

การพัฒนาและทดสอบระบบโรงเรือนเพาะปลูกผักกาดหอมโดยรายงานผลผ่านสมาร์ตโฟน

ธีรวัฒน์ ชื่นอัสตงค์^{1*} ธนัท เจนสัญญาบุตร² ศรายุทธ จิตรพัฒนากุล³

Received : April 6, 2025

Revised : July 22, 2025

Accepted : August 27, 2025

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้ได้ศึกษาการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความชื้นในดินของโรงเรือนระบบพ่นหมอกโดยใช้ชุดควบคุม Arduino เพื่อควบคุมการเปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านสมาร์ตโฟนสำหรับการปลูกผักกาดหอม โดยใช้เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ และความชื้นในดินเพื่อตรวจสอบและควบคุมการทำงานอัตโนมัติ ซึ่งสามารถตรวจสอบค่าผ่านสมาร์ตโฟนได้ตลอดเวลา ระบบใช้งานปั้มน้ำแรงดันสูงขนาด 24 Vdc 6.9 bar ติดตั้งร่วมกับหัวพ่นหมอกขนาด 0.6 มิลลิเมตร จำนวน 12 ตัว และพัดลมระบายอากาศขนาด 8 นิ้ว 30 วัตต์ จำนวน 1 ตัว ทำการเชื่อมต่อทำงานผ่านแอปพลิเคชัน Blynk IoT ผ่าน WiFi ผลการทดสอบพบว่า ระบบสามารถควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนให้อยู่ที่ค่าเฉลี่ย 30.5 องศาเซลเซียส โดยลดอุณหภูมิจากสภาพแวดล้อมภายนอกเฉลี่ย 3.48 องศาเซลเซียส และเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดประมาณร้อยละ 5.0 ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ตลอดช่วงเวลาทดสอบอยู่ที่ร้อยละ 1.05 นอกจากนี้ ระบบยังสามารถรักษาความชื้นในดินให้อยู่ในระดับคงที่ โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณร้อยละ 27.5 จากการทดสอบการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ และความชื้นในดิน พบว่า ระบบสามารถควบคุมปัจจัยทั้งสามให้อยู่ในขอบเขตที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกผักกาดหอมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ ในการตรวจวัดค่าต่าง ๆ ของระบบจากการสอบเทียบอุปกรณ์ พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนของเซนเซอร์ที่ใช้วัดอุณหภูมิอยู่ที่ประมาณ ± 0.58 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ $\pm 3.42\%$ RH และความชื้นในดิน $\pm 2.93\%$ ซึ่งควรนำมาพิจารณาในการวิเคราะห์ผลการทดลองและการออกแบบระบบในอนาคตเพื่อเพิ่มความแม่นยำของการควบคุม

คำสำคัญ: ความชื้นในดิน ความชื้นสัมพัทธ์ ชุดควบคุม Arduino

¹ อาจารย์ประจำหลักสูตร สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
อีเมล: teerawat.c@rbru.ac.th

² อาจารย์ประจำหลักสูตร สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
อีเมล: Thanat.J@rbru.ac.th

³ อาจารย์ประจำหลักสูตร สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
อีเมล: sarayut134@gmail.com

* ผู้นิพนธ์หลัก อีเมล: teerawat.c@rbru.ac.th

DEVELOPMENT AND EVALUATION OF A SMART GREENHOUSE SYSTEM FOR LETTUCE CULTIVATION WITH REAL-TIME SMARTPHONE MONITORING

Teerawat Chuenatsadongkot^{1*} Thanat Jensanyayut² Sarayut Chitphutthanakul³

Abstract

This research study investigated the control of temperature, relative humidity, and soil moisture in a misting greenhouse system using an Arduino control unit to regulate the operation of electrical devices via a smartphone for growing lettuce. In addition, sensors for measuring temperature, relative humidity, and soil moisture were employed to monitor and automatically control the system, with real-time data accessible through a smartphone. The system utilized a 24Vdc, 6.9 bar high-pressure water pump with 12 misting nozzles of 0.6 mm and a single 8-inch 30-Watt exhaust fan. All were connected through the Blynk IoT application via Wi-Fi. The experimental results showed that the system could maintain an average temperature of 30.5°C within the greenhouse, reduce the ambient temperature by an average of 3.48°C, and increase relative humidity by up to 5.0%. The average of relative humidity during the test period was 1.05%. Additionally, the system was able to maintain a stable soil moisture level with an average of 27.5%. The study demonstrated that the system could effectively control temperature, humidity, and soil moisture within the optimal range for lettuce cultivation. Due to the measurement of various system parameters, it was found that the sensors used had a margin of error of approximately $\pm 0.58^\circ\text{C}$ for temperature, $\pm 3.42\%$ RH for relative humidity, and $\pm 2.93\%$ for soil moisture. These errors should be taken into consideration when analyzing the experimental results and designing future systems to enhance the accuracy of control.

Keywords: Soil moisture, Relative humidity, Arduino control unit

¹ Lecturer of Mechanical Engineering, Faculty of Industrial Technology, Rambhai Barni Rajabhat University, e-mail: teerawat.c@rbru.ac.th

² Lecturer of Electrical Engineering, Faculty of Industrial Technology, Rambhai Barni Rajabhat University, e-mail: Thanat.J@rbru.ac.th

³ Lecturer of Energy Technology, Faculty of Industrial Technology, Rambhai Barni Rajabhat University, e-mail: sarayut134@gmail.com

* Corresponding author, e-mail: teerawat.c@rbru.ac.th

บทนำ

ปัจจุบันมีแนวทางการเพาะปลูกพืชผักหลายรูปแบบ เช่น การปลูกบนดิน การปลูกแบบปลอดสารเคมี และการปลูกแบบไฮโดรโปนิิกส์ ซึ่งแต่ละวิธีมีเป้าหมายแตกต่างกันไป ขนาดและลักษณะของการเพาะปลูกขึ้นอยู่กับผู้ผลิต โดยภาคอุตสาหกรรมมักมีระบบโครงสร้างขนาดใหญ่ ขณะที่เกษตรกรรายย่อยหรือธุรกิจขนาดเล็กเลือกใช้โครงสร้างที่เหมาะสมกับต้นทุนและปริมาณผลผลิต การเพาะปลูกในโรงเรือนเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมเนื่องจากช่วยควบคุมปัจจัยแวดล้อมได้ดี ลดการปนเปื้อนของเชื้อโรคและป้องกันแมลงศัตรูพืช อีกทั้งยังสามารถปรับสภาพอากาศให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งช่วยเพิ่มคุณภาพและปริมาณผลผลิตในระยะยาว

สภาพแวดล้อมมีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตของผัก โดยปัจจัยหลักที่มีผล ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ แสงแดด ธาตุอาหารในดิน และคุณภาพอากาศ (จิตรรา จันโสด และคณะ, 2567) เพื่อควบคุมปัจจัยเหล่านี้ การพัฒนาโรงเรือนเพาะปลูกได้รับความสนใจอย่างมาก ธนากร น้ำหอมจันทร์ และอดิกร เสรีพัฒนานนท์ (2557) ได้พัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะปลูกพืชไร้ดิน โดยใช้การระเหยของน้ำและการสเปรย์ละอองน้ำอัตโนมัติ ควบคุมด้วยระบบโปรแกรมเชิงตรรกะ ผลการทดลองพบว่าโรงเรือนสามารถควบคุมอุณหภูมิไม่เกิน 30 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยที่ 80.54% อย่างไรก็ตามในบางช่วงเวลา ค่าความชื้นและอุณหภูมิอาจเกินที่กำหนด เนื่องจากสภาพอากาศภายนอกที่แปรปรวน นอกจากนี้ อัษฎางค์ บุญศรี และคณะ (2563) ได้พัฒนาระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า ใช้สมาร์ตโฟนในการสั่งงาน พบว่าระบบมีการตอบสนองที่ดี และสามารถควบคุมอุณหภูมิที่ 26.46 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 91.19% นอกจากนั้น ธิรวัฒน์ ชื่นอัศตงคต และศรายุทธ จิตรพัฒนานกุล (2565) ศึกษาการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนโดยใช้ระบบพ่นหมอกและพัดลมระบายความร้อน ควบคุมผ่านโมดูล SONOFF WiFi ด้วยสมาร์ตโฟน ผลการทดสอบพบว่าอุณหภูมิสามารถควบคุมได้ระหว่าง 26-31 องศาเซลเซียส และลดได้สูงสุด 8 องศาเซลเซียส ส่วนความชื้นอยู่ระหว่าง 70-87% จากงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าการควบคุมผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนมีประสิทธิภาพและตอบสนองได้รวดเร็ว เนื่องด้วยการใช้ระบบควบคุมผ่านทางไกลมีประสิทธิภาพที่สูง จึงได้ทำการศึกษางานวิจัยของ วุฒิพล จันทรสระคู และคณะ (2563) ได้พัฒนาโรงเรือนควบคุมสภาพแวดล้อมแบบอัตโนมัติสำหรับการผลิตพืชผักปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง โดยใช้เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) เพื่อควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และปัจจัยอื่น ๆ ผลการวิจัยพบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ผลผลิตมีคุณภาพและปริมาณเพิ่มขึ้นทั้งในด้านขนาดของผลผลิต และความสมบูรณ์ของผลผลิต นอกจากนี้ ณิชกานต์ คำลือ และคณะ (2563) ได้พัฒนาชุดปลูกพืชระบบปิดสำหรับควบคุมสภาวะแวดล้อมทางการเกษตรที่สามารถควบคุมระบบให้สารละลายธาตุอาหารแบบอัตโนมัติ ปรับสภาวะอากาศให้มีอุณหภูมิและความชื้นเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช รวมถึงติดตั้งระบบแสงเทียมที่ใช้หลอด LED เพื่อให้พืชสามารถสังเคราะห์แสงได้ตลอดเวลา ผลการทดลอง

พบว่าพืชที่ปลูกในระบบนี้มีการเจริญเติบโตที่ดีและมีคุณภาพสูง อีกทั้ง งานวิจัยโดย สหพงศ์ สมวงศ์ และมิตรชัย จงเขียวชำนานู (2019) ได้พัฒนาระบบควบคุมสภาพแวดล้อมสำหรับการเพาะผักไมโครกรีน โดยระบบสามารถควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความชื้นในดิน และแสงสว่างได้อย่างอัตโนมัติ ผลการทดลองพบว่าผักไมโครกรีนที่ปลูกในระบบนี้มีการเจริญเติบโตที่ดี มีความยาวเฉลี่ยมากกว่าการปลูกแบบทั่วไปประมาณ 3.2 เซนติเมตร และน้ำหนักเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 70.51 จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาโรงเรือนและระบบควบคุมสภาพแวดล้อมที่มีประสิทธิภาพ สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของผักได้อย่างมีนัยสำคัญ

การพัฒนาระบบเพาะปลูกในโรงเรือนที่สามารถควบคุมการดูแลรักษาผ่านทางไกลได้ยังคงเป็นหัวข้อที่มีการวิจารณ์ในแง่ของประสิทธิภาพและคุณภาพของผลผลิตที่ได้ว่า จะคงความมีคุณภาพสูงเทียบเท่ากับการดูแลแบบดั้งเดิมหรือไม่ จากการศึกษาของ ปิยวัตร มากศรี และคณะ (2564) ซึ่งได้ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพผลผลิตระหว่างการควบคุมการปลูกด้วยระบบเทคโนโลยีและการปลูกแบบดั้งเดิม พบว่า ผักที่ได้รับการดูแลผ่านระบบเทคโนโลยีมีการเจริญเติบโตได้ตามมาตรฐาน โดยจำนวนใบและความเข้มของสีใบไม่ต่ำกว่าผักที่ปลูกในดินแบบดั้งเดิม อย่างไรก็ตาม การควบคุมในแปลงที่ใช้เทคโนโลยียังไม่สามารถรักษาความสม่ำเสมอของผลผลิตได้ทั่วทั้งแปลง งานวิจัยดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า การปลูกในโรงเรือนที่ใช้เทคโนโลยีสามารถผลิตผักที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับการปลูกในดินแบบดั้งเดิม นอกจากนี้ทางผู้วิจัยได้มีการศึกษาถึงการยอมรับการใช้ระบบควบคุมผ่านทางไกลในระดับสากล โดย Folorunso et al. (2024) ได้ออกแบบเพื่อควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน โดยใช้เซ็นเซอร์ DTH11 เพื่อตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้น เซ็นเซอร์ความชื้นอากาศ ความชื้นในดิน และ LDR สำหรับความเข้มของแสง ในขณะเดียวกันก็มีการใช้ระบบเก็บข้อมูลบนคลาวด์และแอปพลิเคชันมือถือเพื่อแจ้งข้อมูลสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนให้ผู้ใช้ทราบตลอดเวลา ซึ่งสามารถควบคุมพารามิเตอร์เหล่านี้เพื่อให้การผลิตพืชมีประสิทธิภาพแม่นยำสูงสุด นอกจากนี้ Arif & Abbas (2015) ได้พัฒนาระบบการควบคุมกำลังปรับตัวและนําระบบชลประทานมาใช้เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้คน โดยใช้เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายและใช้เซิร์ฟเวอร์กับบริการเว็บของลูกค้าเพื่อควบคุมและติดตามข้อมูล ความชื้นในดิน ความชื้นอากาศ อุณหภูมิคาร์บอนไดออกไซด์ และแสง ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าโมเดลการควบคุมสามารถวัดข้อมูลจากเซ็นเซอร์ได้อย่างแม่นยำ และเป็นเครื่องมือที่มีความแม่นยำในการคำนวณค่าของเซ็นเซอร์ที่ปรับเปลี่ยนไปตามเวลาตลอดเวลา

จากการศึกษาและวิเคราะห์งานวิจัยที่ผ่านมา พบว่าในปัจจุบันมีการพัฒนาระบบควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชผักในโรงเรือนเพาะปลูกโดยการใช้สมาร์ตโฟนอย่างแพร่หลาย ซึ่งระบบเหล่านี้ได้รับการยอมรับจากผู้ใช้งานจริงในเรื่องของคุณภาพและความสะดวกสบายในการใช้งาน อีกทั้งยังเป็นการแสดงให้เห็นถึงความสามารถของเทคโนโลยีที่สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพในการเกษตรกรรมได้อย่างชัดเจน ดังนั้น

ในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาระบบโรงเรือนในการเพาะปลูกผักกาดหอมโดยควบคุมผ่านระบบสมาร์ตโฟน โดยมีการนำระบบควบคุมอัตโนมัติมาใช้ควบคุม

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

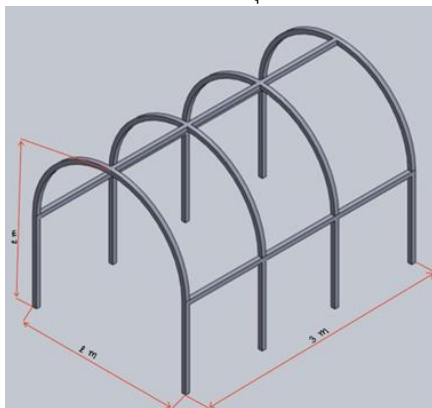
1. เพื่อพัฒนาระบบโรงเรือนในการเพาะปลูกผักกาดหอมโดยรายงานผลผ่านระบบสมาร์ตโฟน
2. เพื่อทดสอบสมรรถนะการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นอากาศ และความชื้นในดินของระบบอัตโนมัติ

วิธีดำเนินการวิจัย

ระเบียบวิธีการดำเนินงานวิจัยนี้มีแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. โรงเรือนเพาะปลูก

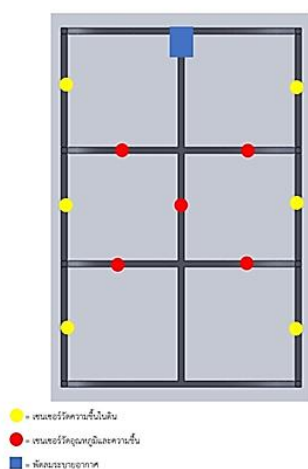
งานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาโรงเรือนเพาะปลูกขนาดกว้าง 2 เมตร ยาว 3 เมตร และสูง 2 เมตร โดยโครงสร้างใช้ท่อเหล็กกลมเคลือบสังกะสี ขนาด 1 นิ้ว หนา 0.18 เซนติเมตร ดังภาพที่ 1 โดยมีการติดตั้งพัดลมเพื่อควบคุมการไหลเวียนของอากาศซึ่งมีการทำงานอัตโนมัติตามการแจ้งเตือนของค่าตัวแปรต่างๆ ที่วัดค่าได้จากระบบควบคุม ซึ่งประกอบไปด้วยระบบควบคุมและการวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนอัจฉริยะ โดยการติดตั้งเซนเซอร์มีการจัดระยะห่างอย่างเท่าเทียมเพื่อให้การวัดอุณหภูมิและความชื้นทั่วถึง ระบบระบายอากาศและระบบพ่นหมอกก็มีการติดตั้งหัวพ่นหมอกในตำแหน่งที่เหมาะสมเพื่อให้การระบายความร้อนมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยทำการคลุมด้วยพลาสติก Polyethylene ดังภาพที่ 2 ซึ่งมีคุณสมบัติทนทานต่อการฉีกขาดเมื่อสัมผัสกับลม ฝน และรังสียูวี (กรองได้ร้อยละ 7) รวมทั้งทนต่อสารเคมีและสามารถรองแสงแดดได้ร้อยละ 20 การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนจะพิจารณาจากอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทั้งภายในและภายนอกโรงเรือน ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ แสดงไว้ในภาพที่ 3 โดยตำแหน่งที่ติดตั้งได้มีการทดสอบในหลายตำแหน่ง ซึ่งตำแหน่งที่เลือกใช้เป็นตำแหน่งที่ครอบคลุมถึงการเฉลี่ยค่าต่างๆ ของภายในโรงเรือนได้



ภาพที่ 1 ขนาดของโครงสร้างโรงเรือนปลูกผักสลัด



ภาพที่ 2 โรงเรือนปลูกผักกาดหอมเมื่อคลุมผ้าใบแล้ว



ภาพที่ 3 ตำแหน่งของเซนเซอร์วัดค่าตัวแปรต่างๆ

2. สภาพที่เหมาะสมต่อการปลูกผักกาดหอม

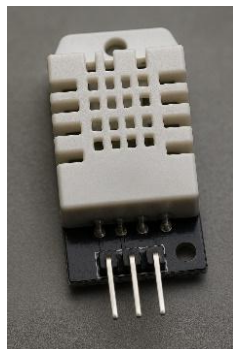
งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการปลูกผักกาดหอมในโรงเรือนเพาะปลูก ซึ่งมีการควบคุมปัจจัยภายในโรงเรือนให้เหมาะสมอยู่เสมอ ปัจจัยที่ควบคุม ได้แก่ อุณหภูมิภายในโรงเรือน ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน และความชื้นในดินของแปลงเพาะปลูก ในการเพาะปลูก ผักกาดหอมเหมาะสำหรับการปลูกในสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส โดยไม่ควรมีอุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส เพราะอุณหภูมิสูงเกินไปจะทำให้ใบเริ่มมีสีเข้มหรือมีรสขม ผักกาดหอมต้องการแสงแดดประมาณ 4-6 ชั่วโมงต่อวัน แต่ไม่ควรได้รับแสงแดดจัดเกินไปเพื่อหลีกเลี่ยงการไหม้ของใบ และต้องการความชื้นสัมพัทธ์ในระดับสูง (60-70%) ร่วมกับการรักษาดินให้ชื้นแต่ไม่ขังน้ำ มีความชื้นในดินประมาณ 20-40% VWC (จริญญา ฤทธิรัมย์, 2563) ดินที่ดีที่สุดควรเป็นดินร่วนปนทรายที่ระบายน้ำได้ดี

3. ระบบการควบคุมสมดุลสักร่างการงานโรงเรือน

การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนอัจฉริยะดำเนินการผ่านกระบวนการพ่นละอองน้ำ (fogging) โดยใช้หัวพ่นละอองน้ำที่มีขนาดหัวฉีด 0.3 มิลลิเมตร อัตราการจ่ายน้ำ 1.2 ลิตรต่อชั่วโมง รวมจำนวนทั้งสิ้น 12 หัวฉีด (ดังภาพที่ 4) ทั้งนี้ เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขนาดแรงดันน้ำที่ระบบต้องการที่จะทำให้เกิดการพ่นละอองน้ำมีประสิทธิภาพ ขนาด 24 โวลต์ จะช่วยเพิ่มแรงดันของน้ำเพื่อให้สามารถกระจายตัวได้อย่างทั่วถึงภายในพื้นที่โรงเรือน และมีการติดตั้งพัดลมระบายอากาศจำนวน 1 เครื่อง เพื่อช่วยระบายอากาศภายในโรงเรือน ลดความร้อนสะสม และปรับสมดุลของอุณหภูมิและความชื้นให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่ต้องการ ทั้งนี้ ค่าพารามิเตอร์ด้านอุณหภูมิและความชื้นจะถูกตรวจวัดโดยใช้เซ็นเซอร์ DHT22 ซึ่งเป็นโมดูลตรวจวัดที่มีความแม่นยำสูงและสามารถเชื่อมต่อกับบอร์ดควบคุมได้โดยตรง (ดังภาพที่ 5) ก่อนนำโมดูลเซ็นเซอร์ DHT22 ไปใช้งานจริง ได้มีการดำเนินการสอบเทียบและทดสอบความแม่นยำของเซ็นเซอร์ โดยเทียบจาก Thermo-Hygrometer ที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการ เพื่อลดความคลาดเคลื่อนของค่าที่วัดได้ และเพื่อให้มั่นใจว่าข้อมูลที่ได้รับความถูกต้องและสามารถนำไปใช้ควบคุมสภาวะแวดล้อมภายในโรงเรือนได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 4 พ่นหมอกขนาด 0.3 มม.



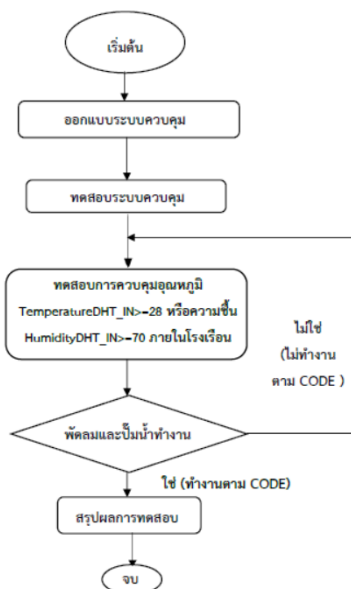
ภาพที่ 5 เซ็นเซอร์ DHT22

การตรวจสอบและควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนสามารถดำเนินการได้โดยการติดตั้งเซ็นเซอร์วัดค่าภายในพื้นที่เพาะปลูก ทั้งนี้ เซ็นเซอร์ดังกล่าวจะถูกเชื่อมต่อกับระบบควบคุมอัตโนมัติที่ใช้บอร์ด Arduino เป็นศูนย์กลางในการประมวลผลและส่งคำสั่งผ่านเครือข่าย WiFi ตลอดเวลา นอกจากนี้ ระบบยังสามารถเชื่อมโยงกับแอปพลิเคชัน Blynk IoT (ดังแสดงในภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 แอปพลิเคชัน Blynk IoT สำหรับตรวจสอบผล

เพื่อให้ผู้ใช้สามารถสั่งการทำงานของระบบพ่นหมอกและพัดลมระบายอากาศผ่านสมาร์ตโฟนได้อย่างสะดวก กลไกการทำงานของระบบถูกกำหนดให้เซ็นเซอร์ส่งค่าการวัดไปยังโปรแกรม Arduino และดำเนินการตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้ กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิภายในโรงเรือนสูงกว่า 29 องศาเซลเซียส หรือค่าความชื้นสัมพัทธ์ลดลงต่ำกว่า 60% ระบบจะสั่งให้ปั้มน้ำทำงานเพื่อพ่นละอองน้ำ และเปิดพัดลมเพื่อระบายอากาศร้อนออกจากโรงเรือน โดยกระบวนการทั้งหมดเป็นไปตามแผนผังการทำงานที่แสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 แผนผังการสั่งงานผ่านแอปพลิเคชัน Blynk IoT

4. การประเมินสมรรถนะการทำงานของระบบควบคุม

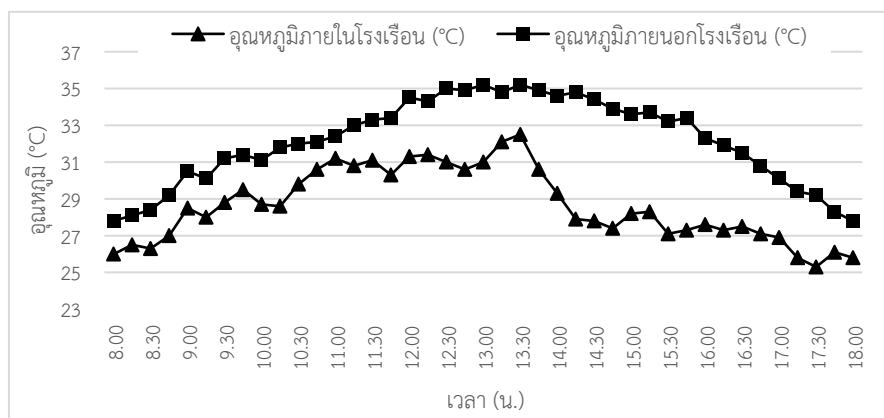
การประเมินสมรรถนะของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะปลูกพิจารณาจากปัจจัยหลัก ได้แก่ การลดลงของอุณหภูมิ การควบคุมความชื้นอากาศ และความชื้นในดิน เมื่อเปรียบเทียบกับภายนอกโรงเรือน ช่วงเวลาทดสอบกำหนดตั้งแต่ 08.00 – 18.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่แสงแดดส่งผลต่ออุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือน เนื่องจากจังหวัดจันทบุรีมีสภาพอากาศแปรปรวนจากปริมาณป่าไม้และสวนผลไม้ที่เอื้อต่อการเกิดฝนตลอดปี การทดสอบจึงเลือกดำเนินการในเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งมีโอกาสเกิดพายุและฝนน้อย ทั้งนี้ค่าที่วัดได้ถูกคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยในช่วงเวลาที่กำหนด เพื่อให้ผลลัพธ์สะท้อนภาพรวมได้แม่นยำขึ้น

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การตรวจวัดค่าต่างๆ ได้มีการสอบเทียบอุปกรณ์เพื่อพิจารณาความคลาดเคลื่อนของผลที่ได้จากเซนเซอร์ พบว่า ความคลาดเคลื่อนของเซนเซอร์ที่ใช้วัดอุณหภูมิอยู่ที่ประมาณ ± 0.58 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ $\pm 3.42\%$ RH และความชื้นในดิน $\pm 2.93\%$ ซึ่งถือว่ามีความแม่นยำที่สูงมาก ในการทดสอบสมรรถนะของระบบควบคุมได้เลือกทดสอบตั้งแต่วันที่ 15 – 28 กุมภาพันธ์ 2568 ในเวลา 8.00 น. – 18.00 น. ผลการทดสอบจะแสดงออกมาเป็นค่าเฉลี่ยของช่วงเวลาในแต่ละวัน แสดงออกมาได้ดังต่อไปนี้

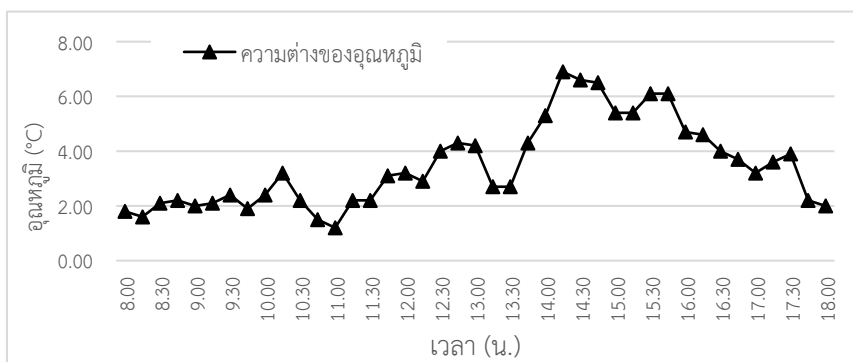
1. ผลการทดสอบความสามารถในการลดอุณหภูมิจากภายนอก

ในการทดสอบความสามารถในการลดอุณหภูมิจากบริเวณภายนอกโรงเรือนเพาะปลูก เป็นการวัดค่าของอุณหภูมิที่บริเวณภายนอกโรงเรือนในตำแหน่งใกล้เคียงที่ตั้งโรงเรือน กับวัดค่าอุณหภูมิด้วยชุดควบคุมสมดุลอุณหภูมิภายในโรงเรือนเพาะปลูก โดยการเก็บค่าจะทำการเก็บค่าไปพร้อมกัน ในช่วงระยะเวลาเดียวกันเพื่อให้ได้ค่าที่สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างได้จริงที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 อุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือนเพาะปลูกในช่วงเวลาเดียวกัน

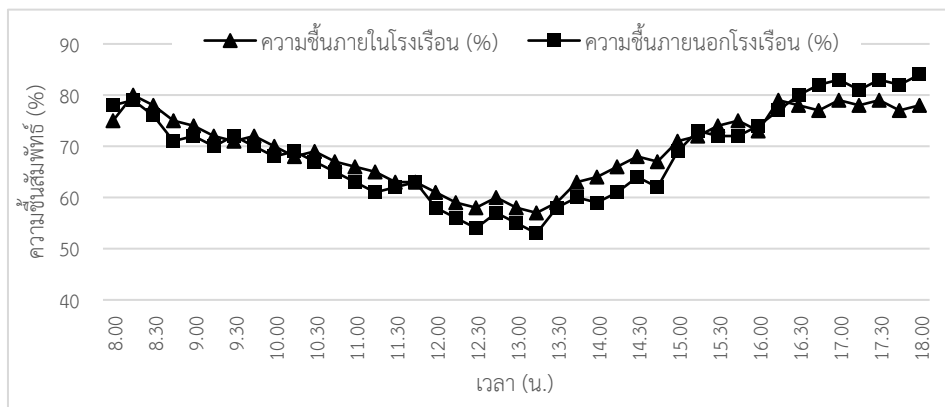
จากภาพที่ 8 แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายนอกโรงเรียนตามช่วงเวลา โดยในเวลา 08.00 น. อุณหภูมิยังคงต่ำกว่า 30°C และเพิ่มขึ้นต่อเนื่องจนถึงจุดสูงสุดที่ 35°C ในเวลา 12.45 น. หลังจากนั้น อุณหภูมิลดลงเรื่อย ๆ จนถึง 27.5°C ในเวลา 18.00 น. สำหรับอุณหภูมิภายในโรงเรียน มีการใช้ระบบควบคุมผ่านหัวพ่นหมอกและพัดลมระบายอากาศเพื่อรักษาระดับอุณหภูมิตามสภาวะภายนอก โดยในช่วงที่อุณหภูมิภายนอกต่ำ ระบบควบคุมสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม เมื่ออุณหภูมิภายนอกสูงขึ้น โดยเฉพาะช่วง 12.00 – 13.30 น. การควบคุมทำได้ยากขึ้นเนื่องจากการสะสมความร้อนภายในโรงเรียน จำเป็นต้องเปิดระบบระบายอากาศอย่างเต็มที่ ทั้งนี้ อุณหภูมิภายในยังสามารถรักษาให้อยู่ที่ประมาณ 30.5°C ซึ่งลดลงจากอุณหภูมิภายนอกได้อย่างมีนัยสำคัญ จากการวิเคราะห์ค่าความต่างของอุณหภูมิ (ภาพที่ 9) พบว่า ระบบควบคุมสามารถลดอุณหภูมิได้สูงสุด 6°C ในเวลา 15.30 น. ซึ่งเป็นช่วงที่อุณหภูมิภายนอกเริ่มลดลง ทั้งนี้ ค่าเฉลี่ยของการลดอุณหภูมิอยู่ที่ 3.48°C ตลอดช่วงเวลาทดสอบ



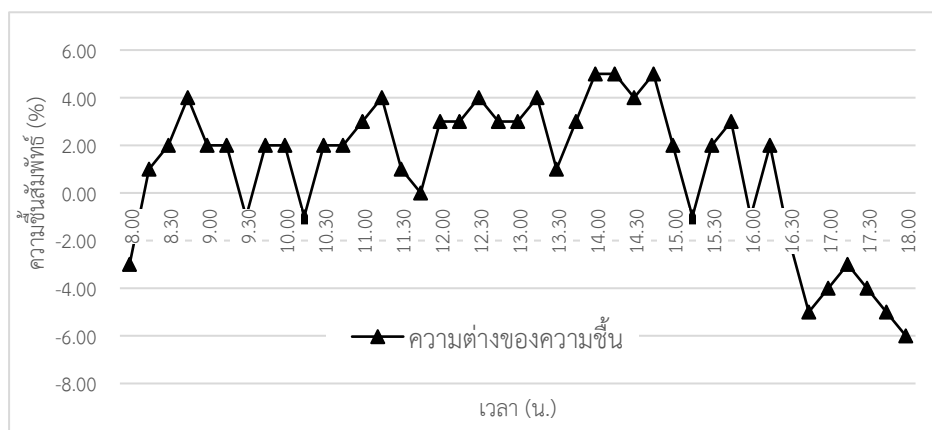
ภาพที่ 9 ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกกับภายในโรงเรียนเพาะปลูก

2. ผลการทดสอบการควบคุมความชื้นของอากาศภายในโรงเรือนเพาะปลูก

จากภาพที่ 10 การประเมินประสิทธิภาพการควบคุมความชื้นภายในโรงเรือนเพาะปลูก ได้ทำการวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ทั้งภายในและภายนอกโรงเรือนในช่วงเวลาเดียวกัน ผลการวัดพบว่าความชื้นภายนอกโรงเรือนในช่วงเช้า (08:00 น.) อยู่ที่ 78% เนื่องจากอุณหภูมิต่ำและน้ำค้าง จากนั้นลดลงถึง 54% ในช่วงเที่ยง (12:30 น.) และเพิ่มขึ้นเป็น 84% ในช่วงเย็น (18:00 น.) ปัจจัยที่มีผลต่อความชื้น ได้แก่ สภาพอากาศ เช่น ฝนตกหรือเมฆมาก ส่วนการควบคุมความชื้นภายในโรงเรือน ระบบหัวพ่นหมอกสามารถเพิ่มความชื้นได้สูงสุด 5.0% ในช่วงเวลา 14:15 น. และค่าเฉลี่ยการปรับความชื้นอยู่ที่ 1.05% ดังแสดงในภาพที่ 11 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงช่องว่างระหว่างความชื้นภายในและภายนอกโรงเรือนของแต่ละช่วงเวลา โดยรวมสามารถควบคุมให้ความชื้นอยู่ในช่วง 60%–80% ได้อย่างมีประสิทธิภาพ



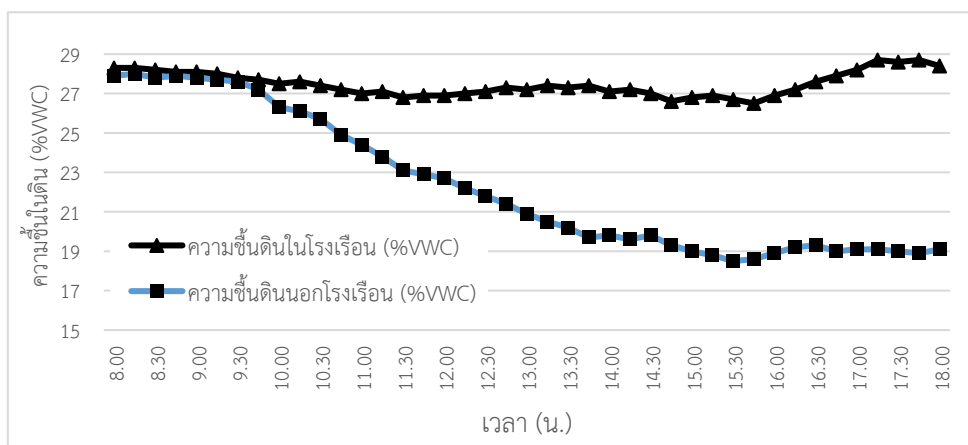
ภาพที่ 10 ความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกโรงเรือนเพาะปลูก



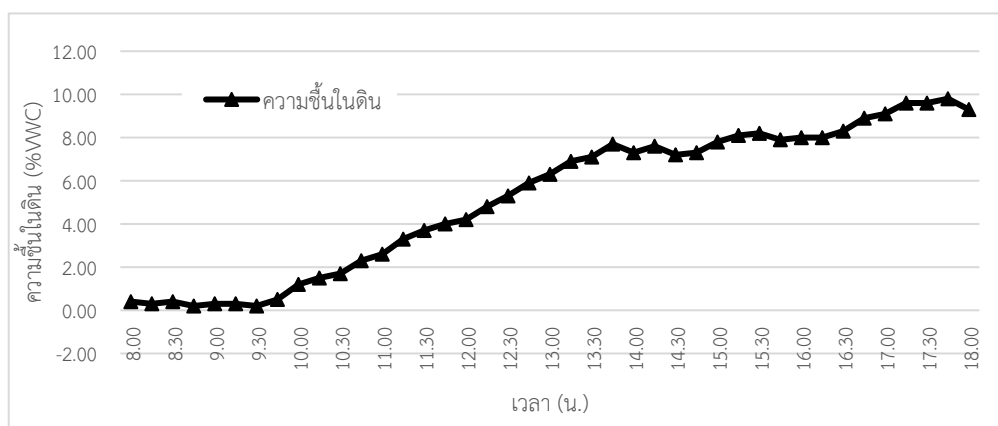
ภาพที่ 11 ความแตกต่างระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ภายในกับภายนอกโรงเรือนเพาะปลูก

3. ผลการทดสอบการควบคุมความชื้นในดิน

จากภาพที่ 12 การประเมินประสิทธิภาพของระบบควบคุมความชื้นในดินภายในโรงเรือนเพาะปลูก ได้ทำการวัดค่าความชื้นในดินทั้งภายในและภายนอกโรงเรือนในเวลาเดียวกัน เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ ผลการวิเคราะห์แสดงว่า ความชื้นในดินภายนอกโรงเรือนในช่วงเช้า (08:00 น.) อยู่ที่ประมาณ 27.9% VWC จากอุณหภูมิที่ต่ำและน้ำค้าง แต่ลดลงต่อเนื่องหลังได้รับแสงแดดจนถึงระดับต่ำสุดที่ 18.5% VWC ในเวลา 15:30 น. ขณะที่ความชื้นในดินภายในโรงเรือนคงที่มากกว่า โดยเฉลี่ยที่ 27.5% VWC เนื่องจากระบบพ่นละอองน้ำที่ทำงานตลอดทั้งวัน ทำให้ความชื้นลดลงเพียงเล็กน้อย ช่วงเวลาหนึ่ง ความแตกต่างของความชื้นระหว่างภายในและภายนอกโรงเรือนอาจถึง 9.80% ดังแสดงในภาพที่ 13 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงช่องว่างระหว่างความชื้นในดินภายในและภายนอกโรงเรือนของแต่ละช่วงเวลา โดยรวมแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของระบบควบคุมความชื้นในการรักษาระดับที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูก



ภาพที่ 12 ความชื้นในดินภายในและภายนอกโรงเรือนเพาะปลูก



ภาพที่ 13 ความแตกต่างระหว่างความชื้นในดินภายในกับภายนอกโรงเรือนเพาะปลูก

จากผลทดสอบการปลูกผักกาดหอมภายในโรงเรือน พบว่า มีข้อดีที่ชัดเจนด้านความง่ายในการปลูก เนื่องจากสามารถควบคุมสภาพอากาศได้อย่างเหมาะสม ไม่ต้องกังวลต่อพายุฝน แสงแดดที่แรงเกินไปจนใบผักไหม้ อีกทั้งยังช่วยป้องกันแมลงศัตรูพืชได้เป็นอย่างดี ส่งผลให้สามารถปลูกได้ต่อเนื่องตลอดปีและมีผลผลิตสม่ำเสมอ

สรุป

จากการศึกษาระบบควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และความชื้นในดินในโรงเรือนเพาะปลูกผักกาดหอม ซึ่งมีข้อกำหนดอุณหภูมิในช่วง 25–30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ที่ร้อยละ 60-70 และความชื้นในดินประมาณร้อยละ 20-40 การพัฒนาโรงเรือนจึงได้กำหนดขอบเขตการควบคุมตามปัจจัยเหล่านี้ ระบบที่พัฒนาขึ้นใช้การควบคุมผ่านชุด Arduino วัดค่าผ่านเซนเซอร์ DHT22 ซึ่งมีการสอบเทียบได้ความคลาดเคลื่อนสำหรับตรวจสอบค่าอุณหภูมิอยู่ที่ประมาณ ± 0.58 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์อากาศร้อยละ ± 3.42 RH และความชื้นในดินร้อยละ ± 2.93 เพื่อสั่งงานการเปิด-ปิดของระบบพ่นหมอกและพัดลมระบายอากาศ การตรวจสอบค่าของอุณหภูมิและความชื้นสามารถทำได้ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk IoT ที่เชื่อมต่อผ่าน WiFi ผลการทดสอบพบว่า ระบบสามารถควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนให้อยู่ที่ค่าเฉลี่ย 30.5 องศาเซลเซียส โดยสามารถลดอุณหภูมิจากสภาพแวดล้อมภายนอกได้เฉลี่ย 3.48 องศาเซลเซียส และสามารถเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ได้สูงสุดประมาณร้อยละ 5.0 ค่าเฉลี่ยการปรับระดับความชื้นตลอดช่วงเวลาทดสอบอยู่ที่ร้อยละ 1.05 นอกจากนี้ ระบบยังสามารถรักษาความชื้นในดินให้อยู่ในระดับที่คงที่ โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณร้อยละ 27.5 จากผลการทดสอบการควบคุมสมดุลของอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ และความชื้นในดิน พบว่าในช่วงเวลาส่วนใหญ่ระบบสามารถควบคุมปัจจัยทั้งสามให้อยู่ในขอบเขตที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกผักกาดหอมได้ดี อย่างไรก็ตาม ในบางช่วงที่อุณหภูมิภายนอกสูงมาก ระบบไม่สามารถลดอุณหภูมิได้ทันที ต้องรอให้เวลาผ่านไปหลังจากการสเปรย์น้ำ อุณหภูมิถึงจะลดลงในระดับที่ต้องการ ดังนั้นในการพัฒนางานวิจัยต่อไป ควรมีการกำหนดเวลาตอบสนองสำหรับการทำงานของระบบให้มีช่วงเวลาระยะเวลาดังกล่าวเพิ่มเติม

ข้อเสนอแนะ

จากงานวิจัยจะยังคงพบปัญหาเกี่ยวกับการควบคุมสมดุลของอุณหภูมิและความชื้น ในช่วงที่อากาศร้อนที่สุดของวัน การสเปรย์น้ำในโรงเรือนไม่สามารถลดอุณหภูมิได้ทันทีที่ต้องรอให้เวลาผ่านไปหลังการสเปรย์น้ำอุณหภูมิถึงจะลดลงอยู่ในขอบเขตที่ต้องการ และควรพิจารณาผลความแม่นยำของเซนเซอร์วัดค่าจากการสอบเทียบสำหรับการวิเคราะห์ผลการทดลองและการออกแบบระบบในอนาคตเพื่อเพิ่มความแม่นยำของการควบคุมจึงควรมีการกำหนดค่าในการตอบสนองสำหรับการทำงานของระบบให้มีการเผื่อช่วงระยะเวลาการทำงานดังกล่าวในงานวิจัยต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ต้องขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณีที่ให้การสนับสนุนในด้านของอุปกรณ์ทดสอบและวัสดุที่ใช้สำหรับการสร้างโครงสร้างโรงเรือนเพาะปลูก

เอกสารอ้างอิง

- จิตรรา จันโสด, วานิด รอดเนียม, วันเพ็ญ บัวคง, และศักดิ์อนันต์ แซ่ลิ่ม. (2567). การพัฒนาโรงเรือนควบคุมสภาพแวดล้อมเพื่อเพิ่มผลผลิตผักอินทรีย์. *วารสารเกษตร*, 52(1), 75-88.
- จริญญา ฤทธิรัมย์. (2563). อิทธิพลของแสงและอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมในโรงงานผลิตพืชด้วยแสง. วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาพืชศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- ณิกานต์ คำลือ, ทิพวรรณ กระต่ายทอง, และยุพารัตน์ เหล่าชัย. (2563). การพัฒนาชุดปลูกระบบปิดสำหรับควบคุมสภาวะแวดล้อมทางการเกษตร. ปรินญาณิพนธ์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ชนากร น้ำหอมจันทร์, และอดิกร เสรีพัฒนานนท์. (2557). ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนเพาะปลูกพืชไร้ดินแบบทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำร่วมกับการสเปรย์ละอองน้ำแบบอัตโนมัติโดยใช้ระบบควบคุมเชิงตรรกะแบบโปรแกรมได้. *EAU Heritage Journal Science and Technology*, 8(1), 98-111.
- ธีรวัฒน์ ชื่นอัสตังคต, และศรายุทธ จิตรพัฒนากุล. (2565). การศึกษาและพัฒนาระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิผ่านสมาร์ตโฟนสำหรับโรงเรือนปลูกผักสลัด. *วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 17(3), 33-46.
- ปิยวัตร มากศรี, วรพงศ์ อินทร์พรหม, ศักดิ์โสภณ บุญเกื้อ, พิศพงศ์ หนูช่วย, นรานันท์ ขามณี, ณัฐปภัสร บุญตา, และชินโรส ละอองวรรณ. (2564). เทคโนโลยีการควบคุมระบบอัตโนมัติสำหรับการปลูกพืช. การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 4, 22 พฤษภาคม 2564 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม จังหวัดกรุงเทพมหานคร, 175-182.
- วุฒิพล จันทรสระคู, สราวุฒิ ปานทน, รัตติกาล ยุทธศิลป์, ธนพงศ์ แสนจุ่ม, เอกภาพ ปานภูมิ, วรธนะ สมนึก, ครูวรรณ ภาษามัตย์, ปาริชาติ พจนศิลป์, จารุพงศ์ ประสพสุข, ณัฏฐ์ชยธร ชันติยะพุดิเมธ และอนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์. (2563). วิจัยและพัฒนาโรงเรือนควบคุมสภาพแวดล้อมแบบอัตโนมัติสำหรับการผลิตพืชผักปลอดภัยสารพิษตกค้าง. รายงานโครงการวิจัยกรมวิชาการเกษตร, 47-57.
- สหพงศ์ สมวงศ์, และมีตรชัย จงเขี้ยวขำนำญ. (2019). การพัฒนาระบบควบคุมสภาพแวดล้อมสำหรับการเพาะผักไมโครกรีน. *วารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ*, 5(2), 15-25.
- อัษฎางค์ บุญศรี, นิวัติ คลังสีดา, จารุกิตติ์ พิบูลนฤดม, ธัญญลักษณ์ บุตรศรีเพชร, และเพ็ญญา ทองแฉล้ม. (2563). การพัฒนาระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าด้วยระบบสมาร์ตโฟน. การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 4 ด้านนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้และสิ่งประดิษฐ์ประจำปี 2563, 17 ธันวาคม 2563 ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี. 224-237.

- Arif, K. I., & Abbas, H. F. (2015). Design and implementation a smart greenhouse. **International journal of computer science and mobile computing**, 4(8), 335-347.
- Folorunso, T. A., Oshiga, O., Bala, J. A., & Ojogunwa, D. A. (2024). Development of an Internet of Things based smart greenhouse. **International Journal of Computer Trends and Technology**, 72(5), 96-101.