การพัฒนาระบบเกษตรอัจฉริยะ

พรทิพย์ กัญญา[1] ฐิติรัตน์ สีสมาน[2] กฤตนัย เจียมเกาะ[3] ปฏิพัทธ์ สีคำแสน[4] ปภาณ ไชยสงคราม[5]
พิพัฒน์ ไกลมณี[6] และอุมาพร บ่อพิมาย[7*]
วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา[1-7*]
อีเมล์ : umaporn16.b@gmail.com[7*]

วันที่รับบทความ 14 มิถุนายน 2565
วันแก้ไขบทความ 29 มิถุนายน 2565
วันตอบรับบทความ 29 มิถุนายน 2565

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา ทดสอบประสิทธิภาพ และประเมินคุณภาพระบบเกษตรอัจฉริยะ เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย ประกอบด้วย แบบบันทึกผลการทดสอบหาประสิทธิภาพ แบบประเมินคุณภาพ วิธีดำเนินการวิจัย คณะผู้วิจัยได้พัฒนาระบบ โดยนำแนวคิดกระบวนการเทคโนโลยี มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบ พร้อมด้วยเทคโนโลยี IoT (Internet of Things) โดยใช้ Blynk Application ทำงานร่วมกับ NodeMCU จากนั้น นำระบบที่ได้ไปทดสอบหาประสิทธิภาพ ประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ สุดท้าย นำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า

1. ได้ระบบเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะที่ประกอบด้วย 1) ระบบควบคุมอุณหภูมิ 2) ระบบควบคุมความชื้นของดิน ระบบความคุมแสง ระบบควบคุมปริมาณน้ำ 3) แอปพลิเคชันที่สามารถควบคุมการทำงานของเซนเซอร์ผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาทโฟน

2. ประสิทธิภาพการทำงานในภาพรวม สามารถควบคุมการทำงานของเซนเซอร์ คิดเป็นร้อยละ 100 และคุณภาพระบบเทคโนโลยีอัจฉริยะเกษตรอินทรีย์ในภาพรวม มีคุณภาพอยู่ในระดับที่มากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.41

คำสำคัญ : การพัฒนาระบบ เกษตรอินทรีย์ ระบบอัจฉริยะ

Smart Agriculture System Development

Pornthip Kanya[1] , Thitirat Seesman[2] , Krittanai Jeamkoh[3] , Patipat Seekhamsaen[4] , Paphan Chaisongkhram[5] , Phiphat Klaimanee[6] and Umaporn Bophimai[7*]
NakhonRatchasima Technical College[1-7*]
E – mail : umaporn16.b@gmail.com[7*]

Received 14 June 2022
Revised 29 June 2022.
Accepted 29 June 2022

Abstract

The objectives of this article were : to develop, test the efficiency and evaluate the quality of farming intelligence system. The tools used are the performance test record form quality assessment form. Research method. The researcher has developed a smart agricultural technology system. By applying the concept of technological process to the development of the system. With IoT (Internet of Things) Using Blynk Application with NodeMCU. Then the system was tested for efficiency. Quality assessment from experts. The statistics used are: percentage, mean and standard deviation.

The study found that:

1) to smart agricultural technology system were : 1) Temperature control system 2) Soil humidity control system Light control system Water volume control system 3) An application that can control the operation of the sensor via a mobile phone like a smartphone.

2) According to the overall performance of the system, the operation of sensor could be able to control accounted for 100%. In addition, the overall quality of farming intelligence system is at the highest level ($\overline{X}$ =4.77, S.D.=0.41)

Keywords : Development, organic farming systems, intelligent systems

1. บทนำ

ประเทศไทยได้ชื่อว่าเป็นประเทศเกษตรกรรมมาช้านาน เนื่องจากตั้งอยู่ในเขตภูมิประเทศที่เอื้ออำนวยต่อการทำการเกษตร ประชากรส่วนใหญ่ของประเทศประกอบอาชีพทางการเกษตรหรือเกี่ยวข้องมาโดยตลอด แม้ว่าจะพยายามพัฒนาไปสู่ความเป็นประเทศอุตสาหกรรมเพียงใดก็ตาม แต่ก็ยังคงพึ่งพาอาศัยเกษตรกรรมอยู่เช่นเดียวกับประเทศที่ได้พัฒนาไปแล้วทั้งหลาย ซึ่งวิวัฒนาการและพัฒนาการเกษตรของไทยได้เปลี่ยนแปลงได้ตามยุคสมัยและตามกระแสการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของโลกมาตามลำดับ (กิติศักดิ์ ทองมีทิพย์. 2564)

การทำเกษตรกรรมในปัจจุบันนั้นแตกต่างจากในช่วงสองสามทศวรรษที่ผ่านมา เนื่องจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ทั้งเรื่องของการใช้ระบบเซ็นเซอร์ในอุปกรณ์เครื่องจักรเครื่องใช้ต่าง ๆ รวมถึงเทคโนโลยีสารสนเทศต่าง ๆ ด้วย เกษตรกรรมในปัจจุบันใช้เทคโนโลยีที่ซับซ้อน เช่น หุ่นยนต์ เซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้น การถ่ายภาพทางอากาศและเทคโนโลยี GPS อุปกรณ์เหล่านี้ และการทำเกษตรแม่นยำช่วยให้เกษตรกรสามารถทำกำไรได้มากขึ้น กระบวนการทำการเกษตรมีประสิทธิภาพ ปลอดภัยและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ดังนั้น จึงจำเป็นที่ต้องศึกษาเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาที่ดีที่สุด เพื่อให้เทคโนโลยีเกษตรสามารถตอบสนองความต้องการของเกษตรกรรายย่อย ปรับปรุงการผลิตอย่างยั่งยืน มีความยืดหยุ่นของระบบการผลิต และลดการปล่อยมลพิษ เพื่อรับมือกับสภาพภูมิอากาศและความแปรปรวนที่จะเกิดขึ้นในอนาคต (สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน. 2564)

Internet of thing (IOT) ทางการเกษตร คือ การเอาเทคโนโลยีต่าง ๆ มาพัฒนา ปรับใช้ในรูปแบบด้านการเกษตร ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลทางการเกษตร ซึ่งถือเป็นอีกหนึ่งสำคัญในการส่งเสริม พัฒนาและเปลี่ยนแปลงต่อเศรษฐกิจและความยั่งยืนในการเกษตร โดยการพัฒนาข้อมูลทางเศรษฐกิจนั้นจากเป็นที่จะใช้งานผ่านทางคอมพิวเตอร์โดยจะให้ความสำคัญไปที่ฮาร์ดแวร์มากกว่าซอฟแวร์จึงจำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีรวมกันเพื่อสร้างการเกษตร เช่น เทคโนโลยี IOT และ เทคโนโลยี RFID เป็นต้น (ธันยพร กำจร. 2564)

จากเหตุผลดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเทคโนโลยีมาพัฒนาการทำการเกษตรขึ้นมาช่วยในการบริหารจัดการระบบการเพาะปลูก โดยได้นำเทคโนโลยี IoT ซึ่งเป็นเทคโนโลยีเกษตรสมัยใหม่มาปรับใช้กับการทำการเกษตร เพื่อสร้างระบบการเพาะปลูกที่สามาถควบคุมตัวแปรสำคัญ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น เป็นต้น ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ให้มีความเหมาะสมเพิ่มประสิทธิภาพการทำการเกษตรให้กับเกษตรกร

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพ ระบบเกษตรอัจฉริยะ

2.2 เพื่อประเมินคุณภาพระบบเกษตรอัจฉริยะ

3. วิธีการวิจัย

การพัฒนาระบบเกษตรอัจฉริยะ คณะผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้กระบวนการเทคโนโลยี (สาขาการออกแบบและเทคโนโลยี. 2564) มาดำเนินการพัฒนาระบบดังล่าว ซึ่งประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 กำหนดปัญหาหรือความต้องการ คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสาร หนังสือและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยกับปัญหาของการทำเกษตร และนำปัญหาที่ได้มาสรุป และดำเนินการเลือกปัญหาที่สามารถนำเอาเทคโนโลยี IoT มาช่วยแก้ปัญหาได้

3.2 รวบรวมข้อมูล จากการศึกษาปัญหาและความต้องการ คณะผู้วิจัยได้นำมารวบรวม และแบ่งความสำคัญของปัญหาและความต้องการของเกษตรกรออกเป็นอะไรที่มีความสำคัญมากก็ควรจะดำเนินการปรับปรุงแก้ไขก่อน

3.3 เลือกวิธีการ คณะผู้วิจัยได้เลือกพัฒนาระบบ โดยนำเทคโนโลยี Internet of Things (IOT) ที่เป็นนวัตกรรมดิจิทัลไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่สามารถสั่งการทำงานและแสดงผลการ

ทำงานผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาทโฟน ในการปรับอุณหภูมิ ความชื้นให้มีความเหมาะสมกับการปลูกพืช เพื่อให้เกษตรกรสามารถปลูกพืชได้ตามความต้องการ

3.4 ออกแบบและพัฒนาระบบ คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบการทำงาน ดังนี้

3.4.1 ในการออกแบบ จะแบ่งเป็นระบบควบคุมอุณภูมิในอากาศ ระบบควบคุมความชื้นในดิน

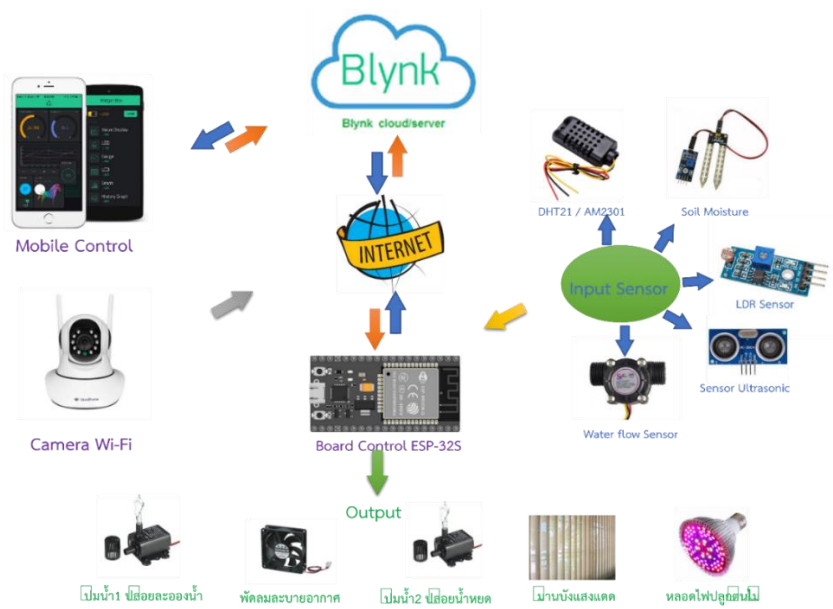
3.4.2 เลือกอุปกรณ์สำหรับระบบควบคุมอุณภูมิในอากาศ ควบคุมความชื้นในดิน เซนเซอร์แสง (LDR) เซนเซอร์อัลตร้าโซนิค และเซนเซอร์เช็คปริมาณการไหลของน้ำ

3.4.3 ออกแบบวงจร และประกอบวงจรควบคุมอุณภูมิในอากาศ และวงจรควบคุมความชื้นในดิน เซนเซอร์แสง (LDR) เซนเซอร์อัลตร้าโซนิค และเซนเซอร์เช็คปริมาณการไหลของน้ำ

3.4.4 ทดสอบการทำงานของวงจรควบคุมอุณภูมิในอากาศ และวงจรควบคุมความชื้นในดิน เซนเซอร์แสง (LDR) เซนเซอร์อัลตร้าโซนิค และเซนเซอร์เช็คปริมาณการไหลของน้ำ

3.4.5 เขียนโปรแกรมควบคุม ระบบควบคุมอุณภูมิในอากาศ และระบบควบคุมความชื้นในดิน โดยกำหนดเงื่อนไขดังนี้ เงื่อนไข ข้อ 1) ระบบควบคุมอุณหภูมิ ตั้งค่าอุณหภูมิมีค่าเท่ากับค่าของตัวแปร X และถ้าอุณหภูมิในโรงเรือนที่มีค่าเพิ่มขึ้น ค่าอุณภูมิของอุปกรณ์เซนเซอร์จะเปลี่ยนค่าตามอุณภูมิที่เปลี่ยนแปลง หากอุณหภูมิมีค่ามากกว่าค่าของตัวแปร X ปั๊มน้ำพ่นฝอยจะทำงาน เมื่ออุณภูมิในโรงเรือนลดลง ค่าของอุณภูมิที่อุปกรณ์เซนเซอร์ก็จะมีค่าลดลงด้วย ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าค่าของตัวแปร X ปั๊มน้ำพ่นฝอยก็จะหยุดทำงาน และเงื่อนไขข้อ 2) ระบบควบคุมความชื้นในดิน โดยตั้งค่าความชื้นในดิน มีค่าเท่ากับค่า ของตัวแปร Y ถ้าความชื้นในดินที่ตัวเซนเซอร์ตรวจจับความชื้น (Soil Moisture Sensor) มีค่าน้อยกว่าค่าของตัวแปร Y ปั๊มน้ำหยดจะทำงานเป็นเวลา 5 นาที เมื่อครบ 5 นาที ปั๊มน้ำหยดจะหยุดทำงาน และโปรแกรมจะทำการวนลูป (loop) การทำงานโดยการเช็คเงื่อนไข ในข้อ 1) และข้อ 2)

3.4.6 เขียนโปรแกรมควบคุมของเซนเซอร์แสง (LDR) เซนเซอร์อัลตร้าโซนิค (Ultrasonic Sensor) เซนเซอร์เช็คปริมาณการไหลของน้ำ กำหนดให้เมื่อแสงเกินที่กำหนดไว้ม่านบังแสงจะทำงาน เมื่อแสงน้อยกว่าที่กำหนด ไฟจะติดเพื่อให้ความส่องสว่าง และจบการทำงาน

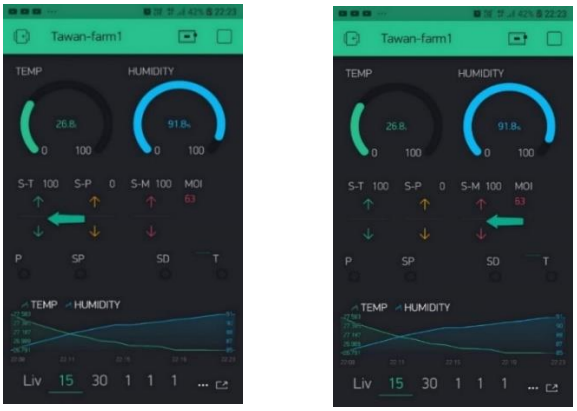


รูปที่ 1 แผนผังระบบเกษตรอัจฉริยะ

3.5 ทดสอบ (Action)

3.5.1 ตรวจสอบระบบ ให้เป็นไปตามแบบที่ได้ออกแบบไว้ข้างต้น

3.5.2 ทดสอบการทำงานเซนเซอร์อุณภูมิ,ทดสอบการทำงานเซ็นเซอร์ความชื้นของดิน และทดสอบการทำงานแอปพลิเคชั่นควบคุมเซนเซอร์ 3



รูปที่ 2 การทดสอบการทำงานของระบบเกษตรอัจฉริยะ

3.6 ปรับปรุงแก้ไข

หลังจากที่คณะผู้วิจัยได้ตรวจสอบ และทดสอบการทำงานของระบบแล้ว ถ้ามีข้อผิดพลาดก็ให้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขให้เรียบร้อย

3.7 ประเมินผล

คณะผู้วิจัยได้นำระบบที่พัฒนาขึ้นไปประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง

4. ผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาระบบเกษตรอัจฉริยะ คณะผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิจัย โดยมีรายละเอียดของผลการพัฒนา การทดสอบประสิทธิภาพและผลการประเมินคุณภาพ ตามลำดับดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาระบบเกษตรอัจฉริยะ

ได้ระบบที่สามารถแก้นำไปใช้แก้ปัญหา และอำนวยความสะดวกในการทำการเกษตร เช่น สามารถควบคุมอุณหภูมิในอากาศ เช่น ในโรงเรือน ควบคุมความชื้นของดิน ให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช

4.2 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพ

4.2.1 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

ลำดับ	อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)					หมายเหตุ
	36	37	38	39	40	
1	1	1	1	1	1	
2	1	1	1	1	1	
3	1	1	1	1	1	
4	1	1	1	1	1	1=ทำงาน
5	1	1	1	1	1	0=ไม่ทำงาน
คิดเป็นร้อยละ 100						

จากตารางที่ 1 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ ในภาพรวมพบว่า เซนเซอร์วัดอุณหภูมิสามรถทำงานตามอุณหภูมิที่ตั้งไว้ (36-40 องศาเซลเซียส) คิดเป็นร้อยละ 100

4.2.2 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพเซนเซอร์ตรวจจับความชื้นของดิน

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพเซนเซอร์ตรวจจับความชื้นของดิน

ลำดับ	ความชื้นของดิน (เปอเซ็นต์)					หมายเหตุ
	62	64	66	68	70	
1	1	1	1	1	1	
2	1	1	1	1	1	
3	1	1	1	1	1	
4	1	1	1	1	1	1=ทำงาน
5	1	1	1	1	1	0=ไม่ทำงาน
คิดเป็นร้อยละ 100						

จากตารางที่ 2 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพเซนเซอร์วัดค่าความชื้นของดิน ในภาพรวมพบว่า เซนเซอร์วัดค่าความชื้นของดิน สามารถทำงานตามความค่าความชื้นของดิน ที่ตั้งไว้ (62-70 เปอร์เซนต์) คิดเป็นร้อยละ 100

4.2.3 ผลการทดสอบการควบคุมแสง

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบการควบคุมแสง

ลำดับ	การควบคุมการทำงานของเซนเซอร์แสง						หมายเหตุ
	การทำงานปิดม่าน (เปอร์เซนต์)			ปิด-เปิดไฟ (เปอร์เซนต์)			
	60	70	80	20	30	40	
1	1	1	1	1	1	1	
2	1	1	1	1	1	1	1=ทำงาน
3	1	1	1	1	1	1	0=ไม่ทำงาน
4	1	1	1	1	1	1	
5	1	1	1	1	1	1	
	คิดเป็นร้อยละ 100						

จากตารางที่ 3 ผลการทดสอบการควบคุมการทำงานของเซนเซอร์แสง ในภาพรวมพบว่า การควบคุมการทำงานของเซนเซอร์แสง คิดเป็นร้อยละ 100

4.2.4 ผลการทดสอบการควบคุมการทำงานของเซนเซอร์ผ่านโทรศัพท์มือถือ

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบการควบคุมการทำงานของเซนเซอร์ผ่านโทรศัพท์มือถือ

ลำดับ	การควบคุมการทำงานของเซนเซอร์						หมายเหตุ
	วัดอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			วัดความชื้นของดิน(เปอเซ็นต์)			
	38	39	40	66	68	70	
1	1	1	1	1	1	1	
2	1	1	1	1	1	1	1=ทำงาน
3	1	1	1	1	1	1	0=ไม่ทำงาน
4	1	1	1	1	1	1	
5	1	1	1	1	1	1	
	คิดเป็นร้อยละ 100						

จากตารางที่ 4 ผลการทดสอบการควบคุมการทำงานของเซนเซอร์ผ่านโทรศัพท์มือถือ ในภาพรวมพบว่า การควบคุมการทำงานของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ และเซนเซอร์วัดความชื้นของดินผ่านโทรศัพท์มือถือ คิดเป็นร้อยละ 100

4.3 ผลการประเมินคุณภาพระบบเกษตรอัจฉริยะ

ตารางที่ 5 ผลการประเมินคุณภาพระบบเกษตรอัจฉริยะ ด้านการออกแบบ

รายการ	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. การออกแบบโครงสร้างระบบรูปแบบที่เหมาะสม	4.67	0.52	มากที่สุด
2. การออกแบบระบบเมีความมั่นคงและแข็งแรง	5.00	0.00	มากที่สุด
3. การออกแบบระบบมีเหมาะสมในการใช้งาน	5.00	0.00	มากที่สุด
4. การออกแบบระบบควบคุมการทำงานมีเหมาะสมในการใช้งาน	5.00	0.00	มากที่สุด
5. การออกแบบระบบผลิตพลังงานไฟฟ้า มีความเหมาะสมในการใช้งาน	4.83	0.41	มากที่สุด
เฉลี่ย	**4.90**	**0.31**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 5 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพระบบเกษตรอัจฉริยะ ด้านการออกแบบ มีระดับความคิดเห็นในภาพรวมอยู่ในระดับที่มีคุณภาพในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$ = 4.90) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.31

เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า อยู่ในระดับที่มีคุณภาพในระดับมากที่สุด จำนวน 5 ข้อ สามารถสรุประดับความคิดเห็นจากมากไปหาน้อย ดังนี้ การออกแบบโครงสร้างโรงเรือนมีความมั่นคงและแข็งแรง และการออกแบบระบบควบคุมการทำงานของระบบเทคโนโลยีอัจฉริยะ มีเหมาะสมในการใช้งาน อยู่ในระดับที่มีคุณภาพในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$ = 5.00) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่า เท่ากับ 0.00 รองลงมาคือ การออกแบบระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าอยู่ในระดับที่มากที่สุดมีค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$ = 4.83) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.41 และสุดท้ายคือ มีความเหมาะสมในการใช้งานการออกแบบโครงสร้างโรงเรือนมีสัดส่วน และรูปแบบที่เหมาะสม อยู่ในระดับที่มีคุณภาพในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$ = 4.67) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่า เท่ากับ 0.52

ตารางที่ 6 ผลการประเมินคุณภาพระบบเกษตรอัจฉริยะ ด้านวัสดุอุปกรณ์

รายการ	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. วัสดุอุปกรณ์ที่เลือกใช้ในการทำระบบมีความแข็งแรงทนทาน	4.83	0.41	มากที่สุด
2.วัสดุอุปกรณ์ที่เลือกใช้ทำระบบ สามารถหาซื้อได้ง่าย มีราคาที่เหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
3. วัสดุอุปกรณ์ที่เลือกใช้ทำระบบผลิตพลังงานไฟฟ้า มีความแข็งแรงทนทาน สามารถหาซื้อได้ง่าย มีราคาที่เหมาะสม	4.83	0.41	มากที่สุด
เฉลี่ย	**4.89**	**0.32**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 6 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพระบบเกษตรอัจฉริยะ ด้านวัสดุอุปกรณ์ มีระดับความคิดเห็นในภาพรวมอยู่ในระดับที่มีคุณภาพในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$= 4.89) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.32

เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า อยู่ในระดับที่มีคุณภาพในระดับมากที่สุด จำนวน 3 ข้อ สามารถสรุประดับความคิดเห็นจากมากไปหาน้อย ดังนี้ วัสดุอุปกรณ์ที่เลือกใช้ทำระบบเทคโนโลยีอัจฉริยะมีความแข็งแรงทนทาน

สามารถหาซื้อได้ง่าย มีราคาที่เหมาะสม อยู่ในระดับที่มีคุณภาพในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 5.00) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่า เท่ากับ 0.00 รองลงมาคือ วัสดุอุปกรณ์ที่เลือกใช้ทำโรงเรือนมีความแข็งแรงทนทาน สามารถหาซื้อได้ง่าย มีราคาที่เหมาะสม และวัสดุอุปกรณ์ที่เลือกใช้ทำระบบผลิตพลังงานไฟฟ้า มีความแข็งแรงทนทาน สามารถหาซื้อได้ง่าย มีราคาที่เหมาะสม อยู่ในระดับที่มีคุณภาพในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.83) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่า เท่ากับ 0.41

ตารางที่ 7 ผลการประเมินคุณภาพระบบเกษตรอัจฉริยะ ด้านการใช้งาน

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. การใช้งานอุปกรณ์เซนเซอร์อุณหภูมิ สามารถทำงานถูกต้องแม่นยำ	4.67	0.52	มากที่สุด
2. การใช้งานอุปกรณ์เซนเซอร์ความชื้นของดิน สามารถทำงานถูกต้องแม่นยำ	4.67	0.52	มากที่สุด
3.การใช้งานระบบในภาพรวม มีคู่มือประกอบในการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ชัดเจน	4.67	0.52	มากที่สุด
4. การใช้งานระบบในภาพรวม มีรูปแบบ ทำงานฟังก์ชั่นให้เลือกในการใช้งาน ที่เหมาะสมกับผู้ใช้งาน	4. 67	0.52	มากที่สุด
5. การใช้งานผ่านโทรศัพท์มือถือสามารถใช้งานได้ดี และทำงานถูกต้องแม่นยำ	4.67	0.52	มากที่สุด
6. การแสดงผลการใช้งานผ่านโทรศัพท์มือถือสามารถแสดงผลได้อย่างถูกต้องแม่นยำ	4.67	0.52	มากที่สุด
เฉลี่ย	**4.67**	**0.52**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 7 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพระบบเกษตรอัจฉริยะ ด้านการใช้งาน มีระดับความคิดเห็นในภาพรวม อยู่ในระดับที่มีคุณภาพในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.67) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.52

เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า อยู่ในระดับที่มีคุณภาพในระดับมากที่สุด จำนวน 6 ข้อ ดังนี้ การใช้งานอุปกรณ์เซนเซอร์อุณหภูมิ สามารถทำงานถูกต้องแม่นยำ การใช้งานอุปกรณ์เซนเซอร์ความชื้นของดิน สามารถทำงานถูกต้องแม่นยำ การใช้งานระบบในภาพรวม มีคู่มือประกอบในการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ชัดเจน การใช้งานระบบในภาพรวม มีรูปแบบ ทำงานฟังก์ชั่นให้เลือกในการใช้งาน ที่เหมาะสมกับผู้ใช้งาน การใช้งานผ่านโทรศัพท์มือถือสามารถใช้งานได้ดี และทำงานถูกต้องแม่นยำ และการแสดงผลการใช้งานผ่านโทรศัพท์มือถือสามารถแสดงผลได้อย่างถูกต้องแม่นยำ อยู่ในระดับที่มีคุณภาพในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$= 4.67) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.52

ตารางที่ 8 ผลการประเมินคุณภาพระบบเกษตรอัจฉริยะ ด้านการประกอบติดตั้ง การบำรุงรักษา และความปลอดภัย

รายการ	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. การประกอบติดตั้งระบบทำได้ง่าย สะดวกเข้าใจง่าย	4.50	0.55	มากที่สุด
2. การประกอบติดตั้งระบบเทคโนโลยีอัจฉริยะ ทำได้ง่าย สะดวก เข้าใจง่าย	4.33	0.52	มาก
3. การประกอบติดตั้งระบบผลิตพลังงานไฟฟ้า ทำได้ง่าย สะดวก เข้าใจง่าย	4.33	0.52	มาก
4. การบำรุงรักษาระบบเทคโนโลยีอัจฉริยะสามารถ ทำได้ง่าย ไม่ซับซ้อน	4.67	0.52	มากที่สุด
5. การบำรุงรักษาระบบผลิตพลังงานไฟฟ้า สามารถ ทำได้ง่าย ไม่ซับซ้อน	4.67	0.52	มากที่สุด
6. ระบบเทคโนโลยีอัจฉริยะมีความปลอดภัย	5.00	0.00	มากที่สุด
7. ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้ามีความปลอดภัย มีระบบป้องกันไฟเกิน ไฟตก เพื่อป้องกันความเสียหายของอุปกรณ์	4.83	0.41	มากที่สุด
เฉลี่ย	**4.62**	**0.49**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 8 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพระบบเกษตรอัจฉริยะ ด้านการประกอบติดตั้ง การบำรุงรักษา และความปลอดภัย มีระดับความคิดเห็นในภาพรวมอยู่ในระดับที่มีคุณภาพในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$ = 4.62) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.49

เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า คุณภาพอยู่ในระดับที่มากที่สุด จำนวน 5 ข้อ ดังนี้ ระบบเทคโนโลยีอัจฉริยะมีความปลอดภัย มีค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$ = 5.00) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.00 ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้ามีความปลอดภัย มีระบบป้องกันไฟเกิน มีค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$ = 4.83) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.41 การบำรุงรักษาระบบเทคโนโลยีอัจฉริยะสามารถ มีค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$ = 4.67) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.52 การบำรุงรักษาระบบผลิตพลังงานไฟฟ้า สามารถทำได้ง่าย ไม่ซับซ้อน มีค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$ = 4.67) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.52 และการประกอบติดตั้งระบบทำได้ง่าย สะดวกเข้าใจง่าย มีค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$ = 4.50) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.55

และคุณภาพอยู่ในระดับมาก จำนวน 2 ข้อ ดังนี้ การประกอบติดตั้งระบบเทคโนโลยีอัจฉริยะ ทำได้ง่าย สะดวก เข้าใจง่าย มีค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$ = 4.33) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.52 และการประกอบติดตั้งระบบผลิตพลังงานไฟฟ้า ทำได้ง่าย สะดวก เข้าใจง่าย มีค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$ = 4.33) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.52

ตารางที่ 9 ผลการประเมินคุณภาพระบบเกษตรอัจฉริยะในด้านต่างๆ

รายการ	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. ด้านการออกแบบ	4.90	0.31	มากที่สุด
2. ด้านวัสดุอุปกรณ์	4.89	0.32	มากที่สุด
3. ด้านการใช้งาน	4.67	0.52	มากที่สุด
4. ด้านการประกอบติดตั้ง การบำรุงรักษา และความปลอดภัย	4.62	0.49	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.77	0.41	มากที่สุด

จากตารางที่ 9 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพระบบเกษตรอัจฉริยะในด้านต่าง ๆ มีระดับความคิดเห็นในภาพรวมอยู่ในระดับที่มีคุณภาพในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$ = 4.77) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.41

เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า อยู่ในระดับที่มีคุณภาพในระดับมากที่สุด ทุกด้าน ดังนี้ ด้านการออกแบบมีคุณภาพในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$ = 4.90) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.31 ด้านวัสดุอุปกรณ์มีคุณภาพในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$ = 4.89) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.32 ด้านการใช้งานมีคุณภาพในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$ = 4.67) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.52 และด้านการประกอบติดตั้ง การบำรุงรักษา และความปลอดภัย มีคุณภาพในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$= 4.62) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.49

5. อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาระบบเกษตรอัจฉริยะ คณะผู้วิจัยสามารถสรุปผลการวิจัย ละอภิปรายผลการวิจัย ได้ดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ได้ระบบเกษตรอัจฉริยะ ที่สามารถแก้ปัญหาการทำการเกษตร เช่น สามารถควบคุมอุณหภูมิความชื้นของดิน ให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช

5.1.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพ และผลการประเมินคุณภาพระบบเกษตรอัจฉริยะ

1) ผลการทดสอบประสิทธิภาพเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ ในภาพรวมสามรถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ คิดเป็นร้อยละ 100

2) ผลการทดสอบประสิทธิภาพเซนเซอร์วัดค่าความชื้นของดิน ในภาพรวมสามรถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ คิดเป็นร้อยละ 100

3) ผลการทดสอบประสิทธิภาพเซนเซอร์แสง ในภาพรวมสามรถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ คิดเป็นร้อยละ 100

4) ผลการทดสอบประสิทธิภาพการควบคุมการทำงานของเซนเซอร์ผ่านโทรศัพท์มือถือ ในภาพรวมพบว่า สามารถควบคุมการทำงานของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ และเซนเซอร์วัดความชื้นของดินผ่านโทรศัพท์มือถือ คิดเป็นร้อยละ 100

5) ผลการประเมินคุณภาพระบบเกษตรอัจฉริยะ ในภาพรวม มีระดับความคิดเห็น อยู่ในระดับที่มีคุณภาพมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.79

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบเกษตรอัจฉริยะ ที่คณะผู้วิจัยพัฒนาขึ้น สามารถอภิปรายผลการวิจัย ได้ดังนี้

5.2.1 ผลการพัฒนาระบบเกษตรอัจฉริยะ พบว่า คณะผู้วิจัยได้พัฒนาระบบเกษตรอัจฉริยะอย่างเป็นระบบ เพราะได้นำเอาแนวคิดกระบวนการเทคโนโลยี (สาขาออกแบบและเทคโนโลยี. 2554) มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบเกษตรอัจฉริยะ เนื่องมาจากกระบวนการดังกล่าวมีขั้นตอนที่ชัดเจน ที่เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนในการศึกษาปัญหาและความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย จากนั้นได้รวบรวมข้อมูล เลือกวิธีการ ออกแบบและสร้าง ทดสอบ ปรับปรุงแก้ไข และประเมินผล ทำให้สิ่งที่พัฒนาขึ้นสามารถแก้ไขปัญหาและตอบสนองความต้องการในการปลูกพืชของเกษตรกร สอดคล้องกับแนวคิดเกษตร 4.0 (สถาบันการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรมเกษตร: 2563) ที่ว่าเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นนี้จะตอบโจทย์การใช้งานได้จริงในการทำให้เกษตรช่วยลดระยะเวลาและแรงงาน และในการยอมรับนวัตกรรมนั้น

5.2.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบเกษตรอัจฉริยะในภาพรวม มีระดับความคิดเห็นในภาพรวมคิดเป็นร้อยละ 100 สอดคล้องกับงานวิจัยของ จีระศักดิ์ วงษ์บงกชไพศาล และคณะ. (2562) ที่พบว่า ระบบควบคุมที่ออกแบบสามารถทำงาน เพื่อควบคุมการทำงาน ได้ตรงตามค่าที่กำหนดไว้ สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ เนื่องมาจากคณะผู้วิจัยได้พัฒนาระบบเกษตรอัจฉริยะ ให้สามารถควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นในดิน โดยสามารถควบคุมการทำงาน ได้ทั้งในแบบการควบคุมด้วยโทรศัพท์มือถือ และแบบอัตโนมัติ สามารถเริ่มและหยุดการทำงานได้ตรงตามค่าที่กำหนดไว้ ตามเงื่อนไขซึ่งเป็นอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมในการเพาะปลูกพืชได้เป็นอย่างดี

5.2.3 ผลการประเมินคุณภาพระบบเกษตรอัจฉริยะจากผู้เชี่ยวชาญ ในภาพรวม มีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับที่มีคุณภาพมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ รัตติกานต์ วิบูลย์พานิช. (2560) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการออกแบบตัวต้นแบบระบบโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมความสะดวกสบายให้กับผู้สูงอายุ โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง ที่มีผลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดีมาก เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะคณะผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาปัญหาและความต้องการในการทำการเกษตรจากเกษตรกรโดยตรง เพื่อนำปัญหาและความต้องการจากเกษตรกรมาใช้ในการออกแบบระบบฯ คณะผู้วิจัยได้ออกแบบระบบฯ ที่สามารถแก้นำไปใช้แก้ปัญหา และอำนวยความสะดวกในการทำการเกษตร เช่น สามารถควบคุมอุณหภูมิในอากาศ เช่น ในโรงเรือนควบคุมความชื้นของดิน ให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 เกษตรกรสามารถนำผลของการวิจัย ไปใช้ในการวางแผนการปลูกพืช ได้อย่างเหมาะสม

6.2 เกษตรกรสามารถนำเทคโนโลยีที่ได้จากการศึกษาวิจัยไปใช้ในการปลูกพืชนอกฤดูการได้ ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค

6.3 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำผลของการวิจัย ไปใช้กำหนดนโยบายการส่งเสริมการเพาะปลูกพืชโดยใช้เทคโนโลยี

7. เอกสารอ้างอิง

กิติศักดิ์ ทองมีทิพย์. (2564). พัฒนาการเกษตรกรรมของประเทศไทย: ในมิติด้านการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต. **วารสารพัฒนศาสตร์**. ปีที่ 4 ฉบับที่ 1, 133-160.

จีระศักดิ์ วงษ์บงกชไพศาล และคณะ. (2562 : มิถุนายน). “โปรแกรมทดสอบอุณหภูมิและความชื้นในดินสำหรับโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อใช้ปลูกผักออแกนิกส์”. นวัตกรรมและเทคโนโลยี 4.0 เพื่อการพัฒนาท้องถิ่นและประเทศไทยอย่างยั่งยืน. **ในการประชุมวิชาการและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 11**. วันที่ 5 – 7 มิถุนายน พ.ศ. 2562. อุบลราชธานี : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

ธันยพร กำจร. (2564). การประยุกต์ใช้ Internet of things (IOT) ในทางการเกษตร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : **http://www.agri.ubu.ac.th/mis/seminar/upload/53.pdf**. สืบค้น 3 ธันวาคม 2564.

รัตติกานต์ วิบูลย์พานิช. (2560). **การออกแบบตัวต้นแบบระบบโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมความสะดวกสบายให้กับผู้สูงอายุ โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง**. มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ.

สาขาการออกแบบและเทคโนโลยี. (2564). กระบวนการเทคโนโลยี. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : **http://designtechnology.ipst.ac.th/?page_id=165**. สืบค้น 8 กุมภาพันธ์ 2564.

สถาบันการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรมเกษตร. (2563). “โรงเรือนพลาสติกเพื่อการผลิตพืชผักคุณภาพ”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : **https://www.nstda.or.th/agritec/greenhouse/**. สืบค้น 28 กรกฎาคม 2563.

สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน). (2564). เทคโนโลยีการเกษตร เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในภาคเกษตรกรรม. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : **https://www.arda.or.th/ knowledge _detail.php?id=21**. สืบค้น 3 ธันวาคม 2564.