การพัฒนารูปแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืช โดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง

Development of smart farm management system model in plant house by embedded computer

ผศ.ปวันนพัสตร์ ศรีทรงเมือง

ผศ.ชาญณรงค์ ศรีทรงเมือง

อาจารย์สุมนา บุษบก

นางสาวชุติกานต์ หอมทรัพย์

นายศุภกาญจน์ คงสมแสวง

คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ สาขาวิชาระบบสารสนเทศ

ศูนย์พระนครศรีอยุธยา หันตรา

เงินกองทุนส่งเสริมงานวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563

สิงหาคม 2563

การพัฒนารูปแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืช โดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง

Development of smart farm management system model in plant house by embedded computer

ผศ.ปวันนพัสตร์ ศรีทรงเมือง

อาจารย์สุมนา บุษบก

สาขาระบบสารสนเทศและคอมพิวเตอร์ธุรกิจ

คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ

ผศ.ชาญณรงค์ ศรีทรงเมือง

สาขาพืชศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมการเกษตร

นางสาวชุติกานต์ หอมทรัพย์

นายศุภกาญจน์ คงสมแสวง

สาขาระบบสารสนเทศและคอมพิวเตอร์ธุรกิจ

คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ สาขาวิชาระบบสารสนเทศ

ศูนย์พระนครศรีอยุธยา หันตรา

เงินกองทุนส่งเสริมงานวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563

สิงหาคม 2563

ชื่อเรื่อง การพัฒนารูปแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง

ผู้วิจัย ผศ.ปวันนพัสตร์ ศรีทรงเมือง สาขาวิชา ระบบสารสนเทศและคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ

ผศ.ชาญณรงค์ ศรีทรงเมือง สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมการเกษตร

นางนางสุมนา บุษบก สาขาวิชา ระบบสารสนเทศและคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ

นางสาวชุติกานต์ หอมทรัพย์ สาขาวิชา ระบบสารสนเทศและคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ

นายศุภกาญจน์ คงสมแสวง สาขาวิชา ระบบสารสนเทศและคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ

แหล่งทุน เงินกองทุนส่งเสริมงานวิจัย

พ.ศ. 2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง หาคุณภาพระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชปลูกพืช และศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะ กระบวนการวิจัยได้ดำเนินการโดยพัฒนารูปแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและด้านเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตร จากนั้นนำไปพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง เสร็จแล้วนำระบบไปประเมินกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นอาจารย์ นักศึกษา เจ้าหน้าที่ และเกษตรกร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์หันตรา จำนวน 40 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัย พบว่า ผู้เชี่ยวชาญประเมินรูปแบบที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด และเมื่อประเมินหาคุณภาพของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังที่พัฒนาตามรูปแบบ พบว่า คุณภาพของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชปลูกพืชโดยใช้

คอมพิวเตอร์แบบฝังจากการทดสอบของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.64, S.D. = 0.18) และกลุ่มตัวอย่าง ได้แสดงความพึงพอใจที่มีต่อการใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.60, S.D. = 0.04) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า รูปแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังที่พัฒนาขึ้น ช่วยในการอำนวยความสะดวกและแบ่งเบาภาระของเกษตรกรในการควบคุมสั่งการเปิด-ปิดการให้น้ำในโรงเรือนปลูกพืชผ่านทางสมาร์ตโฟนจากทุกที่ทุกเวลา

คำสำคัญ: ฟาร์มอัจฉริยะ คอมพิวเตอร์แบบฝัง อินเทอร์เน็ต ของสรรพสิ่ง

Title Development of smart farm management system model in plant house by embedded computer

Researcher Ass. Prof. Pavannaphat Srisongmuang. Department Information System and Business Computer. Faculty of Business Administration and Information Technology.

Mrs. Sumana Busabok. Department Information System and Business Computer. Faculty of Business Administration and Information Technology.

Ass. Prof. Channarong Srisongmuang. Department Plant Science. Faculty of Agricultural Technology and Agro-Industry Faculty of Agricultural Technology and Agro-Industry

Miss Chutikan Homsub. Department Information System and Business Computer. Faculty of Business Administration and Information Technology.

Mr.Supakarn Kongsomsawang Department Information System and Business Computer. Faculty of Business Administration and Information Technology.

Source of Fund Rajamangala University of Technology Suvarnabhum

Year 2563

Abstract

Development of smart farms controller system in plantation houses through the embedded computer. The objective of this experiment are finding efficiency and satisfaction of user on application and computer program to control smart farm systems in plantation houses through the embedded computers. This experiment was develop application to control system in plantation house form smart phone. The experts found that the suitability of application to control smart farm elements in the plantation house through the embedded computers was suitable to the highest level at an average score is 4.91 form 5.00. And the standard deviation is 0.23. There are 3 sub-evaluation items, topics, concepts

and principles that are consistent with the objectives, suitability for the development of smart farm controller systems in plantation houses through the embedded computers, and the composition of the forms have an average score of 5.00 points, equal to the 3 items. The experts review on the effectiveness of application to control smart farm systems is the highest level, the average score is 4.64 form 5.00. The standard deviation is 0.18. There are sub-evaluation items on the benefits and uses with the highest average score of 4.83. The users have satisfaction towards application to control smart farm systems in plantation houses by using embedded computers in the highest level. The average score is 4.60 form 5.00 and standard deviation is 0.04. There are sub-evaluation items on the benefits and uses with the highest average score of 4.64 points. This is according to the hypothesis criteria set. This indicates that the smart farm management system in the greenhouse using an embedded computer developed by researchers. It can work according to the scope and purpose of such research. This enables the prototype of a smart farm in the plantation house of the plant's experimental conversion. Faculty of Agricultural Technology and Agricultural Industry, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Phra Nakhon Si Ayutthaya Center Turn the badge. And is useful for use in intelligent farm systems in greenhouses to grow crops according to the needs of users and interested people in the future

Keywords: Smart Farm, embedded computers, IoT

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือ และอนุเคราะห์จากบุคคลหลายฝ่าย เริ่มจาก ผศ.ดร.นัยวิเฉลิมนนท์ คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมการเกษตรที่ได้อนุญาติให้ ผศ.ชาญณรงค์ ศรีทรงเมือง อาจารย์ประจำคณะฯ ซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญด้านการผลิตพืชและการป้องกันกำจัดศัตรูพืชในโรงเรือนเป็นผู้ร่วมโครงการวิจัยและอนุญาติให้ใช้พื้นที่แปลงทดลอง เพื่อให้ผู้วิจัยได้ทำการทดลองระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ที่ให้การสนับสนุนทุนในการวิจัย และผู้ช่วยศาสตราจารย์อาณัติ รัตนถิรกุล ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ได้ให้คำปรึกษาด้านข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องด้วยดีเสมอ อาจารย์นักศึกษาที่ร่วมวิจัย ตลอดจนเจ้าหน้าที่งานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ นักศึกษาสาขาวิชาต่างๆและผู้ที่สนใจเข้าชมและร่วมประเมินผลการทำงานของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ในครั้งนี้ ทำให้งานวิจัยสำเร็จได้ด้วยดี

ปวันนพัสตร์ ศีทรงเมือง
ชาญณรงค์ ศรีทรงเมือง
สุมนา บุษบก
ชุติกานต์ หอมทรัพย์
ศุภกาญจน์ คงสมแสวง

สารบัญ

		หน้า
	บทคัดย่อภาษาไทย	ข
	บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
	กิตติกรรมประกาศ	ฉ
	สารบัญ	ช
	สารบัญตาราง	ฌ
	สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1	**บทนำ**	
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
	1.2 วัตถุประสงค์	2
	1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
	1.4 สมมุติฐานการวิจัย	3
	1.5 ประโยชน์ของผลการวิจัย	3
	1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	3
	1.7 กรอบแนวคิดในการวิจัย	6
บทที่ 2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	
	2.1 ฟาร์มอัจฉริยะ	7
	2.2 โรงเรือน	10
	2.3 คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว	11
	2.4 Internet of Things (IoT)	11
	2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	18
บทที่ 3	**วิธีการดำเนินงานวิจัย**	
	3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	20
	3.2 ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล	23
	3.3 ออกแบบและจัดทำระบบ	24
	3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	30

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
4.1 ผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบรูปแบบระบบจัดการฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว	32
4.2 ผลการหาคุณภาพของระบบจัดการฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว	35
4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของการใช้ระบบจัดการฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว	39
บทที่ 5 สรุปผลอภิปรายและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัยผล	45
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	46
5.3 ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย	47
บรรณานุกรม	48
ภาคผนวก	51
ประวัติคณะผู้วิจัย	

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	ความเมาะสมขององค์ประกอบของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว	32
4.2	คุณภาพของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง	35
4.3	ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามของการพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง	39
4.4	แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อการใช้งานระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง	42

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) Arduino NodeMCU ESP8266	4
1.2	โรงเรือนที่ใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว ที่มีการควบคุมสั่งการเปิด-ปิดการรดน้ำแบบเรียลไทม์ (Real-time)	4
1.3	รูปแบบฟาร์มอัจฉริยะ	4
1.4	กรอบแนวคิดในการวิจัย	6
2.1	Arduino NodeMCU ESP8266	13
2.2	รีเลย์ Module Relay	14
2.3	เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น DHT11	15
2.4	เซ็นเซอร์วัดความชื้นความแห้งในดิน	16
2.5	โซลินอยด์วาล์วพลาสติก Solenoid Valve	16
2.6	สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย	17
2.7	กล้องวงจรปิด	18
3.1	โครงสร้างการทำงาน	24
3.2	ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย	25
3.3	ออกแบบสภาปัตยกรรมของระบบจัดการฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว	26
3.4	การเชื่อมต่ออุปกรณ์ระบบ	27
3.5	แสดงหน้าเข้าสู่ระบบ	28
3.6	แสดงหน้าแรกของระบบ	28
3.7	แสดงสั่งการระบบให้เปิดน้ำ	29

บทที่1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เทคโนโลยียุค 4.0 มีส่วนสำคัญในการดำเนินชีวิตประจำวัน และการทำงานในด้านต่างๆเป็นอย่างมากด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง(Internet of Things) หรือ IoT ซึ่งหมายถึงการที่สิ่งของอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้ต่าง ๆ รอบตัวเราทั้งที่เป็นสิ่งของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวันเช่น นาฬิกา โทรศัพท์มือถือ รถยนต์ หลอดไฟ ตู้เย็น ทีวี หม้อหุงข้าว ปั๊มน้ำ พัดลม เครื่องปรับอากาศ เครื่องมือเครื่องจักรกลในโรงงานอุตสาหกรรมถูกเชื่อมโยงเข้าด้วยกันบนโลกของอินเทอร์เน็ต ทำให้สามารถควบคุมหรือสั่งการอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ ไม่ว่าจะเป็นการเปิด-ปิดไฟ แอร์ โทรทัศน์ ปั้มน้ำ ฯลฯ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยสมาร์ทโฟน คอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์พกพาอื่น ๆ นอกจากสิ่ง ต่าง ๆ รอบตัวเราแล้ว เทคโนโลยี IoT ยังถูกนำไปใช้กับงานด้านการแพทย์ การเกษตร อุตสาหกรรม และอื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านฟาร์มอัจฉริยะ เป็นการนำเทคโนโลยี IoT มาใช้กับงานด้านการเกษตร เช่นการนำอุปกรณ์เซ็นเซอร์มาตรวจวัดความชื้นในดิน ปริมาณแสดงแดด อุณหภูมิในอากาศ และนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์และสั่งการไป ยังอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ เพื่อสร้างสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งการนำเอาเทคโนโลยี IoT มาประยุกต์ใช้ นอกจากจะช่วยให้เกษตรกรประหยัดรัพยากรที่ใช้ยังช่วยให้สามารถคาดการณ์ช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยวและปริมาณของผลผลิตได้แม่นยำอีกด้วย (1) ธรัช อารีราษฎร์ และวรปภา อารีราษฎร์ (2) ได้พัฒนาระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือนให้มีผลผลิตที่สมบูรณ์ ซึ่งระบบสามารถควบคุมสั่งเปิด -ปิดการพ่นละอองน้ำในโรงเรือนได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด และศุภวุฒิ ผากา, สันติ วงศ์ใหญ่และอดิศร ถมยา (3) ได้พัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดในโรงเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น ตำบนปงยางคก อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง พบว่าระบบสามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื่นเป็นไปตามที่ต้องการและในส่วนของปริมาณน้ำในแต่ละครั้งที่ใช้ในโรงเพาะเห็ดลดลงกว่าการให้น้ำในโรงเพาะเห็ดโดยวิธีเดิมประมาณ 70 ลิตร (4)

ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่ร่วมกับผู้ควบคุมดูแลโรงเรือนปลูกพืชคณะเทคโนโลยการเกษตรและอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์หันตรา พบว่า โรงเรือนปลูกพืชยังคงใช้วิธีการดูแลแปลงปลูกพืชแบบดั้งเดิมโดยใช้คนรดน้ำ ซึ่งทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย และเสียเวลาในการให้ น้ำแก่พืชผักในโรงเรือนอีกทั้งยังไม่สามารถควบคุมปริมาณการใช้น้ำได้ จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาข้างต้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง เพื่อช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายและเพิ่มความสะดวกสบายในการให้น้ำแก่พืชผักในโรงเรือนปลูกพืช โดยใช้บอร์ดคอมพิวเตอร์แบบฝัง (NodeMCU ESP8266) ผู้ใช้งานสามารถควบคุมสั่งการเปิด-ปิดการให้น้ำในโรงเรือนปลูกผ่านทางสมาร์ตโฟนจากทุกที่ทุกเวลา

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว

1.2.2 เพื่อหาคุณภาพระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง

1.2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อการใช้งานระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยการพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง มีขอบเขตของงานดังนี้

1.3.1 ด้านความสามารถของระบบ

1.3.1.1 สามารถวัดค่าความชื้นในดินได้

1.3.1.2 สามารถวัดอุณหภูมิ

1.3.1.3 สามารถสั่งควบคุมการเปิด-ปิดการรดน้ำได้

1.3.1.4 สามารถกำหนดสิทธ์ในการเข้าใช้งานเพื่อความปลอดภัยระบบมีการกำหนดสิทธิ์ในการเข้าใช้งานเพื่อความปลอดภัยโดยใช้ Username (ชื่อผู้ใช้งาน) และPassword (รหัสผู้ใช้งาน)

1.3.1.5 สามารถใช้งานระบบหรือสั่งการผ่านสมาร์ทโฟนได้ทุกที่ทุกเวลาที่มีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต

1.3.2 ด้านอุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนา

1.3.2.1 Arduino NodeMCU ESP8266

1.3.2.2 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น DHT11

1.3.2.3 เซ็นเซอร์วัดความชื้นความแห้งในดิน

1.3.2.4 รีเลย์ Module Relay

1.3.2.5 โซลินอยด์วาล์วพลาสติก Solenoid Valve

1.3.2.6 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย

1.3.2.7 กล้องวงจรปิด เพื่อดูการทำงานของระบบ

1.3.3 ด้านโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนา

1.3.3.1 Arduino IDE

1.3.3.2 PHP

1.3.3.3 MySQL

1.3.3.4 C++

1.4 สมมุติฐานการวิจัย

1.4.1 ประสิทธิภาพของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังจากการทดสอบของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมากขึ้นไป

1.4.2 ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในการใช้งานของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังอยู่ในระดับพอใจมาก

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้ระบบจัดการฟาร์มอัจฉริยะโรงเรือนแบบปิดโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว ที่สามารถสั่งการควบคุมการเปิด-ปิดน้ำ ได้แบบเรียลไทม์

1.5.2 ช่วยให้สามารถรดน้ำต้นไม้ได้ในปริมาณที่เพียงพอ เหมาะสมกับการเจริญเติบโต

1.5.3 เป็นต้นแบบที่สามารถเป็นแหล่งศึกษาหาความรู้สำหรับครู อาจารย์ เจ้าหน้าที่ นักศึกษา และผู้ที่สนใจทั่วไป

1.5.4 ประหยัดแรงงาน สามารถตรวจสอบและสั่งการได้ทุกที่

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 Internet of Things (IoT) คือ สิ่งต่างๆ ล้วนถูกเชื่อมโยงถึงกันด้วยอินเทอร์เน็ตสิ่งต่าง ๆ ซึ่งหมายถึง สิ่งของ อุปกรณ์ หรือเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ ของมนุษย์ ที่ใช้ในชีวิตประจำวันและของใช้ภายในบ้าน ของใช้ทั้งในและนอกอาคาร หรือตามสถานที่ต่าง ๆ ตลอดไปจนถึงเครื่องมือจักรกลในโรงงานอุตสาหกรรมและในแวดวงการเกษตร สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้สามารถเชื่อมโยงถึงกันได้ด้วยอินเทอร์เน็ต ถ้าหากเซ็นเซอร์ของอุปกรณ์ต่าง ๆ มีการเชื่อมต่อเข้ากับโครงข่าย ก็ช่วยให้เราสามารถตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลได้ เช่น สมาร์ทฟาร์ม ที่นำเอาเซ็นเซอร์มาตรวจวัดความชื้นในดิน ปริมาณแสงแดด อุณหภูมิในอากาศ (ภาสกร พาเจริญ, 2562)

1.6.2 คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว หมายถึง คอมพิวเตอร์แบบฝัง (Embedded Computer) หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ (Micro Controller) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) ที่ปัจจุบันกำลังได้รับความนิยมอย่างสูง เนื่องจากมีขนาดเล็ก ราคาถูกและคล้ายคลึงกันกับ Arduino ซึ่งที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ครั้งนี้ คือ Arduino NodeMCU ESP8266 ดังแสดงตามภาพที่ 1.1

ภาพที่ 1.1 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) Arduino NodeMCU ESP8266

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (microcontroller) คือ อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู,หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวถังเดียวกัน

1.6.3 โรงเรือน หมายถึง โรงเรือนที่มีแปลงทดลองปฏิบัติงาน ของสาขาพืชศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์พระนครศรีอยุธยา หันตรา ที่ผู้วิจัยได้รับการสนับสนุนให้สร้างเป็นฟาร์มสวนผักขึ้นเพื่อทำการทดลองการใช้งานระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ที่มีการควบคุมสั่งการเปิด-ปิดการรดน้ำ แบบเรียลไทม์ (Real-time) ดังแสดงตามภาพที่ 1.2

ภาพที่ 1.2 โรงเรือนที่ใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว ที่มีการควบคุมสั่งการเปิด-ปิดการรดน้ำแบบเรียลไทม์ (Real-time)

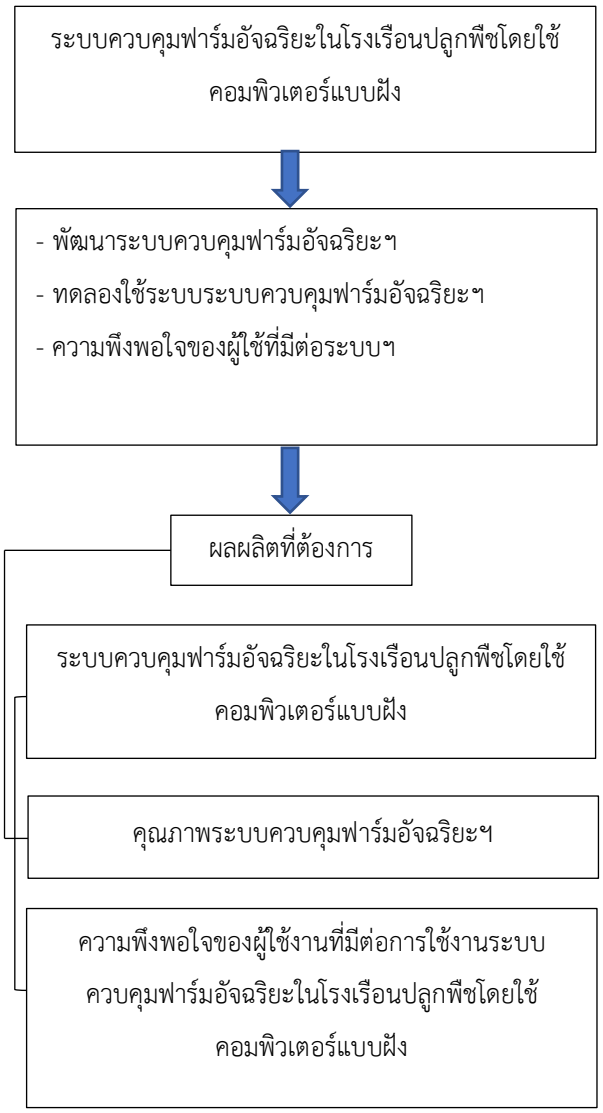
1.6.4 ฟาร์มอัจฉริยะ (Smart Farm) หมายถึง การทำฟาร์มอัจฉริยะเป็นการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยที่ระบบคอมพิวเตอร์ การสื่อสาร ระบบเซ็นเซอร์และเทคโนโลยีชีวภาพมาผสมผสานกันด้านงานการเกษตร ที่นำเอาเทคโนโลยีเข้ามาช่วย เช่น การควบคุมระบบการให้ ระบบการตรวจวัด (Sensor) ต่าง ๆ ที่จำเป็นในการวัดค่าและตรวจสอบค่าต่าง ๆ เช่น ชุดตรวจวัดสภาพภูมิอากาศ ชุดวัดความชื้นดิน (สิตาวีร์ ธีรวิรุฬห์, 2559)

1.6.5 ระบบจัดการฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือน หมายถึง ระบบฟาร์มอัฉริยที่มีลักษณะการทำงานของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาตามที่ได้ออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบการทำงานที่แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้งาน (user) เมื่อเข้าสู่ระบบ (login) ผ่านสมาร์ทโฟน ระบบจะสามารถแสดงค่าอุณภูมิ ค่าความชื้นในดิน และควบคุมสั่งการ เปิด-ปิดการรดน้ำผักกาดขาวใหญ่ ผักคะน้า ผักกวางตุ้ง ผักฮ่องเต้ ที่ใช้ในการทดลองระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง และสามารถดูการทำงานของระบบผ่านกล้องวงจรปิดได้แบบเรียลไทม์ (Real-time) ดังแสดงตามภาพที่ 1.3

ภาพที่ 1.3 รูปแบบฟาร์มอัจฉริยะ

1.7 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ออกแบบกรอบแนวคิดในการพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ดังรูปที่ 1.4



ภาพที่ 1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาระบบจัดการฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว จำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้พัฒนาจะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบระบบจัดการฟาร์มอัจฉริยะโรงเรือนแบบปิด ซึ่งมีหัวข้อและเนื้อหาที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 ฟาร์มอัจฉริยะ

2.2 โรงเรือน

2.3 คอมพิวเตอร์แบบฝัง

2.4 Internet of Things (IoT)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ฟาร์มอัจฉริยะ

ฟาร์มอัจฉริยะ (Smart Farm) หรือ ฟาร์มที่มีความแม่นยำ (Precision Farm) หรือฟาร์มโดยนำวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้เป็นเครื่องมือ เพื่อให้เกิดความสะดวกและง่ายต่อการจัดการ โดยสามารถประมวลผลได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องแม่นยำ มีการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า เพิ่มปริมาณและคุณภาพของผลผลิต ช่วยลดต้นทุนการผลิต มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อมนำไปสู่การแข่งขันระดับสากลได้ การทำฟาร์มอัจฉริยะเป็นการทำเกษตรแบบควบคู่กับนวัตกรรม ซึ่งเป็นที่นิยมอย่างมากในต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกาและออสเตรเลีย และในปัจจุบันเริ่มเพื่อแพร่หลายไปยังประเทศแถบทวีปยุโรป ญี่ปุ่น มาเลเซีย และอินเดีย ซึ่งประเทศเหล่านี้เป็นประเทศที่ขึ้นชื่อเรื่องระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นอย่างมาก โดยมีการนำเทคโนโลยีมาปรับใช้กับการทำการเกษตร เพื่อให้มีประสิทธิภาพการผลิตที่สูงขึ้น มีการนำเอาเทคโนโลยีในรูปแบบต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในการจัดการมากขึ้น ทำให้สามารถลดแรงงานด้านการเกษตร ซึ่งในปัจจุบันแรงงานในส่วนของภาคเกษตรก็ยิ่งลดลงไปเรื่อย ๆ ยิ่งในประเทศที่พัฒนาแล้วก็จะยิ่งมีแรงงานภาคเกษตรลดลง แต่ประเทศดังกล่าวหันมาสนใจภาคการเกษตรมากขึ้น ดังนั้นจึงได้มีการนำเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ มาช่วยในการจัดการ ส่งผลให้เกิดการผลิตสินค้าเกษตรที่มีคุณภาพและปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด ซึ่งประเทศไทยเองจัดเป็นประเทศที่มีความเกี่ยวพันกับการเกษตรมาตั้งแต่สมัยโบราณประชากรในประเทศประกอบอาชีพเกษตรกรเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้น ภาครัฐจึงควรหันมาให้ความสำคัญในด้านการทำเกษตรแบบอัจฉริยะและควรนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้กับภาคเกษตรมากขึ้นนำไปสู่การเกษตรยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมต่อไปในอนาคตจากนั้นข้อมูลจะถูกส่งไปเก็บไว้ในฐานข้อมูลที่เชื่อมโยงเข้าสู่ขั้นตอนการประมวลผลและส่งต่อไปยังเครื่องหยอดปุ๋ยบนรถไถที่ติดตั้งระบบ GPS (Global Positioning System) ทำให้การหยอดปุ๋ยสามารถกำหนดได้ว่าจะหยอดปุ๋ยชนิดใด

ปริมาณเท่าใด และจะหยดลงบริเวณตำแหน่งใดในฟาร์ม เพื่อให้เพียงพอค่าความต้องการของพืช และช่วยลดอัตราการสูญเสียปุ๋ยหรือลดระดับความเป็นพิษของปุ๋ยที่มีค่าต่อพืชปลูกนั้น

2.1.1 ความแตกต่างระหว่างฟาร์มอัจฉริยะและฟาร์มทั่วไป ฟาร์มอัจฉริยะมีการใช้ทรัพยากรอย่างถูกต้องแม่นยำ ตรงต่อความต้องการของพืช ช่วยลดการสูญเสียของทรัพยากร และยังช่วยลดต้นทุนการผลิต รวมถึงลดการให้ปุ๋ยและสารกำจัดศัตรูพืชในระดับที่เกินความต้องการของพืช หรือการให้ไม่ตรงกับการเกิดโรคและแมลง ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะส่งผลให้เกิดการตกค้างในดินและเกิดอาการดื้อยา ทำให้เกิดการแก้ปัญหาที่ไม่มีประสิทธิภาพ นำไปสู่การเกษตรที่ไม่ยั่งยืนและยังส่งผลให้เกิดการทำลายสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

พันธุ์พืชและสภาพแวดล้อมที่ต่างกันในแต่ละพื้นที่จะส่งผลให้มีผลผลิตที่ได้ต่างกัน ดังนั้นจึงต้องมีการบริหารจัดการพื้นที่อย่างเหมาะสมเพื่อให้มีการสร้างผลผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพให้ผลผลิตอย่างสม่ำเสมอในแต่ละพื้นที่ เพื่อเป็นการใช้พื้นที่ที่มีอยู่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีอัตราการตอบแทนผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่สูงกว่าการจัดการแบบฟาร์มธรรมดาทั่วไป ในส่วนนี้จะสามารถตรวจสอบและคำนวณรายได้ต่อพื้นที่ปลูกย่อยของแต่ละพื้นที่และประเมินต้นทุนการผลิตรายได้ และคำนวณเป็นผลกำไรที่ได้จากการผลิตพืชในแต่ละฤดู นำไปสู่การวางแผนการผลิตในฤดูถัดไปได้อย่างแม่นยำและเที่ยงตรง สร้างกำไรให้เกษตรกรอย่างคุ้มค่าต่อการลงทุน และมีการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างมีประสิทธิภาพ รักษาสภาพแวดล้อมให้คงอยู่ นำไปสู่การผลิตสินค้าเกษตรอย่างยั่งยืน มีคุณภาพและปลอดภัย สำหรับการทำงานของระบบฟาร์มอัจฉริยะจะมีการกำหนดรูปแบบการทำงานออกเป็นขั้นตอน เพื่อทำหน้าที่ในการจัดการฟาร์มทำให้ผู้ใช้งานสามารถดำเนินการและตรวจสอบได้ทุกขั้นตอน

2.1.2 การทำงานของระบบฟาร์มอัจฉริยะ การทำงานของฟาร์มอัจฉริยะแยกได้เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection) คือ การเก็บข้อมูลของดิน น้ำ แสง ภูมิอากาศ ผลผลิต ด้วยวิธีการและเทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น เครือข่ายเซ็นเซอร์ สถานีตรวจวัดอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม เครื่องสแกนสภาพดิน

2. การวินิจฉัยข้อมูล (Diagnostics) คือ การสร้าง กรอง และเก็บข้อมูลที่เป็นประโยชน์ เข้าสู่ฐานข้อมูลซึ่งมักจะใช้เทคโนโลยีภูมิสารเทศ (GIS)

3. วิเคราะห์ข้อมูล (Analysis) คือ การวิเคราะห์ข้อมูล การทำนายผลผลิตเชิงพื้นที่รวมไปถึงการวางแผนจัดการ เช่น เทคโนโลยี Crop Modeling ซึ่งจะนำข้อมูลต่าง ๆ มาทำเป็นโมเดลเพื่อหาความสัมพันธ์กับผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้

4. การดำเนินการตามแผนปฏิบัติงาน (Precision Field Operation) คือ การปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ เช่น การหยอดปุ๋ยด้วยรถขับเคลื่อนด้วย GPS การติดตั้งโปรแกรมการให้น้ำ การให้ปุ๋ยหรือยาฆ่าแมลงด้วยแคปซูลนาโน ซึ่งสามารถควบคุมการปลดปล่อยตามเงื่อนไขที่กำหนด

5. การประเมินผล (Evaluation) คือ การประเมินผลการปฏิบัติงานว่ามีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด คุ้มค่าแก่การลงทุนหรือไม่ โดยใช้เทคโนโลยีด้านการเงินและเศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรม

การทำฟาร์มอัจฉริยะ นอกจากต้องมีการกำหนดขั้นตอนการดำเนินงานที่ชัดเจนและเป็นระบบแล้ว ยังต้องมีการคัดเลือกเอาเทคโนโลยีที่เหมาะสมไปใช้ในฟาร์ม เพื่อเกิดประสิทธิภาพในการทำงานมากที่สุด นำเอาเทคโนโลยีในรูปแบบต่าง

2.1.3 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับระบบฟาร์มอัจฉริยะ ในการทำงานของฟาร์มอัจฉริยะมีเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องหลายชนิด และหลายระบบ ดังนี้

1. ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นผิวโลก (Global Positioning System: GPS) เป็นเทคโนโลยีกับแผนที่ดินของฟาร์มในการระบุพิกัดหรือตำแหน่งบนพื้นผิวโลกโดยใช้ดาวเทียม

2. ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) เป็นเทคโนโลยีในการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ แล้วนำมาแสดงผลในรูปแบบต่าง ๆ โดยมีความสามารถในการเก็บข้อมูลได้หลากหลายมิติ ที่มีความเกี่ยวข้องกับพิกัดของพื้นที่ จากนั้นนำมาวิเคราะห์ผลในอดีต เทคโนโลยี GIS

3. การรับรูปจากระยะไกล (Remote Sensing : RS) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลพื้นที่โดยอาศัยคลื่นแสงในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในรูปแบบต่าง ๆ เช่น เรดาร์ ไมโครเวฟ วิทยุ จัดเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะกับการใช้งานในพื้นที่ขนาดใหญ่ ในอดีตมีการนำเทคโนโลยีนี้มาใช้ในการเกษตร แต่ก็เป็นการใช้ในระดับภาครัฐ ยังไม่มีการนำมาใช้กับบริษัทหรือฟาร์มของเกษตรกร เนื่องจากมีราคาค่อนข้างสูง

4. เทคโนโลยีจัดการพื้นที่ตามความเหมาะสม (Variable Rate Technology : VRT) หรือเทคโนโลยีการให้ปุ๋ยให้น้ำ สารเคมีควบคุมศัตรูพืช ตามสภาพความแตกต่างของพื้นที่ โดยมักจะใช้ร่วมกับเทคโนโลยี GPS เช่นเดียวกับการใช้รถไถให้ปุ๋ยอัตโนมัติ ทั้งนี้อาจจะใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีการรับรู้ระยะใกล้เพื่อความถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น

2.2 โรงเรือน

โรงเรือน หมายถึง โรงเรือนที่ออกแบบที่มีลักษณะขึ้นโครงเหล็ก หลังคาคลุมด้วยพลาสติก ออกแบบกระบะปลูกผักสองฝั่ง ตรงกลางเป็นทางเดิน ที่สร้างขึ้นในแปลงปฏิบัติงานของสาขาพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์พระนครศรีอยุธยา หันตรา ที่ใช้ปลูกผักกาดขาวใหญ่ ผักคะน้า ผักกวางตุ้งผักฮ่องเต้ สำหรับใช้ในการทดลองระบบจัดการฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว

2.3 คอมพิวเตอร์แบบฝัง

ระบบฝังตัว หรือ สมองกลฝังตัว (Embedded System) เป็นระบบคอมพิวเตอร์ขนาดจิ๋วที่ฝังไว้ในอุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องเล่นอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เพื่อเพิ่มความฉลาด ความ สามารถให้กับอุปกรณ์เหล่านั้นผ่านซอฟต์แวร์ซึ่งต่างจากระบบประมวลผลที่เครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป ระบบฝังตัวถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในยานพาหนะ เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านและสำนักงาน อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เทคโนโลยีซอฟต์แวร์ เทคโนโลยีฮาร์ดแวร์ เทคโนโลยีเครือข่ายเน็ตเวิร์ก เทคโนโลยีด้านการสื่อสาร เทคโนโลยีเครื่องกลและของเล่นต่าง ๆคำว่าระบบฝังตัวเกิดจากการที่ ระบบนี้เป็นระบบประมวลผลเช่นเดียวกับระบบคอมพิวเตอร์ แต่ว่าระบบนี้จะฝังตัวลงในอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ไม่ใช่เครื่องคอมพิวเตอร์ ในปัจจุบันระบบสมองกลฝังตัวได้มีการพัฒนามากขึ้น โดยในระบบสมองกลฝังตัวอาจจะประกอบไปด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือ ไมโครโปรเซสเซอร์ อุปกรณ์ที่ใช้ระบบสมองกลฝังตัวที่เห็นได้ชัดเช่น โทรศัพท์มือถือ และในระบบสมองกลฝังตัวยังมีการใส่ระบบปฏิบัติการต่าง ๆ แตกต่างกันไปอีกด้วย ดังนั้นระบบสมองกลฝังตัวอาจจะทำงานได้ตั้งแต่ควบคุมหลอดไฟจนไปถึงใช้ในยานอวกาศ

2.4 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่ถูกเชื่อมโยงถึงกันด้วยอินเตอร์เน็ตสิ่งต่าง ๆ ในที่นี้หมายถึง สิ่งของอุปกรณ์ หรือเครื่องใช้ต่างๆ ที่จะถูกฝังระบบควบคุมที่จะคอยจะตอบสนองความต้องสั่งการและเซ็นเซอร์ที่จะช่วยให้รับรู้ถึงสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ สามารถที่จะเชื่อมต่อกับเครือข่าย และติดต่อสื่อสารกันผ่านระบบไร้สาย ตัวอย่างเช่น Smart Farm ที่นำเอาเซ็นเซอร์มาตรวจวัดความชื้นในดิน ปริมาณอุณหภูมิในอากาศ แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์และสั่งการไปยังอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ เพื่อสร้างสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

2.4.1 Aduino NodeMCU ESP8266

เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) ที่ปัจจุบันกำลังได้รับความนิยมอย่างสูง เนื่องจากมีขนาดเล็ก ราคาถูกและคล้ายคลึงกันกับ Arduino ทั้งโครงสร้าง ขา Input/Output การออกแบบสถาปัตยกรรมบนบอร์ด, การใช้ภาษา C/C++ ในการเขียนโปรแกรมควบคุมด้วย Arduino IDE และที่สำคัญ NodeMCU มาพร้อมกับโมดูล ESP8266 เป็นระบบ Wi-Fi ที่รองรับการทำงานทั้งในโหมดที่เป็น Station และ Client ทำให้สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่าย

2.4.1.1 ส่วนประกอบของบอร์ด NodeMCU ESP8266 เป็นบอร์ดอีกตัวที่ปัจจุบันกำลังได้รับความนิยมอย่างมากเช่นเดียว Arduino Uno เนื่องจากมีขนาดเล็กราคาถูกใช้งานง่ายและที่สำคัญมันมาพร้อมกับชิปโมดูล ESP8266 ซึ่งเป็นระบบ Wi-fi ที่สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายโดยใช้เป็น Access Point

หรือ Wed server ขนาดเล็ก ๆ โดยรายละเอียดและส่วนประกอบต่างๆ ของ NodeMCU ESP8266 มีดังนั้น

A. D0-D4 หรือ GPIO เป็นขาดิจิตอลที่สามารถกำหนดให้ขาที่ต้องการเป็น Input หรือ Output ก็ได้เช่นอ่านค่าจากเซ็นเซอร์ดิจิตอลเป็น Input เข้ามาแล้วส่งค่าเป็น Output ออกไปเพื่อควบคุมอุปกรณ์ที่ต้องการ ขณะเดียวกันที่ขา D2/GPIO4 และ D1/GPIO ก็ถูกกำหนดให้เป็นขา SDA และ SCL เพื่อให้สื่อสารกับโมดูลอื่นผ่านอินเตอร์เฟส I2C ด้วย เช่น โมดูลแสดงผล LCD และ OLED เป็นต้น

B. 3V เป็นขาที่มีแรงดันไฟ 3.3 โวลท์ (ถูกปรับลดมาจากพอร์ตUSB ที่มีแรงดันไฟ5V)

C. G เป็นขากราวด์ (Ground)

D. D5-D8 เป็นทั้งขา GPIOและขาที่ใช้ติดต่อสื่อสารกับโมดูลอื่นผ่านอินเตอร์เฟส HSPI

E. RX/TX เป็นขา GPIO และขาที่ใช้รับส่งข้อมูลแบบ Serial กับอุปกรณ์อื่น

F. G เป็นขากราวด์ (Ground)

G. 3V เป็นขาที่มีแรงดันไฟ 3. 3 โวลท์ (ถูกปรับลดมาจากพอร์ตUSBที่มีแรงดันไฟ 5V)

H. A0 หรือ ADC เป็นขา Input ที่ใช้อ่านค่าจากเซ็นเซอร์อนาล็อก (Analog) มาแปลงเป็นดิจิตอล (Digital) ทำให้บอร์ดนี้สามารถใช้งานกับเซ็นเซอร์อนาล็อกได้

I. G เป็นขากราวด์ (Ground)

J. VU หรือ V USB เป็นขาที่มีแรงดันไฟ 5 โวลท์ ที่มาจากพอร์ต USB

K. S3, S2 เป็นทั้งขา GPIO และขาที่ใช้ติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ SD Card โดยตรงผ่านอินเตอร์เฟส SDIO (Secure Digital Input/Output)

L. S1, SC, S0 และ SK เป็นทั้งขา GPIO, ขาที่ใช้ติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ SD Card ผ่านอินเตอร์เฟส SDIO และชาที่ใช้ติดต่อสื่อสารกับโมดูลอื่นผ่านอินเตอร์เฟส SPI ที่เร็วกว่า I2C

M. G เป็นขากราวด์ (Ground)

N. 3V เป็นขาที่มีแรงดันไฟ 3. 3 โวลท์

O. EN เป็นขาที่ควบคุมให้โมดูลทำงาน เมื่อมีการจ่ายไฟหรือกำหนดสถานะให้เป็น Active High

P. RST เป็นขาที่ใช้รีเซ็ตโมดูล เมื่อต่อกับกราวด์ให้เป็น Active Low

Q. G เป็นขากราวด์ (Ground)

R. VIN เป็นขาที่ใช้รับไฟเข้าจากแหล่งจ่ายภายนอกเพื่อจ่ายไฟให้กับบอร์ด และอุปกรณ์เชื่อมต่ออื่นๆ โดยตรง ซึ่งไฟที่จ่ายให้ควรมีขนาดไม่เกิน 5V

S. 2.4GHz Antenna ตำแหน่งของสายอากาศย่านความถี่ 2. 4 GHz

T. หลอดไฟ LED ใช้แสดงสถานะการอัพโหลดโปรแกรม (สำหรับบอร์ด V3 ที่ใช้ชิป USB TTL เป็น CH340 หลอดไฟนี้ยังสามารถใช้แสดงสถานะการทำงานของโปรแกรมหรือการส่งข้อมูล (TX) ที่

ขา D4/ GPIO2 ได้ด้วย เนื่องจากที่ขา D4/GPIO2 มีการเชื่อมต่อกับหลอดไฟ LED นี้เอาไว้ ส่วนบอร์ด V2 ที่ใช้ชิป CP2102 จะมีหลอดไฟ LED ที่ใช้แสดงสถานะการทำงานของโปรแกรมหรือการส่งข้อมูล (TX) ติดตั้งแยกมาให้ต่างหากบนบอร์ด ซึ่งจะเชื่อมต่ออยู่กับขา D0/GPIO16)

U. ชิปหลัก ESP8266 รุ่น ESP-12E เป็นชิปที่มีทั้งหน่วยประมวลผล 32-bit ความถี่ 80-60 MHz, หน่วยความจำ (128 KB internal RAM + 4MB external Flash) และตัวรับส่งสัญญาณ Wi-Fi มาตรฐาน 802.11 b/g/n อยู่ในตัว ทำงานที่แรงดันไฟ 3.0-3.6V กระแสไฟโดยเฉลี่ยที่ 80 mA

V. ชิป 3.3V LD0 Voltage Regulator ใช้ควบคุมและรักษาระดับแรงดันไฟให้คงที่ ที่ 3.3 V

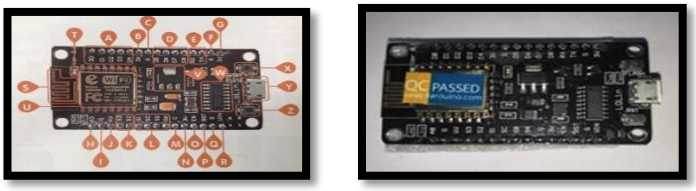
W. ชิป USB to TTL Converter เป็นตัวกลางในการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ที่ใช้พอร์ต USB เพื่อส่งผ่านข้อมูลไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น การอัปโหลดโปรแกรม โดยจะทำหน้าที่แปลงข้อมูลจากพอร์ต USB ไปเป็นข้อมูลแบบอนุกรม (Serial) ก่อนจะส่งไปยัง MCU ซึ่งถ้าเป็นบอร์ด V3 จะใช้เป็น CH340 USB to Serial Controller ส่วน V2 จะใช้เป็น CP2102 USB to UART Bridge Controller

X. ปุ่ม Flash มีไว้เพื่อการอัปโหลดโปรแกรม

Y. Micro USB Connector ใช้เสียบสาย USB เพื่อจ่ายไฟ 5V ให้กับบอร์ด และอัปโหลดข้อมูล

Z. ปุ่ม RST มีไว้รีเซ็ตบอร์ดเพื่อเริ่มทำงานใหม่ ดังแสดงตามภาพที่ 2.1

(ภาสกร พาเจริญ, 2562)



ภาพที่ 2.1 Aduino NodeMCU ESP8266

2.4.2 **รีเลย์** Module Relay

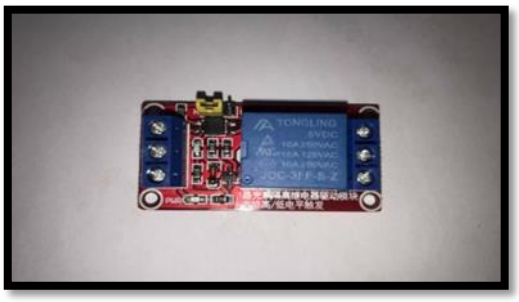
โมดูลรีเลย์ (Relay Module) ที่นิยมนำมาใช้กับงาน IoT จะมีทั้งแบบทั่วไปที่ใช้หน้าสัมผัส (Contact) ซึ่งจะอาศัยสนามแม่เหล็กจากขดลวดมาเหนี่ยวนำให้หน้าสัมผัสแตะกันเพื่อครบวงจร (Closed Circuit) และแบบโซลิดสเตต (Solid State) ที่ไม่ใช้หน้าสัมผัสแต่จะอาศัยคุณสมบัติทางไฟฟ้า ในการทำงานของวัสดุที่เป็นสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) ทำให้เกิดการสวิตช์ดังนั้นจึงไม่มีชิ้นส่วนใดที่ต้องเคลื่อนไหวหรือมาแตะสัมผัสกัน ในการเชื่อมต่อโมดูลรีเลย์ปกติแล้วทางฝั่งอินพุตจะมีขา IN เป็นตัวรับสัญญาณควบคุมมาจากบอร์ด (ถ้าเป็นโมดูลรีเลย์แบบหลาย Channel ก็จะเรียงลำดับไปตามตัวเลขเช่น IN1, IN2, IN3 และ IN4) และมีขา DC + กับ DC- ที่รับไฟเลี้ยงมาจากแหล่งจ่ายเพื่อให้รีเลย์ทำงานเช่นถ้า

เป็น 5 VDC ก็จะอาศัยไฟจากขา VU ของบอร์ด (ถ้าเป็นบอร์ด NodeMCU V2 ไฟ 5 VD จะอยู่ที่ขา Vin) ส่วนขา DC ก็ต่อกับ GND ทางฝั่งเอาต์พุตจะมี 3 ขาในแต่ละ Channel ซึ่งจะประกอบไปด้วย

ขา COM หรือ Common เป็นขาที่ใช้ต่อกับขาข้างใดข้างหนึ่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงดันสูง / กระแสสูงซึ่งทำงานร่วมกับขา NO และ NC ขึ้นอยู่กับว่าขณะนั้นรีเลย์ทำงานหรือมีกระแสไฟไหลผ่านขดลวดทำให้เกิดการเหนี่ยวนำหรือไม่

ขา NO หรือ Normal Open (ปกติหน้าสัมผัสเปิด) เป็นขาที่ใช้ต่อกับขาที่เหลืออีกข้าง ของอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงดันสูง/กระแสสูงซึ่งในสภาวะปกติขณะที่รีเลย์ยังไม่ทำงานหรือขดลวดยังไม่เกิดการเหนียวนำหน้าสัมผัสที่ขานี้จะเปิดคือไม่แตะกับขา COM จึงยังไม่ครบวงจรอุปกรณ์ไฟฟ้าจึงยังไม่ทำงาน แต่ถ้าเมื่อใดที่ทางฝั่งอินพุตได้รับ

สัญญาณควบคุมที่ทำให้รีเลย์ทำงาน (ขึ้นอยู่กับว่ารีเลย์ที่ใช้เป็นชนิด Active LOW หรือ Active HIGH ถ้าเป็นชนิด Active LOW การจะสั่งให้รีเลย์ทำงานทางฝั่งควบคุมจะต้องป้อนสถานะ LOW หรือลอจิก 0 ไปที่ขา IN ของรีเลย์ในทางตรงกันข้ามถ้าเป็นชนิด Active HIGH ก็จะต้องป้อนสถานะ HIGH หรือลอจิก 1 ไปที่ขา IN ของรีเลย์) จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดทำให้เกิดการเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสให้มาแตะกับขา NO นี้ทำให้ครบวงจรอุปกรณ์ไฟฟ้าก็จะทำงานขา NC หรือ Normal Close (ปกติหน้าสัมผัสปิด) เป็นขาที่ปกติจะปล่อยลอยไว้ไม่ต้องต่อกับอะไรซึ่งในสภาวะปกติขณะที่ขดลวดยังไม่เกิดการเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสที่ขานี้จะปิดคือแตะอยู่กับ ขา COM แต่เนื่องจากขานี้ถูกปล่อยลอยไว้จึงทำให้ยังไม่ครบวงจร แต่ถ้าเมื่อใดที่ทางฝั่งอินพุตได้รับสัญญาณควบคุมที่ทำให้รีเลย์ทำงานหน้าสัมผัสก็จะถูกเหนี่ยวนำให้ไปแตะกับขา NO ดังที่ได้กล่าวไปแล้วจึงทำให้ครบวงจรอุปกรณ์ไฟฟ้าก็จะทำงาน (ภาสกร พาเจริญ, 2562) ดังแสดงตามภาพที่ 2.2

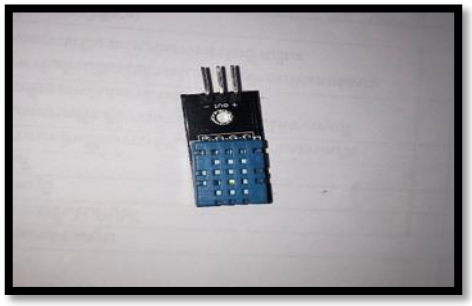


ภาพที่ 2.2 รีเลย์ Module Relay

2.4.3 **เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น** DHT11

เซ็นเซอร์ตระกูล DHT ขณะนี้มี 2 รุ่น คือ DHT11 และ ทั้งสองรุ่นเป็นเซ็นเซอร์ดิจิทัลเหมือนกัน มีขาเอาต์พุตดิจิทัลเพียงขาเดียวเท่านั้น คือการใช้งานง่ายเช่นกัน และทั้งสองมีลักษณะรูปทรงคล้ายๆ กัน มีขาใช้งานแบบเดียวกัน แตกต่างกันที่สเปคคุณลักษณะ ส่วนเรื่องราคา DHT11 มีราคาถูกกว่า

DHT11 มีความแม่นยำในการวัดอุณหภูมิ +-2 องศาเซลเซียสส่วน ส่วน DHT22 มีความแม่นยำ + - 0.5 องศาเซลเซียส นอกจาก DHT22 มีความแม่นยำสูงกว่าแล้ว มันยังสามารถวัดอุณหภูมิได้กว้างกว่า คือ -40-125 องศาเซลเซียส ทั้งสองรุ่นวัดได้ทั้งอุณหภูมิและความชื้น humidity ดังนั้นเป็นงานที่ต้องการความละเอียดแม่นยำควรเลือกใช้ DHT22 ซึ่งก็จะมีราคาสูงกว่า โดยทั้งสองรุ่นต้องการแหล่งจ่ายไฟ 3-5 volt เหมือนกัน ใช้งานกับบอร์ดชนิด 3.3 โวลท์เช่น NodeMCU ได้ ข้อจำกัดของเซ็นเซอร์ DHT คืออัตราความเร็วในการวัด นั่นคือ จะต้องอ่านข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นห่างกันอย่างน้อย 1-2 วินาที เมื่อใช้ไลบรารี่ที่กำลังจะกล่าวถึงต่อไป คือประมาณว่า ถ้าการวัดอุณหภูมิถี่ๆ รัวๆ ตัวนี้อาจไม่เหมาะซักเท่าใด เพราะต้องอ่านค่าห่างกันอย่างน้อย 1-2 วินาที แต่ถ้าใช้วัดอุณหภูมิห้องในฟาร์ม ซึ่งไม่เน้นวัดถี่มากนักก็สามารถใช้งานได้ (กอบเกียรต สระอุบล, 2561) ดังแสดงตามภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น DHT11

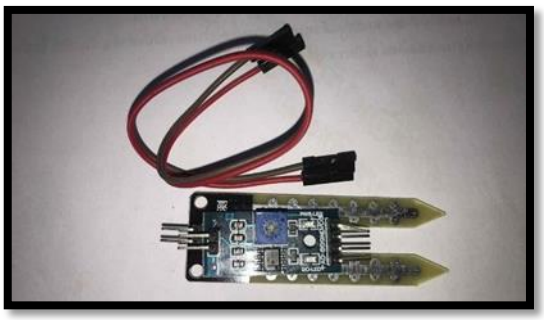
2.4.4 **เซ็นเซอร์วัดความชื้นความแห้งในดิน**

หลักการทำงานของเซ็นเซอร์ชนิดนี้คือมีแท่งตัวนำ 2 ขาปักลงไปในดิน ถ้าดินมีความชื้นสูง (ดินเปียก) ค่าความต้านทานระหว่าง 2 ขา จะต่ำ แต่ถ้าดินแห้ง ค่าความต้านทานระหว่าง 2 ขา จะสูงก็นำค่าแตกต่างนี้มาประมวลผลหรือควบคุมการทำงานอุปกรณ์ เช่น เปิดวาล์วหรือเปิดปั้มน้ำเพื่อรดน้ำ เนื่องจากเซ็นเซอร์อาศัยหลักการเปลี่ยนค่าความต้านทานตามสภาวะแวดล้อม ดังนั้นหลักการใช้งานจะคล้ายกับ LDR ที่กล่าวมาแล้ว คือใช้แบบอ่านค่า Analog โดยตรงหรือวงจรเปรียบเทียบแรงดันเพื่อเอาเอ้าต์พุตดิจิทัล

แบบโมดูล แต่ใช้สัญญาณ Analog ถ้าดินชื้นมากค่าเอ้าต์พุตจะมีค่าต่ำ เนื่องจากความชื้นทำให้ค่าความต้านทานเซ็นเซอร์ต่ำลง ถ้าดินแห้งหรือมีความชื้นน้อยค่าเอ้าต์พุตจะมีค่าสูงเนื่องจากดินแห้งทำให้ค่าความต้านทานเซ็นเซอร์สูง

แบบโมดูลใช้สัญญาณดิจิทัล การทำงานของโมดูลจะเป็นแบบ Active Low คือถ้าดินชื้นมากสถานะที่ได้จากเอาต์พุตของโมดูลจะมีค่าเป็น Low ถ้าดินแห้งหรือมีความชื้นน้อย สถานะที่ได้จาก

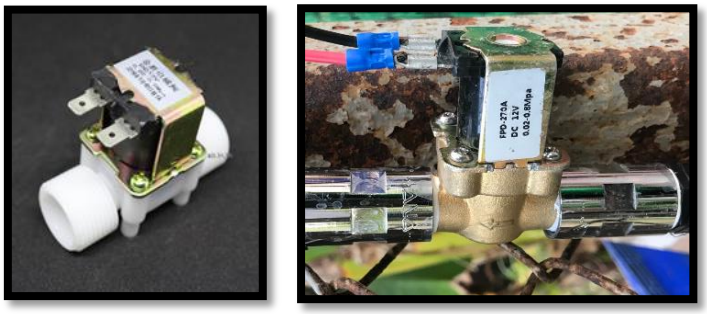
เอาต์พุตของโมดูลจะมีค่าเป็น High จะทำการเปิดหลอด LED ถ้าต่อขาคำสั่งนี้เข้ากับรีเลย์ก็จะทำการเปิดสวิทช์ควบคุมอุปกรณ์รดน้ำ เช่น วาล์วปั้ม (กอบเกียรติ สระอุบล, 2561) ดังแสดงตาม ภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 เซ็นเซอร์วัดความชื้นความแห้งในดิน

2.4.5 โซลินอยด์วาล์วพลาสติก Solenoid Valve

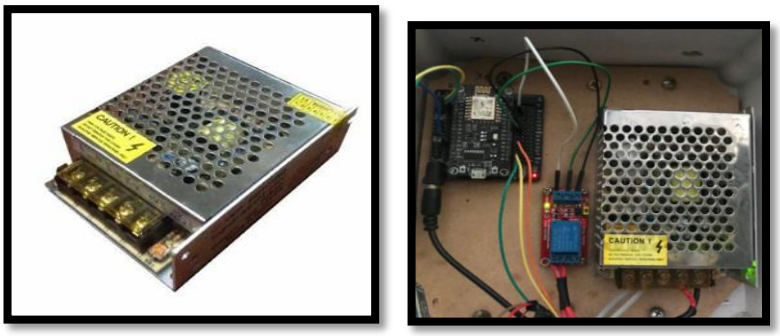
เป็นอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ที่มีหลักการทำงานคล้ายกับรีเลย์ (Relay) ภายในโครงสร้างของโซลินอยด์จะประกอบด้วยขดลวดที่พันอยู่รอบแท่งเหล็กที่ภายในประกอบด้วยแม่เหล็กชุดบนกับชุดล่าง เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดที่พันรอบแท่งเหล็ก ทำให้แท่งเหล็กชุดล่างมีอำนาจแม่เหล็กดึงแท่งเหล็กชุดบนลงมาสัมผัสกันทำให้ครบวงจรทำงาน เมื่อวงจรถูกตัดกระแสไฟฟ้าทำให้แท่งเหล็กส่วนล่างหมดอำนาจแม่เหล็ก สปริงก็จะดันแท่งเหล็กส่วนบนกลับสู่ตำแหน่งปกติ จากหลักการดังกล่าวของโซลินอยด์ก็จะนำมาใช้ในการเลื่อนลิ้นวาล์วของระบบนิวแมติกส์ การปิด - เปิดการจ่ายน้ำหรือของเหลวอื่นๆ โครงสร้างของ Solenoid โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ เลื่อนวาล์วด้วยโซลินอยด์วาล์วกลับด้วยสปริง (Single Solenoid Valve) และเลื่อนวาล์วด้วยโซลินอยด์วาล์วกลับด้วยโซลินอยด์วาล์ว (Double Solenoid Valve) ในที่นี้ใช้แบบ เลื่อนวาล์วด้วยโซลินอยด์วาล์วกลับด้วยสปริง (Single Solenoid Valve) (สงกรานต์ สว่างวัล, 2563) ดังแสดงตามภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 โซลินอยด์วาล์วพลาสติก Solenoid Valve

2.4.6 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย

สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply) เป็นแหล่งจ่ายไฟตรงคงค่าแรงดันแบบหนึ่ง และสามารถเปลี่ยนแรงดันไฟจากไปสลับโวลต์สูง ให้เป็นแรงดันไฟตรงค่าต่ำ เพื่อใช้ในงานอิเลคทรอนิกส์ได้เช่นเดียวกันแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น (Linear Power Supply) ถึงแม้เพาเวอร์ซัพพลายทั้งสองแบบจะต้องมีการใช้หม้อแปลงในการลดทอนแรงดันสูงให้เป็นแรงดันต่ำเช่นเดียวกัน แต่สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายจะต้องการใช้หม้อแปลงที่มีขนาดเล็กและน้ำหนักน้อย เมื่อเทียบ กับแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น อีกทั้งสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายยังมีประสิทธิภาพสูงกว่าอีกด้วย (พงศ์ธวัช ชีพพิมลชัย, 2551) ดังแสดงตามภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย

2.4.7 กล้องวงจรปิด CCTV (Closed Circuit Television System)

กล้องวงจรปิด หรือ CCTV (Closed Circuit Television System) คือ ระบบการบันทึกภาพเคลื่อนไหวที่ถูกจับภาพโดยกล้องวงจรปิดที่ได้ติดตั้งตามบริเวณต่างๆ มายังเครื่องบันทึก (DVR) และส่วนรับภาพดูภาพซึ่งเรียกว่า จอภาพ (Monitor) และบันทึกลงไปยังเครื่องบันทึกเป็นระบบสำหรับใช้เพื่อการรักษาความ ปลอดภัยหรือใช้เพื่อการสอดส่องดูแลเหตุการณ์หรือสถานการณ์ต่างๆ

หลักการทำงานของกล้องวงจรปิดของ CCTV เริ่มจาก ตัวกล้องที่เป็นตัวรับสัญญาณภาพจะรับ ภาพได้นั้นจะต้องมีแสงส่องไปยังที่วัตถุที่ต้องการและแสงนั้นจะตกกระทบวัตถุแล้วจึงสะท้อนกลับออกมา (ประสิทธิภาพกล้องนั้น ขึ้นอยู่กับความไวแสง ซึ่งจะส่งผลให้คุณภาพของการทำงานแตกต่างกันออกไป) และภายในนั้นจะมีตัวที่แปลงสัญญาณภาพเป็นสัญญาณไฟฟ้า เพื่อส่งต่อสัญญาณตามสาย ที่เชื่อมจากกล้องไปสู่เครื่องรับ สัญญาณภาพ (DVR) แล้วส่งต่อไปยังจอรับภาพ (Monitor) เพื่อแสดงภาพที่ได้จากตัวกล้อง โดยปกติแล้วนั้น ตัวกล้องและจอภาพจะอยู่ต่างสถานที่กันซึ่งหลักการทำงานของระบบกล้องวงจรปิดนั้นไม่ซับซ้อนมาก แต่หากต้องการให้ภาพออกมาดีนั้นต้องประกอบด้วยองค์ ประกอบหลายอย่าง เช่น เครื่องบันทึกภาพกล้องวงจรปิด ระบบควบคุมหรือโปรแกรมจัดการ สายสัญญาณ ส่วนประกอบอื่นๆ เช่น Housing, Adaptor, Controller

กล้องวงจรปิด CCTV ที่ใช้สำหรับในการติดตั้งดูการทำงานของระบบ การพัฒนาระบบจัดการฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัวที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เพื่อสั่งควบคุมการเปิด-ปิดการรดน้ำผ่านระบบเรียลไทม์ (Real-time) ในฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนของแปลงทดลองปฏิบัติงานของ สาขาพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์พระนครศรีอยุธยาหันตรา ดังแสดงตามภาพที่ 2.7

ภาพที่ 2.7 กล้องวงจรปิด

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุปรียา มะโนมั่น และไพสิฐ มูลเพิ่ม (2553) ทำวิจัยเรื่อง เครื่องรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อตอบสนองความต้องการของส่วนบุคคลที่ต้องการความสะดวกในชีวิตประจำวัน 2) เพื่อตอบสนองความต้องการของภาครัฐ 3) เพื่อให้บุคคลทั่วไปหันมาสนใจการปลูกต้นไม้ 4) เพื่อลดภาวะโลกร้อน 5) เพื่อใช้ในการเกษตร โดยการทำงานของเครื่องรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติจะรับค่าความชื้นและอุณหภูมิผ่านตัวเซ็นเซอร์เข้ามาประมวลผลโดยตัวไมโครคอลเทนเลอร์ ในการตัดสินใจว่าจะทำการรดน้ำต้นไม้หรือไม่ และยังสามารถทำงานได้ในโหมดการตั้งเวลา ทำการรดน้ำต้นไม้ตามเวลาที่ตั้งไว้ โดยการเปิด-ปิดน้ำ ซึ่งจะควบคุมผ่านโซลินอยด์วาล์ว จากการทดสอบการทำงานพบว่า เครื่องรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติสามารถทำงานได้จริงตามที่ออกแบบไว้ทุกประการ

คณุตฆ์ แซ่ม้า และสุรชัย แซ่จ๋าว (2561) ทำวิจัยเรื่องระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างระบบรดน้ำอัตโนมัติ 2) เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ โดยการทำงานของระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ ผ่านระบบเซนเซอร์วัดความชื้นในดินและส่งสัญญาณข้อมูลกลับไปยังตัวรับแบบไร้สายโดยใช้ไมโครคอลเทนเลอร์ในการควบคุมการทำงาน โดยติดตั้งเซนเซอร์ในบริเวณแปลงเพาะปลูกจำลองสำหรับตรวจวัดค่าความชื้นในดินจากนั้นส่งค่าการตรวจวัดผ่านโมดูลสื่อสารไร้สายในคลื่นความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวหลัก เพื่อทำการประมวลผลว่าควรจ่ายน้ำหรือไม่ และทำการควบคุมให้ระบบจ่ายน้ำเพื่อรดน้ำให้กับแปลงผักอัตโนมัติ ผลการทดสอบระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ โดยรวมสามารถทำงานได้แต่ยังมีบางส่วนที่ยังไม่สามารถทำงาน

ได้ดีพอสมควร เช่น เซนเซอร์วัดความชื้นดิน และการรับส่งข้อมูลผ่านการสื่อสารไร้สายได้เพียงระยะทางใกล้ ๆ เท่านั้น ดังนั้นจึงยังไม่สามารถนำไปใช้งานกับแปลงเกษตรที่มีระยะห่างเกิน 30 เมตร ทำให้ไม่สามารถรับส่งข้อมูลการสื่อสาร

นราธิป ทองปาน และธนาพัฒน์ เที่ยงภักดิ์ (2559) ทำวิจัยเรื่อง ระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย การทำงานของระบบ ประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ ระบบรดน้ำอัตโนมัติที่ทำงานตามโปรแกรม และระบบรดน้ำอัตโนมัติที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ 2) เพื่อทดลองใช้ระบบไร้สายในการรดน้ำของเกษตรระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย จากจากทดลองของเกษตรกร พบว่า ผลการวัดระยะของงานระบบรดน้ำอัตโนมัติแบบมีสิ่งกีดขวางโดยการสั่งเปิด-ปิดวาล์วน้ำระยะ 20-120 เมตร ระบบสามารถทำงานได้ ระยะการทำงานของระบบรดน้ำต้นไม้แบบไม่มีสิ่งกีดขวาง โดยการสั่งเปิด-ปิดวาล์วน้ำระยะ 20-200 เมตร ระบบสามารถทำงานได้ และผลการวัดค่าความชื้นของดิน โดยการใช้เซนเซอร์วัดความชื้นที่ 10-80 แต่ถ้าความชื้นที่ 90 ขึ้นไป เซนเซอร์ไม่สามารถทำงานได้ และการทำงานของระบบรดน้ำอัตโนมัติมีสิ่งกีดขวางโดยการสั่งเปิด-เปิดวาล์วน้ำ ระยะ 20-120 เมตร ระบบสามารถทำงานได้ แต่ในระยะ 140 – 200 เมตร ไม่สามารถทำงานได้ ระยะการทำงานของระบบรดน้ำอัตโนมัติแบบไม่สิ่งกีดขวางโดยการสั่งเปิด-ปิดวาล์วน้ำระยะ 20-200 เมตร ระบบสามารถทำงานได้ 3) เพื่อสอบถามความพึงพอใจของเกษตรกรที่มีต่อระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย พบว่าเกษตรกรมีความพึงที่มีต่อการใช้ระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือขายเซ็นเซอร์ไร้สายโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

กาญจนาพร เตียวเจริญกิจ และนฤมล อ่อนเมืองดง (2561) ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบควบคุมเกษตรอัจฉริยะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว โดยวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาระบบควบคุมเกษตรอัจฉริยะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบควบคุมเกษตร อัจฉริยะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของเกษตรกรในการใช้งานระบบควบคุมเกษตรอัจฉริยะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว ผลการวิจับพบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นโดยรวมต่อระบบควบคุมเกษตรอัจฉริยะที่พัฒนาขึ้น อยู่ในเกณฑ์ประสิทธิภาพความเหมาะสมที่อยู่ในระดับมากโดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.16 ความพึงพอใจของเกษตรกรชาวไร่อ้อยที่มีต่อระบบ ควบคุมเกษตรอัจฉริยะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

การพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง เป็นการวิจัยเชิงทดลอง หาคุณภาพและความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อรูปแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2 ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3 ออกแบบและจัดทำระบบ

3.4 สถิติที่ใช้ในการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 ระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง

3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้ โดยมีขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

3.1.2.1 แบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบรูปแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง

ส่วนที่ 1 ความเหมาะสมขององค์ประกอบรูปแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง การวิเคราะห์ข้อมูลกำหนดการให้คะแนนระดับความเหมาะสมขององค์ประกอบรูปแบบระบบ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับตามหลักการของลิเคิร์ท (Likert) ดังนี้

1 หมายถึง ระดับความเหมาะสมน้อยที่สุด

2 หมายถึง ระดับความเหมาะสมน้อย

3 หมายถึง ระดับความเหมาะสมปานกลาง

4 หมายถึง ระดับความเหมาะสมมาก

5 หมายถึง ระดับความเหมาะสมมากที่สุด

โดยคะแนนที่ได้รับจะนำมาวิเคราะห์และแปรผลของค่าเฉลี่ยตามระดับความสำคัญ โดยมีเกณฑ์ให้คะแนนแต่ละระดับดังนี้ เบสท์ (Best, 1977, p.14)

อันตรภาคชั้น = พิสัย / จำนวนชั้น

= คะแนนสูงสุด-คะแนนต่ำสุด / จำนวนชั้น

= 5-1 / 5

= 0.8

ระดับคะแนน		ความหมาย
คะแนนค่าเฉลี่ยระหว่าง	1.00-1.80	ความเหมาะสมน้อยที่สุด
คะแนนค่าเฉลี่ยระหว่าง	1.81-2.60	ความเหมาะสมน้อย
คะแนนค่าเฉลี่ยระหว่าง	2.61-3.40	ความเหมาะสมปานกลาง
คะแนนค่าเฉลี่ยระหว่าง	3.41-4.20	ความเหมาะสมมาก
คะแนนค่าเฉลี่ยระหว่าง	4.21-5.00	ความเหมาะสมมากที่สุด

ส่วนที่ 2 ข้อเสนอแนะ

3.1.2.2 แบบประเมินคุณภาพการพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง

ส่วนที่1 คุณภาพการพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง การวิเคราะห์ข้อมูลกำหนดการให้คะแนนระดับความคิดเห็นคุณภาพของระบบเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับตามหลักการของลิเคิร์ท (Likert) เกณฑ์การประเมินดังนี้

1 หมายถึง ระดับความคิดเห็นคุณภาพของระบบน้อยที่สุด

2 หมายถึง ระดับความคิดเห็นคุณภาพของระบบน้อย

3 หมายถึง ระดับความคิดเห็นคุณภาพของระบบปานกลาง

4 หมายถึง ระดับความคิดเห็นคุณภาพของระบบมาก

5 หมายถึง ระดับความคิดเห็นคุณภาพของระบบมากที่สุด

โดยคะแนนที่ได้รับจะนำมาวิเคราะห์และแปรผลของค่าเฉลี่ยตามระดับความสำคัญ โดยมีเกณฑ์ให้คะแนนแต่ละระดับดังนี้ เบสท์ (Best, 1977, p.14)

อันตรภาคชั้น = พิสัย / จำนวนชั้น

= คะแนนสูงสุด-คะแนนต่ำสุด / จำนวนชั้น

= 5-1 / 5

= 0.8

ระดับคะแนน		ความหมาย
คะแนนค่าเฉลี่ยระหว่าง	1.00-1.80	ความเหมาะสมน้อยที่สุด
คะแนนค่าเฉลี่ยระหว่าง	1.81-2.60	ความเหมาะสมน้อย
คะแนนค่าเฉลี่ยระหว่าง	2.61-3.40	ความเหมาะสมปานกลาง
คะแนนค่าเฉลี่ยระหว่าง	3.41-4.20	ความเหมาะสมมาก
คะแนนค่าเฉลี่ยระหว่าง	4.21-5.00	ความเหมาะสมมากที่สุด

ส่วนที่ 2 ข้อเสนอแนะ

3.1.2.3 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบจัดการฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ ความสนใจระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง เป็นคำถามลักษณะปลายปิด (Close-Ended Response Question) จำนวน 5 ข้อ

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจการใช้ระบบจัดการฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนโดยใช้ คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว การวิเคราะห์ข้อมูลกำหนดการให้คะแนนระดับความพึงพอใจเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับตามหลักการของลิเคิร์ท (Likert) เกณฑ์การประเมินดังนี้

1 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

2 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อย

3 หมายถึง ระดับความพึงพอใจปานกลาง

4 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมาก

5 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

โดยคะแนนที่ได้รับจะนำมาวิเคราะห์และแปรผลของค่าเฉลี่ยตามระดับความสำคัญโดยมีเกณฑ์ให้คะแนนแต่ละระดับดังนี้ เบสท์ (Best, 1977, p.14)

$$\text{อันตรภาคชั้น} = \frac{\text{พิสัย}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

$$= \frac{\text{คะแนนสูงสุด-คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

$$= \frac{5-1}{5}$$

$$= 0.8$$

ระดับคะแนน		ความหมาย
คะแนนค่าเฉลี่ยระหว่าง	1.00-1.80	ความพึงพอใจน้อยที่สุด
คะแนนค่าเฉลี่ยระหว่าง	1.81-2.60	ความพึงพอใจน้อย
คะแนนค่าเฉลี่ยระหว่าง	2.61-3.40	ความพึงพอใจปานกลาง
คะแนนค่าเฉลี่ยระหว่าง	3.41-4.20	ความพึงพอใจมาก
คะแนนค่าเฉลี่ยระหว่าง	4.21-5.00	ความพึงพอใจมากที่สุด

ส่วนที่ 2 ข้อเสนอแนะ

3.2 ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินขั้นตอนการพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ตามขั้นตอนดังนี้

3.2.1 ศึกษาหลักการการพัฒนาระบบจัดการฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว

3.2.1.1 ศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ

3.2.1.2 ศึกษาจากผู้ใช้งาน

3.2.1.3 ศึกษาจากเอกสาร หนังสือ เว็บไซต์ต่างๆจากอินเทอร์เน็ต

3.2.2 ศึกษาเนื้อหา

3.2.2.1 เขียนโค้ดเพื่อควบคุมโปรแกรม Arduino IDE

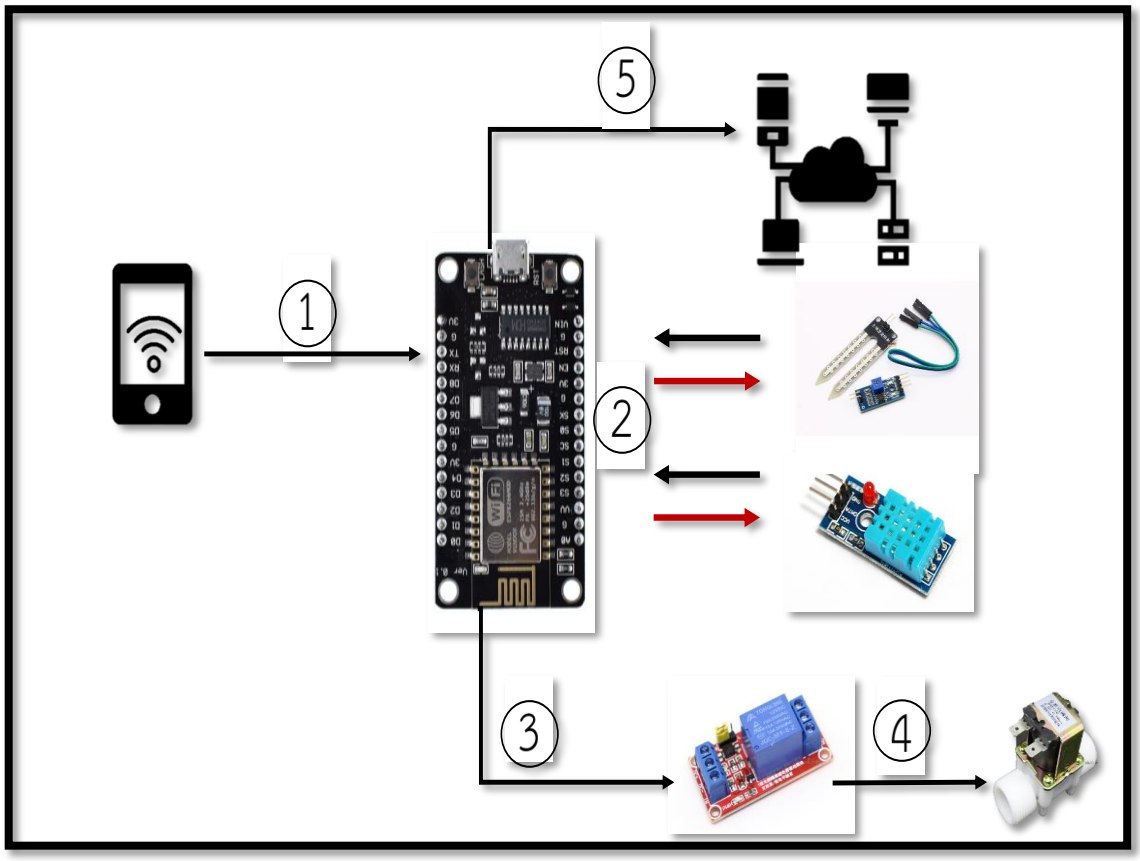
3.2.2.2 สร้างฐานข้อมูลด้วย phpMyAdmin

3.2.2.3 การสร้างฟาร์มต้นแบบ

3.2.2.4 การพัฒนารูปแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง

3.3 ออกแบบและจัดทำระบบ

3.3.1 โครงสร้างการทำงานของระบบ ส่วนนี้จะอธิบายถึงขั้นตอนการทำงานของระบบดังแสดงตามภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 โครงสร้างการทำงาน

จากภาพที่ 3.1 เป็นโครงสร้างขั้นตอนการทำงานที่ได้จัดทำขึ้น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 คือ ส่วนของผู้ใช้งานที่ควบคุมการทำงานของ IoT บนสมาร์ทโฟน ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบค่าของความชื้นและค่าอุณหภูมิและตัวของวาล์วได้

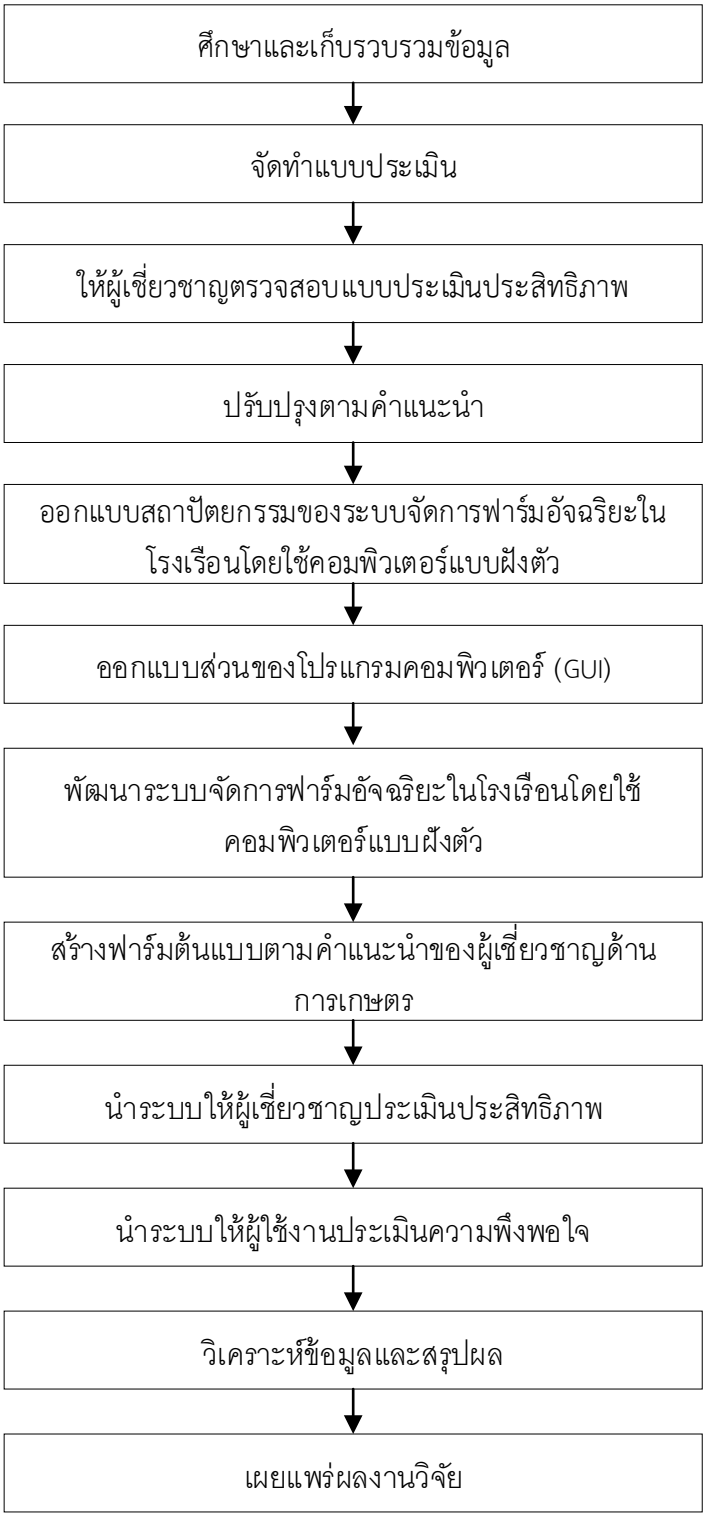
ส่วนที่ 2 คือ ส่วนของการทำงานของบอร์ด NodeMCU ESP8266 ในการควบคุมการวัดความชื้นของดินและวัดอุณหภูมิ เพื่อให้อุปกรณ์วัดความชื้นและอุณหภูมิส่งค่ากับมายังบอร์ดและส่งค่าไปยังหน้าจอสมาร์ทโฟน

ส่วนที่ 3 คือ ส่วนของการทำงานของบอร์ด NodeMCU ESP8266 ในการควบคุมสั่งการให้รีเลย์ทำงาน

ส่วนที่ 4 คือ ส่วนที่ควบคุมการทำงานรีเลย์เพื่อให้โซลินอยด์วาล์วทำการรดน้ำ

ส่วนที่ 5 คือ ส่วนของข้อมูลการทำงานทั้งหมดเก็บไว้บนฐานข้อมูล เช่น ค่าของอุณหภูมิ ความชื้นดิน

3.3.2 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย



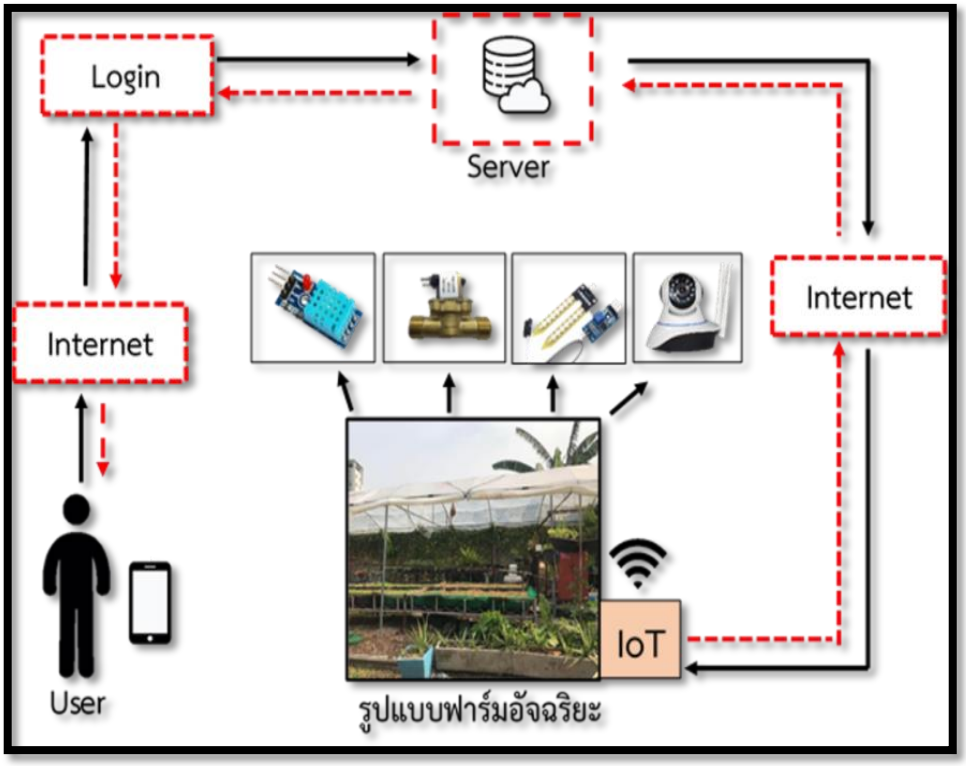
ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

3.3.2.1 ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองโดยการศึกษาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานเพื่อมาพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง

3.3.2.2 จัดทำแบบประเมิน ผู้วิจัยจัดทำแบบประเมินเป็น 3 ชุด โดยแบ่งเป็นแบบประเมินผู้เชี่ยวชาญและแบบประเมินของผู้ใช้งาน

3.3.2.3 ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบประเมินคุณภาพ โดยนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแล้วจึงนำมาแก้ไขและปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3.3.2.4 ออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง การทำงานของระบบแสดงให้เห็นว่าผู้ใช้งาน (user) เมื่อเข้าสู่ระบบ (login) ผ่านสมาร์ทโฟน ระบบสามารถแสดงค่าอุณภูมิ ค่าความชื้นในดิน สั่งการเปิด-ปิดการรดน้ำ ดูการทำงานของระบบผ่านกล้องวงจรปิด ได้แบบเรียลไทม์ (Real-time) ดังแสดงตามภาพที่ 3.3



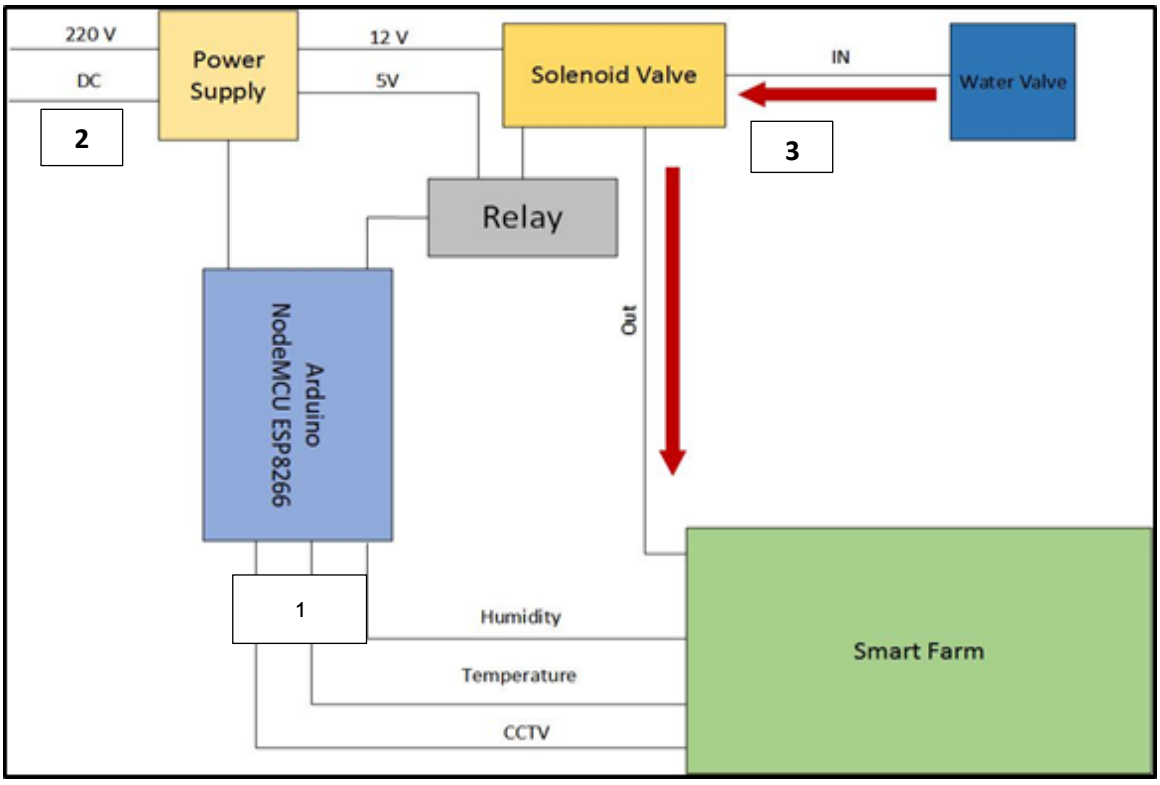
ภาพที่ 3.3 ออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง

3.3.2.5 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ระบบ

1. ต่อขาเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ วัดความชื้นอากาศด้วย DHT11 เซ็นเซอร์วัดความชื้นความแห้งในดิน เข้าที่บอร์ด Arduino NodeMCU ESP8266 และเชื่อมต่อกล้องวงจรปิดดูการทำงานของระบบแบบเรียลไทม์

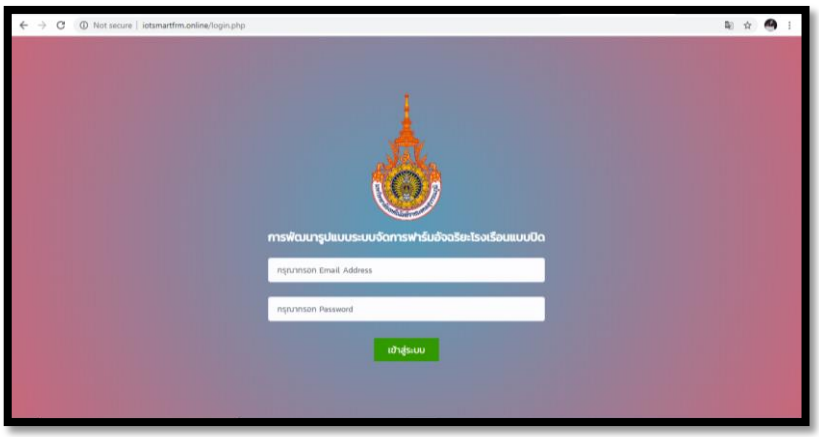
2. ต่อพาวเวอร์ซัพพลาย (Power Supply) ทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าจาก 220 โวลต์เป็น 5-12 โวลต์ เพื่อให้กระแสไฟให้กับRelay(รีเลย์)และSolenoid Valve(โซลินอยด์วาล์ว)

3. ต่อวาล์วน้ำเข้าที่ Solenoid Valve (โซลินอยด์วาล์ว) และต่อสายยางเพื่อให้น้ำออกจาก Solenoid Valve (โซลินอยด์วาล์ว) ไปยังฟาร์มอัจฉริยะของระบบ ดังแสดงตามภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ระบบ

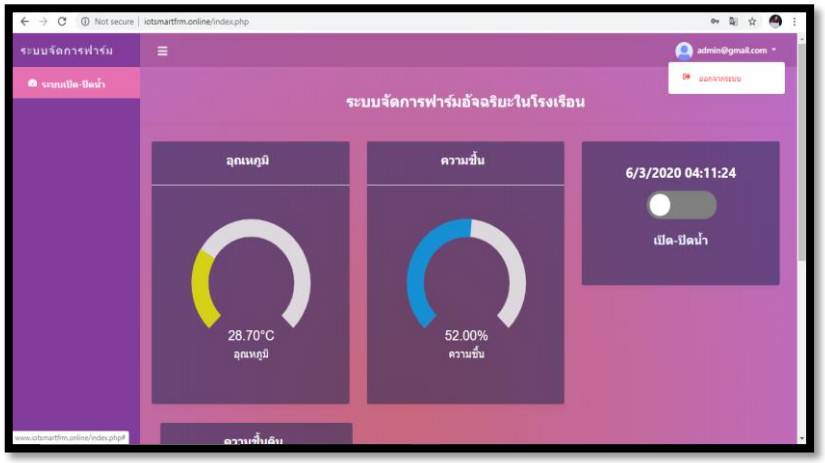
3.3.2.6 การออกแบบส่วนของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (GUI) Graphical User Interface ดังแสดงภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 แสดงหน้าเข้าสู่ระบบ

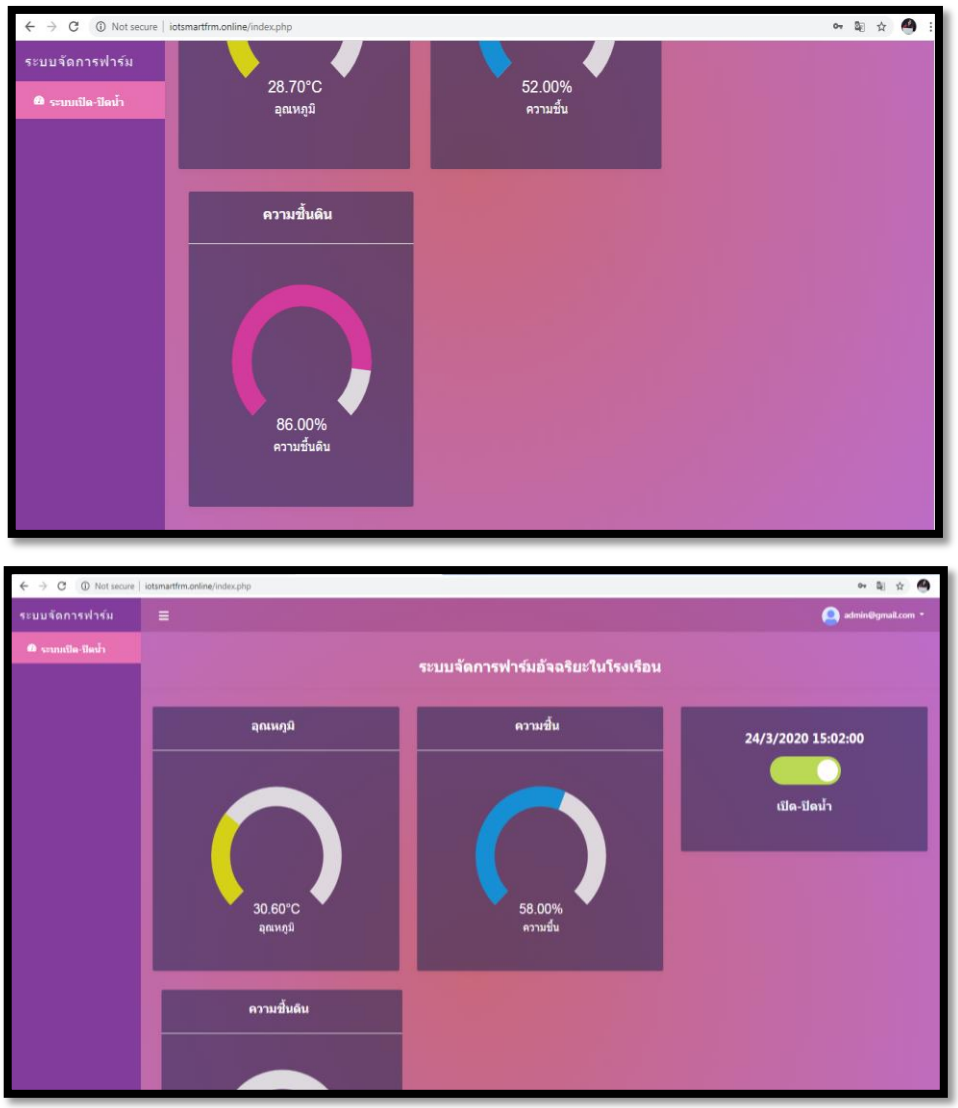
1. กรุณากรอก Email Address คือ กรอกชื่อของผู้ใช้งานในช่องของ Email Address
2. กรุณากรอก Password คือ กรอกรหัสผ่านของผู้ใช้งานในช่อง Password
3. เข้าสู่ระบบ คือ การเข้าสู่ระบบ

3.3.2.7 หน้าแรกของระบบที่สามารถวัดค่าอุณหภูมิ ความความชื้นในดิน สั่งการระบบเปิด-ปิด การให้น้ำ



ภาพที่ 3.6 แสดงหน้าแรกของระบบ

3.3.2.8 เมื่อต้องการสั่งการระบบให้เปิด-ปิดน้ำ กดปุ่มเปิด-ปิด ถ้าปุ่มเปิดจะแสดงเป็นสีเขียว และวัดค่าอุณหภูมิ ความความชื้นในดิน ถ้าปิดจะแสดงเป็นสีดำ ดังแสดงตามภาพที่ 3.7



ภาพที่ 3.7 แสดงสั่งการระบบให้เปิดน้ำ

3.3.2.9 พัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ผู้วิจัยใช้โปรแกรม Arduino IDE ในการเขียนโค้ดเพื่อควบคุมอุปกรณ์ สร้างระบบตามการออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง และออกแบบส่วนของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (GUI)

3.3.2.10 สร้างฟาร์มต้นแบบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญด้านการเกษตร ผู้วิจัยได้ใช้แปลงทดลองปฏิบัติงานสาขาพืชศาสตร์ ใช้ข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญด้านการเกษตรที่ให้คำแนะนำมาประกอบการออกแบบระบบและสร้างเครื่องมือในการทดลองระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ตามที่ได้การออกแบบระบบ

3.3.2.11 นำระบบให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินรูปแบบคุณภาพและแบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของรูปแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง เพื่อหาคุณภาพโดยให้ผู้เชี่ยวชาญตอบแบบประเมินเพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

3.3.2.12 นำระบบให้ผู้ใช้งานประเมินความพึงพอใจการใช้ระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง เพื่อหาความพึงพอใจ โดยให้ผู้ใช้งานตอบแบบประเมิน เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

3.3.2.13 วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล ผู้วิจัยนำแบบสอบถาม มาสรุปวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลเพื่อตรวจสอบคุณภาพและความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง

3.3.2.14 เผยแพร่ผลงานวิจัย ผู้วิจัยเผยแพร่งานวิจัยให้กับผู้ใช้งานที่สนใจในระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง

3.4 สถิติที่ใช้ในการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 ค่าร้อยละ (Percentage)

ค่าร้อยละ หมายถึง การคำนวณหาสัดส่วนของข้อมูลในแต่ละตัวเทียบกับข้อมูลรวมทั้งหมด โดยให้ข้อมูลรวมทั้งหมดมีค่าเป็นร้อย (ธานินทร์ ศิลป์จารุ, 2560: 148) ดังสมการที่ 3-1

สูตร

$$\text{ร้อยละ } (\%) = \frac{X \times 100}{n} \qquad (3\text{-}1)$$

เมื่อ X แทน จำนวนข้อมูล (ความถี่) ที่ต้องการนำมาหาค่าร้อยละ

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.4.2 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) หมายถึง การหารผลรวมของข้อมูลทั้งหมดด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด (มนตรี สังข์ทอง, 2557) ดังสมการที่ 3-2

สูตร

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \qquad (3\text{-}2)$$

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$\sum x$ แทน ผลบวกของข้อมูลทุกค่า

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.4.3 มัธยฐาน (Median) หมายถึง ค่ากึ่งกลางของข้อมูลชุดนั้น หรือค่าที่อยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางของข้อมูลชุดนั้น เมื่อได้จัดเรียงค่าของข้อมูลจากน้อยที่สุดไปหามากที่สุดหรือจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด ค่ากึ่งกลางจะเป็นตัวแทนที่แสดงว่ามีข้อมูลที่มากกว่าและน้อยกว่านี้อยู่ 50 % (มนตรี สังข์ทอง, 2557) ดังสมการที่ 3-3

สูตร $$\frac{n+1}{2}$$ (3-3)

เมื่อ n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.4.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: SD) เป็นค่าวัดการกระจายที่สำคัญทางสถิติ เพราะเป็นค่าที่ใช้บอกถึงการกระจายของข้อมูลได้ดีกว่าค่าพิสัย ดังสมาการที่3-4 (มนตรี สังข์ทอง, 2557)

สูตร $$S.D. = \sqrt{\frac{(x-\bar{x})}{n-1}}$$ (3-4)

เมื่อ $S.D.$ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x แทน ข้อมูล (ตัวที่ 1,2,3...,n)

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินหาความเหมาะสมและคุณภาพของระบบ อีกทั้งได้นำไปให้ผู้ใช้งานและผู้ใช้ที่สนใจทั่วไปประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบรูปแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง

2. ผลการประเมินแบบคุณภาพการพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง

3. ผลการประเมินความพึงพอใจการใช้ระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง

4.1 ผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบรูปแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง

ผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการเกษตรและเครื่องจักรกลการเกษตร จำนวน 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 1 ท่าน ซึ่งผลการประเมินความเหมาะสมดังกล่าวมีรายละเอียดดังแสดงตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ความเหมาะสมขององค์ประกอบรูปแบบระบบการควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง

องค์ประกอบของรูปแบบ	ระดับความหมาะสม		
	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาะสม
1. แนวคิดและหลักการมีความสอดคล้องสัมพันธ์กันกับวัตถุประสงค์	**5.00**	**0.00**	**มากที่สุด**
2. ครอบคลุมตามองค์ประกอบหลักของรูปแบบการพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง	**4.67**	**0.47**	**มากที่สุด**

ตารางที่ 4.1 ความเหมาะสมขององค์ประกอบรูปแบบระบบการจัดการฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือน โดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว (ต่อ)

องค์ประกอบของรูปแบบ	**ระดับความเหมาะสม**		
	$\bar{X}$	**S.D.**	**ความหมาะสม**
3. ความเหมาะสมกับการพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังในแปลงพืชที่ทดลอง	**5.00**	**0.00**	**มากที่สุด**
4. องค์ประกอบของรูปแบบ	**4.96**	**0.05**	**มากที่สุด**
4.1 ด้านโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure)			
4.1.1 กำหนดเป้าหมาย	4.67	0.47	มากที่สุด
4.1.2 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล	5.00	0.00	มากที่สุด
4.1.3 ออกแบบรูปแบบการใช้งานระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง	5.00	0.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	**4.89**	**0.27**	**มากที่สุด**
4.2 ด้านเทคโนโลยี (Technology)			
4.2.1 ซอฟต์แวร์	5.00	0.00	มากที่สุด
4.2.2 ฮาร์ดแวร์	5.00	0.00	มากที่สุด
4.2.3 การสื่อสารแบบไร้สาย	5.00	0.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	**5.00**	**0.00**	**มากที่สุด**
4.3 ด้านการติดตั้งระบบจัดการฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนในแปลงพืชที่ทดลอง			
4.3.1 การสั่งรดน้ำ	5.00	0.00	มากที่สุด
4.3.2 การวัดอุณหภูมิ	5.00	0.00	มากที่สุด
4.3.3 การวัดค่าความชื้นในอากาศ	5.00	0.00	มากที่สุด
4.3.4 การวัดความชื้นในดิน	4.67	0.47	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	**4.92**	**0.24**	**มากที่สุด**

ตารางที่ 4.1 ความเหมาะสมขององค์ประกอบรูปแบบระบบการจัดการฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือน โดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว (ต่อ)

องค์ประกอบของรูปแบบ	ระดับความเหมาะสม		
	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาะสม
4.4 ด้านการใช้งานระบบจัดการฟาร์มอัจฉิยะในโรงเรือนโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว			
4.4.1 การล็อกอินเข้าสู่ระบบ	5.00	0.00	มากที่สุด
4.4.2 การใช้ระบบควบคุมการเปิด-ปิดน้ำ	5.00	0.00	มากที่สุด
4.4.3 การแสดงค่าการวัดอุณหภูมิ	5.00	0.00	มากที่สุด
4.4.5 การแสดงค่าความชื้นในอากาศ	5.00	0.00	มากที่สุด
4.4.6 การแสดงค่าวัดความชื้นในดิน	5.00	0.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	**5.00**	**0.00**	**มากที่สุด**
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.95**	**0.15**	**มากที่สุด**
ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมขององค์ประกอบรูปแบบระบบการจัดการฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว	**4.91**	**0.23**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 4.1 ผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของรูปแบบระบบการพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ขององค์ประกอบของรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ค่าเฉลี่ยรวมความเหมาะสมขององค์ประกอบของรูปแบบมีระดับความเหมาะสมในระดับความเหมาะสมที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.91 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.23 โดยที่ผู้เชี่ยวชาญมีระดับความเหมาะสมเกี่ยวกับองค์ประกอบต่างๆของรูปแบบการพัฒนาระบบจัดการฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนโดยใช้คอมพิวเตอร์ฝัง ในระดับความเหมาะสมต่างๆ ดังรายละเอียดขององค์ประกอบของรูปแบบ ต่อไปนี้

แนวคิดและหลักการมีความสอดคล้องสัมพันธ์กันกับวัตถุประสงค์ พบว่า มีระดับความเหมาะสมในระดับความเหมาะสมมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.00

ความครอบคลุมตามองค์ประกอบหลักของรูปแบบการพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง พบว่า มีระดับความเหมาะสมในระดับความเหมาะสมมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47

ความเหมาะสมกับการพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังในแปลงพืชที่ทดลอง พบว่า มีระดับความเหมาะสมในระดับความเหมาะสมมากที่สุดที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00

องค์ประกอบของรูปแบบโดยรวมพบว่า มีระดับความเหมาะสมในระดับความเหมาะสมมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.95 ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.15 โดยที่องค์ประกอบของรูปแบบด้านเทคโนโลยี (Technology) ซึ่งประกอบไปด้วย ซอฟต์แวร์ ฮาร์ดแวร์ การสื่อสารแบบไร้สายค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยรวมของด้านเทคโนโลยี (Technology) พบว่า มีระดับความเหมาะสมในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 5.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 รองลงมาพบว่า ด้านการใช้งานระบบจัดการฟาร์มอัจฉิยะในโรงเรือนโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว การล็อกอินเข้าสู่ระบบ การใช้ระบบควบคุมการเปิด-ปิดน้ำ การแสดงค่าการวัดอุณหภูมิ การแสดงค่าความชื้นในอากาศ การแสดงค่าวัดความชื้นในดิน พบว่า มีระดับความเหมาะสมในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 5.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 ด้านการติดตั้งระบบจัดการฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนในแปลงพืชที่ทดลอง ซึ่งประกอบไปด้วยการสั่งรดน้ำ การวัดอุณหภูมิ การวัดค่าความชื้นในอากาศ การวัดความชื้นในดินค่า พบว่า มีระดับความเหมาะสมในระดับความเหมาะสมมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.92 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.24 และด้านโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) ซึ่งประกอบไปด้วย กำหนดเป้าหมาย ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลออกแบบรูปแบบการใช้งานระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง พบว่า มีระดับความเหมาะสมในระดับความเหมาะสมมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.89 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.27 ตามลำดับ

4.2 ผลการหาคุณภาพของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง

ผลการหาคุณภาพของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์ แบบฝังที่พัฒนาตามรูปแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์ แบบฝัง จากผู้เชี่ยวชาญด้านการเกษตรและเครื่องจักรกลการเกษตร จำนวน 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 1 ท่าน ผลการการหาคุณภาพดังกล่าวมีรายละเอียดดังแสดงตาม ตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 คุณภาพของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังที่พัฒนาตามรูปแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง

รายการประเมิน	**ระดับความคิดเห็น**		
	$\bar{X}$	**S.D.**	**คุณภาพ**
1. ด้านความสามารถของระบบ			
1.1 สามารถวัดค่าความชื้นในดินได้อย่างถูกต้อง	4.00	0.00	มาก
1.2 สามารถวัดอุณหภูมิได้อย่างถูกต้อง	4.33	0.58	มากที่สุด
1.3 สามารถสั่งปุ่มการรดน้ำต่อพืชทดลองได้อย่างถูกต้อง	5.00	0.00	มากที่สุด

1.4 ระบบมีการกำหนดสิทธิ์ในการเข้าใช้งานเพื่อความปลอดภัย	4.67	0.58	มากที่สุด
1.5 สามารถใช้งานระบบหรือสั่งการผ่านสมาร์ทโฟนได้จากทุกที่ ทุกเวลาที่มีการเชื่อม ต่ออินเทอร์เน็ต	5.00	0.00	มากที่สุด
1.6 ระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง มีลักษณะการเป็น ระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะ	4.33	0.58	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	**4.56**	**0.00**	**มากที่สุด**
2. ด้านการออกแบบส่วนของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (GUI)			
2.1 ความเหมาะสมของกราฟิกที่นำเสนอ	4.33	0.58	มากที่สุด
2.2 ความเหมาะสมในการออกแบบหน้าจอการใช้งาน	4.33	0.58	มากที่สุด
2.3 ความชัดเจนของข้อความและความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษรที่เลือกใช้	4.67	0.58	มากที่สุด
2.4 ความเหมาะสมของการใช้สีโดยภาพรวมของหน้าจอการใช้งาน	4.67	0.58	มากที่สุด
2.5 ความเหมาะสมหน้าจอโปรแกรม แสดงวัน/เดือน/ปี และเวลาปัจจุบัน	4.67	0.58	มากที่สุด
2.6 ความเหมาะสมหน้าจอโปรแกรมแสดงค่าการวัดความชื้นในดิน	4.33	0.58	มากที่สุด
2.7 ความเหมาะสมหน้าจอโปรแกรมแสดงค่าการวัดอุณหภูมิ	4.67	0.58	มากที่สุด
2.8 ความเหมาะสมหน้าจอโปรแกรมแสดงปุ่มสั่งการเปิด-ปิด ระบบการให้น้ำ	4.67	0.58	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	**4.54**	**0.00**	**มากที่สุด**
3. ด้านประโยชน์และการใช้งาน			
3.1 เป็นการนำเทคโนโลยี IoT ใช้สั่งการควบคุมการเปิด-ปิดน้ำ ทำให้ผู้ใช้งานง่ายและสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น	4.67	0.58	มากที่สุด
3.2 ช่วยให้เกษตรกรมีการจัดการที่ดีขึ้น ประหยัดเวลาและแรงงาน ในการดูแลฟาร์มผ่านสมาร์ทโฟนได้	4.33	0.58	มากที่สุด

3.3 ระบบช่วยควบคุมปริมาณการใช้น้ำได้อย่างมีคุณภาพมากขึ้นหรือการเพิ่มคุณภาพของปัจจัยการผลิตและการ ดูแลรักษาผลผลิต	4.67	0.58	มากที่สุด
3.4 เกษตรกรไทยยุค 4.0 สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในพื้นที่เกษตรของตนเองได้อย่างยั่งยืน	4.67	0.58	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	**4.83**	**0.00**	**มากที่สุด**
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.64**	**0.00**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 4.2 ผลการประเมินคุณภาพที่พัฒนาตามรูปแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง พบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพของระบบโดยรวม ในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.00 โดยที่ผู้เชี่ยวชาญมีระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพด้านต่างๆ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ด้านความสามารถของระบบ คุณภาพโดยรวมพบว่า ความสามารถสั่งปุ่มการรดน้ำต่อพืชทดลองได้อย่างถูกต้อง และสามารถใช้งานระบบหรือสั่งการผ่านสมาร์ทโฟนได้จากทุกที่ ทุกเวลาที่มีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต โดยมีความคิดเห็นในระดับมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.00 รองลงมาพบว่า ระบบมีการกำหนดสิทธิ์ในการเข้าใช้งานเพื่อความปลอดภัย ระดับความคิดเห็นในระดับมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58 และรองลงพบว่าสามารถวัดอุณหภูมิได้อย่างถูกต้อง ระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังมีลักษณะการเป็นระบบจัดการฟาร์มอัจฉริยะอยู่ในระดับความคิดเห็นมากที่สุดที่ค่าเฉลี่ย 4.33 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58 และด้านความสามารถของระบบที่สามารถวัดค่าความชื้นในดินได้อย่างถูกต้อง มีความคิดเห็นในระดับมากที่ค่าเฉลี่ย 4.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.00 ตามลำดับ

ด้านการออกแบบส่วนของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (GUI) คุณภาพโดยรวมพบว่า ความชัดเจนของข้อความ และความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษรที่เลือกใช้ ความเหมาะสมของการใช้สีโดยภาพรวมของหน้าจอการใช้งาน ความเหมาะสมหน้าจอโปรแกรม แสดงวัน/เดือน/ปี และเวลาปัจจุบัน ความเหมาะสมหน้าจอโปรแกรมแสดงค่าการวัดอุณหภูมิ ความเหมาะสมหน้าจอโปรแกรมแสดงปุ่ม สั่งการเปิด-ปิด ระบบการให้น้ำ พบว่า มีความคิดเห็นในระดับมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.58 รองลงมาพบว่า กราฟิกที่นำเสนอ ความเหมาะสม ในการออกแบบหน้าจอการใช้งาน และความเหมาะสมหน้าจอโปรแกรมแสดงค่าการวัดความชื้นในดิน มีความคิดเห็นในระดับมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.33 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.58 ตามลำดับ

ด้านประโยชย์และการใช้งาน คุณภาพโดยรวมพบว่า รวมมีความคิดเห็นในระดับมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.00 โดยที่ด้านประโยชน์และการใช้งานซึ่งเป็นการนำเทคโนโลยี IoT ใช้สั่งการควบคุมการเปิด-ปิดน้ำ ทำให้ผู้ใช้งานง่ายและสะดวกสบาย มากยิ่งขึ้น มีความคิดเห็นในระดับมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.58 รองลงมาพบว่า ระบบช่วยควบคุมปริมาณการใช้น้ำได้อย่างมีคุณภาพมากขึ้นหรือการเพิ่มคุณภาพของปัจจัยการผลิตและการดูแลรักษาผลผลิต เกษตรกรไทยยุค 4.0 สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในพื้นที่เกษตรของตนเองได้อย่างยั่งยืน มีความคิดเห็นในระดับมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.58 และการช่วยให้เกษตรกรมีการจัดการที่ดีขึ้น ประหยัดเวลา และแรงงานในการดูแลฟาร์มผ่านสมาร์ทโฟนได้มีความคิดเห็นในระดับมากที่สุดที่ค่าเฉลี่ย 4.33 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58 ตามลำดับ

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะด้านต่างๆ จากการประเมินหาคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญด้านการเกษตรและเครื่องจักรกลเกษตรและผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 3 ท่าน ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ด้านความสามารถของระบบ

-ระบบหน้าต่างใช้งานจากมือถืออ่านง่าย สามารถสั่งงานผ่านมือถือได้สะดวก การเชื่อมต่อบอร์ดวงจรควบคุมไม่ซับซ้อนทำให้ง่ายต่อการบำรุง เซ็นเซอร์ควรใช้เซ็นเซอร์วัดความชื้นดินเป็นสัมผัส (Capacitive Soil Moisture Sensor) เพื่อความคงทนต่อกรดและด่างของปุ๋ยและการสอบเทียบความชื้นของเซ็นเซอร์ ควรใช้ดินที่ความชื้นระดับต่างๆ และวัดความชื้นดินตามมาตรฐานเชิงปฏิบัติการ AOAC

-ระบบเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินยังไม่มีเสถียรภาพและมีจำนวนน้อย สามารถเพิ่มจำนวนเซ็นเซอร์ในการแปลงปลูก เพื่อให้มีความแม่นยำในบริเวณพื้นที่การปลูก

-ความสามารถวัดค่าได้ตามวัตถุประสงค์ ถ้าต้องการนำไปใช้งานจริงต้องทดลองเพิ่มเติมเรื่องของสายสัญญาน เช่น ระยะของสาย สั้น, ยาว สามารถวัดได้ค่าใกล้เคียงกันหรือไม่ ระบบต้องสามารถเก็บ logfile สามารถนำมาวิเคราะห์ก่อนหลังได้

2) ด้านการออกแบบส่วนของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (GUI)

-ระบบง่ายไม่ซับซ้อนทำให้ใช้งานง่ายแต่ถ้าจะให้เกิดใช้งานที่สะดวกขึ้น

-มีความเหมาะสมกับระบบ

-การออกแบบได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ เพิ่มเติมควรคำนึงถึงผู้ใช้งานซึ่งเป็นเกษตรการออกแบบจัดหมวดหมู่ และ แสดงสัญลักษณ์ แบบง่ายๆ

3) ด้านประโยชน์และการใช้งาน

- มีประโยชน์ต่อการใช้งานควบคุมระบบอัตโนมัติ ถ้ามีการพัฒนาเรื่องของการบันทึกและรายงานผลข้อมูล จะทำให้มีประโยชน์มากขึ้นในเรื่องของการทำการเกษตรแบบแม่นยำ

- สามารถใช้งานได้จริง

- สามารถใช้ประโยชน์จาการใช้งานได้จริงตามวัตถุประสงค์

4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของการพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินความพึงพอใจของการพัฒนารูปแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง แบ่ง 3 ส่วน ส่วนข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนแบบประเมินระดับความพึงพอใจในการใช้ระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง และส่วนข้อเสนอแนะของผู้ใช้งานดังแสดงผลตามตารางที่ 4.3.1, 4.3.2

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 4.3.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามของการพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง

ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม		จำนวน	
		คน	ร้อยละ
เพศ	1. ชาย	19	47.5
	2. หญิง	21	52.5
อายุ	1. 20 – 29 ปี	28	70.0
	2. 30 – 39 ปี	3	7.5
	3. 40 – 49 ปี	5	12.5
	4. มากกว่า 49 ปี	4	10.0

ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม		จำนวน	
		คน	ร้อยละ
ระดับการศึกษา	1. ประถมศึกษา	3	7.5
	2. มัธยมศึกษาหรือเทียบเท่า	3	7.5
	3. อนุปริญญาหรือเทียบเท่า	15	37.5
	4. ปริญญาตรี	15	37.5
	5. สูงกว่าปริญญาตรี	2	5.0
	6. อื่น ๆ โปรดระบุ	2	5.0
ระดับการศึกษา	1. ประถมศึกษา	3	7.5
	2. มัธยมศึกษาหรือเทียบเท่า	3	7.5
	3. อนุปริญญาหรือเทียบเท่า	15	37.5
	4. ปริญญาตรี	15	37.5
	5. สูงกว่าปริญญาตรี	2	5.0
	6. อื่น ๆ โปรดระบุ	2	5.0
อาชีพ	1.ครู/อาจารย์	2	5
	2.เจ้าหน้าที่	2	5
	3.นักศึกษา	28	70
	4.เจ้าหน้าที่งานฟาร์ม	3	7.5
	5.ธุรกิจส่วนตัว	1	2.5
	6.เกษตรกร	4	10
	7.อื่นๆ โปรดระบุ	-	-

ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม		จำนวน	
		คน	ร้อยละ
ท่านมีความสนใจระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังหรือไม่	1.มีความสนใจ	40	100
	2.ไม่มีความสนใจ	-	-

จากตารางที่ 4.3.1 ผู้ตอบแบบประเมินทั้งสิ้น 40 คน แบ่งเป็นเพศชาย 19 คน คิดเป็นร้อยละ 47.5 เพศหญิง จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 52.5 ผู้ตอบแบบสอบถามที่มีอายุระหว่าง 20 – 29 ปี จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 70.28 รองลงมาเป็นกลุ่มอายุ 40 – 49 ปี จำนวน 5 คน คิดเป็น ร้อยละ 12.5 มากกว่า 49 ปี จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 10.00 อายุระหว่าง 30 – 39 ปีจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.5 ตามลำดับ ผู้ตอบแบบสอบถามที่มีระดับการศึกษาพบว่า อนุปริญญาหรือเทียบเท่าและปริญญาตรี มีจำนวนที่เท่ากันเท่ากับ 15 คน คิดเป็นร้อยละ 37.5 รองลงมามีระดับการศึกษาประถมศึกษาและมัธยมศึกษาหรือเทียบเท่ามีจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.5 และมีระดับการศึกษาที่สูงกว่าสูงกว่าปริญญาตรีหรืออื่นๆมีจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.0

อาชีพของผู้ตอบแบบประเมินพบว่า นักศึกษา 28 คน คิดเป็นร้อยละ 70.0 เกษตรกร 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10.0 ครู/อาจารย์และเจ้าหน้าที่มีจำนวนที่เท่ากันเท่ากับ 2 คิดเป็นร้อยละ 5.00 และธุรกิจส่วนตัว 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5

ความสนใจที่มีต่อระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังหรือไม่ของผู้ตอบแบบประเมินพบว่า มีความสนใจเป็นจำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 100

ส่วนที่ 2 แบบประเมินความพึงพอใจการใช้ระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง

ตารางที่ 4.3.2 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อการใช้งานระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง

คำถาม	**ระดับความพึงพอใจ**		
	$\overline{X}$	**S.D.**	**ความพึงพอใจ**
1. ด้านความสำคัญของเทคโนโลยี IoT			
1.1 เทคโนโลยี IoT มีความจำเป็นและสำคัญในยุคปัจจุบันทำให้การใช้ชีวิตของผู้คนง่ายดายและสะดวกสบายยิ่งขึ้น	4.50	0.55	มากที่สุด
1.2 การนำเทคโนโลยี IoT *มาใช้*ทำให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุมดูแลสั่งการ การทำงานของระบบงานต่างๆได้จากทุกที่ทุกเวลา ทันต่อเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น	4.58	0.59	มากที่สุด
1.3 Internet of Things มีความเกี่ยวข้องกับวิถีชีวิตความเป็นอยู่ของคนในยุคปัจจุบัน	4.58	0.64	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	**4.55**	**0.04**	**มากที่สุด**
2. ด้านความสามารถของระบบ			
2.1 สามารถวัดค่าความชื้นในดินได้	4.58	0.59	มากที่สุด
2.2 สามารถวัดอุณหภูมิ	4.45	0.71	มากที่สุด
2.3 สามารถรดน้ำได้	4.70	0.52	มากที่สุด
2.4 สามารถการกำหนดสิทธิ์ในการเข้าใช้งานเพื่อความปลอดภัย	4.63	0.49	มากที่สุด
2.5 สามารถใช้งานระบบหรือสั่งการผ่านสมาร์ทโฟนได้จากทุกที่ ทุกเวลาที่มีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต	4.70	0.46	มากที่สุด
2.6 ระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง มีลักษณะการเป็นระบบจัดการฟาร์มอัจฉริยะ	4.60	0.55	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	**4.61**	**0.09**	**มากที่สุด**

3. ด้านประโยชน์และการใช้งาน			
3.1 ระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง เป็นการนำ*เทคโนโลยี IoT ใช้สั่งการ*ควบคุมการเปิด-ปิดน้ำ ทำให้ผู้ใช้งานง่ายและสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น	4.65	0.58	มากที่สุด
3.2 ช่วยให้เกษตรกรมีการจัดการที่ดีขึ้น ประหยัดเวลา และแรงงานในการดูแลฟาร์มผ่านสมาร์ทโฟนได้	4.70	0.61	มากที่สุด
3.3 ระบบช่วยควบคุมปริมาณการใช้น้ำได้อย่างมีคุณภาพมากขึ้นหรือการเพิ่มคุณภาพของปัจจัยการผลิตและการดูแลรักษาผลผลิต	4.63	0.59	มากที่สุด
3.4 ระบบจัดการฟาร์มอัจฉริยะโรงเรือนโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัวที่เกษตรกรไทยยุค 4.0 สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง ในพื้นที่เกษตรของตนเองได้อย่างยั่งยืน	4.60	0.59	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	**4.64**	**0.01**	**มากที่สุด**
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.60**	**0.04**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 4.3.2 ความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง โดยรวมพบว่า มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.04 โดยที่ด้านประโยชน์และการใช้งานมีความพึงพอใจในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.01 รองลงมา ด้านความสามารถของระบบมีความพึงพอใจในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.01 ด้านความสำคัญของเทคโนโลยี มีความพึงพอใจในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.04 ตามลำดับ

ด้านความสำคัญของเทคโนโลยี IoT พบว่า การนำ*เทคโนโลยี IoT มาใช้*ทำให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุมดูแลสั่ง*การ การ*ทำงาน*ของ*ระบบงานต่างๆได้จากทุกที่ทุกเวลา ทันต่อเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น Internet of Things มีความเกี่ยวข้องกับวิถีชีวิตความเป็นอยู่ของคนในยุคปัจจุบัน มีระดับความ พึงพอใจที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.59 รองลงมา ด้าน*เทคโนโลยี IoT* มีความจำเป็น

และสำคัญในยุคปัจจุบันทำให้การใช้ชีวิต*ของ*ผู้คนง่ายดายและสะดวกสบายยิ่งขึ้น มีความพึงพอใจในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 ตามลำดับ

ด้านความสามารถของระบบ พบว่า ระบบสามารถรดน้ำได้ สามารถใช้งานระบบหรือสั่งการผ่านสมาร์ทโฟนได้จากทุกที่ ทุกเวลาที่มีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต มีความพึงพอใจในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.46 รองลงมา พบว่า สามารถการกำหนดสิทธิ์ในการเข้าใช้งานเพื่อความปลอดภัย มีความพึงพอใจในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49 ระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง มีลักษณะการเป็นระบบจัดการฟาร์มอัจฉริยะ มีความพึงพอใจในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 สามารถวัดค่าความชื้นในดินได้ มีความพึงพอใจในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.59 และระบบมีความสามารถวัดอุณหภูมิ มีความพึงพอใจในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่า 4.45 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.71 ตามลำดับ

ด้านประโยชน์และการใช้งาน พบว่า ประโยชน์และการใช้งานที่ช่วยให้เกษตรกรมีการจัดการที่ดีขึ้น ประหยัดเวลาและแรงงานในการดูแลฟาร์มผ่านสมาร์ทโฟนได้ มีความพึงพอใจในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.70 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.61 รองลงมาพบว่า ระบบจัดการฟาร์มอัจริยะในโรงเรือนโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัวเป็นการนำเทคโนโลยี IoT ใช้สั่งการควบคุมการเปิด-ปิดน้ำ ทำให้ผู้ใช้งานง่ายและสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น มีความพึงพอใจในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58 ระบบช่วยควบคุมปริมาณการใช้น้ำได้อย่างมีคุณภาพของปัจจัยการผลิตและการดูแลรักษาผลผลิต มีความพึงพอใจในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.59 และระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังที่เกษตรกรไทยยุค 4.0 สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง ในพื้นที่เกษตรกรของตนเองได้อย่างยั่งยืน มีความพึงพอใจในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.59 ตามลำดับ

บทที่ 5
สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง มีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อ 1) พัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง 2) หาคุณภาพระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ที่พัฒนาขึ้นตามรูปแบบ และ 3) ศึกษาพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อการใช้งานระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง สรุปผลการอภิปรายและข้อเสนอแนะ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัยผล

5.1.1 ผลการพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ที่หาความเหมาะสมขององค์ประกอบของรูปแบบ ประกอบด้วยแนวคิดและหลักการมีความสอดคล้องสัมพันธ์กันกับวัตถุประสงค์ การครอบคลุมตามองค์ประกอบหลักของรูปแบบการพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ความเหมาะสมกับการพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ในแปลงพืชที่ทดลอง และองค์ประกอบของรูปแบบ พบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อความเหมาะของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง โดยรวมมีระดับความเหมาะสมที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.91 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.23 โดยพบว่า องค์ประกอบรูปแบบแนวคิด และหลักการมีความสอดคล้องสัมพันธ์กันกับวัตถุประสงค์และความเหมาะสมกับการพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ในแปลงพืชที่ทดลอง มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 5.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.00 รองลงมาพบว่า องค์ประกอบของรูปแบบด้านโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) ด้านเทคโนโลยี (Technology) ด้านการติดตั้งระบบจัดการฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนในแปลงพืชที่ทดลอง และด้านการใช้งานระบบจัดการฟาร์มอัจฉิยะในโรงเรือนโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว มีระดับความเหมาะสมที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.95 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.15

5.1.2 ผลการประเมินหาคุณภาพการพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อคุณภาพการพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง โดยรวมมีระดับความคิดเห็นต่อคุณภาพที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.00 โดยพบว่า คุณภาพด้านประโยชน์และการใช้งานมีระดับความคิดเห็นที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.83 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.00 รองลงมาพบว่าคุณภาพด้านความสามารถของระบบ มีระดับความคิดเห็นที่มากที่สุดที่ค่าเฉลี่ย 4.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.00 และ

ด้านการออกแบบส่วนของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (GUI) มีระดับความคิดเห็นที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.54 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.00

5.1.3 ผลการประเมินความพึงพอใจการพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง พบว่า ผู้ใช้งานโดยรวมมีความพึงพอใจต่อระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง มีระดับความพึงพอใจที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.60 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.04 โดยพบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในด้านประโยชน์และการใช้งานในระดับความพึงพอใจที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.64 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.01 รองลงมาด้านความสามารถของระบบมีระดับความพึงพอใจที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.61 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.09 และด้านความสำคัญของเทคโนโลยี IoT มีระดับความพึงพอใจที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.55 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.04

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบจัดการฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัวที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น พบว่า

5.2.1 ความเหมาะสมขององค์ประกอบรูปแบบระบบจัดการฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนโดยใช้คอมพิวเตอร์แบฝังตัว ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นโดยรวมในระดับความเหมาะสมที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.91 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.23 โดยที่องค์ประกอบรูปแบบ แนวคิดและหลักการมีความสอดคล้องสัมพันธ์กันกับวัตถุประสงค์ และความเหมาะสมกับการพัฒนาระบบจัดการฟาร์มอัจฉริยะ ในโรงเรือนโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัวในแปลงพืชที่ทดลอง มีระดับความเหมาะสมมากที่สุดที่ค่าเฉลี่ย 5.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.00

5.2.2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อคุณภาพของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบฝังตัว ผู้เชี่ยวชาญโดยรวมมีความคิดเห็นต่อคุณภาพในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 โดยที่ความคิดเห็นต่อคุณภาพ ด้านประโยชน์และการใช้งาน มีระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.83 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.00

5.2.3 ความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง พบว่า โดยรวมมีความพึงพอใจในระดับที่มากที่สุดที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.04 โดยที่ด้านประโยชน์และการใช้งาน ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับที่มากที่สุดที่ค่าเฉลี่ย 4.64 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.01

จากผลการวิจัยการพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังดังกล่าว เป็นไปตามเกณฑ์สมมุติฐานที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กาญจนาพร เตียวเจริญกิจ และนฤมล อ่อนเมืองดง เรื่อง การพัฒนาระบบควบคุมเกษตรอัจฉริยะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว ซึ่งมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาระบบควบคุมเกษตรอัจฉริยะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว 2)

เพื่อหาคุณภาพของระบบควบคุมเกษตรอัจฉริยะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของเกษตรกรชาวไร้อ้อยที่มีต่อระบบควบคุมเกษตรอัจฉริยะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว ซึ่งพบว่าระบบควบคุมเกษตรอัจฉริยะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัวที่พัฒนาขึ้นอยู่ในเกณฑ์คุณภาพความเหมาะสมในระดับมากที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.16 ความพึงพอใจของเกษตรกรชาวไร้อ้อยที่มีต่อระบบควบคุมเกษตรอัจฉริยะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.3. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.74

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

5.3.1.1 การดูการทำงานของระบบจควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ในการสั่งควบคุมการให้น้ำ ยังไม่สามารถเชื่อมให้เป็นระบบเดียวกันได้

5.3.1.2 ระบบยังไม่สามารถสั่งควบคุมปรับระดับน้ำได้ปริมาณที่พืชต้องการได้

5.3.1.3 ระบบยังไม่มีการบันทึกและรายงานผล เพื่อเอามาวิเคราะห์ข้อมูลได้

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป

5.3.2.1 ควรพัฒนาให้ระบบสามารถดูการทำงานพร้อมกับสั่งการภายในระบบเดียวกัน

5.3.2.2 ควรพัฒนาให้ระบบสามารถปรับระดับปริมาณการให้น้ำที่ชนิดของพืชต้องการ

5.3.2.3 ควรพัฒนาให้ระบบมีการบันทึกผลและรายงานผล เพื่อน้ำข้อมูลมาวิเคราะห์

บรรณานุกรม

กอบเกียรติ สระอุบล. (2561). **พัฒนา IoT บนแพลตฟอร์ม Arduino และ Raspberry Pi**. (พิมครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร : หสม สำนักพิมพ์ อินเตอร์มีเดีย.

กาญจนาพร เตียวเจริญกิจ และนฤมล อ่อนเมืองดง. (2561). **การพัฒนาระบบควบคุมเกษตรอัจฉริยะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว**. พระนครศรีอยุธยา : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.

กนกพร หน่อมาก. **คอมพิวเตอร์แบบฝัง (Embedded Computer).** สืบค้นเมื่อวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2563, จาก www.shorturl.at/juAFT

คณุตฆ์ แซ่ม้า และสุรชัย แซ่จ๋าว. (2561). **ระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ**. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.

จักรกฤษณ์ หมั่นวิชา. (2558). **เทคโนโลยีฟาร์มอัจฉริยะ (Smart Farms Technology).** สืบค้นเมื่อวันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2563, จาก www.shorturl.at/hisKN.

ธานินทร์ ศิลป์จารุ. (2560). **การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ด้วย SPSS และ AMOS**. (พิมพ์ครั้งที่ 17). กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนสามัญบิสซิเนสอาร์แอนดี.

นพ มหิษานนท์. (2557). **กล้องวงจรปิด และ IP Camera**. นนทบุรี : สำนักพิมพ์คอร์ฟังก์ชั่น.

นราธิป ทองปาน และธนาพัฒน์ เที่ยงภักดิ์. (2559). **ระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย**. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

พงศ์ธวัช ชีพพิมลชัย และอโณ โชติมณี. **สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายเบื้องต้น**. สืบค้นเมื่อ-วันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2563, จาก www.shorturl.at/ntN59.

ภาสกร พาเจริญ. (2562). **พัฒนา IoT บนเพลตฟอร์ม Arduino ด้วย NodeMCU**. กรุงเทพมหานคร : โปรวิชั่น.

มนตรี สังทอง. (2557). **หลักสถิติ Principle Of Statistics**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชัน.

วโรดม ตู้จินดา. (2560). **ระบบควบคุมฝังตัว (Embedded control systems).** กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. **ระบบฝังตัว.** สืบค้นเมื่อวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2563, www.shorturl.at/wEI19

สิตาวีร์ ธีรวิรุฬห์. (2559). **สมาร์ทฟาร์ม (Smart Farm) การทำเกษตรที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม**. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร.

สุปรียา มะโนมั่น และไพสิฐ พูลเพิ่ม. (2553). **เครื่องรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ**. นครราชสีมา : สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

สงกรานต์ สว่างวัล. **โครงงานเครื่องรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ**. สืบค้นเมื่อวันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2563, จาก www.shorturl.at/fwJRW.

บริษัท โปรซีเคียว บาย ไอเดีย (ไทยแลนด์) จำกัด. **กล้องวงจรปิด CCTV (Closed Circuit Television System).** สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2563, จาก www.shorturl.at/joBD2.

บริษัท วายส์ มี ดู จำกัด. **หลักการทำงานของกล้องวงจรปิด.** สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2563, จาก shorturl.at/jqJQ2.

ภาคผนวก

1. สำรวจแปลงทดลองปฏิบัติงานสาขาพืชศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร

ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่สำรวจแปลงทดลองปฏิบัติงานสาขาพืชศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์พระนครศรีอยุธยา หันตรา เพื่อสอบถามข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญด้านการเกษตรที่ให้คำแนะมาประกอบการออกแบบระบบและสร้างเครื่อง มือในการทดลองระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ดังแสดงตามภาพที่ 1

ภาพที่ 1 ลงพื้นที่สำรวจแปลงทดลองปฏิบัติงานสาขาพืชศาสตร์

2. ติดตั้งระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง

ผู้วิจัยและที่ปรึกษาได้ลงพื้นที่แปลทดลองปฏิบัติการสาขาพืชศาสตร์คณะทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมการเกษตร เพื่อติดตั้งระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ดังแสดงตามภาพที่.3

ภาพที่ 2 ติดตั้งระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง

3. เตรียมปรับความเรียบร้อยของสถานที่ก่อนการทดลองจริง

ผู้วิจัย อาจารย์ที่ปรึกษา และนักศึกษาสาขาพืชศาสตร์ทำการปรับความเรียบร้อยของสถานที่และติดป้ายไวนิลที่ใช้ในการอธิบายถึงการทำงานของระบบ เพื่อให้ผู้ที่สนใจหรือผู้ที่เข้ามาศึกษาเข้าใจถึงการทำงานของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ดังแสดงภาพที่ 3

ภาพที่ 3 ติดป้ายไวนิลที่ใช้ในการอธิบายถึงการทำงานของระบบ

ภาพที่ 4 ปรับความเรียบร้อยของสถานที่

4. ที่ปรึกษาดูความเรียบร้อย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชาญณรงค์ ศรีทรงเมือง และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาณัติ รัตนถิรกุล ที่ปรึกษาร่วมลงพื้นที่สำรวจความเรียบร้อยแปลงทดลองระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ณ แปลงปฏิบัติงานสาขาพืชศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิศูนย์พระนครศรีอยุธยา หันตรา ดังแสดงภาพที่ 5

ภาพที่ 5 ที่ปรึกษาร่วมลงพื้นที่สำรวจความเรียบร้อยแปลงทดลองของระบบฯ

5. ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพของระบบ

ผู้วิจัยได้รับเกียรติจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน เยี่ยมชมและดูการทำงานของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ณ แปลงทดลองระบบฯ เพื่อประเมินประสิทธิภาพและตรวจสอบความสามารถและการทำงานของระบบผ่านสมาร์ทโฟน ระบบสามารถแสดงค่าวัดความชื้น วัดอุณหภูมิ ค่าความชื้นในดิน และสั่งการเปิด-ปิดการรดน้ำผ่านกล้องวงจรปิดได้แบบเรียลไทม์ (Real-time) ดังแสดงตามภาพที่ ภาพที่ 6

ภาพที่ 6 ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสามารถของระบบผ่านสมาร์ทโฟน

ภาพที่ 7 ผู้เชี่ยวชาญ ที่ปรึกษา ผู้วิจัย

6. ผู้สนใจทั่วไป

ผู้สนใจทั่วไปที่เยี่ยมชมระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ณ แปลงทดลองจริง ประกอบด้วย ครู/อาจารย์ เจ้าหน้าที่ นักศึกษา เจ้าหน้าที่งานฟาร์มของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์พระนครศรีอยุธยาหันตรา นักธุรกิจเกษตรกร และผู้ที่สนใจทั่วไป ดังแสดงตามภาพที่ 8

ภาพที่ 8 ผู้ร่วมวิจัยอธิบายการทำงานของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ผ่านสมาร์ทโฟนให้กับนักศึกษาสาขาการจัดการ/สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ

ภาพที่ 9 นักศึกษาสาขาพืชศาสตร์เยี่ยมชมการเจริญเติบโตของผักที่ใช้ในการทดลองของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว

ภาพที่ 10 เจ้าหน้าที่สำนักงานคณะคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร เกษตรกรในชุมชนให้ความสนใจ เยี่ยมชมการทำงานของระบบจัดการฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว

ประวัติคณะผู้วิจัย

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางปวันนพัสตร์ ศรีทรงเมือง

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mrs. Pavannaphat Srisongmuang

ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์

หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อ สาขาวิชาระบบสารสนเทศและคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ เลขที่ 60 หมู่ 3 ถ.สายเอเชีย ต.หันตรา อ.พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา 13000

โทรศัพท์ 035-709092

โทรสาร 035-709083

มือถือ 085-415-5899

ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	สาขาวิชาเอก	ชื่อสถาบัน	ประเทศ
2533	ปริญญาตรี	คบ.	คอมพิวเตอร์ศึกษา	วิทยาลัยครูเทพสตรี	ไทย
2548	ปริญญาโท	กศ.ม.	เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา	มหาวิทยาลัยนเรศวร	ไทย

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

ระบบสารสนเทศและการเขียนโปรแกรม

ผลงาน บทความวิจัยที่ได้รับการเผยแพร่

ปวันนพัสตร์ ศรีทรงเมือง และสุธิดา ถนอมวงษ์. 2559. **ความคาดหวังและความพึงพอใจของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่มีต่อเนื้อหารายวิชาการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 1 ปีการศึกษา 2557**. “การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ครั้งที่ 1 “วิจัยเพื่อสร้างสรรค์ชุมชนและสังคม”, วันที่ 22 มิถุนายน 2559, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์พระนครศรีอยุธยา หันตรา, พระนครศรีอยุธยา: 815-823.

ผู้ร่วมวิจัยคนที่ 2

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นาย นางสาว นาง ยศ

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Assistant Professor,Channarong Srisongmuang

ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์

หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้ สาขาวิชา คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ เลขที่ 60 หมู่ 3 ถ.สายเอเชีย ต.หันตรา อ.พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา 13000

โทรศัพท์ 0-3570-9096

โทรสาร 0-3570-9096

มือถือ 086-387-4594

ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	สาขาวิชาเอก	ชื่อสถาบัน	ประเทศ
2528	ปริญญาตรี	วท.บ. (วิทยาศาสตร์บัณฑิต)	กีฏวิทยา	มหาวิทยาเกษตรศาสตร์	ไทย
2545	ปริญญาโท	วท.ม. (วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต).	กีฏวิทยา	มหาวิทยาเกษตรศาสตร์	ไทย

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)

- พืชสวน (ผัก ผลไม้)

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุ

- การศึกษาชนิดของแมลงที่มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายอินทรียวัตถุ งบประมาณผลประโยชน์ปี 2549

หัวหน้าโครงการ

- เทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับการปลูกผักพื้นบ้านอินทรีย์ งบประมาณแผ่นดินปี 2550

- การศึกษาวิธีการเพาะเลี้ยงแมลงหางหนีบ *Euborellia* sp. (Dermaptera: Cacinophoridae) งบประมาณรายได้ 2555

- ผลกระทบของคลื่นหลายช่วงความถี่ต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและศัตรูธรรมชาติในการผลิตข้าว งบประมาณแผ่นดินปี 2556-2557 (หัวหน้าโครงการ)

ผู้ร่วมโครงการ

- การจัดระบบปลูกผักพื้นบ้านเพื่อเศรษฐกิจชุมชน งบประมาณแผ่นดินปี 2551-2552
- การจัดระบบการปลูกถั่วฝักยาวที่มีผลต่อปริมาณของเพลี้ยอ่อนถั่ว (*Aphis glycines* Matsumura) และศัตรูธรรมชาติที่สำคัญของเพลี้ยอ่อน งบประมาณผลประโยชน์ปี 2553
- การบริหารแมลงศัตรูข้าวโพดข้าวเหนียวในระบบปลูกแบบอินทรีย์ งบประมาณแผ่นดินปี 2554
- การจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสมในการปลูกข้าวและพืชหลังนา ในพื้นที่การเกษตรจังหวัดพระนครศรีอยุธยา งบประมาณองค์การบริหารส่วนจังหวัดพระนครศรีอยุธยาปี 2562
- กระบวนการจัดธาตุอาหารพืชและการควบคุมศัตรูพืชเพื่อการผลิตเมล่อนคุณภาพอย่างยั่งยืน งบประมาณแผ่นดิน ปี 2563

ผู้ร่วมวิจัยคนที่ 3

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสุมนา บุษบก

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mrs. Sumana Budsabok

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้ สาขาวิชาระบบสารสนเทศและคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ เลขที่ 60 หมู่ 3 ถ.สายเอเชีย ต.หันตรา อ.พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา 13000

โทรศัพท์ 035-709092

โทรสาร 035-709083

มือถือ 091-860-0463

ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	สาขาวิชาเอก	ชื่อสถาบัน	ประเทศ
2547 - 2549	ปริญญาตรี	บธ.บ	ระบบสารสนเทศ	มหาวิทยาเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ	ไทย
2551 – 2553	ปริญญาโท	คอม.	ครุศาสตร์เทคโนโลยี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	ไทย

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
ระบบสารสนเทศทางธุรกิจและ เทคโนโลยีมัลติมีเดีย

ผลงาน บทความวิจัยที่ได้รับการเผยแพร่

สุมนา ปาธะรัตน์, ศวรรณรัศม์ อภัยพงค์และ ศิรินันทร์ นาพอ, 2559, **การพัฒนาสื่อแอนิเมชัน 2 มิติ เรื่อง ขั้นตอนการเพาะปลูกและแปรรูปยางพารา สำหรับนักศึกษาสาขาพืชศาสตร์**, การประชุมวิชาการ งานวิจัย และพัฒนาเชิงประยุกต์ ECTI-CARD 2016, ครั้งที่ 8 , หน้า 113

สุมนา ปาธะรัตน์. หทัยรัตน์ บุญเนตร และ อรสา ไชยสองแก้ว. 2560. **การพัฒนาแอนิเมชัน 2 มิติ เรื่องหม้อข้าวหม้อแกงลิง เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนรู้.** วารสารวิจัย มทร.กรุงเทพ ปีที่ 11 ฉบับที่ 2. หน้า 62-68

ศวรรณรัศม์ อภัยพงค์, ศิรินันทร์ นาพอ, ภูมินทร์ อินทร์แป้น, และ สุมนา ปาธะรัตน์, 2559, **การจัดการความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่น หัตถกรรมกะลามะพร้าว ตำบลชัยบุรี จังหวัดพัทลุง**, การประชุมวิชาการ งานวิจัย และพัฒนาเชิงประยุกต์ ECTI-CARD 2016, ครั้งที่ 8 , หน้า 409

ศวรรณรัศม์ อภัยพงค์, สุมนา ปาธะรัตน์, ศิรินันทร์ นาพอ และภูมินทร์ อินทร์แป้น. **การประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวจังหวัดตรัง ผ่านแอพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์**. การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9 (ECTI-CARD 2017). โรงแรมเชียงคาน ริเวอร์ เมาท์เทน. เลย. หน้า 225-228.

นายกฤษณะ รัตนพลแสน, นายวิเศรษ หมื่นสี, ผศ.ปวันนพัสตร์ ศรีทรงเมือง, นางสาวสุมนา ปาธะรัตน์**ระบบสารสนเทศเพื่อส่งเสริมผลิตภัณฑ์ชุมชน กรณีศึกษา : ชุนชนบ้านสร้าง อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา** การประชุมวิชาการระดับชาติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 3

หทัยรัตน์ บุญเนตร, สุมนา ปาธะรัตน์ **การวิจัยและออกแบบเพื่อสร้างสื่อมัลติมีเดียในการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงนิเวศ ตำบลบ่อหิน อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง** การประชุมวิชาการมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 1

ศิรินันทร์ นาพอ,ศวรรณรัศม์ อภัยพงค์, และ สุมนา ปาธะรัตน์ **การประชาสัมพันธ์กลุ่มท่องเที่ยวเชิงอนุรักษเขาพญาบังสา จังหวัดสตูล ผ่านสื่อออนไลน์** การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 10