

การพัฒนาต้นแบบระบบรดน้ำพืชสวนอัจฉริยะแบบ 2 โซน

DEVELOPMENT OF A PROTOTYPE OF A TWO-ZONE SMART PLANT WATERING SYSTEM

เกียรติศักดิ์ สมฤทธิ์¹, ไพฑูรย์ จันทร์เรือง^{2*}, กัลยานี นุ้ยฉิม²

Kiettisak Somrit¹, Paitoon Janreung^{2*}, Kanyanee Nuychim²

¹คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

¹Faculty of Technical Education

Rajamangala University of Technology Thanyaburi

²คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

²Faculty of Business Administration and Information Technology

Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi

*Corresponding author email: paitoon.j@rmutsb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) วิเคราะห์และออกแบบระบบรดน้ำต้นพืชสวนอัจฉริยะแบบ 2 โซน 2) พัฒนาต้นแบบระบบรดน้ำต้นพืชสวนอัจฉริยะแบบ 2 โซน 3) หาประสิทธิภาพของระบบรดน้ำต้นพืชสวนอัจฉริยะแบบ 2 โซน 4) หาความพึงพอใจของระบบรดน้ำต้นพืชสวนอัจฉริยะแบบ 2 โซน

ผลการประเมินประสิทธิภาพการพัฒนาต้นแบบระบบรดน้ำพืชสวนอัจฉริยะแบบ 2 โซน โดยผู้ใช้งานจำนวน 3 คน พบว่า ค่าเฉลี่ยฟังก์ชันการเก็บค่าความชื้นและความเข้าใจง่ายในการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด อยู่ในระดับ 4.57 และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.56 รองลงมาการติดตั้งอุปกรณ์ในการใช้งานอยู่ในระดับ 4.58 และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 และด้านความพึงพอใจที่มีต่อระบบโดยรวม อยู่ในระดับ 4.55 และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 ซึ่งโดยรวมถือว่าอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: ต้นแบบระบบรดน้ำ ระบบรดน้ำพืชสวนอัจฉริยะ พืชสวน

ABSTRACT

The objectives of this research were as follows: 1) to analyze and design a 2-zone smart horticultural watering system. 2) to develop a prototype of a 2-zone smart horticultural watering system. 3) to find the efficiency of a 2-zone smart horticultural watering system. 4) to find satisfaction with a 2-zone smart horticultural watering system.

The efficiency of the development of a prototype of a 2-zone smart horticultural watering system was evaluated by three users. The average humidity collection function and ease of use had the highest average of 4.57 and a standard deviation of 0.56, followed by installation of equipment in use at 4.58 and a standard deviation of 0.52, and overall satisfaction with the system at 4.55 and a standard deviation of 0.52.

Keywords: watering system prototype, intelligent plant watering system, plant

1. บทนำ

ประเทศไทยนั้นได้มีพัฒนาการด้านการเกษตรเป็นระยะเวลายาวนาน เริ่มตั้งแต่ยุคแรกของการเริ่มทำการเกษตรที่เรียกว่า “การเกษตรแบบดั้งเดิม” และได้พัฒนามาเป็นการทำ “เกษตรกรรมร่วมสมัย” จนกระทั่งรูปแบบของภาคเกษตรกรรมได้พัฒนามาถึงจุดที่เรียกว่า “การเกษตรแบบยั่งยืน” ในปัจจุบัน ซึ่งพบว่าการทำการเกษตรแบบยั่งยืนในปัจจุบันนี้มีรูปแบบที่แตกต่างกันอีกมากมาย ซึ่งการพัฒนาการของเกษตรในทุกช่วงระยะเวลาล้วนมีจุดมุ่งหมายเพื่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตและชุมชน [1] ในการรดน้ำแบบเดิมคือการลากสายยางในพื้นที่สวนมะนาวและพืชชนิดอื่น ๆ แบ่งออกเป็น 2 สัดส่วน มีพื้นที่ประมาณ 3 ไร่ ที่จังหวัดสุพรรณบุรี เพราะในการรดน้ำได้ใช้เวลาในการรดน้ำพืชสวนเป็นเวลานาน จึงทำให้ปริมาณในการใช้น้ำมากจนเกินไป และส่งผลให้กระทบในหลายด้าน เช่น ด้านของพืชสวน ปริมาณในการใช้น้ำอาจจะได้รับน้ำไม่เพียงพอหรือมากจนเกินไป ด้านเวลา ใช้เวลานาน ด้านของผู้ใช้ ใช้พลังงานที่มากเกินไป เป็นต้น

ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างระบบน้ำ โดยตัวควบคุมคือเซ็นเซอร์ตรวจวัดความชื้นในดินแล้วส่งคำสั่งเพื่อประมวลผลตรวจสอบระดับความชื้นในดินส่งคำสั่งไปยังวาล์วเพื่อเปิด - ปิดน้ำ โดยสามารถทำงานเป็น 2 ระบบ คือระบบอัตโนมัติและระบบมือผ่านสมาร์ตโฟน (Smartphone) จะสามารถดูค่าความชื้นในดินได้ตลอดเวลา และช่วยให้พืชได้ปริมาณน้ำเพียงพอต่อความต้องการ ทำให้ประหยัดเวลาในการรดน้ำหรือปริมาณในการใช้น้ำในแต่ละวัน ลดพลังงานในร่างกายในการรดน้ำพืชสวน นอกจากนี้ เรายังสามารถใช้เวลาที่เหลือไปทำอย่างอื่นเพิ่มมากขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์และออกแบบระบบรดน้ำต้นพืชสวนอัจฉริยะแบบ 2 โซน
2. เพื่อการพัฒนาต้นแบบระบบรดน้ำต้นพืชสวนอัจฉริยะแบบ 2 โซน
3. เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบรดน้ำต้นพืชสวนอัจฉริยะแบบ 2 โซน
4. เพื่อหาความพึงพอใจของระบบรดน้ำต้นพืชสวนอัจฉริยะแบบ 2 โซน

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 เกษตรอัจฉริยะ (Smart farm)

เป็นรูปแบบการทำเกษตรแบบใหม่ โดยเน้นรูปแบบการบริหารจัดการดูแลพื้นที่เพาะปลูก สภาพแวดล้อม หรือ ดิน น้ำ อากาศ และแสง ให้อยู่ในการควบคุม โดยการใช้เทคโนโลยีเข้ามาจัดการโดยมีความแม่นยำสูงโดยเน้นเรื่องสำคัญ 3 เรื่อง คือ 1. สารสนเทศหรือข้อมูลการทำเกษตร 2. เทคโนโลยีในการจัดการและดูแล 3. การบริหารจัดการ การเกษตรอัจฉริยะมักมีการนำอิเล็กทรอนิกส์เซนเซอร์มาช่วยในกระบวนการผลิตหรือกระบวนการเพาะปลูก โดยเน้นการประยุกต์ใช้ระบบที่มีการทำงานอัตโนมัติ เปลี่ยนแปลงจากการทำรูปแบบเดิมที่เน้นการจัดการหรือทำงานโดยใช้คนหรือแรงงาน [2]

2.2.2 ฟาร์มอัจฉริยะ (Smart Farm) หมายถึง การทำฟาร์มอัจฉริยะเป็นการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยที่ระบบคอมพิวเตอร์ทำการสื่อสารระบบเซนเซอร์และเทคโนโลยีชีวภาพมาผสมผสานกันด้านงานการเกษตร ที่นำเอาเทคโนโลยีเข้ามาช่วย เช่น การควบคุมระบบการให้ระบบการตรวจวัด (Sensor) ต่าง ๆ ที่จำเป็นในการวัดค่าและตรวจสอบค่าต่าง ๆ เช่น ชุดตรวจวัดสภาพภูมิอากาศ ชุดวัดความชื้นดิน [3]

โดยทั่วไประบบขั้นตอนการดำเนินงานของระบบฟาร์มอัจฉริยะจะแบ่งออกเป็น การเก็บข้อมูล (Data Collections) การวินิจฉัยข้อมูล (Diagnostics) การวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis) และเครือข่ายสื่อสารไร้สาย ไมโครคอนโทรลเลอร์และแบตเตอรี่ขนาดเล็ก ข้อมูลต่าง ๆ ที่ตรวจวัดได้จากโหนดเซนเซอร์ต่าง ๆ จะถูกรวบรวมโดยสถานีฐาน (Base Station หรือ Sink Node) จากนั้นสถานีฐานจะทำการส่งข้อมูลมายังศูนย์กลางการควบคุมโดยผ่านเครือข่ายไร้สาย เกษตรกรผู้ผลิตจึงได้รับข้อมูลทางเกษตรในส่วนที่ตนเป็นผู้ดูแลกิจการทางการเกษตรที่มีความรวดเร็วของการแพร่กระจายของข้อมูลและรวมถึงการเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ ที่สามารถกระจายข้อมูลข่าวสารไปยังผู้บริโภค ทำให้พฤติกรรมของผู้บริโภคเกิดการเปลี่ยนแปลง ที่มีความต้องการสินค้าที่มีคุณภาพส่งผลให้เกษตรกรผู้ผลิตต้องมีการปรับตัวและปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการด้านการทำเกษตรในรูปแบบใหม่ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยการผสมผสานศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์การเกษตร วิศวกรรมศาสตร์ และศาสตร์ทางภูมิศาสตร์เทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ประกอบด้วยการให้บริการข้อมูลทางภูมิศาสตร์ที่เพิ่มประสิทธิภาพกับเกษตรกรและเจ้าหน้าที่ การใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและการรับรู้ระยะไกล เพื่อประโยชน์แก่เกษตรกรในท้องถิ่นเพื่อการติดตามสถานการณ์และการประเมินผลโดยจากเดิมที่เกษตรกรไม่สามารถรับทราบได้ถึงค่าปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเกษตรกรรม [4]

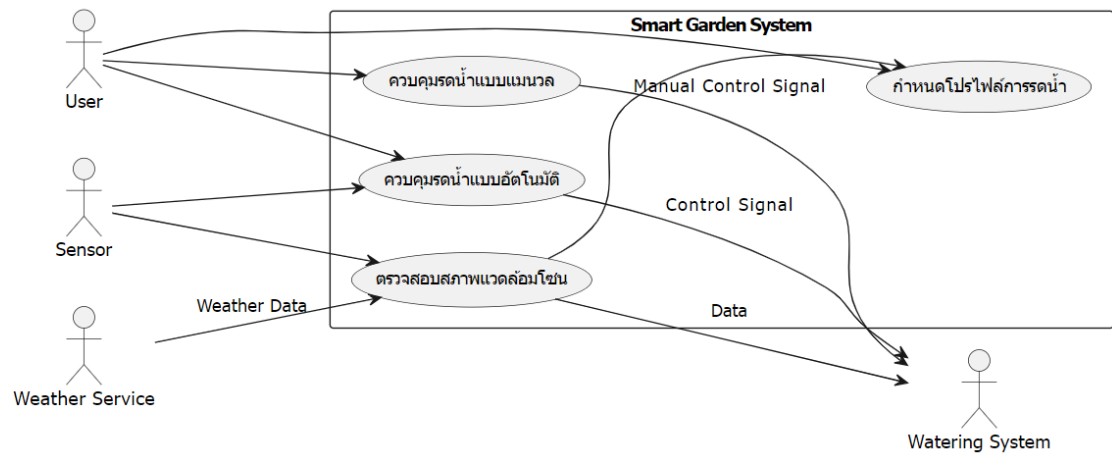
อาทิตยา เน้นแน่น และคณะ [5] ได้ทำวิจัยเรื่อง ระบบรดน้ำกระเทียมอัตโนมัติด้วยพลังงาน แสงอาทิตย์ และควบคุมผ่านสมาร์ตโฟน พบว่า การพัฒนาระบบให้น้ำกระเทียมอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ได้นำระบบเซลล์แสงอาทิตย์มาผลิตกำลังไฟฟ้าเพื่อสำรองพลังงานไฟฟ้าให้กับโหนดและวงจรควบคุมระบบให้น้ำกระเทียมอัตโนมัติ นราธิป ทองปานและธนาพัฒน์ เทียงภักดิ์ [6] พบว่า 1) ระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายประกอบด้วย 2 ส่วนคือ 1) ระบบรดน้ำอัตโนมัติที่ทำงานตามโปรแกรมที่ตั้งไว้และระบบรดน้ำอัตโนมัติที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ 2) ผลการทดลองใช้ระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายในแปลงทดลองของเกษตรกร 3) เกษตรกรมีความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด พิชรินทร์ คณะสมและคณะ [7] ได้ทำวิจัยเรื่อง ระบบควบคุมการรดน้ำและตรวจสอบความชื้นในดินพร้อมแจ้งเตือน กรณีศึกษา: แปลงปลูกผักเศรษฐกิจ ต.ปากหมาก อ.ไชยา จ.สุราษฎร์ธานี พบว่าผลลัพธ์ที่ได้แปลงที่

ใช้อุปกรณ์ในการรดน้ำจะมีความสูงของผัก 20 เซนติเมตร ซึ่งเจริญเติบโตเร็วกว่าแปลงที่ใช้วิธีการรดน้ำแบบเดิมที่มีความสูง 16 เซนติเมตร

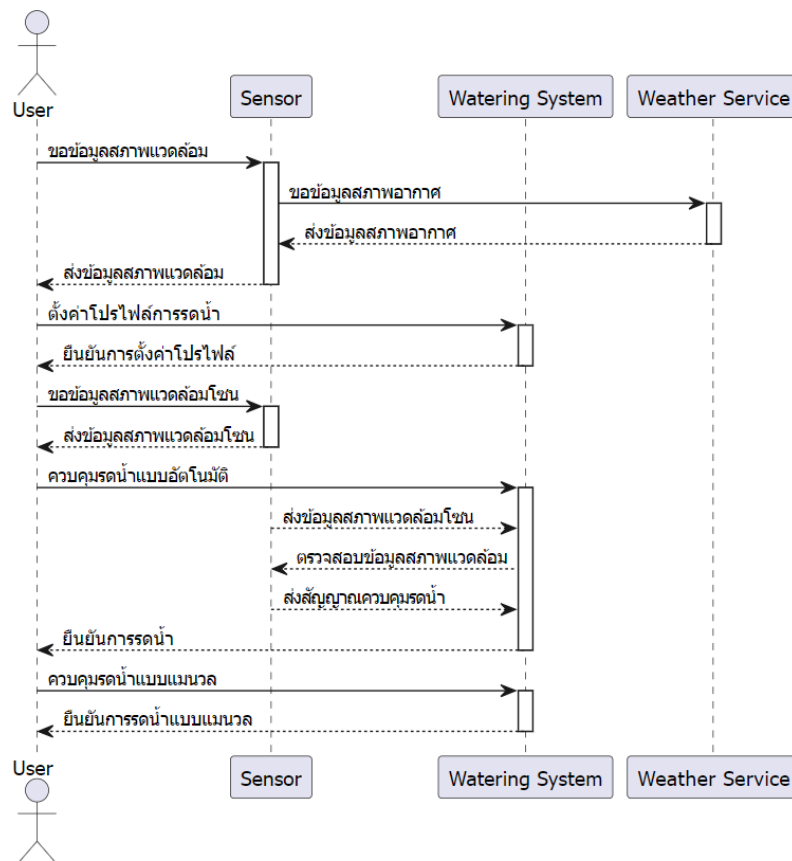
3. วิธีการวิจัย

การพัฒนาต้นแบบระบบรดน้ำพืชสวนอัจฉริยะแบบ 2 โซน เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อหาคุณภาพและประสิทธิภาพของการทำงานของรูปแบบการพัฒนาต้นแบบระบบรดน้ำพืชสวนอัจฉริยะแบบ 2 โซน ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

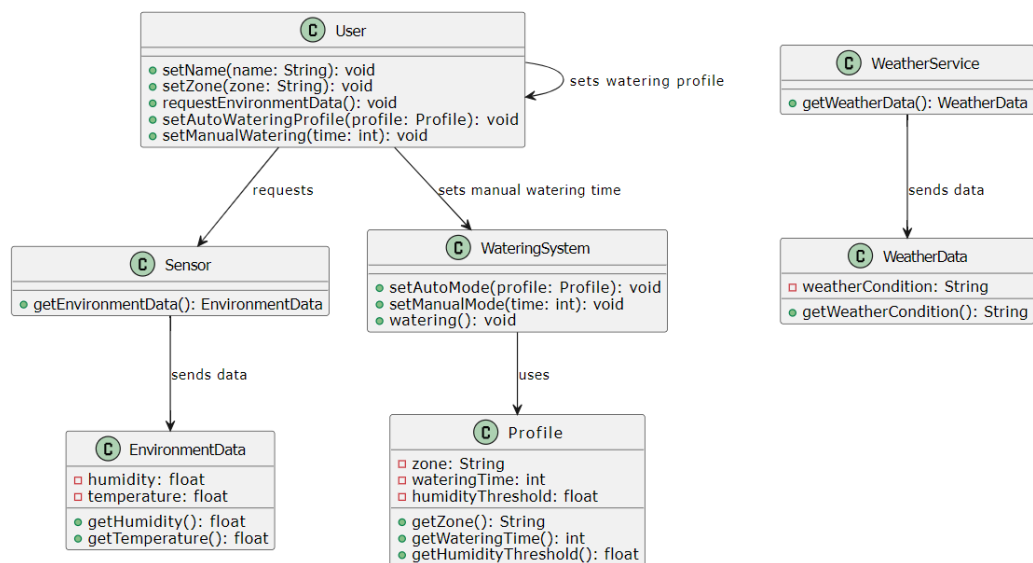
3.1 วิเคราะห์และออกแบบระบบ



ภาพที่ 3-1 Use case diagram ระบบ IoT สำหรับการรดน้ำพืชสวนแบบแยกโซน



ภาพที่ 3-2 Sequence diagram ระบบ IoT สำหรับการรดน้ำพืชสวนแบบแยกโซน



ภาพที่ 3-3 Class diagram ระบบ IoT สำหรับการรดน้ำพืชสวนแบบแยกโซน

3.2 การออกแบบฮาร์ดแวร์ (Hardware Design)

ฮาร์ดแวร์แต่ละชนิดมีประโยชน์แตกต่างกันจึงต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงาน เพื่อให้มีประสิทธิภาพและได้ผลงานที่มีคุณภาพทางผู้จัดทำได้ศึกษาหาข้อมูลออกแบบและวางแผนในการต่อเซนเซอร์ โดยที่ให้ง่ายต่อผู้ที่ศึกษาและเข้าใจในครั้งต่อไปของระบบควบคุมการจัดการผ่านอุปกรณ์สมาร์ทโฟนเพื่อใช้งาน

3.3 ออกแบบและจัดทำระบบ

ระบบของแอปพลิเคชัน การออกแบบแอปพลิเคชันควบคุมการทำงานของระบบโดยใช้โปรแกรม Blynk ในการแสดงค่าการทำงานผ่านแอปพลิเคชัน แอปพลิเคชันนี้สามารถควบคุมการทำงานของตัวบอร์ด esp32 ที่ต่อจากรีเลย์ที่ควบคุมโซลินอยด์วาล์วของปั้มน้ำได้ เนื่องจากอุปกรณ์เก็บค่าข้อมูลความชื้นในสวนมีการส่งข้อมูลจากตัวเซ็นเซอร์ไปยังบอร์ด esp 32 ทำการแสดงผลข้อมูลค่าความชื้นในดินแบบตลอดเวลาในสวนผักต้นแบบ

3.4 กำหนดเกณฑ์การประเมินดังนี้

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 – 5.00 หมายความว่าระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 – 4.50 หมายความว่าระดับมาก

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.51 – 3.50 หมายความว่าระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.51 – 2.50 หมายความว่าระดับระดับน้อย

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.01 – 1.50 หมายความว่าระดับน้อยที่สุด

4. ผลการวิจัย

จากการพัฒนาฮาร์ดแวร์และแอปพลิเคชัน (Web Application) ให้สามารถควบคุมการทำงานผ่านอุปกรณ์สมาร์ทโฟน (Smartphone) และการรับ-ส่งสัญญาณของเซนเซอร์โดยอาศัยบอร์ด ESP32 เป็นตัวควบคุมการทำงานผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนผลการทดสอบดังรายละเอียด ต่อไปนี้

4.1 ผลการทำงานแอปพลิเคชันบลิง (Blynk Application)

4.1.1 การทำงานของระบบอัตโนมัติ (Auto) เป็นการทำงานผ่านตัวเซ็นเซอร์เพื่อวัดค่าความชื้นในดิน ถ้าค่าความชื้นต่ำกว่า 30 % โซลินอยด์วาล์วจะทำการปล่อยน้ำ แต่ถ้าค่าความชื้นสูงกว่า 31 % โซลินอยด์วาล์วจะไม่ทำงาน

4.1.2 การทำงานของระบบมือ (Manual) จะตัดการทำงานของตัวเซ็นเซอร์ และควบคุมการเปิด-ปิดของโซลินอยด์วาล์ว โดยสามารถสั่งการทำงานผ่านแอปพลิเคชันบลิงได้ตลอดเวลา ซึ่งการทำงานของระบบมือ (Manual) สามารถสั่งงานได้พร้อมกัน หรือจะสั่งเป็นทีละโซนก็ได้

4.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของผู้ใช้งาน

เพื่อหาประสิทธิภาพของผู้ใช้งานสำหรับการพัฒนาต้นแบบระบบรดน้ำพืชสวนอัจฉริยะแบบ 2 โซน ทางผู้วิจัยใช้แบบประเมินประสิทธิภาพของผู้ใช้งาน 3 คน ทำการประเมินประสิทธิภาพในแบบสอบถามด้านต่าง ๆ

ตารางที่ 4-1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของผู้ใช้งาน จำนวน 3 คน

เรื่องที่ประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. ฟังก์ชันการเก็บค่าความชื้น	4.57	0.56	มากที่สุด
2. ความเข้าใจง่ายในการใช้งาน	4.57	0.56	มากที่สุด
3. การติดตั้งอุปกรณ์ในการใช้งาน	4.58	0.52	มากที่สุด
4. ความพึงพอใจที่มีต่อระบบโดยรวม	4.55	0.52	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-1 ผลการประเมินประสิทธิภาพการพัฒนาต้นแบบระบบรดน้ำพืชสวนอัจฉริยะแบบ 2 โซน จำนวน 3 คน พบว่า ค่าเฉลี่ยฟังก์ชันการเก็บค่าความชื้นและความเข้าใจง่ายในการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด อยู่ในระดับ 4.57 และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.56 รองลงมาการติดตั้งอุปกรณ์ในการใช้งาน อยู่ในระดับ 4.58 และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 และด้านความพึงพอใจที่มีต่อระบบโดยรวม อยู่ในระดับ 4.55 และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 ซึ่งโดยรวมถือว่าอยู่ในระดับมากที่สุด

4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

ตารางที่ 4-2 แสดงผลการวิเคราะห์หาความพึงพอใจ ด้านการทำงานของระบบ

เรื่องที่ประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. การแสดงข้อมูลความชื้นมีความถูกต้อง	4.58	0.52	มากที่สุด
2. การส่งข้อมูลมีความแน่นอน ถูกต้อง เสถียรและเที่ยงตรง	4.60	0.55	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-2 ผลการประเมินความพึงพอใจ ด้านการทำงานของระบบการพัฒนาต้นแบบระบบรดน้ำพืชสวนอัจฉริยะแบบ 2 โซน จำนวน 3 คน พบว่า การแสดงข้อมูลความชื้นมีความถูกต้อง อยู่ในระดับ 4.45 และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.75 และการส่งข้อมูลมีความแน่นอน ถูกต้อง เสถียรและเที่ยงตรง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด อยู่ในระดับ 4.60 และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55 ซึ่งโดยรวมถือว่าอยู่ในระดับมากที่สุด

ตารางที่ 4-3 แสดงผลการวิเคราะห์หาความพึงพอใจ ด้านความสามารถในการใช้งานของระบบ

เรื่องที่ประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. ความสะดวกในการใช้งาน	4.65	0.85	มากที่สุด
2. ความถูกต้องของค่าความชื้น	4.63	0.83	มากที่สุด
3. อุปกรณ์มีขนาดที่เหมาะสม และสะดวกเมื่อทำการติดตั้ง	4.45	0.75	มาก

จากตารางที่ 4-3 ผลการประเมินความพึงพอใจ ด้านความสามารถในการใช้งานของระบบการพัฒนาต้นแบบระบบรดน้ำพืชสวนอัจฉริยะแบบ 2 โซน จำนวน 3 คน พบว่า ความสะดวกในการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด อยู่ในระดับ 4.65 และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.85 รองลงมาความถูกต้องของค่าความชื้น อยู่ในระดับ 4.63 และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.83 และอุปกรณ์มีขนาดที่เหมาะสม และสะดวกเมื่อทำการติดตั้ง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด อยู่ในระดับ 4.45 และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.75 ซึ่งโดยรวมถือว่าอยู่ในระดับมากที่สุด

ตารางที่ 4-4 แสดงผลการวิเคราะห์หาความพึงพอใจ ด้านความปลอดภัยของระบบ

เรื่องที่ประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. มีการล็อกอินของผู้ใช้งาน	4.65	0.85	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-4 ผลการประเมินความพึงพอใจ ด้านความปลอดภัยของระบบการพัฒนาต้นแบบ ระบบรดน้ำพืชสวนอัจฉริยะแบบ 2 โซน จำนวน 3 คน พบว่า มีการล็อกอินของผู้ใช้งาน มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด อยู่ในระดับ 4.57 และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.56 โดยรวมถือว่าอยู่ในระดับมากที่สุด

5. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

การพัฒนาต้นแบบระบบรดน้ำพืชสวนอัจฉริยะแบบ 2 โซน เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อหาคุณภาพและประสิทธิภาพของการทำงานของรูปแบบการพัฒนาต้นแบบระบบรดน้ำพืชสวนอัจฉริยะแบบ 2 โซน ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอน ดังต่อไปนี้ (1) การวิเคราะห์และออกแบบระบบ (2) การออกแบบฮาร์ดแวร์ (3) ออกแบบและจัดทำระบบ

จากการพัฒนาฮาร์ดแวร์และแอปพลิเคชัน ให้สามารถควบคุมการทำงานผ่านอุปกรณ์สมาร์ทโฟน และการรับ-ส่งสัญญาณของเซนเซอร์โดยอาศัยบอร์ด ESP32 เป็นตัวควบคุม ด้วยการทำงานของระบบอัตโนมัติและการทำงานของระบบมือ ผลการประเมินประสิทธิภาพการพัฒนาต้นแบบระบบรดน้ำพืชสวนอัจฉริยะแบบ 2 โซน โดยผู้วิจัย จำนวน 3 คน พบว่า ค่าเฉลี่ยฟังก์ชันการเก็บค่าความชื้นและความเข้าใจง่ายในการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด

อยู่ในระดับ 4.57 และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.56 และด้านความพึงพอใจที่มีต่อระบบโดยรวม อยู่ในระดับ 4.55 และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 ซึ่งโดยรวมถือว่าอยู่ในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

สามารถพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยการเพิ่มเติมฟังก์ชันการทำงานอื่น

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] กิตติศักดิ์ ทองมีทิพย์. พัฒนาการเกษตรกรรมของประเทศไทย ในมิติด้านการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต. วารสารพัฒนศาสตร์, 2564, 4(1), 132-162.
- [2] ณัฐดนัย เนียมทอง. Smart Farm เกษตรดั้งเดิม สู่ เกษตร 4.0. 2561 [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก <https://www.scimath.org/article-technology/item/7751-smart-farm-4-0>
- [3] สิธาวิรุฬห์ อธิวิรุฬห์. สมาร์ทฟาร์ม (Smart Farm) การทำเกษตรที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร, 2559.
- [4] อธิศักดิ์ โพธิ์ทอง และคณะ. การพัฒนาระบบฟาร์มอัจฉริยะสำหรับเกษตรกรยุคใหม่ด้วยซอฟต์แวร์รหัสเปิด และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง. เกษตรนเรศวร, 2562, 16(2), 10-17
- [5] อาทิตยา แนนั่น, และคณะ. ระบบรดน้ำกระเทียมอัตโนมัติด้วยพลังงาน แสงอาทิตย์และควบคุมผ่านสมาร์ตโฟน. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม (มหาวิทยาลัยแม่โจ้) ครั้งที่ 1, 2563, 774-781.
- [6] นราธิป ทองปานและธนาพัฒน์ เทียงภักดิ์. ระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย. วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม, 2559, 3(1), 35-43.
- [7] พิษรัตน์ คณะสมและคณะ. ระบบควบคุมการรดน้ำและตรวจสอบความชื้นในดินพร้อมแจ้งเตือน กรณีศึกษา: แปลงปลูกผักเศรษฐกิจ ต.ปากหมาก อ.ไชยา จ.สุราษฎร์ธานี. การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม ครั้งที่ 4, 2564, 183-191.