

การพัฒนาระบบโรงเรือนอัจฉริยะด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสำหรับสรรพสิ่ง และการควบคุมสภาพแวดล้อมอัตโนมัติ

Development of a Smart Greenhouse Using Internet of Things Technology with Automated Environmental Control

ชุตินา เกตุษา¹, ศรันย์ภัทร รัตนวงษ์², พิเชษฐ พรศิริ³, ชาคริตส์ ลอแพ⁴

⁴คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ, chutima.k@bsu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบโรงเรือนอัจฉริยะที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนได้โดยอัตโนมัติ โดยมุ่งเน้นการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชผัก ระบบที่พัฒนาขึ้นใช้บอร์ด Arduino UNO R4 WiFi ร่วมกับเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน และเซนเซอร์ DHT22 การวิจัยนี้เป็นการทดลองในโรงเรือนต้นแบบ โดยปลูกผักสลัดและเปรียบเทียบกับการปลูกแบบทั่วไป ภายใต้ระยะเวลาการทดลอง 45 วัน ระบบสามารถควบคุมการให้น้ำและการระบายอากาศโดยอัตโนมัติตามค่าที่กำหนด พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลแบบเรียลไทม์ผ่านแพลตฟอร์ม Arduino IoT Cloud

ผลการทดลองพบว่า ระบบสามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมได้อย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ผักสลัดมีการเจริญเติบโตสม่ำเสมอ มีคุณภาพดี และลดปัญหาการขาดน้ำและความร้อนสะสม เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกแบบทั่วไป นอกจากนี้ยังช่วยลดการใช้น้ำและลดภาระในการดูแลรักษา ระบบที่พัฒนาขึ้นจึงมีศักยภาพในการนำไปประยุกต์ใช้ในงานเกษตรอัจฉริยะเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความยั่งยืน

คำหลัก: โรงเรือนอัจฉริยะ, อินเทอร์เน็ตสำหรับสรรพสิ่ง, เกษตรอัจฉริยะ

Abstract

This research aims to develop a smart greenhouse capable of automatically controlling environmental conditions, focusing on temperature and soil moisture for optimal plant growth. The system employs an Arduino UNO R4 WiFi with soil moisture and DHT22 sensors.

An experimental study was conducted using a prototype greenhouse by cultivating lettuce and comparing it with conventional cultivation over a period of 45 days. The

system automatically controlled irrigation and ventilation based on predefined thresholds, with real-time monitoring via Arduino IoT Cloud.

The results showed that the system maintained temperature and moisture within optimal ranges, resulting in consistent plant growth and improved quality compared to conventional methods. Additionally, water consumption and manual labor were reduced. The developed system demonstrates strong potential for smart agriculture applications and sustainable farming

Keywords: Smart greenhouse, Internet of Things, Smart agriculture

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการปลูกผักในพื้นที่จำกัดภายในเขตเมืองได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น เนื่องจากข้อจำกัดด้านพื้นที่และความต้องการบริโภคผักปลอดภัยในครัวเรือน การเพาะปลูกในโรงเรือนขนาดเล็ก (Greenhouse) จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมกว่าการปลูกบนดินแบบดั้งเดิม อย่างไรก็ตาม ผู้ปลูกยังคงประสบปัญหาในการดูแลรักษาพืชผักอย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะการควบคุมการให้น้ำและอุณหภูมิภายในโรงเรือน เมื่อขาดการดูแลอย่างต่อเนื่อง อาจส่งผลให้พืชเกิดภาวะขาดน้ำ ความร้อนสะสม รากเน่า เหี่ยวเฉา และชะงักการเจริญเติบโต ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพและปริมาณผลผลิต ในขณะเดียวกัน ภาคการเกษตรกำลังเผชิญความท้าทายจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การขาดแคลนแรงงาน และความต้องการผลผลิตที่มีคุณภาพสูงอย่างต่อเนื่อง เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) จึงเข้ามามีบทบาทสำคัญในการยกระดับกระบวนการผลิตทางการเกษตร โดยเฉพาะระบบโรงเรือนที่ต้องอาศัยการควบคุมสภาพแวดล้อมอย่างแม่นยำและต่อเนื่อง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบควบคุมการปลูกผักในโรงเรือนด้วยเทคโนโลยี IoT โดยประยุกต์ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R4 WiFi ร่วมกับเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน และเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น (DHT22) เพื่อควบคุมการรดน้ำและการระบายความร้อนแบบอัตโนมัติ รวมทั้งสามารถตรวจสอบและบันทึกข้อมูลแบบเรียลไทม์ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ระบบที่พัฒนาขึ้นมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน ลดการใช้ทรัพยากรอย่างสิ้นเปลือง และช่วยให้ผู้ปลูกสามารถดูแลพืชผักได้แม้ในช่วงเวลาที่ไม่อยู่บ้าน อันจะนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตและยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนในเขตเมืองอย่างยั่งยืน จากงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) ในระบบโรงเรือนสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมสภาพแวดล้อมและเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรได้อย่างมีนัยสำคัญ (วีรศักดิ์ พองเงิน และคณะ, 2561; ณัฐภูมิ พยัคคิน และคณะ, 2564)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมการจัดการน้ำและอุณหภูมิภายในโรงเรือนให้ทำงานแบบอัตโนมัติ เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักสลัด
2. เพื่อแก้ไขข้อจำกัดของการปลูกผักในโรงเรือนแบบเดิม และส่งเสริมการปลูกผักสลัดปลอดสารพิษไว้บริโภคเองได้อย่างมั่นใจในความปลอดภัยและคุณภาพ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ระบบโรงเรือนปลูกพืชอัจฉริยะที่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้โดยอัตโนมัติ ช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้ดี มีคุณภาพ และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเมื่อเทียบกับการปลูกแบบทั่วไป
2. ช่วยลดการใช้ทรัพยากรน้ำและแรงงาน พร้อมทั้งเพิ่มความสะดวกในการควบคุมและติดตามผลผ่านระบบออนไลน์ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานเกษตรอัจฉริยะได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพของระบบโรงเรือนปลูกพืชอัจฉริยะ โดยออกแบบให้สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนได้อย่างอัตโนมัติ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัย คือ ผักสลัดที่ปลูกในระบบโรงเรือน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง คือ ผักสลัด จำนวนทั้งหมด 20 ต้น โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

1. กลุ่มทดลอง จำนวน 10 ต้น ใช้ระบบโรงเรือนอัจฉริยะที่พัฒนาขึ้น
2. กลุ่มควบคุม จำนวน 10 ต้น ใช้วิธีการปลูกแบบทั่วไป (รดน้ำด้วยมือ)

การเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) เพื่อให้ทั้งสองกลุ่มมีลักษณะใกล้เคียงกัน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่

1. ระบบโรงเรือนอัจฉริยะ
 - บอร์ด Arduino UNO R4 WiFi
 - เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน (Soil Moisture Sensor)
 - เซนเซอร์ DHT22 สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ
 - โซลินอยด์วาล์วควบคุมการให้น้ำ
 - พัดลมระบายอากาศ

- ระบบ Arduino IoT Cloud สำหรับแสดงผลและควบคุมผ่านสมาร์ทโฟน
- 2. เครื่องมือเก็บข้อมูล
 - แบบบันทึกค่าการเจริญเติบโตของพืช
 - ตารางบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ และความชื้นในดิน
 - เครื่องชั่งน้ำหนักผลผลิต
- 3. การออกแบบการทดลอง

การทดลองดำเนินการในโรงเรือนต้นแบบขนาด 1.5 × 1.5 × 1.95 เมตร เป็นระยะเวลา 45 วัน

โดยมีการออกแบบการทดลองดังนี้

- เปรียบเทียบระหว่าง “ระบบอัจฉริยะ” และ “การปลูกแบบทั่วไป”
- ควบคุมปัจจัยอื่นให้เหมือนกัน เช่น ชนิดพืช ปริมาณดิน และแสง
- ระบบอัจฉริยะจะควบคุมการให้น้ำและอุณหภูมิแบบอัตโนมัติ
- กลุ่มควบคุมใช้การรดน้ำแบบกำหนดเวลาโดยผู้ปลูก

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลตลอดระยะเวลาการทดลอง โดยแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. ข้อมูลสภาพแวดล้อม
 - อุณหภูมิ (°C)
 - ความชื้นในอากาศ (%)
 - ความชื้นในดิน (%) (บันทึกแบบเรียลไทม์ผ่านระบบ IoT)
2. ข้อมูลการเจริญเติบโตของพืช
 - ความสูงของต้น (เซนติเมตร)
 - จำนวนใบ (ใบ)
 - น้ำหนักผลผลิต (กรัม/ต้น)

ทำการบันทึกข้อมูลทุก 7 วัน และบันทึกผลผลิตเมื่อครบระยะเก็บเกี่ยว

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. ออกแบบและพัฒนาระบบโรงเรือนอัจฉริยะ
2. ติดตั้งอุปกรณ์และทดสอบการทำงานของระบบ
3. เตรียมพื้นที่ปลูกและปลูกผักสลัด
4. แบ่งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
5. ดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูล
6. วิเคราะห์ผลและสรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยการพัฒนาระบบโรงเรือนปลูกพืชอัจฉริยะด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสำหรับสรรพสิ่ง (IoT) สามารถนำเสนอผลการศึกษได้เป็น 3 ด้าน ได้แก่ ประสิทธิภาพของระบบ การควบคุมสภาพแวดล้อม และการเจริญเติบโตของพืช

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบ

ผลการทดสอบพบว่า ระบบสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการทดลอง 45 วัน โดยบอร์ด Arduino UNO R4 WiFi สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและแพลตฟอร์ม Arduino IoT Cloud ได้อย่างเสถียร

ระบบสามารถรับค่าจากเซนเซอร์และสั่งงานอุปกรณ์ได้แบบเรียลไทม์ โดยมีความล่าช้าเฉลี่ยไม่เกิน 2 วินาที และไม่พบการขัดข้องของระบบในช่วงเวลาการทดลอง

ผลการควบคุมสภาพแวดล้อม

จากการทดลองพบว่า ระบบสามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมได้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- อุณหภูมิเฉลี่ยภายในโรงเรือนอยู่ที่ 25.3 – 30.1 °C
- ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเฉลี่ยอยู่ที่ 60 – 75%
- ความชื้นในดินเฉลี่ยอยู่ที่ 62 – 78%

ระบบสามารถควบคุมการทำงานของพัดลมและวาล์วน้ำได้ตามค่าที่กำหนด(Threshold)ส่งผลให้สภาพแวดล้อมมีความสม่ำเสมอมากกว่าการปลูกแบบทั่วไป

ผลการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืช

1. ความสูงของพืช
 - กลุ่มทดลอง (ระบบอัจฉริยะ): ค่าเฉลี่ย 18.5 ซม.
 - กลุ่มควบคุม (ทั่วไป): ค่าเฉลี่ย 15.2 ซม.
2. จำนวนใบ
 - กลุ่มทดลอง: ค่าเฉลี่ย 12 ใบ/ต้น
 - กลุ่มควบคุม: ค่าเฉลี่ย 9 ใบ/ต้น
3. น้ำหนักผลผลิต
 - กลุ่มทดลอง: ค่าเฉลี่ย 120 กรัม/ต้น
 - กลุ่มควบคุม: ค่าเฉลี่ย 95 กรัม/ต้น

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบโรงเรือนปลูกพืชอัจฉริยะด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสำหรับสรรพสิ่ง เพื่อควบคุมและตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนแบบอัตโนมัติ โดยมุ่งเน้นการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ และความชื้นในดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชผัก

ผลการวิจัยพบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความเสถียร โดยสามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและแพลตฟอร์มคลาวด์ได้อย่างต่อเนื่อง ทำให้สามารถตรวจวัด ควบคุม และแสดงผลข้อมูลได้แบบเรียลไทม์ นอกจากนี้ ระบบยังสามารถสั่งการให้น้ำและควบคุมการระบายอากาศโดยอัตโนมัติตามค่าที่กำหนดไว้ ส่งผลให้สภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนอยู่ในช่วงที่เหมาะสมอย่างสม่ำเสมอ ในด้านการเจริญเติบโตของพืช พบว่าผักสลัดที่ปลูกภายใต้ระบบโรงเรือนอัจฉริยะมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าการปลูกแบบทั่วไป โดยมีค่าความสูง จำนวนใบ และน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าอย่างชัดเจน อีกทั้งยังมีความสม่ำเสมอของการเจริญเติบโตมากกว่า ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของระบบในการควบคุมปัจจัยแวดล้อมที่ส่งผลต่อการเติบโตของพืช ในด้านการใช้ทรัพยากร พบว่าระบบสามารถลดการใช้น้ำได้ เนื่องจากมีการควบคุมการให้น้ำตามค่าความชื้นในดินแบบอัตโนมัติ ทำให้ลดการสูญเสีย น้ำจากการให้น้ำเกินความจำเป็น และช่วยลดภาระในการดูแลรักษาของผู้ปลูก โดยสรุป ระบบโรงเรือนปลูกพืชอัจฉริยะที่พัฒนาขึ้นสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตร ช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้ดี มีคุณภาพสูง ใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า และอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ ระบบมีศักยภาพในการนำไปประยุกต์ใช้ในงานเกษตรอัจฉริยะและสามารถต่อยอดพัฒนาในอนาคตเพื่อรองรับการใช้งานในระดับที่กว้างขึ้น

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยพบว่า ระบบโรงเรือนปลูกพืชอัจฉริยะที่พัฒนาขึ้นสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในด้านอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ และความชื้นในดิน โดยระบบสามารถรักษาค่าต่าง ๆ ให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ดี มีความสม่ำเสมอ และให้ผลผลิตที่มีคุณภาพสูงกว่าการปลูกแบบทั่วไปผลการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า การควบคุมการให้น้ำตามค่าความชื้นในดินช่วยลดปัญหาการให้น้ำ ที่ไม่เหมาะสม ขณะที่การควบคุมการระบายอากาศตามค่าอุณหภูมิช่วยลดความร้อนสะสมภายในโรงเรือน ส่งผลโดยตรงต่ออัตราการเจริญเติบโตของพืช ทั้งในด้านความสูง จำนวนใบ และน้ำหนักผลผลิต ซึ่งสอดคล้องกับหลักการของการจัดการสภาพแวดล้อมในระบบเกษตรอัจฉริยะ นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถช่วยลดการใช้น้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากมีการให้น้ำเฉพาะเมื่อค่าความชื้นในดินต่ำกว่าที่กำหนด ทำให้ลดการสูญเสียน้ำจากการให้น้ำเกิน

ความจำเป็น และยังช่วยลดภาระในการดูแลรักษาของผู้ปลูก ซึ่งเป็นข้อได้เปรียบที่สำคัญเมื่อเทียบกับการปลูกแบบดั้งเดิม

ผลการศึกษานี้มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ วีรศักดิ์ ฟองเงิน และคณะ (2561) และ ณัฐวุฒ พยัฒกิน และคณะ (2564) ที่พบว่า การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและคุณภาพของผลผลิตทางการเกษตรได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งยืนยันว่าเทคโนโลยี IoT มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาระบบเกษตรสมัยใหม่ อย่างไรก็ตาม ระบบที่พัฒนาขึ้นยังมีข้อจำกัดบางประการ ได้แก่ ความเสถียรของการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ซึ่งอาจส่งผลต่อการควบคุมแบบเรียลไทม์ในบางช่วงเวลา นอกจากนี้ ความแม่นยำของเซนเซอร์อาจมีความคลาดเคลื่อนจากสภาพแวดล้อม เช่น ความชื้นสูงหรือการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์เมื่อใช้งานในระยะยาว อีกทั้งการทดลองในครั้งนี้ดำเนินการในโรงเรือนขนาดเล็กและใช้พืชเพียงชนิดเดียว ซึ่งอาจยังไม่ครอบคลุมการใช้งานในระดับที่หลากหลาย

ดังนั้น ในการพัฒนาต่อไป ควรปรับปรุงระบบให้รองรับการทำงานแบบออฟไลน์หรือมีระบบสำรองข้อมูล เพิ่มความแม่นยำของเซนเซอร์ และขยายการทดลองไปยังพืชชนิดอื่นหรือโรงเรือนขนาดใหญ่ เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบในสภาพแวดล้อมที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ควรเพิ่มเซนเซอร์วัดแสงและ CO₂ เพื่อควบคุมสภาพแวดล้อมให้ครบถ้วน
2. ควรทดลองในระยะยาวและพืชหลายชนิด
3. ควรพัฒนา AI เพื่อวิเคราะห์และปรับค่าอัตโนมัติ

เอกสารอ้างอิง

วีรศักดิ์ ฟองเงิน และคณะ. (2561). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอทีควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า. วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม, คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ณัฐวุฒ พยัฒกิน และคณะ.(2564). การพัฒนาโรงเรือนเพาะเห็ดสำเร็จรูปควบคุมโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.