

การพัฒนาต้นแบบตู้เพาะชำและดูแลต้นกล้าผักควบคุมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน

วิวรรณรัตน์ สารมาตย์¹, พิมพ์กานต์ คิดอ่าน², รวิ อุตตมธนิษฐ³, วรณัน วรมงคล⁴

^{1,2,3,4}สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

Email: s62122519019@ssru.ac.th

Received: Mar 16, 2024

Revised: May 12, 2024

Accepted: May 21, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ออกแบบ สร้าง และประเมินประสิทธิภาพตู้เพาะชำและดูแลต้นกล้าผักแบบอัตโนมัติ ซึ่งสามารถควบคุมได้จากระยะไกลผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ตู้มีขนาดความกว้าง ความยาว และความสูงเท่ากับ 80,120 และ150 เซนติเมตร มีการควบคุมปัจจัยสภาพแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิ, ความชื้น, ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และแสง มีการใช้บอร์ด ESP32 เชื่อมต่อกับเซนเซอร์และวัดค่าสถานะเพื่อส่งไปเก็บที่ฐานข้อมูลโฟร์เบส ซึ่งเป็นฐานข้อมูลแบบเรียลไทม์ จากนั้นนำข้อมูลไปแสดงผลในเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งพัฒนาโดยรีแอคเฟรมเวิร์ก มีคำสั่งในการปรับค่าอุณหภูมิ ความชื้น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การตั้งเวลารดน้ำ การเปิดปิดไฟ การเปิดปิดพัดลมระบายอากาศ บันทึกข้อมูล รวมทั้งยังติดตั้งกล้องแสดงภาพวิดีโอแบบเรียลไทม์ในการสังเกตลักษณะของต้นพืช สามารถทำงานได้ทั้งแบบอัตโนมัติหรือตามความต้องการของผู้ใช้งาน โดยผู้วิจัยดำเนินการประเมินประสิทธิภาพทั้งหมด 3 ส่วน คือ 1) การทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน 2) การทำงานของตู้ต้นแบบ และ 3) การเพาะชำและดูแลต้นกล้าผัก พบว่า ทั้ง 3 ส่วนนี้สามารถใช้งานได้ อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้ต้นกล้าผักที่เพาะชำและดูแลภายในตู้มีการเจริญเติบโตที่รวดเร็วกว่า 12.22% เมื่อเทียบกับการเพาะชำและดูแลภายนอกตู้

คำสำคัญ : ตู้เพาะชำต้นกล้าผัก, ฟาร์มอัจฉริยะ, ระบบควบคุมอัตโนมัติ, เว็บแอปพลิเคชัน

The development of a prototype plant propagation and seedling care cabinet controlled through a web application

Wiwanrat Saramat¹, Pimpakarn Kidarn², Ravi Uttamatanin³,
Voranun Voramongkol⁴

^{1,2,3,4}Computer Engineering Faculty of Engineering and Industrial Technology

Suan Sunandha Rajabhat University

Email: s62122519019@ssru.ac.th

Received: Mar 16, 2024

Revised: May 12, 2024

Accepted: May 21, 2024

Abstract

The objective of this research was to study, design, build, and evaluate the performance of an automated vegetable seedling nursery cabinet that can be controlled remotely through a web application. Cabinet has a width, length, and height are 80, 120, and 150 centimeters. The cabinet controls environmental factors including temperature, humidity, carbon dioxide, and light. An ESP32 board is used to connect to sensors and measure status values to send to a Firebase database, which is a real-time database. The data is then displayed in a web application developed using the React framework. The application has commands to adjust temperature, humidity, carbon dioxide, watering schedule, on/off lights, on/off fans, data recording, and real-time video camera installation to observe plant characteristics. The cabinet can operate in both automatic and user-defined modes. The researcher evaluated the performance of the cabinet in three areas: 1) web application operation, 2) cabinet operation, and 3) seedling care. The results showed that all three areas were functional and could control the environment to promote faster growth of seedlings grown inside the cabinet by 12.22% compared to seedlings grown outside the cabinet.

Keywords : Vegetable Seedling Propagation Cabinet, Smart Farm, Automated Control System, Web Application

บทนำ

ในปัจจุบันความนิยมในการบริโภคผักของคนไทยมีเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามประเด็นที่น่ากังวลคือ ความปลอดภัยของสารเคมีที่ไม่มีข้อกำหนดมาตรฐานที่ชัดเจน ศูนย์วิจัยเศรษฐกิจและพยากรณ์ทางการเกษตร แมโจโพลล์ (2019) ทำการสำรวจความคิดเห็นของผู้บริโภคเกี่ยวกับความมั่นใจในความปลอดภัยที่จะบริโภคสินค้าผักของไทยในปัจจุบัน พบว่า ผู้บริโภคมีความมั่นใจ 20.69% เนื่องจาก 50.77% ปลูกไว้บริโภคเองอีก 49.23% เลือกซื้อในแหล่งที่เชื่อถือได้ และผู้บริโภคไม่มีความมั่นใจ 79.31% เนื่องจากการทำการเกษตรของคนไทยยังมีการใช้สารเคมีในปริมาณสูง

จากปัญหาข้างต้นทำให้มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการทำเกษตรมากขึ้น เพื่อลดการใช้สารเคมี และช่วยเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร เช่น ระบบฟาร์มอัจฉริยะ คือ การนำเทคโนโลยีมาช่วยบริหารจัดการฟาร์มหรือโรงเรือน เพื่อประหยัดต้นทุนและเวลา เป็นการนำซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์มาใช้ร่วมกัน ในขณะที่ Vox และคณะได้กล่าวเกี่ยวกับวัตถุประสงค์หลักในการสร้างเกษตรกรรมที่ยั่งยืนในระบบเรือนกระจกหรือระบบฟาร์มอัจฉริยะว่า การจัดการสภาพภูมิอากาศภายในโรงเรือนจะมี การวัดค่าแสง อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้พืชเจริญเติบโตอย่างเหมาะสม[1] ปวันนพัสตร์ และคณะ ได้กล่าวว่าระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังช่วยอำนวยความสะดวกและแบ่งเบาภาระของเกษตรกรในการควบคุมสั่งการเปิด-ปิดการให้น้ำในโรงเรือนปลูกพืชผ่านทางสมาร์ทโฟนจากทุกที่ทุกเวลา [2]

จากการศึกษาดังกล่าวผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะพัฒนาต้นแบบตู้เพาะชำและดูแลต้นกล้าผักที่สามารถดูแลได้ในทุกสภาพอากาศและให้ได้ต้น

กล้าที่มีความแข็งแรงพร้อมขยายการเจริญเติบโต โดยไม่มีการใช้สารเคมี ซึ่งจะมีการควบคุมสภาพแวดล้อม คือ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาณแสง การรดน้ำ อัตโนมัติ และการเติมน้ำในถังพักอัตโนมัติ รวมไปถึงการใช้กล้องในการส่งภาพวิดีโอแบบเวลาจริงเพื่อดูสถานะของต้นกล้าผัก อีกทั้งยังเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมภายในตู้ดูแลเพื่อนำไปวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการดูแลต้นกล้าผักชนิดต่าง ๆ โดยมีการออกแบบให้สามารถควบคุมผ่านเว็บแอปพลิเคชันเพื่อความสะดวกในการใช้งานและประหยัดเวลาในการดูแลมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการพัฒนาต้นแบบตู้เพาะชำและดูแลต้นกล้าผักควบคุมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน
2. เพื่อออกแบบและสร้างต้นแบบตู้เพาะชำและดูแลต้นกล้าผักควบคุมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพต้นแบบตู้เพาะชำและดูแลต้นกล้าผักควบคุมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน

ระเบียบวิธีวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยการพัฒนาต้นแบบตู้เพาะชำและดูแลต้นกล้าผักควบคุมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ผู้จัดทำรวบรวมและค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อที่จะบรรลุตามจุดประสงค์ของวิจัย โดยมีวิธีการวิจัยดังนี้

1. ศึกษาอุปกรณ์ที่ใช้ติดตั้งสำหรับการทำงานของตู้
2. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปวันนพัสตร์, ชาญณรงค์, สมณา และ ชุตติกานต์ [2] งานวิจัยนี้เป็นพัฒนารูปแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ระบบสามารถแสดงค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นจากเซนเซอร์ สั่งการเปิด-ปิดการรดน้ำจากโซเลนอยด์วาล์ว และสามารถดู

การทำงานของระบบผ่านกล้องวงจรปิดแบบเรียลไทม์ ผ่านสมาร์ตโฟนได้

ปริญญ์ภรณ์ [3] งานวิจัยนี้ได้ทำงานศึกษาอิทธิพลของวัสดุเพาะต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าผัก รวมถึงอุณหภูมิในดิน ปัจจัยที่ชักนำความเสถียรภาพของดิน ปัจจัยที่มีต่อการออกของเมล็ดพันธ์ ร่วมกับการให้ปุ๋ยเคมี ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักโดยวางแผนการทดลองแบบแฟกทอเรียล ภายใต้การทดลองสุ่มสมบูรณ์ ปัจจัยคือ ชนิดพืช และสูตรวัสดุเพาะ

สหพงศ์, ฐานวิทย์ และ อธิโรจน์ [4] งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาโรงเรือนอนุบาลต้นกล้าอัจฉริยะสำหรับการเพาะปลูกแบบเกษตรอินทรีย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการอนุบาลต้นกล้าและเพิ่มความแข็งแรงของต้นกล้าก่อนที่จะนำไปปลูกลงแปลงใหญ่ โดยโรงเรือนอนุบาลต้นกล้าอัจฉริยะนี้มีการควบคุมปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้า มีการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น พ่นหมอก ระบายอากาศ และให้แสงเทียมสำหรับพืช

โปชิน, ธนากร และชัชวาล [5] งานวิจัยนี้จึงนำเสนอการพัฒนากระบวนการควบคุมอัตโนมัติสำหรับโรงเรือนเกษตรอินทรีย์เพื่อควบคุมและตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนให้เหมาะสมตลอดเวลาได้จากระยะไกล โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things: IOT) ร่วมกับการสื่อสารแบบไร้สาย ระบบควบคุมอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นแบ่งการควบคุมออกเป็น การควบคุมแบบตั้งเวลาและการควบคุมอัตโนมัติ

วิเชียร [6] งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนปลูกเมล่อน โดยระบบควบคุมนี้ สามารถนำไปติดตั้งกับโรงเรือนที่มีอยู่ได้โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง

โครงสร้างของโรงเรือน ระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนปลูกเมล่อนทำงานร่วมกัน 2 ระบบ คือระบบพ่นหมอก (Fogger System) และพัดลมระบายอากาศ (Force Ventilation) ระบบพ่นหมอก (Fogger System) อาศัยหลักการระเหยน้ำโดยเมื่อน้ำเกิดการระเหยจะเกิดการดูดซับความร้อนภายในโรงเรือน

ฤกษ์, คมสัน และศรายุทธ [7] งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดสร้างตู้ปลูกผักไร้ดินด้วยหลอดไฟปลูกต้นไม้ สำหรับกลุ่มชุมชนตำบลลำพัน อำเภอบ้านใหม่ จังหวัดฉะเชิงเทรา เพื่อการบริโภคระดับครัวเรือน

พรชัย [8] งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาตู้เพาะเห็ดกึ่งอัตโนมัติ โดยสร้างอุปกรณ์ที่สามารถเพาะปลูกเห็ดนางฟ้าหรือเห็ดชนิดอื่น ๆ ที่ปลอดสารพิษและสามารถเพาะปลูกในบริเวณพื้นที่จำกัด โดยมีขอบเขตว่าสามารถใช้พื้นที่ภายในอาคารที่พักอาศัยและมีประโยชน์ใช้สอยมากกว่าหนึ่งอย่าง คือสามารถเพาะปลูกผักสวนครัวชนิดอื่น ๆ ได้หลายประเภทที่ต้องใช้การควบคุมสภาวะอากาศสามารถควบคุมการทำงานของระบบอุณหภูมิ ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ได้

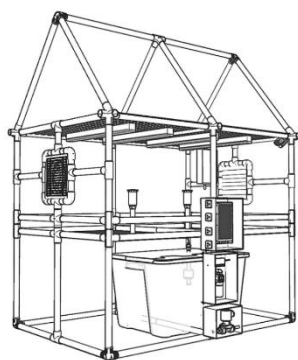
3. ออกแบบแผนผังภาพรวมของระบบ ESP32 มีส่วนหลักประกอบหลัก คือ บอร์ด ESP32 โดยจะมีส่วนประกอบ ดังนี้ เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ และความชื้น เซนเซอร์วัดความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เซนเซอร์วัดระดับน้ำ รีเลย์ ปั๊มน้ำ อุปกรณ์ควบคุมการไหลของน้ำ แสงเทียมสำหรับพืช พัดลมระบายอากาศ กล้องจะเชื่อมต่อกับบอร์ดราสเบอร์รี่พาย 4 ปี ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนผังภาพรวมของระบบ

โดยการทำงาน จะแบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลัก ๆ ดังนี้ เว็บไซต์แอปพลิเคชัน ใช้ในการควบคุมตู้ต้นแบบขนาดเล็กสำหรับเพาะชำและดูแลต้นกล้าผักและแสดงค่าต่าง ๆ ของเซนเซอร์โดยใช้ฐานข้อมูลในส่วนของ ไฟร์เบส เป็นฐานข้อมูลที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลหรือตัวแปรที่ใช้สำหรับควบคุม ฮาร์ดแวร์ ตู้ต้นแบบขนาดเล็กสำหรับเพาะชำและดูแลต้นกล้าผักจะทำการอ่านค่าที่ได้จากฐานข้อมูลเพื่อทำงานตามคำสั่ง และใช้ในการดูแลการเพาะต้นกล้าผักพร้อมกับส่งค่ากลับ เซนเซอร์และอุปกรณ์ต่าง ๆ ใช้ในการตรวจจับ และวัดค่าส่งการทำงานกลับไปยังบอร์ดภายในตู้ต้นแบบเพื่อส่งค่าให้ฐานข้อมูลใช้แสดงในเว็บไซต์แอปพลิเคชัน

4. การออกแบบโครงสร้างตู้ โดยตู้มีขนาดความกว้าง 80 ซม. ความยาว 120 ซม. และความสูง 150 ซม. แสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 การออกแบบโครงสร้างตู้

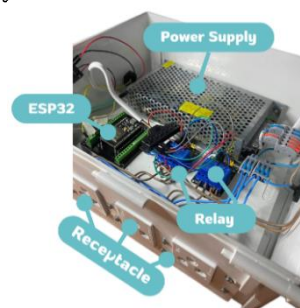
5. สร้างตู้และหน้าเว็บแอปพลิเคชัน โดยจะแบ่งออกเป็นดังนี้

การสร้างตู้โดยประกอบโครงสร้างตู้ และติดตั้งอุปกรณ์ตามตำแหน่งที่ได้ออกแบบไว้ แสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ตู้เพาะชำและดูแลต้นกล้าผัก

การสร้างชุดควบคุมโดยประกอบอุปกรณ์ของส่วนต่าง ๆ ที่ได้ออกแบบไว้ตามวงจรการทำงาน แสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของชุดควบคุม

การติดตั้งอุปกรณ์ภายในตู้ โดยจะมี พัฒนาระบายอากาศ ไฟสำหรับปลูกพืช หัวพ่นสำหรับรดน้ำ กล้องเซนเซอร์ กล้อง แสดงในรูปที่ 5-9



รูปที่ 5 ตำแหน่งพัฒนาระบายอากาศ

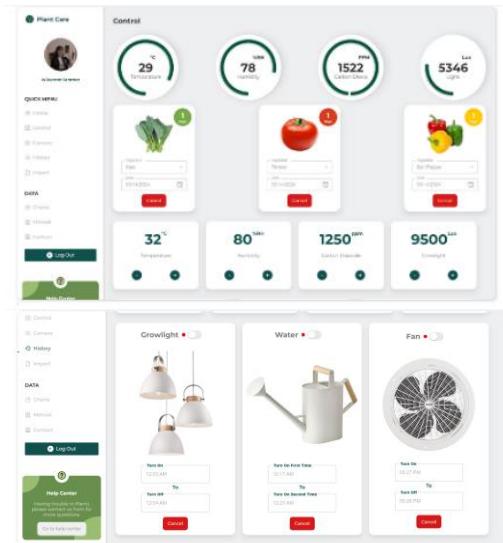


รูปที่ 9 ตำแหน่งกล้อง

การสร้างเว็บแอปพลิเคชันเพื่อแสดงค่าต่าง ๆ ที่อ่านได้จากเซนเซอร์ และควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ แสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 6 ตำแหน่งไฟปลูกสำหรับพืช



รูปที่ 10 การแสดงผลบนหน้าเว็บแอปพลิเคชัน



รูปที่ 7 ตำแหน่งหัวพ่นสำหรับรดน้ำ



รูปที่ 8 ตำแหน่งกล้องเซนเซอร์

ผลการวิจัย

1. ผลการประเมินผลการออกแบบและสร้างตู้เพาะชำและดูแลต้นกล้าผัก

ผู้วิจัยดำเนินการประเมินผลการออกแบบและสร้างตู้เพาะชำและดูแลต้นกล้าผักควบคุมผ่านเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นกับนักศึกษาสาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา จำนวน 50 ท่าน พิจารณาและประเมินผลการออกแบบ โดยใช้แบบพิจารณาและประเมินคุณภาพ [9] จากนั้นนำผลมาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติพื้นฐานเทียบกับเกณฑ์ [10]

และสรุปผล พบว่า มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.30 อยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ การออกแบบและสร้างเว็บแอปพลิเคชัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.47 โดยหัวข้อที่ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ ความสวยงาม ความทันสมัย น่าสนใจของหน้าโฮมเพจ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.68 รองลงมาคือการ

ออกแบบและสร้างฐานข้อมูลขนาดเล็กสำหรับเพาะชำและดูแลต้นกล้าผัก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 โดยหัวข้อที่ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ โครงสร้างแข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25 แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินการออกแบบและสร้างตู้เพาะชำและดูแลต้นกล้าผักอัตโนมัติ

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
เว็บแอปพลิเคชัน	4.47	0.13	ดีมาก
1. ความสวยงาม ความทันสมัย น่าสนใจของหน้าโฮมเพจ	4.68	0.06	ดีมาก
2. การจัดรูปแบบง่ายต่อการอ่านและใช้งาน	4.62	0.08	ดีมาก
3. สีสีนในการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันมีความเหมาะสม	4.56	0.10	ดีมาก
4. เมนูง่ายต่อการใช้งาน	4.50	0.12	ดีมาก
5. สีพื้นหลังกับสีตัวอักษรมีความเหมาะสมต่อการอ่าน	4.44	0.14	ดีมาก
6. ขนาดตัวอักษร และรูปแบบตัวอักษร อ่านได้ง่าย	4.38	0.16	ดีมาก
7. การใช้สัญลักษณ์หรือรูปภาพเหมาะสม	4.32	0.18	ดีมาก
8. ข้อความในเว็บแอปพลิเคชันถูกต้องตามหลักภาษา	4.26	0.20	ดีมาก
ตู้ต้นแบบขนาดเล็กสำหรับเพาะชำและดูแลต้นกล้าผัก	4.14	0.27	ดี
1. การเลือกใช้ฮาร์ดแวร์ได้อย่างเหมาะสม	4.20	0.25	ดี
2. การจัดวางอุปกรณ์มีความปลอดภัยและเหมาะสม	4.15	0.30	ดี
3. สามารถซ่อมบำรุงได้ง่าย	4.05	0.20	ดี
4. สามารถนำไปติดตั้งได้ง่าย	4.10	0.25	ดี
5. โครงสร้างแข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน	4.25	0.20	ดีมาก
6. มีความทันสมัย	4.00	0.30	ดี
โดยรวม	4.30	0.20	ดีมาก

2. ผลประเมินประสิทธิภาพตู้เพาะชำและดูแลต้นกล้าผักแบบอัตโนมัติ

ผู้วิจัยดำเนินการประเมินประสิทธิภาพของตู้เพาะชำและดูแลต้นกล้าผักแบบอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น โดยจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การทดสอบเว็บแอปพลิเคชัน การทดสอบตู้เพาะชำและดูแลต้นกล้าผัก และการทดสอบการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักทั้งภายในและภายนอกตู้ต้นแบบ

2.1 การทดสอบเว็บแอปพลิเคชัน ผู้วิจัยดำเนินการประเมินประสิทธิภาพของเว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้งานบนเว็บเบราว์เซอร์กิลโครม (Google Chrome) ซาฟารี (Safari) และ ไมโครซอฟต์เอดจ์ (Microsoft Edge) ในระบบปฏิบัติการ แอนดรอยด์ (Android) ไอโอเอส (IOS) และวินโดว (Window) ตามลำดับ โดยเริ่มจากการตรวจสอบที่ละฟังก์ชันเพื่อหาข้อผิดพลาดของโปรแกรม ใช้การกำหนดตัวชี้วัดดังนี้ 1 = ใช้งานไม่ได้, 2 = พบ

ปัญหา, 3 = พบปัญหาเล็กน้อย, 4 = ใช้งานได้ดีจริง โดยมีปัญหาที่รับได้, 5 = ใช้งานได้ดี พบว่าการทำงานในส่วนการทำงานของระบบปฏิบัติการ Window ไม่พบข้อผิดพลาดใด ๆ จากการทำงานในส่วนระบบปฏิบัติการ Android ยังมีปัญหาแต่

ยังสามารถรับได้ และในระบบปฏิบัติการ iOS พบปัญหาในการส่งข้อมูลออกเป็นไฟล์ CSV เนื่องจากไม่สามารถบันทึกไฟล์ออกมาได้ อีกทั้งการตั้งเวลาและตั้งค่าชนิดผักจะมีการตอบสนองค่อนข้างช้า ซึ่งแตกต่างจากสองระบบก่อนหน้านี้ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลประเมินประสิทธิภาพเว็บแอปพลิเคชัน

การทดสอบ/ตัวชี้วัด	ระบบปฏิบัติการ														
	Android					iOS					Windows				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
การปรับค่าสภาพอากาศ					✓					✓					✓
การเปิด/ปิดอุปกรณ์					✓					✓					✓
การตั้งเวลา เปิด/ปิด					✓			✓							✓
การบันทึกข้อมูล					✓					✓					✓
การลบข้อมูล					✓					✓					✓
การส่งข้อมูลออกเป็นไฟล์ CSV				✓			✓								✓
การส่งข้อมูลออกเป็นไฟล์ PDF					✓				✓						✓
การนำเข้าไฟล์ CSV					✓					✓					✓
การตั้งค่าชนิดผักที่ปลูก				✓				✓							✓
การแสดงผลภาพวิดีโอ					✓				✓						✓

2.2 การทดสอบตู้เพาะชำและดูแลต้นกล้า ผัก แนวทางการทดสอบใช้การทดสอบการทำงานของเซนเซอร์และอุปกรณ์ต่าง ๆ ของ ตู้ต้นแบบขนาดเล็กสำหรับเพาะชำและดูแลต้นกล้าผัก ด้วยการทดสอบค่าอินพุตและตั้งสมมติฐานในการ

ทดสอบ เพื่อหาข้อผิดพลาดในการทำงานของตู้ต้นแบบ พบว่า การทำงานของเซนเซอร์และอุปกรณ์ภายในตู้ต้นแบบมีประสิทธิภาพในการทำงานและได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการในการใช้งาน ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการประเมินประสิทธิภาพตู้ต้นแบบขนาดเล็กสำหรับเพาะชำและดูแลต้นกล้าผัก

รายการ	การทดสอบ		
	ค่าอินพุต	สมมติฐาน	ผลลัพธ์
1. บอร์ดควบคุม	ไฟฟ้าขัดข้อง	เมื่อไฟฟ้าจ่ายไฟปกติ จะกลับมาทำงาน	✓
2. อุปกรณ์ทั้งหมด	ไฟฟ้าขัดข้อง	เมื่อไฟฟ้าจ่ายไฟปกติ จะกลับมาทำงาน	✓
3. อุณหภูมิ	ตั้งค่าที่ 30 องศา	พัดลมจะทำงานให้อุณหภูมิไม่เกิน 30 องศา	✓
4. ความชื้น	ตั้งค่าที่ 80 %RH	พัดลมจะทำงานให้ความชื้นไม่เกิน 80 %RH	✓
5. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	ตั้งค่าที่ 1000 ppm.	พัดลมจะทำงานให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่เกิน 1000 ppm.	✓
6. ความเข้มแสง	ตั้งค่าที่ 15000 LUX	ถ้าเกิน 15000 LUX จะส่งข้อมูลแจ้งเตือน	✓
7. ระดับน้ำในถังน้ำ	กรณีน้ำในถังอยู่ในระดับน้ำ กว่าเซนเซอร์	โซเลนอยด์วาล์วจะทำงาน เติมน้ำจนถึง ระดับเซนเซอร์	✓
8. กรณีการสัญญาณ เชื่อมต่อขาดหาย	สัญญาณขาดหาย	จะเชื่อมต่อสัญญาณใหม่เมื่อสัญญาณปกติ	✓
9. ทำงานตามคำสั่งจาก เว็บแอปพลิเคชัน	สั่งการ เปิด/ปิด อุปกรณ์	สามารถเปิด/ปิด อุปกรณ์ได้ตามคำสั่งที่ได้ จากเว็บแอปพลิเคชัน	✓

2.3 การทดสอบการเจริญเติบโตและความแข็งแรงของต้นกล้าผักภายในและภายนอกตู้ต้นแบบ ใช้เวลาในการทดสอบเป็นเวลา 30 วัน และจะสุ่มหยิบต้นกล้าผักแต่ละชนิดที่ทำการทดลองชนิดละ 5 โดยจะทดสอบความยาวของลำต้นจากใบจนถึงปลายรากทั้งภายในและภายนอกตู้ต้นแบบ พบว่า ความยาวของลำต้นจากใบจนถึงปลายรากที่มีการเพาะชำและดูแลต้นกล้าผัก

ภายในตู้ต้นแบบ มีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว ลำต้นยืดยาว โดยลำต้นมีความยาวมากกว่าการเพาะชำและดูแลต้นกล้าผักภายนอกตู้ต้นแบบ เมื่อพิจารณาวันที่ 30 ความยาวของลำต้นจากการเพาะชำและดูแลภายนอกจะมีความยาวเฉลี่ย 15.71 เซนติเมตร ส่วนการเพาะชำและดูแลภายในจะมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 17.63 เซนติเมตร ดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4 ผลการประเมินประสิทธิภาพการเพาะชำและดูแลต้นกล้าผักภายนอกตู้ต้นแบบ

ชนิด	ความยาวของลำต้นจากใบจนถึงปลายราก (เซนติเมตร)						S.D.
	จำนวนต้น					$\bar{X}$	
	1	2	3	4	5		
1. คะน้าฮ่องกง	16.70	16.40	16.60	16.80	16.40	16.58	0.18
2. กวางตุ้งฮ่องเต้	14.70	14.20	13.30	13.70	13.80	13.94	0.53
3. พริกหวานแคลิฟอร์เนีย	18.70	18.60	18.10	18.70	18.50	18.52	0.25
4. มะเขือเทศเชอร์รี่ บรินเนส	16.70	16.40	16.50	15.90	15.30	16.16	0.56
5. บรอกโคลีท็อปกรีน	11.40	11.10	11.60	11.50	11.20	11.36	0.21
6. กะหล่ำดอก	16.80	16.10	16.90	16.60	16.20	16.52	0.36
7. แครอทมินิเอ็กเซลส	17.10	16.10	17.30	16.40	17.50	16.88	0.60
โดยรวม						15.71	0.18

ตารางที่ 5 ผลการประเมินประสิทธิภาพการเพาะชำและดูแลต้นกล้าผักภายในตู้ต้นแบบ

ชนิด	ความยาวของลำต้นจากใบจนถึงปลายราก (เซนติเมตร)						S.D.
	จำนวนต้น					$\bar{X}$	
	1	2	3	4	5		
1. คะน้าฮ่องกง	17.10	17.40	18.10	17.50	18.30	17.68	0.50
2. กวางตุ้งฮ่องเต้	14.20	14.80	14.90	14.10	14.70	14.54	0.36
3. พริกหวานแคลิฟอร์เนีย	20.10	20.90	20.80	19.80	20.40	20.4	0.46
4. มะเขือเทศเชอร์รี่ ปรีนเซส	18.50	18.10	18.20	18.70	18.20	18.34	0.25
5. บรอกโคลีท็อปปรีน	12.20	12.10	12.90	12.40	12.50	12.42	0.31
6. กะหล่ำดอก	17.90	18.50	18.40	18.30	17.60	18.14	0.38
7. แครอทมินิเอ็กเพรส	21.70	22.20	21.40	21.60	22.50	21.88	0.45
โดยรวม						17.63	0.09

สรุปและอภิปรายผล

1. ผลการศึกษาการพัฒนาต้นแบบตู้เพาะชำและดูแลต้นกล้าผักควบคุมผ่านเว็บแอปพลิเคชันประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ได้แก่ 1) ตู้เพาะชำและดูแลต้นกล้าผัก ทำหน้าที่ควบคุมสภาพแวดล้อมภายในตู้ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น แสงสว่าง และการให้น้ำ 2) เว็บแอปพลิเคชัน ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของตู้เพาะชำและดูแลต้นกล้าผัก รวมถึงการแสดงผลข้อมูลต่าง ๆ เช่น สภาพภายในตู้ สถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ และข้อมูลการเพาะชำและดูแลต้นกล้าผัก และ 3) ระบบฐานข้อมูลโฟร์เบส ทำหน้าที่เก็บข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเพาะชำและดูแลต้นกล้าผัก เช่น ข้อมูลสภาพภายในตู้ ข้อมูลสถานะการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ และข้อมูลการเพาะชำและดูแลต้นกล้าผัก ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักได้อย่างแม่นยำ

2. ผลการออกแบบและสร้างตู้เพาะชำและดูแลต้นกล้าผักควบคุมผ่านเว็บแอปพลิเคชันพบว่า ตู้ต้นแบบสวยงาม ทันสมัย โครงสร้างแข็งแรงทนทาน วัสดุที่ใช้ทำตู้ต้นแบบมีความแข็งแรงทนทาน ประกอบและติดตั้งได้ง่าย ได้ระดับความคิดเห็นมากที่สุดจากนักศึกษา สาขา

วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา จำนวน 50 คนอยู่ที่ 4.30

3. ผลการประเมินประสิทธิภาพตู้เพาะชำและดูแลต้นกล้าผักควบคุมผ่านเว็บแอปพลิเคชันพบว่า ทั้ง 3 ส่วนหลักของตู้ต้นแบบสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการทำงานของระบบปฏิบัติการ Windows ไม่พบข้อผิดพลาดการทำงานของระบบปฏิบัติการ Android มีประสิทธิภาพ แต่อาจพบปัญหาบ้าง เช่น การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อาจไม่เสถียร การตั้งเวลาอาจไม่แม่นยำ การทำงานของระบบปฏิบัติการ iOS มีประสิทธิภาพ แต่อาจพบปัญหาในการส่งข้อมูลและการตั้งเวลา เซนเซอร์และอุปกรณ์ภายในตู้มีประสิทธิภาพในการใช้งานและได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ ต้นกล้าผักที่เพาะชำและดูแลภายในตู้ต้นแบบ มีความยาวของลำต้นมากกว่าต้นกล้าผักที่เพาะชำและดูแลภายนอกตู้ต้นแบบ โดยพบว่าเมื่อพิจารณาวันที่ 30 ความยาวของลำต้นจากการเพาะชำและดูแลภายนอกจะมีความยาวเฉลี่ย 15.71 เซนติเมตร ส่วนการเพาะชำและดูแลภายในจะมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 17.62 เซนติเมตร ซึ่งมีความยาวมากกว่าถึง 12.22%

กิตติกรรมประกาศ

บทความฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือและการสนับสนุนเป็นอย่างดีจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รวิ ฤตมธนิทร์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เศรษฐกุล โปร่งนุช และ

References

- [1] Vox, Teitel, Pardossi, Minuto, Tinivella and Schettini, “Sustainable Green house Systems,” In A. Salazar and I. Rios (Eds.), Nova Science Publishers, Inc., NY, USA, 2010.
- [2] P. Srisornmueang, S. Somwong, S. Busabok, C. Srisornmueang, C. Homtap and A. Mano, “Development of a smart farm control system model in greenhouse cultivation using embedded computers,” *Journal of Research*, vol. 20, no. 1, pp. 24, 2021.
- [3] P. Namsai, “Influence of substrates on the growth of vegetable seedlings,” Master’s thesis, Faculty of Science, Plant Science Department, Maejo University, Chiang Mai, 2003.
- [4] S. Somwong, T. Nam Sai and A. Mano, “Development of smart nursery greenhouses for organic farming in Thakham Community Enterprise, Thakham Subdistrict, Hat Yai District, Songkhla Province,” *Research Article*, vol. 39, no. 3, pp. 72, 2022.
- [5] T. Arisariyawong, P. Chantanamatta, T. Wongamrest and C. Karawan, “Automatic control system for organic greenhouse),” *Journal of Science and Technology*, vol. 13, no. 25, pp. 52–63, January-June. 2021.
- [6] W. Duangsrissen, “A Development of Temperature Control System in Melon Greenhouses Planting,” *The Golden Teak: Science and Technology Journal (GTSJ.)*, vol. 9, no. 1, pp. 40-49, January-June, 2022.
- [7] K. Chantasit, K. Muisee and S. Chitphutthanakul, “Hydroponic system with LED grow light and Automatic temperature control system for Ramphan Community, Thakham District, Chanthaburi Province,” *Research*, p.1-46, 2020.
- [8] P. Ongsupharom, “Develop mushroom cultivation semi automatic,” *Research*, p. 4-74, 2020.
- [9] J. Best, “Research in Education,” Prentice Hall, Inc., New Jersey, 1977.
- [10] R. Likert, “A Technique for the Measurement of Attitudes,” *Archives of Psychology*, vol. 140, pp. 1-55, 1932.