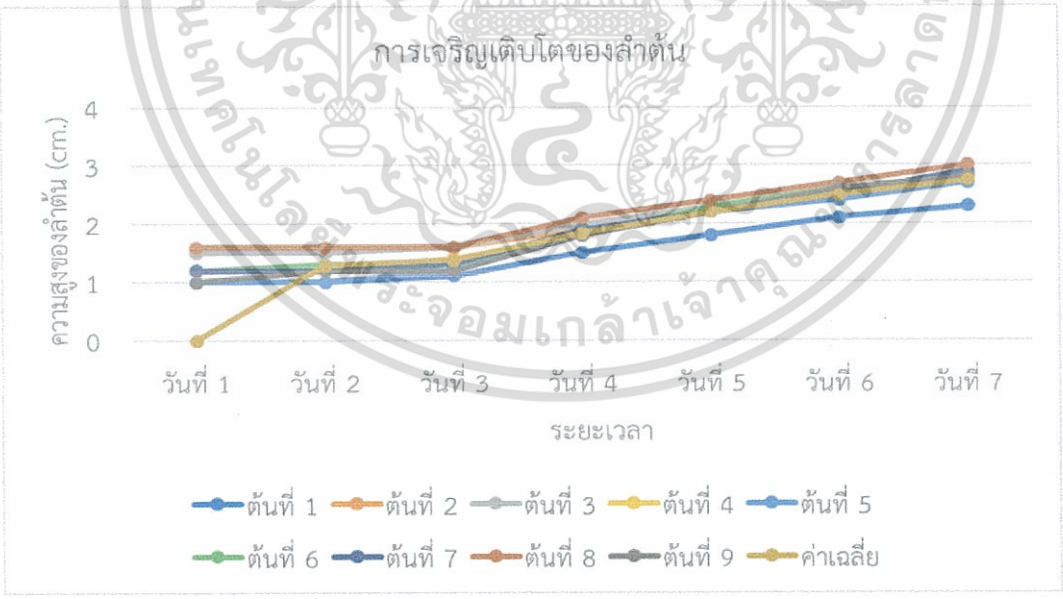
รูปที่ 4.7 รากต้นกล้าที่มีอายุ 2 สัปดาห์

รูปที่ 4.8 นำต้นกล้าลงแปลงปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

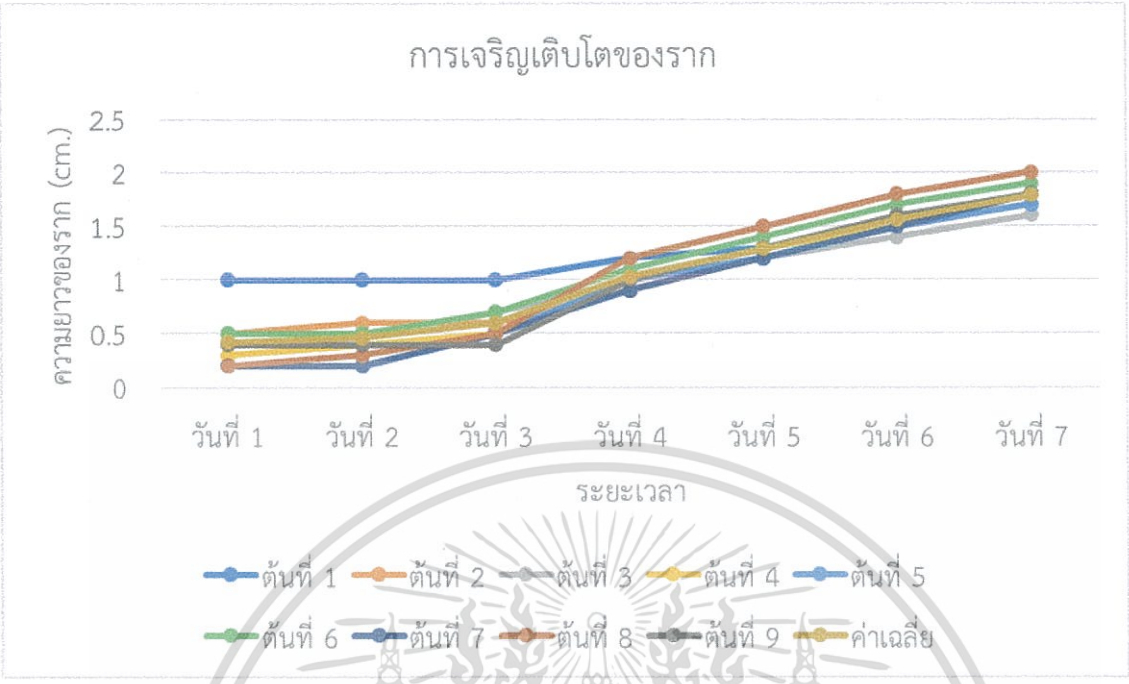
ตารางที่ 4.5 ความสูงของลำต้นและความยาวของรากเป็นระยะเวลา 7 วัน

	วันที่ 1		วันที่ 2		วันที่3		วันที่ 4		วันที่ 5		วันที่ 6		วันที่ 7	
	ความสูงของลำต้น (cm)	ความยาวของราก (cm)	ความสูงของลำต้น (cm)	ความยาวของราก (cm)	ความสูงของลำต้น (cm)	ความยาวของราก (cm)	ความสูงของลำต้น (cm)	ความยาวของราก (cm)	ความสูงของลำต้น (cm)	ความยาวของราก (cm)	ความสูงของลำต้น (cm)	ความยาวของราก (cm)	ความสูงของลำต้น (cm)	ความยาวของราก (cm)
ต้นที่ 1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.0	1.5	1.2	1.8	1.3	2.1	1.5	2.3	1.8
ต้นที่ 2	1.5	0.5	1.5	0.6	1.6	0.6	1.9	0.9	2.2	1.2	2.5	1.5	2.7	1.7
ต้นที่ 3	1.5	0.5	1.5	0.5	1.6	0.7	2.0	1.0	2.3	1.2	2.6	1.4	2.8	1.6
ต้นที่ 4	1.2	0.3	1.2	0.4	1.4	0.5	1.8	1.0	2.2	1.3	2.4	1.5	2.7	1.8
ต้นที่ 5	1.0	0.2	1.0	0.2	1.2	0.5	1.8	1.0	2.2	1.2	2.4	1.5	2.7	1.7
ต้นที่ 6	1.2	0.5	1.3	0.5	1.3	0.7	1.8	1.1	2.3	1.4	2.6	1.7	2.8	1.9
ต้นที่ 7	1.2	0.2	1.2	0.2	1.3	0.5	1.9	0.9	2.2	1.2	2.5	1.5	2.9	1.8
ต้นที่ 8	1.6	0.2	1.6	0.3	1.6	0.5	2.1	1.2	2.4	1.5	2.7	1.8	3.0	2.0
ต้นที่ 9	1.0	0.4	1.2	0.4	1.2	0.4	1.8	1.0	2.2	1.3	2.6	1.6	2.8	1.8
ค่าเฉลี่ย	1.24	0.42	1.28	0.46	1.37	0.6	1.84	1.03	2.2	1.29	2.49	1.56	2.74	1.79



รูปที่ 4.9 แผนภูมิแสดงการเจริญเติบโตของลำต้น

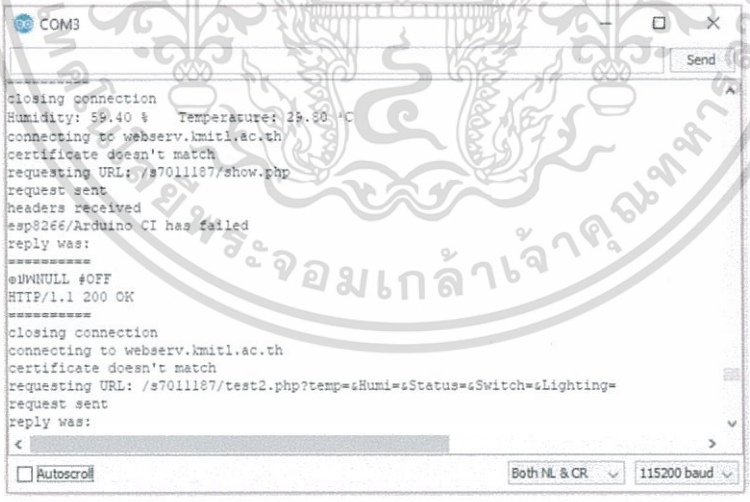
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 แผนภูมิแสดงการเจริญเติบโตของราก

4.5 ผลการแสดงผลข้อมูลบนเว็บเพจและการรับค่าเพื่อควบคุมการทำงาน

คณะผู้ศึกษาได้ทำการส่งข้อมูลค่าตัวแปรที่ได้จากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้น และความเข้มแสง ไปเก็บไว้ในฐานข้อมูลบนเซิร์ฟเวอร์ และนำมาแสดงผลบนเว็บเบราเซอร์ด้วยภาษา PHP ได้ผลดังนี้



รูปที่ 4.11 ค่าตัวแปรที่ส่งและรับจากเซิร์ฟเวอร์

จากรูปที่ 4.11 จะเห็นว่าได้ส่งค่า อุณหภูมิ ความชื้น ไปยังฐานข้อมูล และได้รับข้อความตอบกลับมาเป็น HTTP/1.1 200 OK และนอกจากนี้ยังได้รับคำสั่งควบคุมให้ปิด Grow Light ด้วยคำสั่ง OFF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.12 หน้าแสดงผลบนเว็บเบราเซอร์ส่วนข้อมูลล่าสุด

รูปที่ 4.13 หน้าแสดงผลบนเว็บเบราเซอร์ส่วนข้อมูล 5 อันดับล่าสุด

จากรูปที่ 4.12 และ 4.13 คือหน้าแสดงผลข้อมูลและควบคุมอุปกรณ์บนเว็บเบราเซอร์ โดยในรูปที่ 4.11 แสดงข้อมูลที่อัพเดทล่าสุดโดยจะอัพเดททุกๆ 1 นาที ส่วนในรูปที่ 4.12 คือตารางแสดงผลข้อมูล 5 อันดับล่าสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากผลการทดลองการวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นเปรียบเทียบระหว่างโมดูลเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นกับอุปกรณ์วัดมาตรฐานพบว่า การวัดอุณหภูมิมีค่าความคาดเคลื่อนเฉลี่ยที่ 0.10 และเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่ 0.37% การวัดความชื้นเทียบกับอุปกรณ์มาตรฐานมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยที่ 0.10 และเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดอยู่ที่ 0.03% การวัดค่าความเข้มแสงของไฟ LED Grow Light ณ จุดกึ่งกลางของถาดรองรับกระถาง มีค่าความเข้มแสงเฉลี่ย 4,943.20 ลักซ์ การทดลองปลูกผักสลัดในระยะเวลา 6 วัน ต้นผักสลัดทั้ง 9 ต้นมีความสูงเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในวันที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ที่ 0.04, 0.09, 0.47, 0.36, 0.29 และ 0.25 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีความยาวของรากเพิ่มขึ้นในวันที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ที่ 0.04, 0.14, 0.43, 0.43, 0.26 และ 0.23 เซนติเมตร ตามลำดับ

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

5.2.1 ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์กับเซิร์ฟเวอร์มีข้อจำกัดในการเชื่อมต่อ เนื่องจากสามารถใช้เครือข่าย Wi-Fi ได้เพียงเครือข่ายเดียว หากทำการย้ายสถานที่ อาจจะต้องมีการโปรแกรมข้อมูลใหม่

5.2.2 อุปกรณ์ต้องอาศัยพลังงานไฟฟ้าอยู่ตลอดเวลา หากเกิดไฟดับ จะทำให้ไม่สามารถติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์เพื่อดูการทำงานหรือควบคุมอุปกรณ์ได้ และอาจจะทำให้ผักขาดน้ำตายได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

เพื่อพัฒนาให้เป็นระบบแปลงปลูกที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้นในอนาคต อาจจะต้องศึกษาและเพิ่มระบบการผสมสารอาหารหรือปุ๋ยอัตโนมัติที่สามารถผสมปุ๋ยได้ตามความเหมาะสมของพืชที่ปลูก และเพิ่มอุปกรณ์ที่สามารถสังเกตการเจริญเติบโตของพืชได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] ธีรเดช ทิวถนอม และคณะ. การพัฒนาระบบแปลงปลูกสตรอเบอรี่โดยการใช้ระบบฟัซซีลอจิกควบคุม อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในแปลงปลูกระบบอัตโนมัติ.คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยกรุงธนบุรี,กรุงเทพฯ, 2560

[2] โอฬาร ตัณฑวิรุฬห์ และคณะ. การศึกษาการควบคุมอุณหภูมิและแสงเพื่อให้เกิดตาดอกในต้นพันธุ์สตรอเบอรี่.ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ,2560

[3] ThaiEasyElec, “ESP8266 บน Arduino IDE” [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.thaieasyelec.com/article-wiki/embedded-electronicsapplication/esp8266-on-adurino-ide.html (สืบค้นเมื่อ 26 กุมภาพันธ์ 2561).

[4] Brian Benchoff , “Arduino IDE Support for the ESP8266” [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://hackaday.com/2015/03/28/arduino-ide-support-for-the-esp8266 (สืบค้นเมื่อ 26 กุมภาพันธ์ 2561).

[5] ThaiEasyElec, “บทความการใช้งานเริ่มต้น ESP8266 NodeMCU” [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.thaieasyelec.com/article-wiki/embedded-electronicsapplication/getting-started-with-esp8266-nodemcu.html (สืบค้นเมื่อ 27 กุมภาพันธ์ 2561).

[6] puechkaset, “ผักกาดหอม” [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://puechkaset.com/%E0%B8%9C%E0%B8%B1%E0%B8%81%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%94%E0%B8%AB%E0%B8%AD%E0%B8%A1/ (สืบค้นเมื่อ 27 กุมภาพันธ์ 2561).

[7] h2ohydrogarden, “ผักสลัด” [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.h2ohydrogarden.com/%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%A3%E0%B8%B9%E0%B9%89%E0%B9%80%E0 (สืบค้นเมื่อ 27 กุมภาพันธ์ 2561).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

[8] mwit, "การเขียนภาษา PHP" [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.mwit.ac.th/~jeab/40201/ch3.php (สืบค้นเมื่อ 27 กุมภาพันธ์ 2561).

[9] th.easyhostdomain, "การใช้ mySQL" [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://th.easyhostdomain.com/dedicated-servers/mysql.html (สืบค้นเมื่อ 28 กุมภาพันธ์ 2561).

[10] ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ. (2553)."การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (soilless culture)." [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://eto.ku.ac.th/neweto/e-book/other/soliess%20plants.pdf (สืบค้นเมื่อ 19 มกราคม2561).

[11] ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ. (2553ก). รูปการปลูกพืชระบบรากแขวนอยู่ในอากาศ. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://eto.ku.ac.th/neweto/e-book/other/soliess%20plants.pdf (สืบค้นเมื่อ 19 มกราคม 2561).

[12] ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ. (2553ข). รูปการปลูกพืชระบบรากแขวนอยู่ในอากาศ. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://eto.ku.ac.th/neweto/e-book/other/soliess%20plants.pdf (สืบค้นเมื่อ 19 มกราคม 2561).

[13] มัฆวาล หอสุวรรณ์. (2548). "การปลูกพืชในระบบแอโรโพนิกส์" [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.bangsaiagro.com/airoponics.aspx (สืบค้นเมื่อ 23 มกราคม 2561).

[14] กิตติชัย ชีวาสุขถาวร. (2554). PHP ทีละแก้ว กรุงเทพ เดทีพี คอมพ์ แฮนด์, 2554

[15] honestdocs, "อาหารที่มีผลต่อสุขภาพ" [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://www.honestdocs.co/toxic-in-food (สืบค้นเมื่อ 27 กุมภาพันธ์ 2561)

[16] Medthai "การปลูกพืชระแบบรากแช่" [ระออนไลน์]. แหล่งที่ https://medthai.com/%E0%B8%9C%E0%B8%B1%E0%B8%81%E0%B9%84%E0%B8%AE%E0%B9%82%E0%B8%94%E0%B8%A3%E0%B9%82%E0%B8%9B%E0%B8%99%E0%B8%B4%E0%B8%81%E0%B8%AA%E0%B9%8C/ (สืบค้นเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2561).

[17] ThaiEasyElec, "ESPino Wifi Development" [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://www.thaieasyelec.com/dev-board/espino-wifi-development-board-detail.html (สืบค้นเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2561).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

[18] psptech, "Relay" [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.psptech.co.th/Crelay%E0% | %B7%E%AD%E0 %84%E0%B8%A3-15696.page (สืบค้นเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2561).

[19] Think Act save, "หม้อแปลงไฟฟ้า" [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://sites.google.com/site/pranget58/home/chnwn/chnid-khxng-hmxpaelngfi-fa/khorngsrang-hmxpaelng (สืบค้นเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2561).

[20] psptech, "หลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า" [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.psptech.co.th/%E0%B8%AB%E0%B8 %B8%81%E0%B8%81% -16777.page (สืบค้นเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2561).

[21] Arduinoall "โมดูลวัดความเข้มแสง" [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://www.arduinoall.com/product/229/%E0%B9%82%E0%B8%A1%E0%B8% %87-photosensitive-brightness-resistance-sensor-module-li-2 (สืบค้นเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2561).

[22] LNWshop "เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น" [ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา http://www.raspberryhome.net/product/248/%E0%BB8%A%E0%B8%B9%E0%B8%87-am2302-dht22-digital-temperature-and-humidity-sensor-module (สืบค้นเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2561).

[23] Growweedeasy "LED Light Grow" [ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา https://www.growweedeasy.com/led-grow-lights/ (สืบค้นเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2561).

[24] ฟาร์มผักไฮโดรโปนิกส์ เกษตรผสมผสาน "ผักสลัด" [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.forfarm.co/29 (สืบค้นเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2561).

[25] ZEN hydroponics "การปลูกพืชระบบรากแขวน" [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://zen-hydroponics.blogspot.com/2015/03/aeroponics-culture.html (สืบค้นเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2561).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมการทำงานร่วมกับฐานข้อมูล มีดังนี้

ส่วนที่เป็นอาดูโน่

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <DHT.h>
#include <Wire.h>
#include <WiFiClientSecure.h>

#define Light 3
#define Frog 4
#define BL 2
#define DHTPIN 5
#define DHTTYPE DHT21

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

float t;
float h;
float valf;
String cc;
String gg;
String a;
String b;
String d;

String x = "/s7011187/show.php";
String sentdata(String url);
byte BH1750_Read(int address);
void BH1750_Init(int address);

const char* ca = \
"-----BEGIN CERTIFICATE-----\n" \
"MIIFCTCCA/GgAwIBAgISA0Nopm3q5gvr08UyYjDS4hLTMA0GCSqGSIb3DQEBCwUA\n" \
"MEoxCzAJBgNVBAYTAlVTMRYwFAYDVQQKEw1MZXQncyBFbmNyeXB0MSMwIQYDVQQD\n"
\
"ExpMZXQncyBFbmNyeXB0IEF1dGhvcml0eSBYMzAeFw0xODAzMTUxMDI2NDVaFw0x\n" \
"ODA2MTMxMDI2NDVaMB4xHDAaBgNVBAMTE3dlYnNlcnYua21pdGwuYWMudGgwggEi\n" \
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
"MA0GCSqGSIb3DQEBAQUAA4IBDwAwggEKAoIBAQDe/8Cuc4PY8ZtYGwiexXBILY0Q\n" \
"7V9QfL3pRYBhLVuu2MQtYHNMhqrNBxY9tlu7rJUhktLXST1mxFtgj5Gn6GJIKvDJ\n" \
"s1Yy0U23tXyOsZYfsxqpa4GflvhOtDALIBJjupFZeW+GB1UVojVfJaN3JZeSVQX8\n" \
"VmgSyVm5DyS6pNiKLf6BTjb6yiHZM6FtnGjtaBIMxAyecGcvDzGvhdRgZopp+o0p\n" \
"mqGOY5IROMFqBOX3dkeVLOMIol2fSl5ROagk8WVqmi2O4Thd2yJsBT2BbXdlqXYH\n" \
"3xhvP+tQNiZFCfONoHef+3wwZ0A/XvUW1J6vCQO/6sGt5SReT/tZZvBAdaFhAgMB\n" \
"AAGjggITMIICDzAOBgNVHQ8BAf8EBAMCBaAwHQYDVR0lBBYwFAYIKwYBBQUHAwEG\n" \
"CCsGAQUFBwMCMAwGA1UdEwEB/wQCMAAwHQYDVR0OBBYEFPSTCkvATsdXh2odNsr2\n"
\
"WbKS+fOCMB8GA1UdIwQYMBaAFKhKamMEfd265tE5t6ZFZe/zqOyhMG8GCCsGAQUF\n" \
"BwEBBGMwYTAuBggrBgEFBQcwAYYiaHR0cDovL29jc3AuaW50LXgzLmxldHNlbmNy\n" \
"eXB0Lm9yZzAvBggrBgEFBQcwAoYjaHR0cDovL2NlcnQuaW50LXgzLmxldHNlbmNy\n" \
"eXB0Lm9yZy8wHgYDVR0RBBcwFYITd2Vic2Vydi5rbWl0bC5hYy50aDCB/gYDVR0g\n" \
"BIH2MIHzMAgGBmeBDAECATCB5gYLKwYBBAGC3xMBAQEwgdYwJgYIKwYBBQUHAgEW\n" \
"Gmh0dHA6Ly9jcHMubGV0c2VuY3J5cHQub3JnMIGrBggrBgEFBQcCAjCBngyBm1Ro\n" \
"aXMgQ2VydGlmaWNhdGUgbWF5IG9ubHkgYmUgcmVsaWVkIHVwb24gYnkgUmVseWlu\n" \
"ZyBQYXJ0aWVzIGFuZCBvbmx5IGluIGFjY29yZGFuY2Ugd2l0aCB0aGUgQ2VydGlm\n" \
"aWNhdGUgUG9saWN5IGZvdW5kIGF0IGh0dHBzOi8vbGV0c2VuY3J5cHQub3JnL3Jl\n" \
"cG9zaXRvcnkvMA0GCSqGSIb3DQEBCwUAA4IBAQAVXrpbv6V6MdHOOxP8diKR9Xg2\n" \
"UhzFj49TnIqPTXTIexuBc8IUBAl79hIuuFk+lz0AtXznc2LzdIMLXH6jXJuDO493\n" \
"Mdkd4Cp2uoALwHLpA4cLriXTjTuN2rA2pFWm6KA6n1DkuS33SvqV/O8yZd4kR1XC\n" \
"ZTNmZIULKlZrTdq9VG0jH9oMsu667Lk5ClRj22JAo5zqfxNz3I2e9yOYmWR9xo4A\n" \
"dOsrL6WWwZUQZ15SD3bXO7C1TWFYqRSgJjBDXGoK+v/he7n2lgDuXgjSCOIPk8br\n" \
"4dyfYraP5as2RYg7atwd1k41sGJnLGyROCHAHibPBMWgPiMsLqaxifZgUW+1\n" \
"-----END CERTIFICATE-----\n";\

const char* host = "webserv.kmitl.ac.th";
const int httpsPort = 443;
String url =
"/s7011187/test2.php?temp="+a+"&Humi="+b+"&Status="+cc+"&Switch="+gg+"&Lighting="
+d;
//light measure
int BH1750_address = 0x23; // i2c Addresse
byte buff[2];
//

const char* ssid = "iPhone ของ Witsarut";   // ชื่อ Access Point
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
const char* password = "s7011187"; //password Access Point

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  dht.begin();
  Wire.begin();
//กำหนดขา ควบคุมค่า Output ของ Node MCU
  pinMode(16,OUTPUT);
  pinMode(3,OUTPUT);
  pinMode(4,OUTPUT);
  digitalWrite(16, 0);
// Connect to WiFi network;
  Serial.println();
  Serial.print("connecting to ");
  Serial.println(ssid);
  WiFi.mode(WIFI_STA);
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
     digitalWrite(16,LOW);
    delay(100);
    digitalWrite(16,HIGH);
  }
  Serial.println("");
  Serial.println("WiFi connected");
  Serial.println("IP address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
  digitalWrite(16,HIGH);
}

 void loop() {
   String fun = sentdata(url);
   h = dht.readHumidity();
   t = dht.readTemperature();
 //Temp&Humi
   if (isnan(t) || isnan(h)) {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Serial.println("Failed to read from DHT");
  } else {
    Serial.print("Humidity: ");
    Serial.print(h);
    Serial.print(" %\t");
    Serial.print("Temperature: ");
    Serial.print(t);
    Serial.println(" *C");
  }
  ///Light
  float valf=0;
  if(BH1750_Read(BH1750_address)==2){
    valf=((buff[0]<<8)|buff[1])/1.2;
    if(valf<0)Serial.print("> 65535");
    else Serial.print((int)valf,DEC);
    Serial.println(" lx");
  }
//Connect to Server
WiFiClientSecure client;
  Serial.print("connecting to ");
  Serial.println(host);
  if (!client.connect(host, httpsPort)) {
    Serial.println("connection failed");
    return;
  }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if (client.verify(ca, host)) {
  Serial.println("certificate matches");
} else {
  Serial.println("certificate doesn't match");
}
Serial.print("requesting URL: ");
Serial.println(x);

client.print(String("GET ") + x + " HTTP/1.1\r\n" +
             "Host: " + host + "\r\n" +
             "User-Agent: BuildFailureDetectorESP8266\r\n" +
             "Connection: close\r\n\r\n");

Serial.println("request sent");
while (client.connected()) {
  String line = client.readStringUntil('\n');
  if (line == "\r") {
    Serial.println("headers received");
    break;
  }
}
String line = client.readStringUntil('\n');
if (line.startsWith("{\"state\":\"success\"")) {
  Serial.println("esp8266/Arduino CI successfull!");
} else {
  Serial.println("esp8266/Arduino CI has failed");
}
Serial.println("reply was:");
Serial.println("==========");
Serial.println(line);
Serial.println(fun);
Serial.println("==========");
Serial.println("closing connection");
 if (fun.indexOf("$5") != -1) {
  String cc = "5 min";
  Serial.println("ON 5 min");
  while(1){
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    digitalWrite(Frog,1);
    delay(10000);
    digitalWrite(Frog,0);
    delay(300000);
  }
}
if (fun.indexOf("$10") != -1) {
    String cc = "10 min";
  Serial.println("ON 10 min");
  while(1){
    String cc = "10 min";
    digitalWrite(Frog,1);
    delay(10000);
    digitalWrite(Frog,0);
    delay(600000);
  }
}
if (fun.indexOf("$15") != -1) {
  String cc = "15 min";
  Serial.println("ON 15 min");
  while(1){
    digitalWrite(Frog,1);
    delay(10000);
    digitalWrite(Frog,0);
    delay(900000);
  }
}
if (fun.indexOf("$20") != -1) {
  String cc = "20 min";
  Serial.println("ON 20 min");
  while(1){
    digitalWrite(Frog,1);
    delay(10000);
    digitalWrite(Frog,0);
    delay(1200000);
  }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  if (fun.indexOf("#ON") != -1) {
   String dd = "ON";
   Serial.println("Light id ON");
     digitalWrite(Light,1);
  }
  if (fun.indexOf("#OFF") != -1) {
   String dd = "OFF";
   Serial.println("Light id OFF");
     digitalWrite(Light,0);
  }
  delay(10000);
}

String sentdata(String url) {
WiFiClientSecure client;
  Serial.print("connecting to ");
  Serial.println(host);
  if (!client.connect(host, httpsPort)) {
   Serial.println("connection failed");
  }
  if (client.verify(ca, host)) {
   Serial.println("certificate matches");
  } else {
   Serial.println("certificate doesn't match");
  }
  Serial.print("requesting URL: ");
  Serial.println(url);

  client.print(String("GET ") + url + " HTTP/1.1\r\n" +
               "Host: " + host + "\r\n" +
               "User-Agent: BuildFailureDetectorESP8266\r\n" +
               "Connection: close\r\n\r\n");

  Serial.println("request sent");
  String line = client.readStringUntil('\r');
  Serial.println("reply was:");
  Serial.println("==========");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  Serial.println(line);
  Serial.println("==========");
  Serial.println("closing connection");
  return line;
}

void BH1750_Init(int address){

  Wire.beginTransmission(address);
  Wire.write(0x10); // 1 [lux] aufloesung
  Wire.endTransmission();
}

byte BH1750_Read(int address){

  byte i=0;
  Wire.beginTransmission(address);
  Wire.requestFrom(address, 2);
  while(Wire.available()){
    buff[i] = Wire.read();
    i++;
  }
  Wire.endTransmission();
  return i;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่เป็น PHP ในการเก็บค่าจากตัวแปรเข้าสู่ฐานข้อมูล

```
<?php
 date_default_timezone_set('Asia/Bangkok');
$servername ="webservhost";
$username = "s7011187_Peemwsr";
$password = "s7011187";
$dbname = "s7011187_T112SmartFarm";
$now = new DateTime();
$temp = $_GET['temp'];
$Humi = $_GET['Humi'];
$Status = $_GET['Status'];
$Switch = $_GET['Switch'];
$Lighting = $_GET['Lighting'];
$conn = mysql_connect("webservhost","s7011187_Peemwsr","s7011187");
if (!$conn){
    die('Could not connect: ' . mysql_error());
}
$con_result = mysql_select_db($dbname, $conn);
if(!$con_result)
{
 die('Could not connect to specific database: ' . mysql_error());
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
$datenow = $now->format("Y-m-d H:i:s");
$hvalue = $value;
$sql ="insert into T112 (temp,Humi,Lighting,datenow) values (
'$temp','$Humi','$Lighting','$datenow')";
// echo $sql;
$result = mysql_query($sql);
if (!$result) {
 die('Invalid query: ' . mysql_error());
}
echo "<h1 align=center>THE DATA HAS BEEN SENT!!</h1>";
mysql_close($conn);
?>
```

ส่วนที่เป็น PHP ในการแสดงผลข้อมูลจากฐานข้อมูล

```
<html>
<style type="text/css">
html {
background-image: url('BG.jpg');
background-repeat: no-repeat;
background-position: center center;
background-attachment: fixed;
-o-background-size: 100% 100%, auto;
-moz-background-size: 100% 100%, auto;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
-webkit-background-size: 100% 100%, auto;

background-size: 100% 100%, auto;

}

</style>

<head><link rel="icon" type="png" href="https://webserv.kmitl.ac.th/s7011187/fuck" />

<title>Smart Farm</title>

</head>

<body>

<h1><marquee><font scrollamount="1000" size=40 color="red">YOUR SMART FARM</marquee></h1>

<?php

$host ="webservhost";

$user = "s7011187_Peemwsr";

$pass = "s7011187";

$dbname = "s7011187_T112SmartFarm";

$dbcon = mysqli_connect($host,$user,$pass,$dbname);

$query ="SELECT * FROM T112 order by datenow DESC LIMIT 1";

if(!$dbcon){

die('error');

}

echo "<center><b><div style=\"font-size:4.5em;\">Status Now<img src='123.png'></div></b></center><br>";

$data = mysqli_query($dbcon,$query);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if (!$data) {
    printf("Error: %s\n", mysqli_error($dbcon));
    exit();
}
echo "<table border='1' align='center' width='300' bgcolor='#FFFFFF'>";
        echo"<tralign='center'
bgcolor='#CCCCCC'><td>TEMP</td><td>HUMID</td><td>LIGHT
Intensity</td><td>STATUS</td><td>SWICTH</td><td>DATE&TIME</td></tr>";
        while($row=mysqli_fetch_array($data)){
        echo"<tr>";
                echo "<td>" .$row["temp"] . "</td> ";
                echo "<td>" .$row["Humi"] . "</td> ";
                echo "<td>" .$row["Lighting"] . "</td> ";
                echo "<td>" .$row["Status"] . "</td> ";
                echo "<td>" .$row["Switch"] . "</td> ";
                echo "<td>" .$row["datenow"] . "</td> ";
        echo "</tr>";
}
echo "</table>"."<br>"."<br>"."<br>"."<br>";
mysqli_close($dbcon);
?>
<?php
$host ="webservhost";
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
$user = "s7011187_Peemwsr";

$pass = "s7011187";

$dbname = "s7011187_T112SmartFarm";

$dbcon = mysqli_connect($host,$user,$pass,$dbname);

$query ="SELECT * FROM T112 order by datenow DESC limit 1,5";

if(!$dbcon){

        die('error');

}

        echo                "<center><b><div                style=\"font-size:4.5em;\">Old
Time</div></b><center>"."<br>"."<br>"."<br>";

$data = mysqli_query($dbcon,$query);

if (!$data) {

    printf("Error: %s\n", mysqli_error($dbcon));

    exit();

}

echo "<table border='1' align='center' width='300' bgcolor='#FFFFFF'>";

        echo                "<tr                align='center'
bgcolor='#CCCCCC'><td>TEMP</td><td>HUMID</td><td>LIGHT
Intensity</td><td>STATUS</td><td>SWICTH</td><td>DATE&TIME</td></tr>";

        while($row=mysqli_fetch_array($data)){

        echo"<tr>";

                echo "<td>" .$row["temp"] .  "</td> ";

                echo "<td>" .$row["Humi"] .  "</td> ";
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            echo "<td>" .$row["Lighting"] .  "</td> ";
            echo "<td>" .$row["Status"] .  "</td> ";
            echo "<td>" .$row["Switch"] .  "</td> ";
            echo "<td>" .$row["datenow"] .  "</td> ";
        echo "</tr>";
}
echo "</table>";
mysqli_close($dbcon);
?>
<h1>Control YOUR SMART FARM here !!</h1>
<form action="link.php" name="add" method="post">
<table width="260" border="1">
  <tr>
    <th width="120">WATER control</th>
    <td><input type="submit" name="Status" value="$5"><input type="submit" name="Status" value="$10"><input type="submit" name="Status" value="$15"><input type="submit" name="Status" value="$20"></td>
    </tr>

  </table>
</form>
<form action="link2.php" name="add" method="post">
<table width="250" border="1">
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  <tr>
    <th width="120">SWITCH control</th>
    <td><input type="submit" name="Switch" value="#ON"><input type="submit" name="Switch" value="#OFF"></td>
    </tr>
  </table>
</form>
</body>
</html>
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่เป็น PHP ในการควบคุมระบบส่วนที่ 1 การควบคุมการเปิดปิด Grow Light

```
<?php
date_default_timezone_set('Asia/Bangkok');
$host ="webservhost";
$user = "s7011187_Peemwsr";
$pass = "s7011187";
$dbname = "s7011187_T112SmartFarm";
$now = new DateTime();
$datenow = $now->format("Y-m-d H:i:s");
$dbcon = mysqli_connect($host,$user,$pass,$dbname);
        ini_set('display_errors', 1);
        error_reporting(~0);
        $sql ="insert into T112status (status,switch,date) values
('".$_POST["Status"]."','NULL','$datenow')";
        $query = mysqli_query($dbcon,$sql);
 if (!$query) {
  die('Invalid query: ' . mysqli_error($dbcon));
}
        if($query) {
                echo "Success!!";
        }
 $query ="SELECT * FROM T112 order by datenow DESC LIMIT 1";
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
$data = mysqli_query($dbcon,$query);
if (!$data) {
    printf("Error: %s\n", mysqli_error($dbcon));
    exit();
}
        while($row=mysqli_fetch_array($data)){
                echo $row["temp"]."\n";
                echo $row["Humi"]."\n";
                echo $row["Lighting"]."\n";
                echo "#".$row["Status"]."\n";
                echo $row["Switch"]."\n";
}
mysqli_close($dbcon);
?>
<form action="ON.php" name="add" method="post">
<input type="submit" name="back" value="back">
</form>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่เป็น PHP ในการควบคุมระบบส่วนที่ 2 การควบคุมการ

```
<?php
date_default_timezone_set('Asia/Bangkok');
$host ="webservhost";
$user = "s7011187_Peemwsr";
$pass = "s7011187";
$dbname = "s7011187_T112SmartFarm";
$now = new DateTime();
$datenow = $now->format("Y-m-d H:i:s");

$dbcon = mysqli_connect($host,$user,$pass,$dbname);

        ini_set('display_errors', 1);
        error_reporting(~0);

        $sql ="insert into T112status (status,switch,date) values
('NULL','".$_POST["Switch"]."','$datenow')";

        $query = mysqli_query($dbcon,$sql);

 if (!$query) {
  die('Invalid query: ' . mysqli_error($dbcon));
}

        if($query) {
                echo "Success!!";
        }

$query ="SELECT * FROM T112 order by datenow DESC LIMIT 1";
$data = mysqli_query($dbcon,$query);
if (!$data) {
    printf("Error: %s\n", mysqli_error($dbcon));
    exit();
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
while($row=mysqli_fetch_array($data)){

        echo $row["temp"]."\n";
        echo $row["Humi"]."\n";
        echo $row["Lighting"]."\n";
        echo $row["Status"]."\n";
        echo "&".$row["Switch"]."\n";

}

mysqli_close($dbcon);

?>
<form action="ON.php" name="add" method="post">
<input type="submit" name="back" value="back">
</form>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้