การพัฒนากระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะ
Intelligent Vegetable Salad Baskets

จารุกิตติ์ สายสิงห์* และ โกวิทย์ แสนพงษ์
Jarukitt Saiysing* and Kowit sanphong
สาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์*, สาขาวิศกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40000
Bachelor of Education (Computer Education)*, Computer Engineering
Northeastern University Mueang Khon Kaen District, Khon Kaen Province 40000
Email: ople_2617@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนากระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะ 2) ศึกษาผลการทดลองใช้กระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะ 3) ประเมินประสิทธิภาพของกระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะ การวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาระบบตามทฤษฎี SDLC [13] กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการทำงานระบบ ได้แก่ อาจารย์หรือบุคคลที่มีความเชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์เทคโนโลยีและไมโครคอนโทรเลอร์ฮาร์ดแวร์ รวมจำนวน 5 คน เครื่องมือในการวิจัย คือ ชุดอุปกรณ์กระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะ และแบบประเมินประสิทธิภาพการทำงาน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการพัฒนากระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะ ประกอบด้วย (1) ระบบพัดลมระบายอากาศ (2) ระบบปั๊มน้ำ (3) ระบบเปิด-ปิด servo และ (4) ระบบเปิด-ปิดไฟ LED สามารถใช้งานได้จริง เนื่องจากผู้วิจัยได้ทำการทดสอบพร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องของอุปกรณ์และระบบการทำงานไปด้วย จึงเป็นสาเหตุให้กระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะใช้งานได้ตรงตามความต้องการ 2) ผลการทดลองใช้กระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะ โดยการทดสอบการทำงานของระบบพัดลมระบายอากาศ ระบบปั๊มน้ำก่อนสมบูรณ์ ระบบเปิด-ปิด servo หยดปุ๋ย และระบบเปิด-ปิดไฟ LED ผลการทดสอบคือ ทุกระบบสามารถใช้งานได้ และสามารถควบคุมการทำงานได้ดีสอดคล้องกับผลการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบ และ 3) ผลการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของกระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะจากผู้เชี่ยวชาญ มีผลการประเมินโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$)=4.69, S.D. = 0.29)

คำสำคัญ: การปลูกผักสลัด, ไฮโดรโปนิกส์, ระบบอัตโนมัติ

Abstract

This research is intended to 1). Development of intelligent salad vegetable growing baskets 2) Study the results of the trial of intelligent salad vegetable planting baskets 3) This research has developed a system based on the SDLC theory, the target audience used to evaluate system performance: professors or individuals who specialize in computer technology and microcontroller hardware, including 5 people, research tools, smart salad basket kits and performance assessment. Statistics used to analyze data are averages and standard deviations.

The findings showed that

1. The development of intelligent salad vegetable planting baskets consists of (1) ventilation fan system (2), water pump system (3), servo power-off system and (4) LED power-off system are practical because researchers have conducted tests and improved the bug fixes of equipment and system. This is why the basket stoming smart salad vegetables to meet your needs.

2. The system is a servo drip fertilizer and led light test system turned off is that all systems can be used and can control good functionality, which corresponds to the system performance assessment results.

3. The performance assessment results of intelligent salad vegetable planting baskets from experts have the highest overall assessment results. () = 4.69, S.D. = 0.29)

Keywords: vegetable salad planting, hydroponics, automation

บทนำ

การปลูกผักด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์ไว้บริโภคเอง หรือปลูกไว้เป็นทางเลือกรายได้เสริม กำลังเป็นที่นิยมทำในปัจจุบัน เพราะการปลูกใช้พื้นที่น้อย ถึงอย่างไรก็ตามการปลูกผักหรือผักสลัดในพื้นที่คอนโด หรือพื้นที่ที่มีข้อจำกัดในเรื่องแสงแดด ผักต้องการความเข้มข้นของแสงแดดอยู่ในช่วง 20,000 – 40,000 ลักซ์ เป็นค่าที่แสงแดดจะอยู่ในช่วงเวลาประมาณ 12.00 น. ถึง 15.00 น. การปลูกผักในวัสดุปลูกที่ไม่ต้องใช้ดินเป็นองค์ประกอบหรือการปลูกผักสลัดในสารละลายธาตุอาหารโดยตรง อาจมีวิธีการให้สารละลายธาตุอาหารแก่ผักแตกต่างกันไป เช่น ให้สารละลายธาตุอาหารไหลผ่านรากผักเป็นฟิล์มบาง ๆ ที่เรียกว่าการปลูกแบบ Nutrient film technique (NFT) หรือการพ่นสารละลายธาตุอาหารให้แก่รากพืชโดยตรง ซึ่งรากของพืชจะลอยอยู่ในอากาศอย่างอิสระที่เรียกว่าการปลูกแบบ Aeroponics หรือการปั๊มอากาศลงไปในสารละลายธาตุอาหาร การปลูกผักแบบไฮโดรโปนิกส์มีการจัดปัจจัยต่าง ๆ เช่น น้ำ แร่ธาตุ แสง อุณหภูมิให้แก่ผักอย่างเหมาะสม พืชจึงเจริญเติบโตได้รวดเร็ว ให้ผลผลิตมากและสม่ำเสมอ สะอาด มีคุณภาพ ปลูกได้ต่อเนื่องตลอดปี สามารถปลูกพืชได้ในพื้นที่ไม่มีดิน หรือมีดินไม่เหมาะสมต่อการปลูกผัก การใช้น้ำและปุ๋ยเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ใช้แรงงานน้อย ผักที่เหมาะสมในการปลูกระบบนี้คือพืชผักที่ใช้ทำสลัด ผักตระกูลกระหล่ำ ผักกาดคะน้า และผักพื้นบ้านทั่วไป เช่น ผักบุ้ง กวางตุ้ง เนื่องจากการปลูกพืชในระบบไฮโดรโพนิกส์นี้ไม่มีสารพิษตกค้างอยู่ เป็นการปลูกโดยอาศัยหลักการให้น้ำปุ๋ยในอัตราส่วนที่เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิด พืชที่ได้จะมีรสชาติดีเหมาะแก่การบริโภคทั้งดิบและสุก [1]

จากเหตุผลข้างต้นจึงมีแนวความคิดในการพัฒนากระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะ เพื่อเป็นทางเลือกให้กับผู้ที่ต้องการปลูกผักเพื่อบริโภค และผู้ที่สนใจศึกษาเพื่อเพาะปลูกเชิงพาณิชย์ นอกจากนี้ยังเป็นการนำเทคโนโลยีเข้ามาควบคุมกระบวนการทำงานของการปลูกผักสลัด สามารถป้องกัน หรือควบคุมความชื้นและอุณหภูมิภายในกระเช้าปลูกได้อย่างเหมาะสม ลดการเสียหายของผลผลิตได้ ประเด็นต่าง ๆ เหล่านี้จะส่งผลให้ผู้ใช้หรือผู้ที่เพาะปลูกมีผลผลิตที่สมบูรณ์ทั้งในปริมาณและคุณภาพ สามารถเพาะปลูกเพื่อบริโภคหรือจำหน่ายผลผลิตได้ตามความต้องการ

1. วัตถุประสงค์การวิจัย

1.1 เพื่อพัฒนากระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะ

1.2 เพื่อศึกษาผลการทดลองใช้กระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะ

1.3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของกระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะ

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Arduino (อาดุยโน่) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัวบอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลงเพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย ความง่ายของบอร์ดอาดุยโน่ ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่าง ๆ คือ ผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์

จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่าง ๆ เช่น Arduino XBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay Shield, Arduino Wireless Shield, Arduino GPRS Shield มาเสียบกับบอร์ดบนบอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้เลย[2]

โมดูลนาฬิกา DS3231 คือ โมดูลนาฬิกาแบบเวลาจริง RTC (Real Time Clock) ที่มีความถูกต้อง แม่นยำสูง เพราะข้างในมีวงจรวัดอุณหภูมิ เพื่อนำอุณหภูมิจากสภาพแวดล้อมมาคำนวนชดเชยความถี่ของ Crystal ที่ถูกรบกวนจากอุณหภูมิภายนอก มาพร้อมแบตเตอร์รี่ใช้งานได้แม้ไม่มีแหล่งจ่ายไฟจากภายนอก สามารถตั้งค่าวัน เวลาได้อย่างง่าย มีไลบารีมาพร้อมใช้งาน สามารถเลือกแสดงผลเวลาแบบ 24 ชั่วโมง หรือแบบ 12 ชั่วโมงก็ได้[3]

พัดลมระบายอากาศ คือ ระบบที่ช่วยในการระบายความร้อนให้แก่อุปกรณ์ที่เมื่อทำงานแล้วทำให้เกิดความร้อนขึ้นในตัว เป็นการช่วยรักษาอุปกรณ์ที่ทำงานอยู่ไม่ให้เกิดความร้อนสูงเกิน เมื่อคอมพิวเตอร์มีการทำงานหรือทำการประมวลผลข้อมูลต่าง ๆ หน่วยประมวลผลกลางจะทำงานและทำให้เกิดความร้อนขึ้น ถ้าหากไม่มีการระบายความร้อนออกจากตัวซีพียู จะทำให้เกิดการโอเวอร์ฮีต หรืออาจทำให้ซีพียูไหม้ได้ ดังนั้นระบบระบายความร้อนจึงมีความสำคัญต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ ระบบความเย็นของเครื่องคอมพิวเตอร์พีซีประกอบไปด้วย ระบบความเย็นตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ ระบบความเย็นของแหล่งจ่ายไฟสำหรับคอมพิวเตอร์ ระบบความเย็นของซีพียู[4]

แบตเตอรี่ลีเธียมโพลิเมอร์ คือ แบตเตอรี่ประเภท Lithium Polymer ได้ถูกพัฒนาขึ้น การออกแบบครั้งแรกได้รวมอิเล็กโทรไลท์-โพลิเมอร์ในรูปแบบแข็งและแห้ง คล้ายกับฟิล์มพลาสติก ทำให้ผลออกมาคือ รูปร่างจะคล้าย ๆ กับบัตรเครดิต (มีลักษณะบาง) ในขณะที่ยังคงมีความสามารถในการคงอายุการใช้งานที่ดี นอกจากนี้แบตเตอรี่ประเภทนี้ ยังมีความเบาและถูกปรับปรุงให้มีความปลอดภัยสูงยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามแบตเตอรี่ประเภทนี้มีราคาที่สูงกว่า Lithium Ion และมีความหนาแน่นของแบตเตอรี่น้อยกว่า Lithium Ion[5]

รีเลย์ คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ตัด-ต่อวงจร โดยใช้แม่เหล็กไฟฟ้า และการที่จะให้รีเลย์ทำงานก็ต้องจ่ายไฟให้อุปกรณ์ เมื่อรีเลย์ได้รับการจ่ายไฟ จะทำให้หน้าสัมผัสติดกัน กลายเป็นวงจรปิด และตรงข้ามทันทีที่ไม่ได้จ่ายไฟให้รีเลย์ ก็จะกลายเป็นวงจรเปิด ไฟที่เราใช้ป้อนให้กับตัวรีเลย์ก็จะเป็นไฟที่มาจากเพาเวอร์ของอุปกรณ์ไฟฟ้า ดังนั้นทันทีที่เปิดเครื่องก็จะทำให้รีเลย์ทำงาน[6]

เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) เป็นมอเตอร์ที่มีการควบคุมการเคลื่อนที่ของมัน (State) ไม่ว่าจะเป็นระยะ ความเร็ว มุมการหมุน โดยใช้การควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback control) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมเครื่องจักรกล หรือระบบการทำงานนั้น ๆ ให้เป็นไปตามความต้องการ เช่น ควบคุมความเร็ว (Speed), ควบคุมแรงบิด (Torque), ควบคุมแรงตำแหน่ง (Position), ระยะทางในการเคลื่อนที่(หมุน) (Position Control) ของตัวมอเตอร์ได้ ซึ่งมอเตอร์ทั่วไปไม่สามารถควบคุมในลักษณะงานเบื้องต้นได้ โดยให้ผลลัพธ์ตามความต้องการที่มีความแม่นยำสูง[7]

ปั๊มน้ำ คือ ปั๊มสำหรับระบบกรองน้ำพุ น้ำตก หมุนเวียนน้ำ ควรเลือกให้เหมาะสมกับขนาดบ่อหรือตู้ปลา หรือตามวัตถุประสงค์ในการใช้งาน เพื่อยืดอายุการใช้งาน ควรหมั่นตรวจเช็ค และทำความสะอาดแกนปั๊ม และใบพัดอยู่เสมอ และห้ามปล่อยน้ำแห้งจากตัวปั๊มขณะทำงาน ปั๊มประหยัดไฟเหมาะสำหรับทำระบบกรอง สูบน้ำได้ปริมาณมาก แต่ไม่เหมาะนำไปดันขึ้นที่สูง หรือทำน้ำพุและหัวเจ็ต เพราะแรงดันจะต่ำ เพื่อให้อายุการใช้งานยาวนาน ควรใช้กับน้ำสะอาดที่ผ่านระบบกรองแล้ว และควรหมั่นตรวสอบทำความสะอาด ชุดแกนใบพัดสม่ำเสมอ ปั๊มน้ำเกือบทุกแบบใช้แช่ในน้ำได้ โดยปั๊มจะดูดน้ำรอบ ๆ ตัว เข้าทางท่อเข้า และพ่นออกมาทางท่อออก[8]

เบญจพล เรืองศักดิ์ และณฐวุฒิ ขันมัง [9] กล่าวว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ด ได้แก่ อุณหภูมิ อุณหภูมิมีส่วนสำคัญต่อการเจริญเติบโตของเห็ดเป็นอย่างมาก ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เป็นช่วงที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการงอกของสปอร์เห็ด เส้นใยเจริญดีที่อุณหภูมิ 30-32 องศาเซลเซียส และเกิดดอกได้ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส ถ้าร้อนเกินไปดอกเห็ดจะเล็กและบานเร็วกว่าธรรมดา ถ้าเย็นเกินไปเส้นใยเจริญช้าลงจน

หยุดเจริญก็มีความชื้น ความชื้นจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของเส้นใย การเกิดดอกและการเจริญเติบโตของดอกเห็ด แต่ภายในดอกเห็ดถ้าความชื้นมากเกินไป เส้นใยจะชุ่มน้ำมากและตายได้ ซึ่งความชื้นที่พอเหมาะกับเห็ดอยู่ที่ 75-85% ในส่วนแสงแม้ว่าแสงมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการรวมตัวของเส้นใยเห็ดเพื่อเกิดเป็นดอก แต่แสงก็ไม่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของดอกเห็ด และในทางตรงกันข้าม แสงจะเป็นตัวทำให้ดอกเห็ดเปลี่ยนสีคล้ำขึ้น ต่างกับเห็ดที่ขึ้นในที่มืดซึ่งจะมีสีขาวเป็นที่นิยมของผู้บริโภค ความเป็นกรดด่าง (pH) ผลของกรดด่างมีผลที่สำคัญต่อการผลิตเห็ดเช่นกัน เห็ดฟางชอบสภาพเป็นกลางหรือกรดเล็กน้อย ความเป็นกรดเป็นด่างที่เหมาะสมสำหรับเห็ดฟางควรอยู่ในระดับ 5-8 อากาศ ทุกระยะของการเจริญเติบโตของเห็ดล้วนแต่ต้องการอากาศในการหายใจทั้งสิ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะพื้นที่กำลังจะเกิดดอกและเกิดดอกแล้ว

วีรศักดิ์ ฟองเงิน สุรพงษ์ เพ็ชร์หาญ และรัฐสิทธิ์ ยะจ่อ [10] ได้วิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอทีควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า ผลการวิจัยพบว่า ระบบสามารถทำงานตามเงื่อนไขที่ออกแบบไว้ซึ่งให้ผลผลิตเป็นที่พอใจ และในส่วนการทดสอบผลผลิตของดอกเห็ด พบว่า เห็ดที่เก็บจากโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น มีปริมาณที่มากกว่าโรงเรือนแบบทั่วไปและเมื่อนำดอกเห็ดที่ได้มาชั่งน้ำหนัก พบว่า เห็ดที่ได้จากโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีน้ำหนักเฉลี่ยก้อนละ 1.506 กิโลกรัม และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.17 ซึ่งเมื่อเทียบกับเห็ดที่เก็บจากโรงเรือนแบบทั่วไป พบว่า มีน้ำหนักเฉลี่ย 1.206 กิโลกรัมและมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.28 ซึ่งผลการทดสอบนี้เป็นการยืนยันว่าอุณหภูมิและความชื้นมีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ด และนอกจากระบบควบคุมจะสามารถใช้ในโรงเรือนได้แล้ว ยังสามารถประยุกต์ใช้ควบคุมในกระบวนการบ่มเชื้อเห็ดเพื่อเร่งการเจริญเติบของเชื้อเห็ดได้อีกด้วย

เสกสรรค์ ศิวิลัย [11] กล่าวว่า Internet of Things หรือเรียกสั้น ๆ ว่า IoT คือ การที่สิ่งต่าง ๆ รอบตัวเราถูกเชื่อมโยงเข้าด้วยกันบนโลกของอินเทอร์เน็ต ทำให้สามารถควบคุมหรือสั่งการอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ ไม่ว่าจะเป็นการเปิด-ปิดไฟ แอร์ โทรทัศน์ ฯลฯ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยสมาร์ตโฟน คอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์พกพาอื่น ๆ นอกจากสิ่งต่าง ๆ รอบตัวเราแล้ว IoT ยังถูกนำไปใช้กับทางการแพทย์ การเกษตร เครื่องจักรกลในโรงงานอุตสาหกรรม และอื่น ๆ อีกจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในด้าน Smart Farming หรือเกษตรอัจฉริยะเป็นการนำเทคโนโลยี IoT มาใช้กับงานด้านการเกษตร เพื่อช่วยเพิ่มผลผลิตและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้แก่ 1) การวิเคราะห์พื้นที่เพาะปลูก เช่น การใช้อุปกรณ์เซ็นเซอร์ต่าง ๆ มาวัดคุณภาพดิน ความชื้น หรือสภาพอากาศ และนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลเพื่อเลือกปลูกพืชให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม 2) การดูแลรักษาและเพิ่มผลผลิต เช่น ระบบให้น้ำอัตโนมัติสำหรับพืชที่ต้องมีการควบคุมอุณหภูมิหรือความชื้น และ 3) ทุ่นแรงและลดภาระหรือความเสี่ยงให้กับเกษตรกร เช่น การใช้โดรนติดตั้งอุปกรณ์สำหรับฉีดพ่นสารเคมีในที่สูงหรือยากต่อการเข้าถึง อีกทั้งยังช่วยลดความเสี่ยงต่อตัวเกษตรกรในการได้รับสารเคมีที่เป็นอันตรายโดยตรง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. เครื่องมือการวิจัย

1.1 ชุดอุปกรณ์กระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะ

1.2 แบบประเมินประสิทธิภาพการทำงาน

2. กลุ่มเป้าหมาย

อาจารย์ หรือบุคคลที่มีความเชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์เทคโนโลยีและไมโครคอนโทรเลอร์ฮาร์ดแวร์ จำนวน 5 คน

3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1 ออกแบบฮาร์ดแวร์และโปรแกรมที่ใช้ควบคุมการดูแลผักสลัด

3.1.1 การออกแบบและจัดทำโมเดลชุดกระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะ ผู้วิจัยดำเนินการโดยการศึกษาคุณสมบัติของอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ที่สามารถใช้งานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย จากนั้นทำการประกอบและเชื่อมต่อวงจรและอุปกรณ์เข้าด้วยกัน

3.1.2 การออกแบบทางซอฟต์แวร์ เพื่อใช้งานในการควบคุมการทำงาน ตัวฮาร์ดแวร์ระบบควบคุมหลักจะมี 4 ส่วน ได้แก่ พัดลมระบายอากาศและเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิอากาศ servo สำหรับการให้ปุ๋ยน้ำ ปั๊มน้ำสำหรับหมุนเวียนออกซิเจนในน้ำ หลอดไฟ LED สำหรับให้แสงเพื่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช โดยจะเขียนโปรแกรมเพื่อรับสัญญาณและส่งสัญญาณที่เชื่อมต่อระหว่าง Arduino uno กับตัวรับส่งข้อมูล อ่านค่าการหยดปุ๋ยและระบายอากาศในกระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะ และเพื่อสั่งการทำงานของอุปกรณ์ที่กล่าวมา ให้สามารถทำงานได้ตามกำหนด

3.2 เชื่อมต่อระบบฮาร์ดแวร์และทดสอบการใช้งาน

โมดูลนาฬิกา DS3231 การทำงานคือ การเก็บข้อมูลอย่างเช่น วินาที นาที ชั่วโมง (แบบ 12 หรือ 24) วัน เดือน ปี ได้ ในปัจจุบันเชื่อมต่อสื่อสารแบบบัส I2C ได้ การต่อขาของโมดูลนาฬิกา DS3231 กับบอร์ด Arduino uno ขา SCL เชื่อมต่อกับขาพิน A5 ขา SDA เชื่อมต่อกับขาพิน A4 ขา VCC เชื่อมต่อกับขาพิน 5V ขา GND เชื่อมต่อกับขาพิน GND พัดลมต่อผ่านกับรีเลย์เป็นสวิตช์ไฟ ตัด-ต่อวงจร เพื่อให้อุณหภูมิคงที่ตามที่กำหนด การต่อรีเลย์กับพัดลมระบายอากาศ ขา VCC เชื่อมต่อกับขา NO ขา GND เชื่อมต่อกับขา COM และเขียนโปรแกรมเปิด-ปิดพัดลมตามอุณหภูมิ servo การต่อขาของ servo กับบอร์ด Arduino uno ขา VCC เชื่อมต่อกับขาพิน 5V ขา Data เชื่อมต่อกับขาพิน 9 ขา GND เชื่อมต่อกับขา GND หลอด LED จะต่อผ่านกับรีเลย์เป็นสวิทช์ไฟ ตัด-ต่อวงจร เพื่อให้ผักสลัดสังเคราะห์แสง การต่อขาของไฟ LED กับรีเลย์ ขา VCC เชื่อมต่อกับขา NO ขา GND เชื่อมต่อกับขา COM ปั๊มน้ำ ต่อผ่านกับรีเลย์เป็นสวิทช์ไฟ ตัด-ต่อวงจร เพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำ การต่อขารีเลย์กับปั๊มน้ำ ขา VCC เชื่อมต่อกับขา NO ขา GND เชื่อมต่อกับขา COM การทำงานของระบบทั้งหมด จะเป็นการสั่งการทำงานจากบอร์ด Arduino uno โดยเขียนโปรแกรมของระบบต่าง ๆ ใช้ วัน เดือน ปี และเวลา จากโมดูลนาฬิกา DS3231 เป็นตัวกำหนดเปิด-ปิดระบบต่าง ๆ ดังภาพ 1

3.3 เขียนโปรแกรมควบคุมฮาร์ดแวร์ในการดูแลผักสลัด

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลจากกรมส่งเสริมการเกษตร เรื่องการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์[1] จากนั้นดำเนินการลงมือเขียนโปรแกร มซึ่งโปรแกรมหลักที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์คือ โปรแกรมเปิด-ปิดพัดลมตามอุณหภูมิ โดยเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 28 องศาให้พัดลมทำงาน โปรแกรมเปิด-ปิด servo เวลา โดยกำหนดเวลาเปิด 06.00 – 60.01 น. เพื่อใช้ในการหยดปุ๋ยให้ผักสลัด โปรแกรม เปิด-ปิด ไฟ LED โดยกำหนดเวลาเปิด 06.00 – 06.10 น. เพื่อให้แสงแก่ผักสลัด โปรแกรมเปิด-ปิด ปั๊มน้ำ โดยกำหนดเวลาเปิด 06.00 – 07.00 น. เพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำ

3.4 ออกแบบโครงสร้างของกระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะ

ผู้พัฒนาได้ทำการสร้างกระเช้าปลูกอัจฉริยะแบบจำลองมีขนาดกว้าง 36 ซม. ความยาว 47 ซม. ความสูง 18 ซม. ข้างในจะมีไฟ LED เพื่อให้ผักสลัดได้สังเคราะห์แสง พัดลมดูดระบายอากาศเพื่อให้อุณหภูมิคงที่ โมดูลนาฬิกา DS3231 เพื่อกำหนดเวลา วัน เดือน ปี ระบบหยดปุ๋ย และระบบเพิ่มออกซิเจนในน้ำ เหตุผลที่สร้างกระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะขึ้นมา เพื่อที่จะตรวจการควบคุมต่าง ๆ ของกระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะ เพื่อที่จะนำไปใช้ในการปลูกผักในกระเช้าได้ เพื่อให้ความสะดวกสบายในการดูแล

4. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบค่าสถิติ (Dependent t-test) โดยนำผลที่ได้ เทียบกับเกณฑ์การประเมินดังนี้ [12]

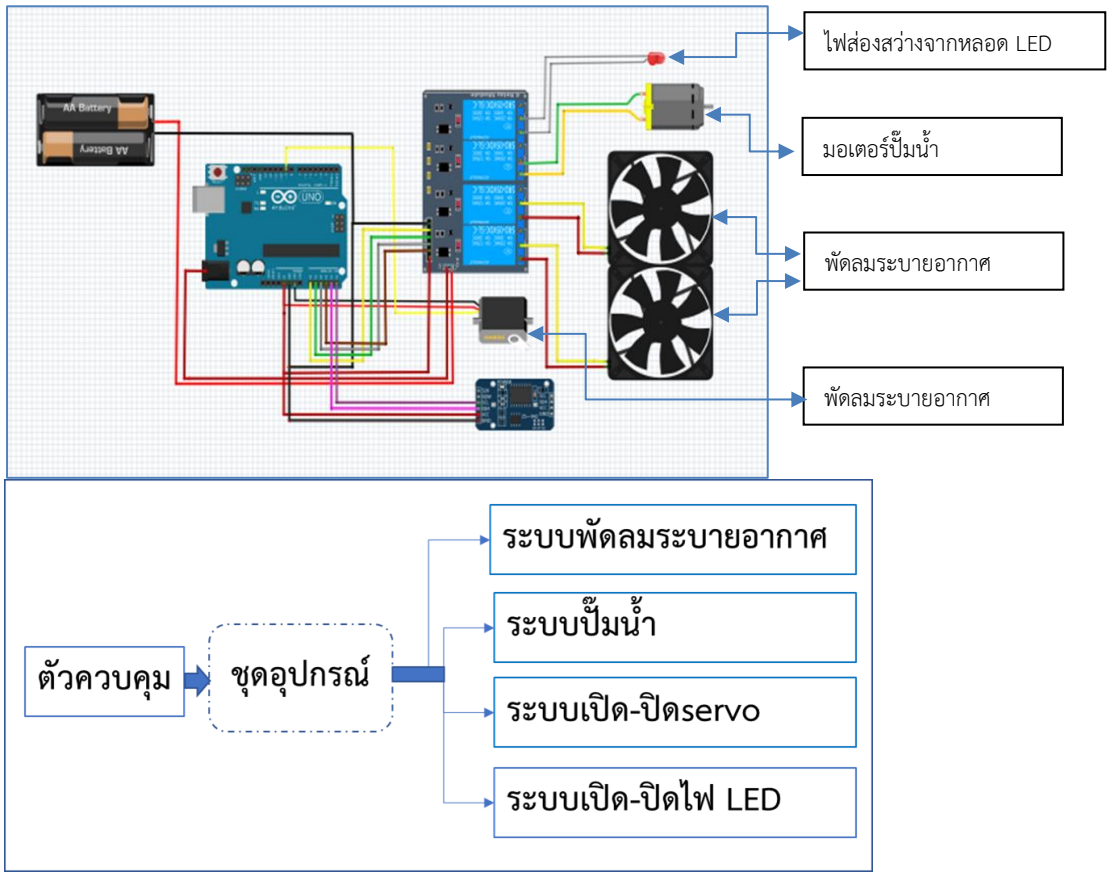
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 – 5.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 – 4.50 หมายความว่า ระดับมาก
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.51 – 3.50 หมายความว่า ระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.51 – 2.50 หมายความว่า ระดับน้อย
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.01 – 1.50 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

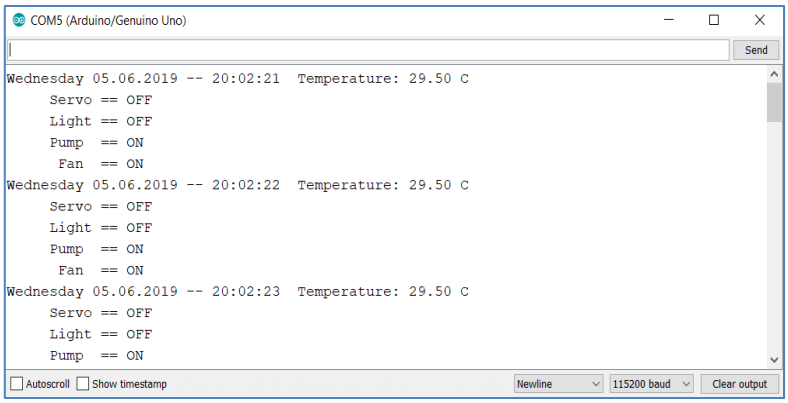
1. พัฒนากระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะ ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1.1 ผลการศึกษาองค์ประกอบของระบบกระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะให้เกิดผลที่สมบูรณ์

ผู้วิจัยได้ศึกษาบริบท และอุปสรรคในการปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์ และได้นำข้อมูลที่ได้ไปช่วยในการออกแบบวงจรระบบกระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะ ได้ผลดังภาพที่ 1 วงจรระบบกระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะมีองค์ประกอบ ประกอบด้วย 1) ระบบพัดลมระบายอากาศ 2) ระบบปั๊มน้ำ 3) ระบบเปิด-ปิดservo 4) ระบบเปิด-ปิดไฟ LED แสดงดังภาพที่ 1-2 และตารางที่ 1



ภาพที่ 1 องค์ประกอบของระบบและวงจรระบบกระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะ



ภาพที่ 2 การแสดงสถานะการทำงานของระบบทั้งหมด

จากภาพที่ 2 เป็นการแสดงค่าสถานะการทำงานของระบบทั้งหมด ซึ่งจะทำงานตามเวลาหรือเงื่อนไขที่กำหนด เช่น พัดลมระบายอากาศจะทำงานเมื่อมีอุณภูมิสูงกว่า 28 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 1 ตารางแสดงการตรวจสอบการทำงานของทุกระบบแบบสมบูรณ์

ลำดับ	จำนวนการตรวจสอบการทำงานอย่างต่อเนื่อง																		
รอบ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
4	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

จากตารางที่ 1 ผลการตรวจสอบการทำงานอย่างต่อเนื่อง พบว่า หลังจากการแก้ไขการทำงานของอุปกรณ์และคำสั่งควบคุมของระบบต่าง ๆ ให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและต่อเนื่องไม่ติดขัด และแม่นยำตามที่กำหนดและความต้องการ

1.2 ผลการพัฒนาระบบกระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาระบบกระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะตามขั้นตอนการวิจัย โดยนำข้อมูลจากการศึกษา และวิเคราะห์จัดทำระบบกระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะและเครื่องมือของกิจกรรม แสดงดังภาพที่ 3

ภาพที่ 3 ระบบกระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะ

จากภาพที่ 3 ระบบกระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะ ประกอบด้วยพัดลมระบายอากาศที่ทำงานเมื่ออุณภูมิสูงกว่ากำหนด ปั๊มน้ำทำหน้าที่เพิ่มการหมุนเวียนออกซิเจนในอากาศ มอเตอร์ servo ทำหน้าที่หยดปุ๋ยน้ำตามเวลาที่ตั้งไว้ หลอดไฟ LED เพื่อให้แสงแก่ผักสลัด และแบตเตอรี่ลิเธียมโพลิเมอร์สำหรับให้พลังงานตัวระบบ

2. ผลการทดลองใช้กระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะ

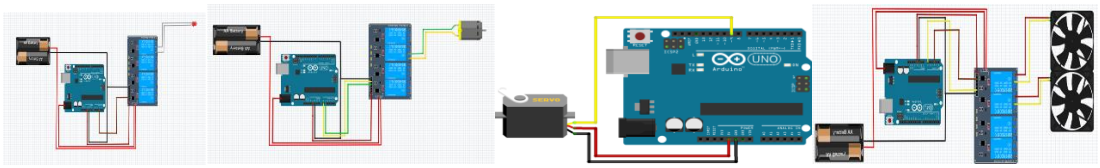
ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบของระบบกระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะ สามารถแบ่งการทดสอบได้เป็น 4 ส่วน ได้แก่ การทดสอบการทำงานของระบบพัดลมระบายอากาศ การทดสอบการทำงานของระบบปั๊มน้ำ การทดสอบการทำงานของระบบเปิด-ปิด servo หยดปุ๋ย และการทดสอบการทำงานของระบบเปิด-ปิดไฟ LED เหมือนกับตอนทดสอบก่อนตัวสมบูรณ์ ได้ผลการทดสอบดังนี้

2.1 การทดสอบการทำงานของระบบพัดลมระบายอากาศ จากขั้นตอนการทดสอบการทำงานของระบบพัดลมระบายอากาศก่อนสมบูรณ์ ผู้วิจัยได้พบปัญหาเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิอากาศ DHT22 ทำงานไม่สมบูรณ์ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการเปลี่ยนตัวเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิอากาศ DHT22 ใหม่ และได้ทำการทดสอบอีกครั้งโดยวิธีการเดิม คือการเพิ่มอุณภูมิในกระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะให้สูงขึ้น โดยสูงกว่า 28 องศาเซลเซียส ผู้วิจัยได้กำหนดจำนวนครั้งในการทดสอบไว้ที่ 100 ครั้ง พบว่า พัดลมระบายอากาศทำงานได้อย่างปกติสมบูรณ์เมื่ออุณหภูมิสูงกว่ากำหนด

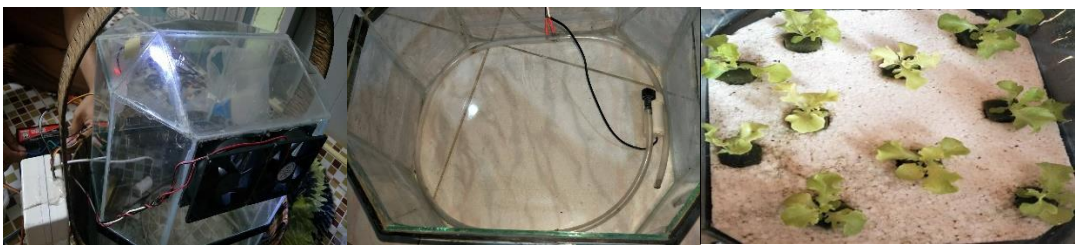
2.2 การทดสอบการทำงานของระบบปั๊มน้ำ จากขั้นตอนการทดสอบการทำงานของระบบปั๊มน้ำก่อนสมบูรณ์ ผู้วิจัยพบกับปัญหาท่ออุดตันเนื่องมาจากตะกอนในน้ำ จึงได้ทำการแก้ปัญหาโดยการทำความสะอาดท่อของปั๊มน้ำและใช้น้ำที่สะอาดขึ้น หลังจากนั้นทำการทดสอบเช่นเดิม โดยการตั้งเวลาให้ปั๊มน้ำทำงานเมื่อถึงเวลาที่กำหนด โดยกำหนดให้ปั๊มน้ำทำงาน 1 ชั่วโมง และหยุดพักครั้งละ 30 นาที ให้ปั๊มน้ำทำงานและหยุดพักสลับกันไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะครบการทำงาน 100 ครั้ง พบว่า ปั๊มน้ำทำงานได้อย่างปกติ

2.3 การทดสอบการทำงานของระบบเปิด-ปิด servo หยดปุ๋ย จากขั้นตอนการทดสอบการทำงานของระบบเปิด-ปิด servo หยดปุ๋ยก่อนสมบูรณ์ จำนวน 100 ครั้ง ไม่พบปัญหาใด ๆ จึงไม่มีการแก้ไขในส่วนนี้

2.4 การทดสอบการทำงานของระบบเปิด-ปิดไฟ LED จากขั้นตอนในการทดสอบการทำงานของระบบเปิด-ปิดไฟ LED ก่อนสมบูรณ์ พบปัญหากำลังวัตต์ของแบตเตอรี่ไม่เพียงพอต่อการใช้งาน ทำให้มีผลต่อความสว่างของหลอด LED ผู้วิจัยจึงได้เปลี่ยนไปใช้แบตเตอรี่ที่มีกำลังวัตต์สูงกว่า และทำการทดสอบโดยตั้งเวลาให้หลอด LED ติดครั้งละ 30 นาที และหยุดพัก 30 นาที สลับกันไปเรื่อย ๆ จนการทำงานครบ 100 ครั้ง พบว่าแสงจากหลอด LED ยังคงสามารถให้ความสว่างที่พอเหมาะในการสังเคราะห์แสงแก่ผักสลัดอยู่ จึงสรุปได้ว่าหลอด LED ทำงานได้ปกติ



ภาพที่ 4 การต่อวงจรควบคุมการทำงาน



ภาพที่ 5 การทดสอบการใช้งานกระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะ

3. ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบกระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะ

ผู้วิจัยนำระบบกระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะที่พัฒนาขึ้นนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน พิจารณาเพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบกระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบ

ด้านที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
		$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
1	การประเมินด้านฟังก์ชันการทำงานของระบบ	4.70	0.41	มากที่สุด
2	การประเมินด้านการใช้งานของระบบ	4.77	0.25	มากที่สุด
3	การประเมินด้านผลลัพธ์ที่ได้จากระบบ	4.80	0.27	มากที่สุด
4	การประเมินด้านความปลอดภัย	4.50	0.50	มากที่สุด
	โดยรวม	**4.69**	**0.29**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 2 ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบกระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.69) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่าด้านที่มีผลการประเมินสูงที่สุด คือ ด้านผลลัพธ์ที่ได้จากระบบมีผลการประเมิน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.80)

อภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบระบบกระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะ รวมทั้งได้ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของกระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะโดยผู้เชี่ยวชาญ สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนากระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะ สำเร็จสมบูรณ์ได้ทั้งนี้ เนื่องมาจากผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาของการทำงานในแต่ละขั้นตอนว่ามีปัญหาด้านใดบ้าง จากนั้นทำการพัฒนาระบบขึ้น ซึ่งทุกขั้นตอนมีการตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงแก้ไขไปพร้อม ๆ กันทั้งตัวชุดอุปกรณ์และการเขียนโปรแกรมควบคุม โดยได้ทดสอบการทำงานของชุดอุปกรณ์และโปรแกรมควบคุม ได้แก่ ระบบพัดลมระบายอากาศ ระบบปั๊มน้ำ ระบบเปิด-ปิด servo หยดปุ๋ย ระบบเปิด-ปิดไฟ LED โดยทั้ง 4 ระบบสามารถทำงานได้ถูกต้องสมบูรณ์หลังได้ทดสอบการทำงานและปรับแก้ไขจนใช้งานได้จริง เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากทุกขั้นตอนมีการตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงแก้ไขในตัวชุดอุปกรณ์และคำสั่งควบคุมระบบ ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับเสกสรรค์ ศิวิลัย [11] ได้มีวิจัยเกี่ยวกับระบบไอโอที และมีให้ผลการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ผลการทดลองใช้กระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองใช้งานกระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะ หลังจากการทดสอบการพัฒนาเสร็จแล้วเรียบร้อย ผลปรากฏว่า กระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะสามารถปลูกผักสลัดได้จริงตามความต้องการ สอดคล้องกับงานวิจัยของ วีรศักดิ์ ฟองเงิน สุรพงษ์ เพ็ชร์หาญ และรัฐสิทธิ์ ยะจ่อ [10] ได้ผลวิจัยและผลการทำงานของระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ผลการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบกระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะ ผลการวิจัยและพัฒนาระบบกระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า ระบบมีประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากผู้วิจัยได้นำศึกษาการออกแบบและเขียนโปรแกรมภาษา C สำหรับ Arduino พื้นฐาน การออกแบบระบบฮาร์ดแวร์แล้วนำระบบที่พัฒนาขึ้น เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ทำการทดลองใช้งานระบบกระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะและทำการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบในแต่ละด้าน พบว่าผลการประเมินประสิทธิภาพ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.69) ผลการวิจัย พบว่า สามารถนำระบบดังกล่าวที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในงานที่เกี่ยวกับการปลูกพืชโดยไม่ต้องใช้ดินหรือไฮโดรโปนิกส์กและการดูแลพืชทางเกษตรอัตโนมัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของ เบญจพล เรืองศักดิ์ และณฐวุฒิ ขันมัง [9] กล่าวถึงการเจริญเติบโตของเห็ดโดยอุณหภูมิมีส่วนสำคัญต่อการเจริญเติบโตเป็นอย่างมาก

ข้อเสนอแนะ

1. การพัฒนากระเช้าปลูกผักสลัดอัจฉริยะในอนาคต สามารถนำไปพัฒนาใช้ร่วมระบบ Artificial Intelligence (AI) เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ความต้องการของพืชและสารอาหาร เพื่อให้ระบบเรียนรู้เองในการดูแลผักตามความเหมาะสมและสามารถแจ้งเตือนเราได้

2. ควรจัดทำชุดสำรองข้อมูลในระบบ เพื่อนำมาวิเคราะห์การพัฒนาระบบให้ได้ผลผลิตที่มากขึ้น หรือตรงตามความต้องการของผู้ใช้ในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมส่งเสริมการเกษตร. (2558). *การปลูกผักไฮโดรโปนิกส์.* สืบค้นจาก http://www.servicelink.doae.go.th/corner%20book/book%2005/ Hydropronic.pdf.

[2] *Arduino.* (2558) สืบค้นจาก https://www.thaieasyelec.com/article-wiki/latest-blogs/what-is-arduino-ch1.html

[3] *โมดูลนาฬิกา DS3231* (2563) สืบค้นจาก https://www.arduinoall.com/product/410/ds3231-module-โมดูลนาฬิกา-ds3231m-และเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ-พร้อมถ่าน

[4] *พัดลมระบายอากาศ.* (2558) สืบค้นจาก https://teepakaenmodo.wordpress.com/2015/02/16/พัดลมซีพียู-cpu-fan-หรือ-คอมพิวเตอร์/

[5] *แบตเตอรี่ลีเธียมโพลิเมอร์.* (2557) สืบค้นจาก http://mis.ipc.kmutt.ac.th/doc/doc/doc_view_t.asp?doc_id=248

[6] *รีเลย์.* (2562) สืบค้นจาก https://mall.factomart.com/relay/

[7] *เซอร์โวมอเตอร์.* (2560) สืบค้นจาก http://www.advance-electronic.com/blog/detail/86/th/เซอร์โวมอเตอร์-(Servo-Motor).html

[8] *ปั๊มน้ำ.* (2544-2563) สืบค้นจาก http://www.smilepetshop.com/product-th-153328-ปั๊มน้ำแยกตามขนาด.html

[9] เบญจพล เรืองศักดิ์ และ ณฐวุฒิ ขันมัง. (2559). *ระบบควบคุมอุณหภูมิความชื้นสำหรับใช้ในโรงเพาะเห็ด.* [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://eng.kps.ku.ac.th/dblibv2/fileupload/project_IdDoc305_IdPro734.pdf [1/12/2562]

[10] วีรศักดิ์ ฟองเงิน สุรพงษ์ เพ็ชร์หาญ และ รัฐสิทธิ์ ยะจ่อ. (2561). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอทีควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า. *วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2561.* มหาสารคาม : คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. หน้า 172-182.

[11] เสกสรร ศิวิลัย. (2016). *Internet of Things เมื่อสรรพสิ่งล้วนเชื่อมต่อ (อินเทอร์เน็ต).* พิษณุโลก : ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.

[12] มนต์ชัย เทียนทอง. (2548). *สถิติและวิธีการวิจัยทางเทคโนโลยีสารสนเทศ.* กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[13] Stair (1996: 411-412): *System development life cycle*: SDLC.