การพัฒนาระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิสำหรับโรงเรือนปลูกเมล่อน

Development of Moisture and Temperature Control System for Melon Greenhouses

ชารีฟ จ่าวัง, ยูวารี เวาะและ, ลุตฟี สือนิ, อีลีหย๊ะ สนิโซ, วาริษา วาแม และมูฮำมัดคอยรี หะยีบากา*

Charif Jawang, Yuwaree Wohlaeh, Lutfee Sueni, Eleeyah Saniso, Warisa Wamae

and Muhammadkhoiri Hayibaka*

สาขาวิชาพลังงานทดแทน คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ยะลา 95000

Renewable Energy Program, Faculty of Science Technology and Agriculture,

Yala Rajabhat University, Yala, 95000

*Corresponding author: Tel.: 0930866739. E-mail address: muhammadkhoiri.h@yru.ac.th

Abstract

This study aimed to develop a soil moisture, relative humidity, and temperature control system for melon greenhouses located in Raman District, Yala Province, Thailand. The control system was designed and installed with components including a soil moisture sensor, a drip irrigation system, ventilation fans, and a misting unit, all connected to a microcontroller to regulate environmental conditions suitable for melon growth. The system operated based on a threshold-based control principle, whereby the microcontroller automatically activated or deactivated each device when the measured values deviated from predefined set points. The experiment was conducted from June to August 2023, during which data on soil moisture, relative humidity, and both internal and external temperatures of the greenhouse were recorded. The results revealed that the system effectively maintained soil moisture levels consistent with the water requirements of melons at different growth stages, controlled the internal temperature within the range of 25–30 °C despite an average external temperature of 33.18 °C, and sustained relative humidity between 65–80 %RH throughout the experiment. System performance was evaluated by comparing the measured environmental conditions with the predefined set points. These findings indicate that the developed control system can assist in managing the environmental conditions inside melon greenhouses according to the predefined control conditions.

Keywords: Moisture Control System, Temperature Control System, Melon Greenhouses

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบควบคุมความชื้นในดิน ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิสำหรับโรงเรือนปลูกเมล่อนในพื้นที่อำเภอรามัน จังหวัดยะลา โดยออกแบบและติดตั้งระบบควบคุมที่ประกอบด้วยเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน ระบบน้ำหยด พัดลมระบายอากาศ และระบบพ่นหมอกเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเมล่อน โดยระบบควบคุมทำงานตามหลักการแบบกำหนดค่ามาตรฐาน ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งเปิด–ปิดอุปกรณ์อัตโนมัติเมื่อค่าที่วัดได้เบี่ยงเบนจากค่าที่ตั้งไว้ล่วงหน้า การทดลองดำเนินการระหว่างเดือนมิถุนายน–สิงหาคม 2566 โดยเก็บข้อมูลความชื้นในดิน ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน และอุณหภูมิทั้งภายในและภายนอกโรงเรือน ผลการวิจัยพบว่าระบบสามารถรักษาความชื้นในดินให้อยู่ในระดับที่สอดคล้องกับความต้องการของเมล่อนแต่ละระยะการเจริญเติบโต ควบคุมอุณหภูมิภายในให้อยู่ในช่วง 25-30 °C แม้อุณหภูมิภายนอกเฉลี่ยอยู่ที่ 33.18 °C และรักษาความชื้นสัมพัทธ์ให้อยู่ในช่วง 65-80 %RH ตลอดการทดลอง โดยประเมินการทำงานของระบบจากการเปรียบเทียบค่าที่ตรวจวัดได้กับค่า Set Point ที่กำหนด ผลการศึกษาพบว่าระบบสามารถช่วยจัดการสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนให้เป็นไปตามเงื่อนไขการควบคุมที่กำหนด

คำสำคัญ: ระบบควบคุมความชื้น ระบบควบคุมอุณหภูมิ โรงเรือนปลูกเมล่อน

บทนำ

เมล่อน (Cucumis melo L.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง เนื่องจากมีรสชาติหวาน กลิ่นหอม และมีมูลค่าทางการตลาดสูง [1-2] ความต้องการบริโภคเมล่อนในประเทศไทยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกษตรกรจำนวนมากหันมาปลูกเมล่อนเพื่อสร้างรายได้ อย่างไรก็ตามการปลูกเมล่อนมีข้อจำกัดที่สำคัญ เนื่องจากไม่ใช่พืชที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทย จึงมีความอ่อนไหวต่อปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และโรคพืช [3] โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการปลูกเมล่อนอยู่ในช่วง 25–30 °C ในเวลากลางวัน และ 18–20 °C ในเวลากลางคืน หากอุณหภูมิสูงเกิน 30 °C หรือต่ำกว่า 15 °C จะส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโต การออกดอก และการติดผลของพืช [4]

การปลูกพืชในโรงเรือนจึงเป็นแนวทางที่ช่วยควบคุมปัจจัยแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยเฉพาะการจัดการความชื้นในดินและอุณหภูมิ ซึ่งมีผลโดยตรงต่อคุณภาพผลผลิต [5] นอกจากนี้เทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ เช่น ระบบควบคุมด้วยเซ็นเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการในโรงเรือนได้ ทั้งในด้านการให้น้ำ การรักษาความชื้น และการระบายอากาศ [6-7] ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงจากความแปรปรวนของสภาพอากาศ และเพิ่มความมั่นคงในการผลิตผลไม้คุณภาพสูง ทั้งนี้ที่ผ่านมามีงานวิจัยจำนวนหนึ่งที่มุ่งเน้นการพัฒนาระบบควบคุมสภาพแวดล้อมสำหรับการปลูกเมล่อนและพืชในโรงเรือน เช่น งานวิจัยของเอกรัฐและเดือนแรม (2562) ที่นำเสนอการควบคุมความชื้นในดินเพื่อปรับปรุงคุณภาพผลผลิตเมล่อน [8] งานวิจัยของ Azaza et al. (2016) ได้พัฒนาระบบควบคุมโรงเรือนโดยใช้ fuzzy logic ผสานกับการตรวจวัดและการส่งข้อมูลแบบไร้สาย เพื่อจัดการอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนโดยรวม ซึ่งสามารถลดการใช้พลังงานและทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ [9] งานวิจัยอีกชิ้นโดย Volosciuc et al. (2024) ได้ทดลองระบบโรงเรือนอัจฉริยะขนาดเล็กด้วยโครงข่าย IoT ร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์และแอปพลิเคชันมือถือสำหรับการควบคุมระยะไกล งานเหล่านี้แสดงให้เห็นศักยภาพของการรวม fuzzy logic, IoT และพลังงานทดแทนในการจัดการสภาพแวดล้อมในโรงเรือน [10] และงานวิจัยของศิวัตม์ และคณะ (2566) ที่ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งควบคุมปัจจัยในกระบวนการผลิตเห็ดในโรงเรือนอัจฉริยะ [11]

จากงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่ามีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT ระบบควบคุมอัตโนมัติ และระบบพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการจัดการสภาพแวดล้อมในโรงเรือน อย่างไรก็ตามระบบที่นำเสนอในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาระบบควบคุมสำหรับโรงเรือนปลูกเมล่อนขนาดเล็กในพื้นที่อำเภอรามัน จังหวัดยะลา โดยบูรณาการการควบคุมความชื้นในดิน ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิไว้ในระบบเดียว และใช้ค่า Set Point เป็นเงื่อนไขในการสั่งงานระบบน้ำหยด ระบบพ่น

หมอก และพัดลมระบายอากาศ เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของพื้นที่ศึกษา ดังนั้นการวิจัยนี้มุ่งเน้นการออกแบบและสร้างระบบควบคุมอัตโนมัติโดยใช้เทคโนโลยีเซ็นเซอร์ร่วมกับพลังงานทดแทน เพื่อให้เกษตรกรสามารถจัดการสภาพแวดล้อมในโรงเรือนอย่างเหมาะสม อันจะนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเมล่อนและสนับสนุนความยั่งยืนทางการเกษตรในระดับชุมชน

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีรายละเอียดการศึกษาและทบทวนเอกสาร การออกแบบและสร้างระบบควบคุม การติดตั้งระบบ การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. การศึกษาและทบทวนเอกสาร

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและทบทวนเอกสาร งานวิจัย และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเพาะปลูกเมล่อน การจัดการน้ำ ความต้องการใช้น้ำของพืช ระบบควบคุมอัตโนมัติ ตลอดจนเทคโนโลยีการจัดการสภาพแวดล้อมในโรงเรือน เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบระบบควบคุมความชื้นในดิน ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิ

2. การออกแบบและสร้างระบบควบคุม

ทำการออกแบบระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิสำหรับโรงเรือนปลูกเมล่อน โดยใช้อุปกรณ์หลัก ได้แก่

- แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ ขนาด 340 W
- บอร์ดควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ (Arduino UNO R3)
- Relay Module สำหรับควบคุมการทำงานของอุปกรณ์
- เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน
- เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์
- พัดลมระบายอากาศ
- ระบบน้ำหยดอัตโนมัติ
- ระบบพ่นหมอก

โดยอุปกรณ์ทั้งหมดได้รับการติดตั้งและเชื่อมต่อเข้ากับบอร์ด Arduino UNO R3 เพื่อรับข้อมูลจากเซ็นเซอร์และสั่งงานอุปกรณ์ควบคุมตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยระบบประกอบด้วยส่วนตรวจวัด ส่วนประมวลผล และส่วนควบคุม ได้แก่ เซ็นเซอร์สำหรับตรวจวัดสภาพแวดล้อม Arduino UNO R3 สำหรับประมวลผลข้อมูล Relay Module สำหรับสั่งเปิด–ปิดอุปกรณ์ ระบบน้ำหยดสำหรับควบคุมความชื้นในดิน ระบบพ่นหมอกสำหรับควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ และพัดลมระบายอากาศสำหรับควบคุมอุณหภูมิ

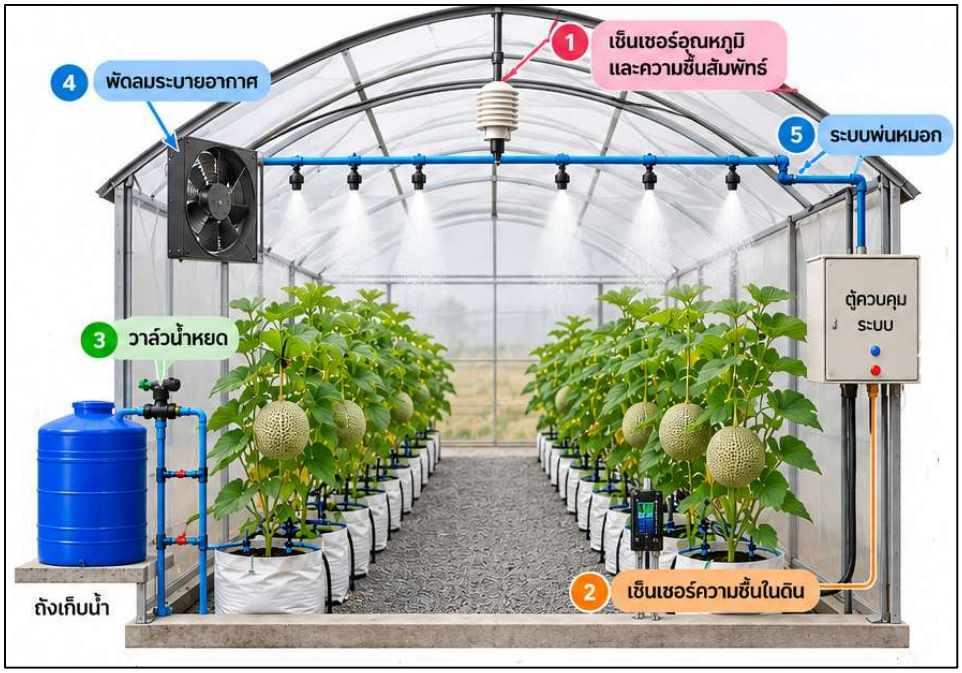
ทั้งนี้เซ็นเซอร์ที่ติดตั้งภายในระบบทำหน้าที่ตรวจวัดความชื้นในดิน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ โดยข้อมูลจากเซ็นเซอร์ถูกส่งเข้าสู่ Arduino UNO R3 เพื่อประมวลผลและเปรียบเทียบกับค่า Set Point ก่อนสั่งงานอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ก่อนเริ่มการทดลอง ผู้วิจัยตรวจสอบการทำงานของเซ็นเซอร์และระบบควบคุมโดยทดสอบการรับค่าจากเซ็นเซอร์และการตอบสนองของอุปกรณ์ตามเงื่อนไขที่กำหนด

(ก) (ข)

ภาพที่ 1 (ก) การเตรียมพื้นที่และติดตั้งระบบน้ำหยดตามแนวแปลงในโรงเรือน (ข) การเจริญเติบโตของต้นเมล่อน

3. การติดตั้งระบบ

โรงเรือนที่ใช้ในการทดลองได้รับการติดตั้งระบบตรวจวัดและควบคุมสภาพแวดล้อม ประกอบด้วยเซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เซ็นเซอร์ตรวจวัดความชื้นในดิน ระบบน้ำหยด ระบบพ่นหมอก และพัดลมระบายอากาศ โดยอุปกรณ์ตรวจวัดและควบคุมทั้งหมดเชื่อมต่อกับชุดควบคุมระบบเพื่อประมวลผลข้อมูลและสั่งงานอุปกรณ์ตามค่า Set Point ที่กำหนด ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์และเซ็นเซอร์ภายในโรงเรือนแสดงดังภาพที่ 2



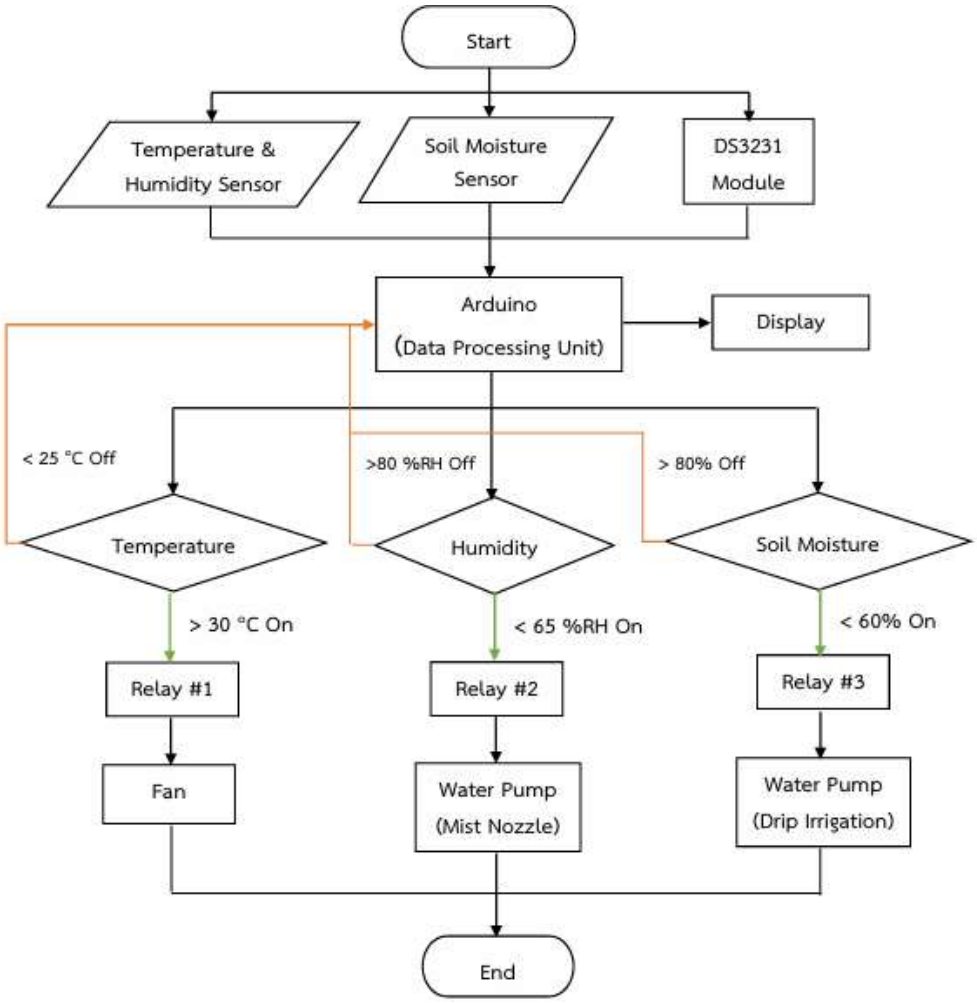
ภาพที่ 2 แผนผังโรงเรือนและตำแหน่งติดตั้งระบบควบคุมและเซ็นเซอร์

ตารางที่ 1 เงื่อนไขการควบคุมของระบบ

ตัวแปร	ค่า Set Point	การตอบสนองของระบบ
อุณหภูมิ	>30 ℃	พัดลมระบายอากาศทำงาน
ความชื้นสัมพัทธ์	<65 %RH	ระบบพ่นหมอกทำงาน
ความชื้นในดิน	<60%	ระบบน้ำหยดทำงาน

จากตารางที่ 1 การกำหนดค่า Set Point ของระบบใช้เป็นค่าเกณฑ์สำหรับสั่งงานอุปกรณ์โดยอัตโนมัติ โดยกำหนดให้อุณหภูมิสูงกว่า 30 ℃ เป็นเงื่อนไขในการเปิดพัดลมระบายอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 65 %RH เป็นเงื่อนไขในการเปิดระบบพ่นหมอก และความชื้นในดินต่ำกว่า 60% เป็นเงื่อนไขในการเปิดระบบน้ำหยด ทั้งนี้ ค่าอุณหภูมิ 30 ℃ พิจารณาจากช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเมล่อนตามเอกสารอ้างอิง [4] ส่วนค่า 65 %RH และ 60% ถูกใช้เป็นค่าเกณฑ์ในการควบคุมของระบบตามเงื่อนไขของการทดลอง

โดยการทำงานของระบบควบคุมอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นแสดงดังภาพที่ 3 ซึ่งประยุกต์แผนผังการทำงานของระบบจากงานวิจัยของเอกรัฐและเดือนแรม (2562) [8] โดยเริ่มจากการรับข้อมูลจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Temperature & Humidity Sensor), เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน (Soil Moisture Sensor) และโมดูลนาฬิกาแบบเรียลไทม์ (DS3231 Module) ข้อมูลที่ได้จะถูกส่งเข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO ซึ่งทำหน้าที่ประมวลผลและเปรียบเทียบค่ากับค่าที่กำหนดไว้ล่วงหน้า เมื่อค่าที่วัดได้เบี่ยงเบนจากค่าที่กำหนด ระบบจะสั่งการผ่านโมดูลรีเลย์ เพื่อควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้ 1) ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 30 ℃ ระบบจะเปิดพัดลมระบายอากาศ (Relay #1) 2) ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ภายในต่ำกว่า 65 %RH ระบบจะเปิดปั๊มน้ำพ่นหมอก (Relay #2) 3) ถ้าความชื้นในดินต่ำกว่า 60% ระบบจะเปิดปั๊มน้ำระบบน้ำหยด (Relay #3) ในกรณีที่ค่าต่าง ๆ อยู่ในช่วงเหมาะสม ระบบจะหยุดการทำงานของอุปกรณ์โดยอัตโนมัติ ทั้งนี้ข้อมูลที่วัดได้จะถูกแสดงผลผ่านจอแสดงผล (Display) เพื่อให้ผู้ใช้สามารถติดตามค่าความชื้นและอุณหภูมิในขณะนั้นได้อย่างต่อเนื่อง



ภาพที่ 3 แผนผังการทำงานระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิสำหรับโรงเรือนปลูกเมล่อน

4. การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการทดลองและเก็บข้อมูลดำเนินการในช่วงเดือนมิถุนายน – สิงหาคม 2566 โดยทำการวัดและบันทึกค่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปลูกเมล่อน ได้แก่ ค่าความชื้นในดิน ค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน และอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือน ข้อมูลถูกบันทึกอย่างต่อเนื่อง โดยกำหนดช่วงเวลาในการบันทึกทุก ๆ 30 นาที ตั้งแต่เวลา 08.00–17.00 น. ของทุกวัน ในระหว่างการทดลอง ข้อมูลที่ได้ถูกนำมาจัดทำเป็นกราฟแสดงค่าความชื้นและอุณหภูมิเพื่อใช้เปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดไว้ล่วงหน้า การบันทึกข้อมูลดำเนินการเฉพาะช่วงเวลา 08.00–17.00 น. เนื่องจากเป็นช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นสูงสุดในรอบวัน ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการทำงานของระบบควบคุม เช่น การทำงานของพัดลมหรือระบบพ่นหมอก ขณะที่ในช่วงกลางคืนค่าดังกล่าวมีความคงที่และระบบไม่ได้ทำงาน จึงไม่จำเป็นต้องเก็บข้อมูลตลอด 24 ชั่วโมง ทั้งนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบันทึกและลดข้อมูลซ้ำซ้อนที่ไม่ส่งผลต่อการวิเคราะห์ผลการทดลอง โดยการวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีเชิงพรรณนา เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบควบคุม และผลลัพธ์ที่ได้ถูกนำไปอภิปรายร่วมกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่ออธิบายถึงความเหมาะสม ศักยภาพ และความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้ระบบควบคุมในสภาพจริง ทั้งนี้การเลือกช่วงเดือนมิถุนายน–สิงหาคม 2566 เนื่องจากเป็นช่วงที่พื้นที่จังหวัดยะลามีสภาพ

อากาศร้อนชื้นและมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้น ซึ่งเหมาะสำหรับใช้ทดสอบการตอบสนองของระบบควบคุมภายใต้สภาพแวดล้อมจริงของพื้นที่ศึกษา

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบ สร้าง และวิเคราะห์ของระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิสำหรับโรงเรือนปลูกเมล่อน ทำการทดสอบเก็บข้อมูลการใช้งานระบบ ตั้งแต่เดือนมิถุนายน-สิงหาคม 2566 โดยมีรายละเอียดผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัยดังต่อไปนี้

1. ค่าความชื้นในดิน

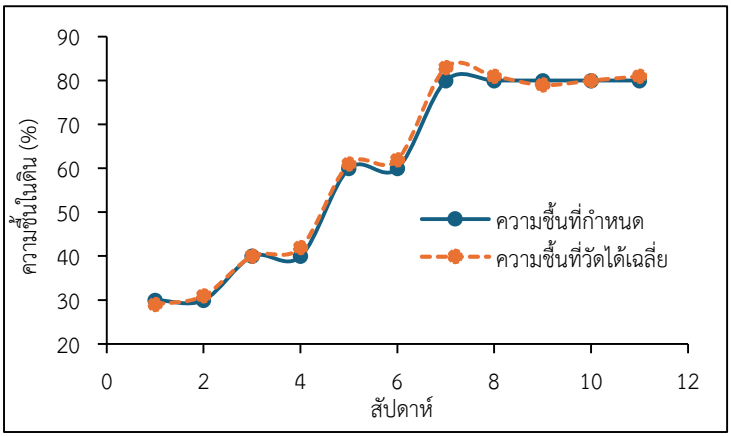
ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระบบควบคุมสามารถรักษาความชื้นในดินให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อความต้องการของเมล่อนในแต่ละระยะการเจริญเติบโต (ภาพที่ 4) โดยในระยะสัปดาห์ที่ 2–7 ซึ่งเป็นช่วงตั้งตัวและออกดอกติดผล พบว่าค่าความชื้นในดินเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและสอดคล้องกับความต้องการใช้น้ำที่สูงขึ้นของพืช ขณะที่ในระยะสัปดาห์ที่ 7–11 ค่าความชื้นมีความคงที่และเสถียร ซึ่งเป็นช่วงที่พืชต้องการน้ำในระดับสม่ำเสมอเพื่อสนับสนุนการพัฒนาของผลผลิต และเมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 12 ระบบสามารถลดหรือหยุดการให้น้ำตามเงื่อนไขที่กำหนดในช่วงปลายการทดลอง

การที่ระบบควบคุมสามารถปรับและรักษาความชื้นในดินได้ตามความต้องการของพืชนั้น แสดงถึงความสามารถของระบบในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในดินตามค่าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Li et al. (2024) ที่กล่าวว่าการควบคุมความชื้นในดินช่วยเพิ่มคุณภาพผลผลิตและลดการสูญเสียน้ำ [12] อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Riahi et al. (2024) ที่พบว่าการควบคุมความชื้นอย่างสม่ำเสมอในโรงเรือนปลูกพืชด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และ Fuzzy Logic สามารถลดความเครียดของพืชและช่วยให้การเจริญเติบโตมีเสถียรภาพมากขึ้น [13] ทั้งนี้ความชื้นในดินมีความเกี่ยวข้องกับความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน เนื่องจากน้ำในดินสามารถสูญเสียออกสู่บรรยากาศผ่านกระบวนการระเหย และพืชมีการคายน้ำ โดยเฉพาะในช่วงที่อุณหภูมิสูง กระบวนการดังกล่าวสามารถเพิ่มปริมาณไอน้ำในอากาศและมีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน ในทางกลับกัน การระบายอากาศและระบบพ่นหมอกก็มีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์เช่นกัน ดังนั้นความชื้นในดินและความชื้นในอากาศจึงมีความเกี่ยวข้องกันในเชิงกระบวนการ

2. อุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือน

จากภาพที่ 5 (ก) แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายนอกโรงเรือนเฉลี่ย 33.18 °C ซึ่งถือว่าสูงเกินค่าที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเมล่อน อย่างไรก็ตามระบบสามารถควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนให้อยู่ในช่วง 25-30 °C ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในช่วงเหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตและการติดผลของเมล่อน อุณหภูมิที่เหมาะสมนี้มีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง การสร้างดอกตัวเมีย และการพัฒนาผลเมล่อน งานวิจัยของ Kumsong et al. (2023) พบว่าการควบคุมอุณหภูมิในโรงเรือนโดยใช้ระบบอัตโนมัติช่วยเพิ่มอัตราการติดผลและคุณภาพผลผลิต [14] ในขณะที่งานวิจัยของ Fei et al. (2021) กล่าวว่า การ ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสามารถช่วยลดความผันผวนของอุณหภูมิภายในโรงเรือนและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน [15] ทั้งนี้อุณหภูมิภายในโรงเรือนที่รักษาได้ให้อยู่ในช่วง 25-30 °C แม้อุณหภูมิภายนอกเฉลี่ย 33.18 °C เกิดจากกลไกการระบายอากาศตามธรรมชาติร่วมกับการระเหยของน้ำจากดินและการคายน้ำของพืช ซึ่งดูดซับพลังงานความร้อนออกจากอากาศ และมีการระบายความร้อนเพิ่มเติมจากพัดลม นอกจากนี้วัสดุคลุมโรงเรือนแบบ PE ยังช่วยลดการรับรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ ส่งผลให้ความร้อนสะสมภายในลดลง กลไกเหล่านี้ทำให้ระบบสามารถควบคุมอุณหภูมิได้อย่างมีเสถียรภาพและประหยัดพลังงาน

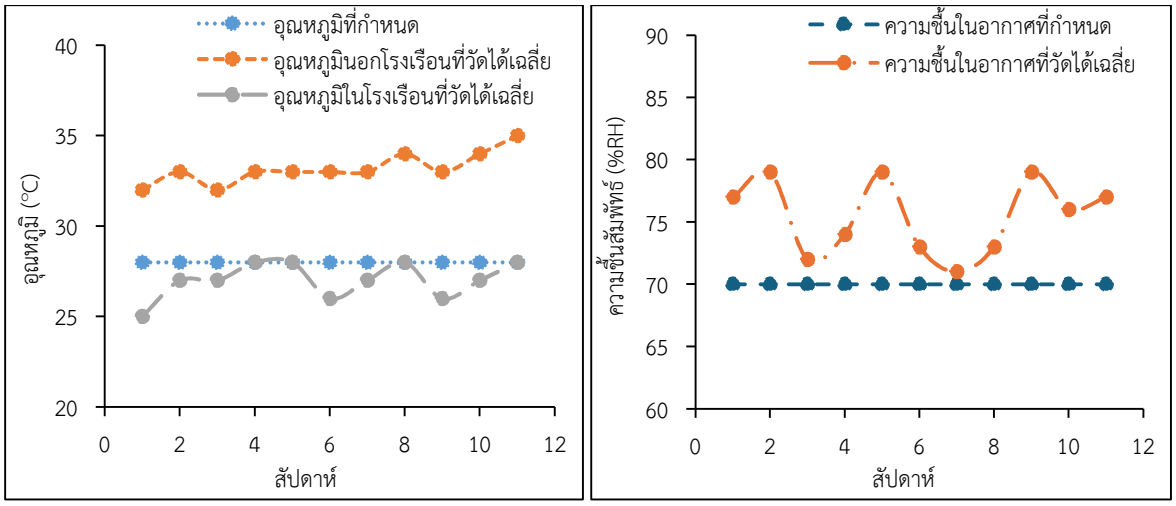
การรักษาอุณหภูมิภายในให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมยังช่วยป้องกันปัญหาดอกตัวผู้มากเกินไปหรือการหลุดร่วงของดอกตัวเมียซึ่งพบได้บ่อยในสภาวะอากาศร้อนจัด [16] นอกจากนี้ การระบายอากาศที่เหมาะสมยังช่วยลดการสะสมของความชื้นที่มากเกินไปซึ่งอาจก่อให้เกิดโรคพืช เช่น ราน้ำค้างและโรคเชื้อราอื่น ๆ ได้



ภาพที่ 4 ค่าความชื้นในดินของการให้น้ำต้นเมล่อนระหว่างค่าที่กำหนดกับค่าที่วัดได้

3. ค่าความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือน

ผลการทดลองพบว่าระบบสามารถรักษาความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนให้อยู่ในช่วง 65-80 %RH ไว้ตลอดระยะเวลาการเก็บข้อมูล (ภาพที่ 5 (ข)) แม้ในช่วงฤดูร้อนที่เปลี่ยนผ่านสู่ฤดูฝนซึ่งมีความแปรปรวนสูงของสภาพอากาศ โดยค่าความชื้นสัมพัทธ์มีความผันผวนตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและการระบายอากาศ แต่ยังคงรักษาระดับให้อยู่ในเกณฑ์ที่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของเมล่อน ความสามารถในการควบคุมค่าความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Rukhiran et al. (2023) ที่ใช้ IoT ในการควบคุมปัจจัยการผลิตของเห็ด พบว่าการควบคุมความชื้นอย่างเหมาะสมช่วยลดความเสี่ยงจากโรคพืชและเพิ่มผลผลิตต่อรอบการเพาะปลูก [17] อีกทั้ง Subedi et al. (2019) ยังรายงานว่าการใช้ IoT-based monitoring system สำหรับการเพาะเห็ดสามารถรักษาสภาพแวดล้อมให้คงที่แม้ในช่วงที่มีความแปรปรวนสูงของสภาพภูมิอากาศ [18]



(ก) (ข)

ภาพที่ 5 (ก) อุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือนเปรียบเทียบกับค่า Set Point และ (ข) ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเปรียบเทียบกับค่า Set Point

ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถตรวจวัดและควบคุมความชื้นในดิน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนตามค่าเกณฑ์ที่กำหนด โดยระบบสามารถตอบสนองต่อค่าที่ตรวจวัดและสั่งงานอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องโดยอัตโนมัติ อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษานี้มุ่งเน้นเฉพาะการควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน จึงยังไม่สามารถสรุปผลโดยตรงต่อผลผลิตหรือคุณภาพของเมล่อนได้

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิสำหรับโรงเรือนปลูกเมล่อนในพื้นที่อำเภอรามัน จังหวัดยะลา โดยใช้ Arduino UNO R3 ร่วมกับเซ็นเซอร์และอุปกรณ์ควบคุม ได้แก่ ระบบน้ำหยด ระบบพ่นหมอก และพัดลมระบายอากาศ ระบบทำงานตามค่า Set Point ที่กำหนดสำหรับความชื้นในดิน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์

ผลการทดลองพบว่า ระบบสามารถควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนให้อยู่ในช่วง 25–30 °C ขณะที่อุณหภูมิภายนอกมีค่าเฉลี่ย 33.18 °C และสามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนให้อยู่ในช่วง 65–80 %RH นอกจากนี้ระบบน้ำหยดสามารถทำงานตามเงื่อนไขของค่าความชื้นในดินที่กำหนดไว้ในแต่ละช่วงการเจริญเติบโต

โดยสรุป ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถตรวจวัดและควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนตามเงื่อนไขที่กำหนด และสามารถประยุกต์ใช้สำหรับการจัดการสภาพแวดล้อมในโรงเรือนปลูกเมล่อนในพื้นที่ศึกษาได้ อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ไม่ได้ประเมินผลผลิตและคุณภาพของเมล่อนโดยตรง รวมทั้งไม่ได้วิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนของเซ็นเซอร์และต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ ดังนั้น การศึกษาในอนาคตควรเพิ่มเติมการสอบเทียบและประเมินความแม่นยำของเซ็นเซอร์ การเปรียบเทียบผลผลิตกับกลุ่มควบคุม และการวิเคราะห์ต้นทุนของระบบ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณกองทุนวิจัยและงานสร้างสรรค์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา และผู้วิจัยขอขอบคุณหลักสูตรพลังงานทดแทน และหลักสูตรฟิสิกส์อุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ที่อำนวยความสะดวกในด้านสถานที่และอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] Tian, M., Yu, R., Guo, S., Yang, W., Liu, S., Du, H., ... & Zhang, X. (2024). Effect of Vermicompost Application on the Soil Microbial Community Structure and Fruit Quality in Melon (Cucumis melo). *Agronomy*, *14*(11), 2536. https://doi.org/10.3390/agronomy14112536

[2] Ma, M., Liu, S., Wang, Z., Shao, R., Ye, J., Yan, W., ... & Che, G. (2022). Genome-wide identification of the SUN gene family in melon (Cucumis melo) and functional characterization of two CmSUN genes in regulating fruit shape variation. *International Journal of Molecular Sciences*, *23*(24), 16047. https://doi.org/10.3390/ijms232416047

[3] Kamyod, C., & Yooyatiwong, T. (2022, January). The Practical IoT System Designed for a Melon Farm: A Case Study for Farmer Development in Northern Thailand Region. In *2022 Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering (ECTI DAMT & NCON)* (pp. 497-500). IEEE. https://doi.org/10.1109/ECTIDAMTNCON53731.2022.9720323

[4] Haq, I. U., Ullah, S., Amin, F., Nafees, M., Shah, W., Ali, B., ... & Ercisli, S. (2023). Physiological and germination responses of muskmelon (Cucumis melo L.) seeds to varying osmotic potentials and cardinal temperatures via a hydrothermal time model. *ACS omega*, *8*(37), 33266-33279. https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acsomega.3c01100

[5] Zhang, W., Zhong, W., Liu, Z., Du, B., Li, M., Huang, M., ... & Tang, Y. (2024). Precision regulation and forecasting of greenhouse tomato growth conditions using an improved GA-BP model. *Sustainability*, *16*(10), 4161. https://doi.org/10.3390/su16104161

[6] Correa-Quiroz, J. J., Toribio-Barrueto, M. A., & Castro-Vargas, C. (2025). IoT System with ESP32 for Smart Drip Irrigation and Climate Monitoring in Greenhouses. *Emerging Science Journal*, *9*(3), 1133-1157. http://dx.doi.org/10.28991/ESJ-2025-09-03-01

[7] Cikarge, G. P., & Arifin, F. (2018, December). Oyster mushrooms humidity control based on fuzzy logic by using Arduino ATMega238 microcontroller. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1140, No. 1, p. 012002). IOP Publishing. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1140/1/012002

[8] เอกรัฐ ชะอุ่มเอียด และเดือนแรม แพ่งเกี่ยว (2562). การควบคุมความชื้นในดินสำหรับโรงเรือนเมล่อน. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย. 11*(2): 269-278.

[9] Azaza, M., Tanougast, C., Fabrizio, E., & Mami, A. (2016). Smart greenhouse fuzzy logic based control system enhanced with wireless data monitoring. *ISA transactions*, *61*, 297-307. https://doi.org/10.1016/j.isatra.2015.12.006

[10] Volosciuc, C., Bogdan, R., Blajovan, B., Stângaciu, C., & Marcu, M. (2024). GreenLab, an IoT-Based Small-Scale Smart Greenhouse. *Future Internet*, *16*(6), 195. https://doi.org/10.3390/fi16060195

[11] ศิวัตม์ กมลคุณานนท์ นัฐพงศ์ ส่งเนียม ดุษณี ศุภวรรธนะกุล และธนภูมิ ศิริงาม (2566). การพัฒนาระบบควบคุมปัจจัยในกระบวนการผลิตเห็ดกลุ่มเย็นในโรงเรือนอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง. *Life Sciences and Environment Journal, 24*(1): 1-13.

[12] Li, Z., Duan, S., Ouyang, X., Song, S., Chen, D., Fan, X., ... & Shen, H. (2024). Coupled soil moisture management and alginate oligosaccharide strategies enhance citrus orchard production, water and potassium use efficiency by improving the rhizosphere soil environment. *Agricultural Water Management*, *297*, 108828. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2024.108828

[13] Riahi, J., Nasri, H., Mami, A., & Vergura, S. (2024). Effectiveness of the fuzzy logic control to manage the microclimate inside a smart insulated greenhouse. *Smart Cities*, *7*(3). https://doi.org/10.3390/smartcities7030055

[14] Kumsong, N., Thepsilvisut, O., Imorachorn, P., Chutimanukul, P., Pimpha, N., Toojinda, T., ... & Ehara, H. (2023). Comparison of different temperature control systems in tropical-adapted greenhouses for green romaine lettuce production. *Horticulturae*, *9*(12), 1255. https://doi.org/10.3390/horticulturae9121255

[15] Fei, X., Xiao-Long, W., & Yong, X. (2021). Development of energy saving and rapid temperature control technology for intelligent greenhouses. *IEEE Access*, *9*, 29677-29685. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3059199

[16] Lohani, N., Singh, M. B., & Bhalla, P. L. (2020). High temperature susceptibility of sexual reproduction in crop plants. *Journal of Experimental Botany*, *71*(2), 555-568. https://doi.org/10.1093/jxb/erz426

[17] Rukhiran, M., Sutanthavibul, C., Boonsong, S., & Netinant, P. (2023). IoT-based mushroom cultivation system with solar renewable energy integration: Assessing the sustainable impact of the yield and quality. *Sustainability*, *15*(18), 13968. https://doi.org/10.3390/su151813968

[18] Subedi, A., Luitel, A., Baskota, M., & Acharya, T. D. (2019, November). IoT based monitoring system for white button mushroom farming. In *Proceedings* (Vol. 42, No. 1, p. 46). MDPI. https://doi.org/10.3390/ecsa-6-06545