# การออกแบบและพัฒนาระบบรดน้ำพืชพันธุ์กระท่อมอัตโนมัติ โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง

# Design and Development of an Automated Kratom Plant Irrigation System Utilizing Internet of Things (IoT) Technology for Sustainable Agriculture

**รัตติกานต์ วิบูลย์พานิช[1], อมรวิทย์ วัชรพฤกษาดี[2], จิรวิญญ์ ดีเจริญชิตพงศ์[3]**

*[1]คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล/มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ, Rattikan.vi@northbkk.ac.th*

*[2]คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล/มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ, Amornvit.va@northbkk.ac.th*

*[3]คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล/มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ, Jirawin.de@northbkk.ac.th*

**บทคัดย่อ**

การออกแบบและพัฒนาระบบรดน้ำพืชพันธุ์กระท่อมอัตโนมัติ โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบการรดน้ำในการดูแลรักษาต้นกล้าพืชพันธุ์กระท่อม ประกอบด้วย 5 โมดูล ดังนี้ โมดูลแสดงอุณหภูมิ โมดูลความชื้นในดิน โมดูลแสดงความชื้นในโรงเรือน โมดูลการตั้งเวลา เปิด-ปิด แบบอัตโนมัติ และโมดูลการตั้งเวลา เปิด-ปิดระบบกลางแจ้ง 2) เพื่อวัดประสิทธิผลการเจริญเติบโตและความแข็งแรงของต้นกล้าพืชพันธุ์กระท่อม โดยการเปรียบเทียบการรดน้ำ 2 รูปแบบ คือ รดน้ำโดยใช้คนเปิด-ปิดสปริงเกอร์ภายนอกโรงเรือน และระบบการพ่นแบบฝอยซึ่งอยู่ในโรงเรือน กับระบบที่ใช้เทคโนโลยีในการควบคุมเพื่อหาข้อแตกต่างในการเจริญเติบโตของพืชพันธุ์กระท่อม 3) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของการใช้งานระบบรดน้ำพืชพันธุ์กระท่อมอัตโนมัติ โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง

การใช้งานเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่งโดยใช้บอร์ด Arduino Node MCU ESP8266 เข้ามาควบคุมระบบเพื่อทำการประมวลผลและทำการตรวจและแสดงค่าอุณหภูมิในอากาศ ความชื้นในอากาศ โดยจะทำการตรวจแสดงค่าและตั้งค่าเพื่อควบคุมความชื้นในดินนำมาประมวลผลแล้วทำการสั่งเปิด-ปิด การจ่ายน้ำเพื่อใช้สำหรับรดน้ำพืชพันธุ์กระท่อมอัตโนมัติในส่วนของระบบในโรงเรือน และสามารถตั้งเวลารดน้ำได้ในส่วนของระบบนอกโรงเรือนได้โดยผู้ใช้งานสามารถควบคุมผ่าน Application Blynk บนสมาร์ทโฟนผ่านสัญญาณ WIFI และสัญญาณโทรศัพท์ โดยระบบมีผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพการทำงานจำนวน 3 คน ค่าเฉลี่ยรวม ($\overline{X}$) เท่ากับ 4.61 และได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.41 แปลผลประสิทธิภาพอยู่ระดับมากที่สุด ประสิทธิภาพการทำงานของระบบโดยผู้ใช้งานทั่วไปจำนวน 15 คน ได้ค่าเฉลี่ยรวม ($\overline{X}$) เท่ากับ 4.47 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.69 แปลผลประสิทธิภาพอยู่ระดับมาก

***คำหลัก:*** ระบบรดน้ำโดยใช้เทคโนโลยี, พืชพันธุ์กระท่อม, เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง, เกษตรกรรมยั่งยืน

**Abstract**

The primary objectives of Design and Development of an Automated Kratom Plant Irrigation System Utilizing Internet of Things (IoT) Technology for Sustainable Agriculture are as follows: 1) to design and develop an automated irrigation system aimed at maintaining kratom plant seedlings, incorporating five modules, namely temperature display, soil moisture measurement, greenhouse humidity monitoring, automatic on/off timer, and an outdoor system on/off timer; 2) to assess the growth performance and vigor of kratom plant seedlings by comparing two distinct irrigation methods between manually operated on/off sprinklers located outside the greenhouse and an indoor misting system with a technology-controlled system in order to discern any disparities in kratom plant growth; 3) to appraise the efficacy of the automated kratom plant irrigation system employing IoT technology with regard to sustainable agriculture.

The IoT technology utilized an Arduino Node MCU ESP8266 to govern the system, process data, and observe air temperature, humidity, and soil moisture. Users control the system via the Blynk Application on smartphones through Wi-Fi and mobile network connectivity. A performance evaluation was carried out by a panel of three experts, resulting in a mean score of 4.61 and a standard deviation (SD) of 0.41, signifying the highest level of efficiency. Furthermore, the system's performance was evaluated by 15 general users, obtaining a mean score of 4.47 and an SD of 0.69, which denotes a high level of efficiency. This research not only contributes to the advancement of an automated irrigation system for kratom plants but also holds potential applicability to other plant species, thereby facilitating more convenient and efficient monitoring and management of plant care by employing IoT technology.

***Keywords:*** Automated irrigation system, Kratom plant seedlings, Internet of Things (IoT), Sustainable agriculture

**ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา**

ในปัจจุบันเกษตรยุคใหม่เป็นที่นิยมเป็นอย่างมาก ด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีทำให้ผู้ที่ประกอบอาชีพเกษตรกรก้าวเข้าสู่การเป็น Smart Farmer หรือเกษตรกรอัจฉริยะ ด้วยการใช้เทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาช่วยในการทำเกษตรแบบ 4.0 และผันตัวจากการเป็นผู้ผลิต มาเป็นผู้ผลิตพร้อมทั้งแปรรูปและจัดจำหน่าย กลายเป็นนักธุรกิจเต็มตัว เพราะในปัจจุบันเกษตรกรสามารถค้าขายผ่านระบบออนไลน์บนโทรศัพท์มือถือได้อย่างสะดวกสบาย เชื่อมโยงให้เกิดการสั่งซื้อผ่าน Application ต่างๆ การส่งของด้วยบริษัทเอกชนที่รวดเร็ว ซึ่งทำให้ตัดเรื่องการสูญเสียผลกำไรบางส่วนให้แก่พ่อค้าคนกลาง โดยมีเงื่อนไขเดียวคือการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเท่านั้น [1]

ซึ่งในปัจจุบันหากจะพูดถึงต้นกระท่อมหลายคนมองไปถึงสารเสพติด เพราะแต่เดิมนั้นถูกขึ้นทะเบียนไว้เป็นสารเสพติดประเภทหนึ่ง แต่ในปี 2564 ได้ถูกพิจารณายกเลิกจากทะเบียนดังกล่าวแล้ว ทำให้เราสามารถนำมาใช้ประโยชนได้ภายใต้ขอบเขตที่ พรบ.ระบุ โดยกระท่อม จัดเป็นพืชเศรษฐกิจใหม่มาแรงเป็นพืชที่ตลาดมีความต้องการ โดยสรรพคุณที่ดีต่อสุขภาพ โดยการดูแลต้นกล้าพืชพันธุ์กระท่อมจะต้องดูแลอย่างใกล้ชิด เพื่อไม่ให้ศัตรูพืชเข้ามาทำลายรากหรือยอดของต้นกล้า ซึ่งอาจจะทำให้ต้นอ่อนไม่เจริญเติบโตได้ และอาจจะทำให้ต้นกล้าตายได้ และอีกสิ่งที่พึงระวังในการปลูกคือการรดน้ำซึ่งหากได้รับปริมาณน้ำน้อยเกินไป จะเกิดสภาวะขาดน้ำหรือหากได้รับปริมาณน้ำมากเกินไปทำให้เกิดรากเน่าและตายได้ [2] โดยเมื่อมีผู้นิยมซื้อขายเป็นจำนวนมาก และต้องการที่จะปลูกให้ได้คุณภาพ และปริมาณที่มาก การปลูกกระท่อมโดยนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการปลูกภายในโรงเรือนก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่ง โดยมีงานวิจัยที่เกี่ยวกับพัฒนาต้นแบบการปลูกกระท่อมภายใต้โรงเรือนอัจฉริยะที่เหมาะสมกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชม ได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการนำระบบมาใช้สำหรับปลูกกระท่อมในระบบโรงเรือน โดยกระท่อมที่ปลูกภายใต้โรงเรือนอัจฉริยะเพื่อเปรียบเทียบผลของการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโต [3]

จากความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาระบบรดน้ำพืชพันธุ์กระท่อมอัตโนมัติโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง (IoT) มาช่วยในการควบคุมระบบการรดน้ำพืชพันธุ์กระท่อม ซึ่งระบบสามารถแสดงค่าความชื้นในอากาศและอุณหภูมิในอากาศรวมถึงการตั้งค่าควบคุมความชื้นในดินโดยมีสำหรับการปลูกโดยใช้โรงเรือนในระยะต้นกล้าเพื่อช่วยการควบคุมการเจริญเติบโตและยังสามารถป้องกันศัตรูพืช และระบบการรดน้ำกลางแจ้ง โดยระบบที่ออกแบบและพัฒนาต้นแบบสามารถใช้รดน้ำในพื้นที่ประมาณ 1-2 ไร่ โดยลดต้นทุนในการจ้างคนมารดน้ำ จึงได้ทำการสร้างระบบรดน้ำอัตโนมัติโดยสั่งงานผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งานในการสั่งงานและควบคุมระบบรดน้ำผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อสั่งงานระยะไกล

**วัตถุประสงค์**

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบการรดน้ำในการดูแลรักษาต้นกล้าพืชพันธุ์กระท่อม
2. เพื่อทดสอบประสิทธิผลของการรดน้ำด้วยคน เปรียบเทียบกับระบบรดน้ำแบบอัตโนมัติ และแบบสั่งการบนระบบ IoT
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของการใช้งานระบบรดน้ำพืชพันธุ์กระท่อมอัตโนมัติ โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง

**ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

1. ได้ระบบการรดน้ำในการดูแลรักษาต้นกล้าพืชพันธุ์กระท่อม ที่สามารถควบคุมการตั้งค่าความชื้นในดินและแสดงค่าอุณหภูมิในอากาศในระบบโรงเรือน
2. ได้ระบบที่ผู้ใช้งานสามารถตั้งค่าเวลาในการรดน้ำพืชพันธุ์กระท่อมสำหรับระบบนอกโรงเรือน

3. ได้ระบบที่สามารถแสดงรายงานสถานะของค่าความชื้นในดิน และอุณหภูมิในอากาศผ่านโทรศัพท์

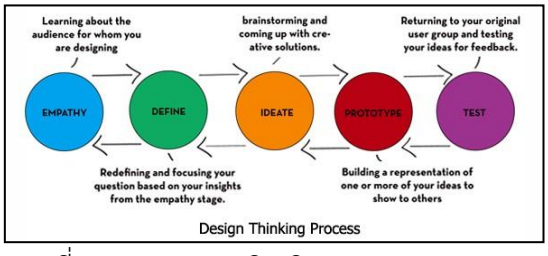
4. เพื่อทดสอบประสิทธิผลของระบบการรดน้ำต้นไม้แบบอัตโนมัติและการรดน้ำแบบสั่งการได้

## วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการออกแบบและพัฒนาระบบรดน้ำพืชพันธุ์กระท่อมอัตโนมัติโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง แบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

**ระยะที่ 1** การออกแบบและพัฒนาระบบรดน้ำพืชพันธุ์กระท่อมอัตโนมัติโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง มีขั้นตอนดังนี้

ทฤษฎีที่นำมาใช้ในการออกแบบตัวต้นแบบระบบ คือ กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) เป็นการนำกระบวนการในการคิดที่ให้ความสำคัญกับบุคคล โดยคำนึงถึงธรรมชาติของผู้ใช้ประกอบกับการนำเครื่องมือและเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่เหมาะสมมาใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่มีอยู่อย่างสร้างสรรค์และมีประสิทธิภาพ โดย มีกระบวนการดังนี้




ภาพประกอบที่ 1 กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking)

1. Empathy เป็นการทำความเข้าใจต่อกลุ่มเป้าหมายให้มากที่สุด ซึ่งมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เมื่อจะสร้างสรรค์ หรือแก้ไขสิ่งใดก็ตามจะต้องเข้าใจถึงกลุ่มเป้าหมายอย่างถ่องแท้

2. Define การสังเคราะห์ข้อมูล การตั้งคำถามปลายเปิดที่ผลักดันให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ไม่จำกัดกรอบของการแก้ปัญหา ซึ่งภายหลังจากการเรียนรู้และทำเข้าใจต่อกลุ่มบุคคลเป้าหมายแล้ว ต้องวิเคราะห์ปัญหากำหนดให้ชัดเจนว่าปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร เลือกและสรุปแนวทางความเป็นไปได้

3. Ideate การระดมความคิดใหม่ ๆ อย่างไม่มีขีดจำกัด หรือการสร้างความคิดต่าง ๆ ให้เกิดขึ้น โดยเน้นการหาแนวคิดและแนวทางในการแก้ไขปัญหาให้มากที่สุด หลากหลายที่สุด โดยความคิดและแนวทางต่าง ๆ ที่คิดขึ้นมานั้นเพื่อตอบโจทย์ปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้น Define

4. Prototype การสร้างแบบจำลอง หรือการสร้างต้นแบบขึ้นมา เพื่อให้ผู้ใช้สามารถทดสอบและตอบคำถามหรือกระตุ้นให้เกิดการวิพากษ์วิจารณ์ เพื่อที่จะได้เข้าใจสิ่งที่อยากรู้มากยิ่งขึ้น และยิ่งสร้างเร็วเท่าไรจะยิ่งได้ลองหาข้อผิดพลาด และเรียนรู้เกี่ยวกับไอเดียได้เร็วเท่านั้น

5. Test หรือการทดสอบ โดยเรานำแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาทดสอบกับผู้ใช้ หรือกลุ่มเป้าหมาย เพื่อสังเกตประสิทธิภาพการใช้งาน โดยนำผลตอบรับ ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ตลอดจนคำแนะนำมาใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงต่อไป [4]

**ระยะที่ 2** การทดสอบประสิทธิผลของการรดน้ำด้วยคน เปรียบเทียบกับระบบรดน้ำแบบอัตโนมัติ และแบบสั่งการบนระบบ IoT เพื่อหาความแตกต่าง

ทฤษฎีที่นำมาใช้ในการจำลองการศึกษาวิจัย โดยมีองค์ประกอบคือ ระบบ (system) แบบจำลองระบบการพัฒนาแบบจำลองระบบ (model and modeling) และการจำลองสถานการณ์ (system simulation) [5] โดยมีกระบวนการดังนี้

ระบบ (System) ส่วนหนึ่งของสภาพธรรมชาติจริงที่ประกอบไปด้วยองค์ประกอบที่สัมพันธ์กัน มีขอบเขตจำกัดที่ได้รับอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพธรรมชาติรอบด้าน แต่การทำงานตามกระบวนการของระบบไม่ได้ส่งผลกระทบถึงสภาพธรรมชาติ เช่น ระบบรดน้ำพืชพันธุ์กระท่อมอัตโนมัติโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง ประกอบด้วย ที่ดิน ต้นพืชพันธุ์กระท่อม แรงงาน อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยการติดตั้งระบบดังกล่าวไม่ได้มีผลต่อสภาพอากาศ หรือฤดูกาล ในทางตรงกันข้าม สภาพอากาศกลับเป็นส่วนหนึ่งของระบบ เนื่องจากพืชพันธุ์กระท่อมอาจเปลี่ยนแปลงได้หากสภาพอากาศมีการเปลี่ยนแปลง

แบบจำลองระบบ (Model) เป็นตัวแทนระบบธรรมชาติอาจเป็นแบบจำลองกายภาพ (physical model) ของพื้นที่ที่ใช้สำหรับการเพาะปลูก

การจำลองสถานการณ์ (System simulation) เป็นการใช้แบบจำลองที่มีอยู่ หรือที่พัฒนาได้ในการศึกษาการตอบสนองของระบบที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

โดยการใช้ Forrester diagram ตามหลักของ state variable approach ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหลัก (state variables) และตัวแปรอัตราเพิ่ม (rate variables) ของระบบที่สนใจ โดยตัวอย่างที่สนใจในระบบ เช่น ความสูงและคุณภาพของการเจริญเติบโตของลำต้นและใบ ซึ่งปัจจัยภายนอกที่เป็นตัวกำหนดค่าตัวแปรอัตราเร่ง เช่น ในสภาพอุณหภูมิอากาศสูงพืชมักมีอัตราการหายใจ และอัตราการคายน้ำสูงกว่าในสภาพอุณหภูมิอากาศต่ำ

**ระยะที่ 3** ประเมินประสิทธิภาพของการใช้งานระบบรดน้ำพืชพันธุ์กระท่อมอัตโนมัติ โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ในการประเมินประสิทธิภาพของระบบเพื่อให้มีคุณภาพน่าเชื่อถือ และผู้ใช้งานทั่วไปจำนวน 15 คน โดยสร้างแบบประเมินซึ่งมีลักษณะมาตราส่วนค่า 5 ระดับ (Rating Scales) โดยการวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยเลขคณิต

เกณฑ์การแปลผลจากการตอบแบบประเมินสามารถแปลผลได้ ดังนี้ [6]

| | | |
|---|---|---|
| ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 | หมายถึง | ประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด |
| ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 | หมายถึง | ประสิทธิภาพในระดับมาก |
| ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 | หมายถึง | ประสิทธิภาพในระดับปานกลาง |
| ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 | หมายถึง | ประสิทธิภาพในระดับน้อย |
| ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 | หมายถึง | ประสิทธิภาพในระดับน้อยที่สุด |

## ผลการวิจัย

การออกแบบและพัฒนาระบบรดน้ำพืชพันธุ์กระท่อมอัตโนมัติ โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง สามารถสรุปผลได้ตามลำดับ ดังนี้

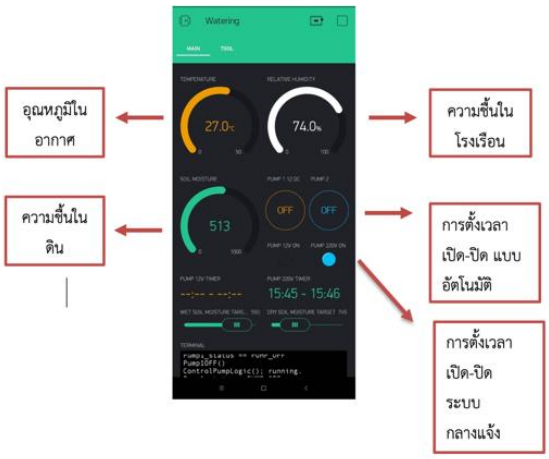
**ระยะที่ 1** การออกแบบและพัฒนาระบบรดน้ำพืชพันธุ์กระท่อมอัตโนมัติโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง แบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

1.1 ผลการออกแบบระบบรดน้ำพืชพันธุ์กระท่อม โดยออกแบบทำการติดตั้งระบบสปริงเกอร์ ภายในโรงเรือนเพื่อใช้สำหรับการปลูกพืชพันธุ์กระท่อมที่เป็นต้นอ่อน โดยโรงเรือนจะมีผ้าใบคลุมทั้ง 4 ด้าน และมีทางเข้าออกจำนวน 1 ด้าน

ภาพประกอบ 2 การติดตั้งระบบรดน้ำพืชพันธุ์กระท่อมภายใน และภายนอกโรงเรือน

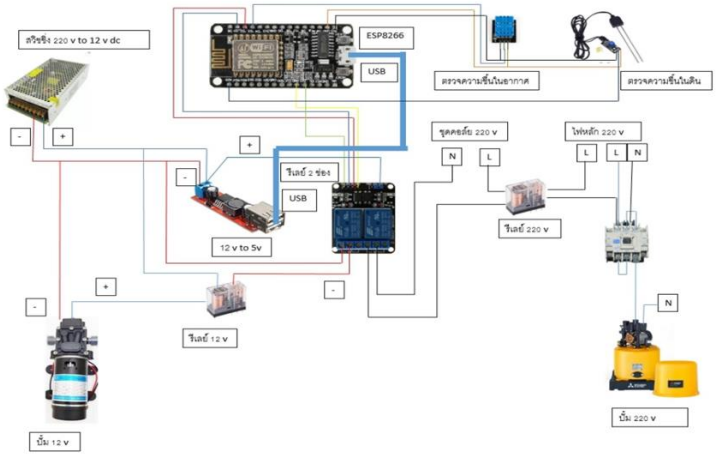
1.2 ผลการออกแบบภายในแอปพลิเคชัน ประกอบด้วย 5 โมดูล ดังนี้

โมดูลแสดงอุณหภูมิ โมดูลความชื้นในดิน โมดูลแสดงความชื้นในโรงเรือน โมดูลการตั้งเวลา เปิด-ปิด แบบอัตโนมัติ และโมดูลการตั้งเวลา เปิด-ปิดระบบกลางแจ้ง โดยใช้โปรแกรม Arduino IDE และแสดงหน้าจอให้ผู้ใช้งานผ่าน Application Blynk




ภาพประกอบ 3 หน้าจอแสดงการควบคุมภายในแอปพลิเคชัน

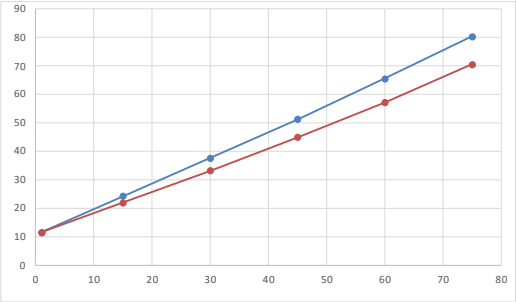
1.3 การออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ภายในบอร์ด โดยมีอุปกรณ์ Node MCUESP8266 v2, เซนเซอร์อุณหภูมิ (Temperature Sensor) DHT 11, Soil Moisture Sensor, Switching, 1 Channel Relay Module, DC/DC Step Down 12V To 5V, ปั๊มน้ำ DC12V/AC220v, เครื่องควบคุมอุณหภูมิดิจิตอล AC, หลอดไฟไล่แมลง, Photo Switch, หัวพ่นหมอก, selector switch, Relay 4 ขาและ 5 ขา, Magnetic Contactor, Timer Switch โดยได้มีการนำอุปกรณ์ดังกล่าวมาใช้สำหรับตรวจจับความชื้นในดินและตรวจจับอุณหภูมิในอากาศมาเชื่อมต่อกัน เพื่อให้สามารถตรวจจับค่าและส่งค่าที่จับได้ให้ระบบคำนวณ และสั่งรดน้ำพืชพันธ์กระท่อมโดยอัตโนมัติภายในโรงเรือน และสั่งการรดน้ำภายนอกโรงเรือน




ภาพประกอบ 4 แสดงรูปแบบวงจร (Schematic) ของการพัฒนาระบบรดน้ำพืชพันธุ์กระท่อม

**ระยะที่ 2** การทดสอบประสิทธิผลของการรดน้ำด้วยคน เปรียบเทียบกับระบบรดน้ำแบบอัตโนมัติ และแบบสั่งการบนระบบ IoT เพื่อหาความแตกต่าง โดยการทดลองจะนำต้นกล้ากระท่อมลงในกระบะปลูกที่มีดินผสมและทำการใส่ปุ๋ยบำรุงกระท่อม ด้วยปุ๋ยตรามงกุฎอายุต้นน้อยกว่า 6 เดือนใช้สูตร 15-15-15 หรือ 16-16-16 ร่วมกับปุ๋ยคอก อายุต้น 6 เดือนขึ้นไปใช้สูตร 18-8-8 หรือ 15-15-15 หรือ 16-16-16 ร่วมกับปุ๋ยคอกหากปลูกไว้รับประทานเอง ไม่ได้ทำเชิงการค้าใส่ปุ๋ยปีละ 3 ครั้ง และเน้นปุ๋ยคอกเป็นหลัก ซึ่งทั้งสองแปลงทั้งแบบรดน้ำด้วย

คน และรดน้ำด้วยระบบ จะใช้ดินและปุ๋ยที่เท่ากัน โดยระบบในโรงเรือนจะใช้จนกว่าจะได้ต้นกล้าที่แข็งแรงแล้วนำไปปลูกที่กลางแจ้ง อายุ 75 วัน หรือสูงเฉลี่ยประมาณ 80 เซนติเมตร จะดำเนินการเปลี่ยนระบบไปเป็นระบบนอกโรงเรือน




ภาพประกอบ 5 แสดงภาพกราฟเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของของพืชพันธุ์กระท่อมที่ปลูกและรดน้ำโดยคน กับการปลูกและรดน้ำด้วยระบบเทคโนโลยี

กราฟเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชพันธุ์กระท่อมที่ปลูกแบบธรรมดาและการปลูกด้วยระบบเทคโนโลยี ซึ่งจะเห็นได้ว่าปลูกแบบธรรมดา (สีแดง) มีการเจริญเติบโตที่ช้ากว่าการปลูกด้วยเทคโนโลยี (สีน้ำเงิน) อย่างที่เห็นได้ชัดเจน

**ระยะที่ 3** ประเมินประสิทธิภาพของการใช้งานระบบรดน้ำพืชพันธุ์กระท่อมอัตโนมัติ โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง ในการเก็บข้อมูลเพื่อทำการประเมินประสิทธิภาพ โดยนำข้อมูลมาเก็บและสรุปเป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยมีการทดสอบความถูกต้องของระบบและประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ทำการวิเคราะห์และทำการสรุปเพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงระบบ โดยให้กลุ่มตัวอย่างได้ทดลองใช้งานระบบ เช่น การกำหนดเวลาในการรดน้ำ การตรวจสอบค่าความชื้นในดินและค่าอุณหภูมิผ่านแอปพลิเคชัน Blynk และเปิดโอกาสให้กลุ่มตัวอย่างได้ทำการสอบถามกับคณะผู้พัฒนาในสิ่งที่สงสัยในตัวระบบ เพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้สอบถาม และสามารถนำไปพัฒนาต่อได้ ประกอบด้วยการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน และ ผู้ใช้งานทั่วไปจำนวน 15 ท่าน โดยใช้เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินแบบสอบถาม โดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป

ส่วนที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของการใช้งานระบบรดน้ำพืชพันธุ์กระท่อมอัตโนมัติ โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง โดยผู้เชี่ยวชาญ

ส่วนที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจในการพัฒนาระบบโดยผู้ใช้งานทั่วไป

ตาราง 1 แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพของการใช้งานระบบรดน้ำพืชพันธุ์กระท่อมอัตโนมัติ โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง โดยผู้เชี่ยวชาญ

| รายการประเมิน | ผลการประเมิน | | |
|---|---|---|---|
| | $\overline{X}$ | SD | แปลผล |
| 1. ผลการออกแบบภายนอกของระบบ | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 2. ผลการออกแบบภายในระบบ ประกอบด้วย | | | |
| 2.1 โมดูลแสดงอุณหภูมิ | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 2.2 โมดูลความชื้นในดิน | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| 2.3 โมดูลแสดงความชื้นในโรงเรือน | 4.33 | 0.58 | มาก |
| 2.4 โมดูลการตั้งเวลา เปิด-ปิด แบบอัตโนมัติ | 4.33 | 0.58 | มาก |
| 2.5 โมดูลการตั้งเวลา เปิด-ปิดระบบกลางแจ้ง | 4.33 | 0.58 | มาก |
| 3. การออกแบบส่วนควบคุมอุปกรณ์ภายใน | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| **ค่าเฉลี่ยรวม** | **4.61** | **0.41** | **มากที่สุด** |

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลการประเมินประสิทธิภาพของการใช้งานระบบรดน้ำพืชพันธุ์กระท่อมอัตโนมัติ โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง โดยผู้เชี่ยวชาญ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\overline{X}$ = 4.58, SD = 0.43) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านการออกแบบภายนอกของระบบ อยู่ในระดับมากที่สุด ( $\overline{X}$ = 5.00, SD = 0.00) และด้านการออกแบบภายในระบบโมดูลแสดงอุณหภูมิ อยู่ในระดับมากที่สุด ( $\overline{X}$ = 5.00, SD = 0.00) รองลงมา คือ ด้านการออกแบบภายในระบบโมดูลความชื้นในดิน อยู่ในระดับมากที่สุด ( $\overline{X}$ = 4.67, SD = 0.58) และ การออกแบบส่วนควบคุมอุปกรณ์ภายใน อยู่ในระดับมากที่สุด ( $\overline{X}$ = 4.67, SD = 0.58) ตามลำดับ

ตาราง 2 แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพของการใช้งานระบบรดน้ำพืชพันธุ์กระท่อมอัตโนมัติ โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง โดยผู้ใช้งาน

| รายการประเมิน | ผลการประเมิน | | |
|---|---|---|---|
| | $\overline{X}$ | SD | แปลผล |
| **1. การประเมินด้านความต้องการของผู้ใช้ (Functional Requirement Test)** | | | |
| 1.1 ความสามารถรดน้ำอัตโนมัติ | 4.40 | 0.63 | มาก |
| 1.2 ความสามารถของโมดูลในระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง | 4.53 | 0.74 | มากที่สุด |
| 1.3 วัสดุที่ใช้มีความคงทน | 4.67 | 0.49 | มากที่สุด |
| 1.4 ความสามารถของการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ | 4.60 | 0.51 | มากที่สุด |
| 1.5 ความสามารถในภาพรวม | 4.67 | 0.62 | มากที่สุด |
| 1.6 ขนาดของระบบมีความเหมาะสม | 4.40 | 0.74 | มาก |
| **ค่าเฉลี่ย** | **4.54** | **0.62** | **มากที่สุด** |
| **2. การประเมินด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบ (Functional Test)** | | | |
| 2.1 การตอบสนองของระบบ | 4.40 | 0.83 | มาก |
| 2.2 ความแม่นยำของระบบ | 4.60 | 0.51 | มากที่สุด |
| 2.3 การแสดงสถานะเข้าใจง่าย | 4.53 | 0.74 | มากที่สุด |
| 2.4 การตั้งค่าการทำงานของระบบ | 4.47 | 0.52 | มาก |
| 2.5 ความถูกต้องของข้อมูลในระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง | 4.67 | 0.62 | มากที่สุด |
| 2.6 ความถูกต้องของการทำงานในภาพรวม | 4.20 | 0.86 | มาก |
| 2.7 ระบบมีความทันสมัย | 4.60 | 0.63 | มากที่สุด |
| 2.8 การใช้งานอย่างต่อเนื่อง | 4.27 | 0.88 | มาก |
| **ค่าเฉลี่ย** | **4.47** | **0.70** | **มาก** |
| **3. การประเมินด้านลักษณะการนำไปใช้ (Usability Test)** | | | |
| 3.1 ความง่ายและสะดวกต่อการใช้งาน | 4.60 | 0.63 | มากที่สุด |
| 3.2 ความเหมาะสมของการออกแบบหน้าจอโดยรวม | 4.40 | 0.83 | มาก |
| 3.3 สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก | 4.47 | 0.64 | มาก |
| 3.4 ความเร็วในการแสดงผลจากการเชื่อมโยงข้อมูลส่วนต่างๆ | 4.33 | 0.72 | มาก |
| **ค่าเฉลี่ย** | **4.45** | **0.71** | **มาก** |

| รายการประเมิน | ผลการประเมิน | | |
|---|---|---|---|
| | $\overline{X}$ | SD | แปลผล |
| **4. การประเมินด้านความปลอดภัยของระบบ (Security** | 4.40 | 0.74 | มาก |
| **Test)** | 4.47 | 0.74 | มาก |
| 4.1 ความปลอดภัยของตัวต้นแบบ | **4.43** | **0.74** | **มาก** |
| 4.2 ความปลอดภัยด้านระบบไฟฟ้า | **4.47** | **0.69** | **มาก** |
| **ค่าเฉลี่ย** | | | |
| **ค่าเฉลี่ยรวม** | | | |

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลการประเมินประสิทธิภาพของการใช้งานระบบรดน้ำพืชพันธุ์กระท่อมอัตโนมัติ โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง โดยผู้ใช้งาน โดยรวมอยู่ในระดับมาก ( $\overline{X}$ = 4.47, SD = 0.69) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า การประเมินด้านความต้องการของผู้ใช้ (Functional Requirement Test) อยู่ในระดับมากที่สุด ( $\overline{X}$ = 4.54, SD = 0.62) รองลงมา คือ การประเมินด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบ (Functional Test) อยู่ในระดับมาก ( $\overline{X}$ = 4.47, SD = 0.70) รองลงมา คือ การประเมินด้านลักษณะการนำไปใช้ (Usability Test) อยู่ในระดับมาก ( $\overline{X}$ = 4.45, SD = 0.71) และการประเมินด้านความปลอดภัยของระบบ (Security Test) อยู่ในระดับมาก ( $\overline{X}$ = 4.43, SD = 0.74) ตามลำดับ

**สรุปผลการวิจัย**

ผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานระบบรดน้ำพืชพันธุ์กระท่อมอัตโนมัติ โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง โดยรวม โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ค่าเฉลี่ยรวม ( $\overline{X}$ ) เท่ากับ 4.61 และได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.41 แปลผลประสิทธิภาพอยู่ระดับมากที่สุด ประสิทธิภาพการทำงานของระบบโดยผู้ใช้งานทั่วไปจำนวน 15 คน ได้ค่าเฉลี่ยรวม ( $\overline{X}$ ) เท่ากับ 4.47 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.69 แปลผลประสิทธิภาพอยู่ระดับมาก เมื่อพิจารณาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า ค่าของข้อมูลกระจายน้อย (น้อยกว่า 1.00) แสดงให้เห็นว่าผู้เชี่ยวชาญ และผู้ใช้งาน ให้ความคิดเห็นสอดคล้องและคะแนนการประเมินอยู่ในกลุ่มเดียวกัน อาจเนื่องมาจาก การทำงานของโมดูลทั้ง 5 ได้แก่ โมดูลแสดงอุณหภูมิ โมดูลความชื้นในดิน โมดูลแสดงความชื้นในโรงเรือน โมดูลการตั้งเวลา เปิด-ปิด แบบอัตโนมัติ และโมดูลการตั้งเวลา เปิด-ปิดระบบกลางแจ้ง ในการทดสอบการใช้งานระบบต่อเนื่องกันทั้งหมด 20 ครั้ง ประกอบด้วย 1) การทดสอบการใช้งานระบบภาพรวม มีจำนวนการผิดพลาด 1 ครั้ง ในครั้งแรกที่ประมวลผล คิดเป็นความถูกต้องในการประมวลผลอยู่ที่ 95% 2) การทดสอบความถูกต้องของการควบคุมความชื้นในดินผ่าน Application Blynk มีจำนวนการผิดพลาด 2 ครั้ง ผลการทดสอบความถูกต้องของระบบนั้นอยู่ที่ 90% และ 3) การตั้งเวลารดน้ำผ่าน Application Blynk ไม่มีจำนวนการผิดพลาด คิดเป็นผลการทดสอบความถูกต้องของระบบอยู่ที่ 100% ซึ่งอยู่ในระดับที่รับได้และสามารถนำไปใช้งานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**อภิปรายผล**

จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์ จากงานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาระบบรดน้ำพืชพันธุ์กระท่อมอัตโนมัติ โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต สอดคล้องกับแนวคิดของ

จุไรทิพย์ หวังสินทวีกุล, 2560 [7] ที่ได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการปลูกกระท่อมในปัจจุบันดังนี้ พืชกระท่อม (Kratom) หรือ Mitragyna speciosa Korth. Havil. จัดประเภทอยู่ในยาเสพติดให้โทษประเภทที่ 5 ตามพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ พ.ศ. 2522 แต่ด้วยสรรพคุณทางยาของพืชกระท่อม ทั้งแบบการใช้ภูมิปัญญาแต่ดั้งเดิมตำราการแพทย์พื้นบ้าน การศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา ในระดับหลอดทดลองสัตว์ทดลอง และในมนุษย์ยืนยันศักยภาพของพืชกระท่อมในการพัฒนาให้เป็นยารักษา ยังประโยชน์ให้ทั้งทางเภสัชกรรมและทางการแพทย์ เพื่อเป็นการรวบรวมองค์ความรู้ของพืชกระท่อม บทความนี้ได้กล่าวถึงลักษณะทางพฤกษศาสตร์ สารเคมี ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา พิษวิทยา ของพืชกระท่อม รวมไปถึงวิธีการตรวจสอบสารจากพืชกระท่อมอีกด้วย ซึ่งได้มีผู้วิจัยทำการทดลองปลูกกระท่อม โดยนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการปลูกภายในโรงเรือน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นิราณี บือราเฮง, 2565 [3] ในงานวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาต้นแบบการปลูกกระท่อมภายใต้โรงเรือนอัจฉริยะที่เหมาะสมกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชม ได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการนำระบบมาใช้สำหรับปลูกกระท่อมในระบบโรงเรือน โดยกระท่อมที่ปลูกภายใต้โรงเรือนอัจฉริยะ วางแผนแบบบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) จำนวน 3 บล็อก 3 ทรีตเมนต์ ๆ ละ 12 ซ้ำ ได้แก่ ทรีตเมนต์ที่ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย (ชุดควบคุม) 2) ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และสูตร 46-0-0 อัตราส่วน 25 กรัมต่อกระถาง และ 3) ปุ๋ยอินทรีย์ อัตราส่วน 75 กรัมต่อกระถาง มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต สรีระวิทยา และสาร Mitragynine ของกระท่อมที่ปลูกภายใต้โรงเรือนอัจฉริยะ ทำการทดลองที่ศูนย์เรียนรู้แม่ลาน มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ทำการบันทึกลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิต สรีระวิทยา และสาร Mitragynine ผลการทดลอง พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และยังมีผู้ที่นำเอาเทคโนโลยีทางด้านอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง (IoT) มาใช้ในการพัฒนาระบบรวมถึงเชื่อมต่อกับซอฟต์แวร์เพื่อให้สะดวกกับผู้ใช้งานมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ มาโนชญ์ แสงศิริ, 2562 [8] การใช้งาน Blynk IoT Platform ฝีมือคนไทย เป็นแพลตฟอร์ม ที่เป็นแอปพลิเคชันด้วย iOS และ Android เพื่อควบคุม Arduino, Raspberry Pi บนระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นแผงควบคุมระบบดิจิตอลที่ผู้ใช้สามารถสร้างส่วนต่อประสานกราฟิกสำหรับโครงการของผู้ใช้โดยการลากและวางเครื่องมือ (widgets) ที่มีให้เลือกอยู่หลากหลาย ให้ง่ายต่อการตั้งค่าการใช้งานโดยไม่ได้ผูกติดอยู่กับบอร์ดหรือบอร์ดเสริมบางตัว และสนับสนุนฮาร์ดแวร์ที่ทั้ง Arduino หรือ Raspberry Pi จะเชื่อมโยงกับอินเทอร์เน็ตผ่านสัญญาณอินเทอร์เน็ตไร้สาย (WIFI) หรือแบบมีสาย จะช่วยให้อุปกรณ์ของนักพัฒนาออนไลน์และพร้อมสำหรับ Internet of Things (IoT) โดยมีหลายงานวิจัยที่นำเอาเทคโนโลยีดังกล่าวเข้ามาปรับประยุกต์ใช้ ยกตัวอย่างเช่นงานวิจัยของ ชินวัจน์ งามวรรณากร สุทัศน์ รุ่งระวิวรรณ และอมรเทพ มณีเนียม, 2561 [9] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์ภายในโรงงานขนาดย่อมด้วยเทคโนโลยีไร้สายผ่านแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ภายใต้แนวคิดอินเทอร์เน็ตสำหรับทุกสรรพสิ่ง ผลจากการวิจัย พบว่าการพัฒนาโรงงานอุตสาหกรรมขนาดย่อมหรือโรงงานขนาดเล็กที่มี พนักงานไม่เกิน 10 คน โดยโรงงานที่ได้ทำการศึกษาวิจัยคือโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ มีการทำงาน ในช่วง

กลางวันและบางส่วนในช่วงกลางคืน ซึ่งผู้ประกอบการมีความต้องการระบบควบคุมความสว่าง ของโรงงานโดยในช่วงกลางวันจะมีการเปิดใช้งานเป็นบางส่วนและในช่วงกลางคืนจะเปิดไฟเพิ่มขึ้น เพื่อให้ความสว่างที่พอเพียง รวมถึงการเฝ้าดูการทำงานในโรงงานโดยใช้กล้องวงจรปิดที่สามารถที่ สามารถเชื่อมต่อระบบและติดตามได้ตลอดเวลา โดยใช้ฮาร์ดแวร์ Node MCU V2 ESP8266 และเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษา C++ ทำให้ได้ระบบงานตามความ ต้องการของผู้ใช้การเขียนแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ใช้ Application Blynk ในการพัฒนาโดย ออกแบบและเชื่อมต่อระบบผ่าน WIFI ของโรงงาน การทำงานของระบบสามารถใช้งานได้ตามวัตถุเป้าหมายที่กำหนดไว้และสามารถนำไปเป็นต้นแบบในการนำไปประยุกต์ใช้กับโรงงานขนาดย่อมอื่น ๆ ต่อไป ซึ่งในการใช้งานเพื่อให้มีประสิทธิภาพ การเชื่อมต่อกับฮาร์ดแวร์ หรือเซ็นเซอร์ตัวอื่นๆ ก็เป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้ดึงศักยภาพในการทำงานของบอร์ดมาใช้งานเพิ่มเติมได้ ดังงานวิจัยของ โอภาส ตรีทวีศักดิ์, 2562 [10] ในการสร้างนวัตกรรมเพื่อการเกษตรยุคใหม่ ระบบตรวจวัดด้วยเซนเซอร์แบบเครือข่ายไร้สายเพื่อการจัดการและควบคุมอัตโนมัติ platform IoT cloud ของ NETPIE แสดงผลแบบเรียลไทม์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เป็นระบบการเก็บข้อมูลและ รูปภาพเพื่อนำมาวิเคราะห์ และบริหารจัดการพร้อมทั้งการติดตาม และสั่งการอัตโนมัติหรือด้วยตนเองแบบเรียลไทม์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต รองรับเซนเซอร์หลากหลายรูปแบบ ดิจิทัล PWM และ I2C พร้อมทั้งระบบเชื่อมต่อ Cloud Server ด้าน IoT ทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ซึ่งระบบสร้างจากโปรแกรมเซ็นเซอร์ ตรวจวัดค่าต่าง ๆ ด้วยเซนเซอร์ประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งข้อมูล แบบไร้สายไปจัดการข้อมูลและสั่งการด้วยคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต และส่งค่าไปยัง Cloud Server เพื่อแสดงผล และจัดการแบบเรียลไทม์บนอินเทอร์เน็ต พร้อมทั้งส่งข้อมูลและรูปภาพไปยัง Data server ทั้งในและนอกพื้นที่เพื่อบันทึกค่า และนำค่ามาประมวลผล ย้อนหลังติดตามและดาวน์โหลดค่าต่าง ๆ แบบเรียลไทม์บนเว็บแอปพลิเคชันการเก็บข้อมูลค่าความชื้นดินที่เหมาะสมที่พืชต้องการ ในกรณีน้ำแล้งในแต่ละรอบการปลูก แล้วนำมาวิเคราะห์จัดการควบคุมให้ได้ผลผลิตที่ดีขึ้นหรือเท่าเดิม การเก็บข้อมูลของอุณหภูมิในโรงเรือน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาปรับความสมดุลของระบบทำความเย็นให้สอดคล้องกับสภาพอากาศด้านนอก

**ข้อเสนอแนะ**

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของระบบ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนาเพิ่มเติมดังนี้ 1) เพิ่มฟังก์ชันในการปลูกผักชนิดอื่น ๆ เข้าไปในระบบเพื่อให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น 2) ควรมีการเพิ่มฟังก์ชันในการคำนวณปริมาณปุ๋ยของผักอื่น ๆ โดยสามารถเพิ่มเซ็นเซอร์ ยกตัวอย่างเช่น Liquid Level Water Level Sensor เพื่อใช้ในการวัดระดับน้ำและปุ๋ยว่าเหลือปริมาณเท่าไร

**กิตติกรรมประกาศ**

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ สำหรับทุนอุดหนุนในการทำวิจัยประจำปีการศึกษา 2565 และขอขอบคุณเจ้าของบทความวิชาการ บทความวิจัย เอกสาร ตำรา รวมถึงแหล่งสืบค้นข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้กล่าวไว้ในเอกสารอ้างอิงทุกท่าน ที่ได้ให้ศึกษาและนำข้อมูลมาใช้สำหรับการอ้างอิง เพราะผลงานของท่านทำให้สามารถเกิดเป็นบทความวิจัยเรื่องนี้ได้ และเกิดความสมบูรณ์ของเนื้อหาและสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี สุดท้ายขอขอบคุณ

ศูนย์ผลิตรายการโทรทัศน์ และวิดีโอเทปเพื่อการศึกษา (รังสิต) ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สถานที่สำหรับการทดลองให้กับคณะผู้วิจัย และนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพผู้ร่วมพัฒนาได้แก่ นายคณิศร เนตรสว่าง และนายสันติราษฎร์ บัวศิริ จนสามารถนำงานวิจัยนี้ไปใช้จริง

**เอกสารอ้างอิง**

[1] สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร องค์การมหาชน. (2565, กุมภาพันธ์ 2). *เกษตรอัจฉริยะความหวังใหม่ของภาคการเกษตรไทย.* [Online]. แหล่งที่มา: https://www.arda.or.th/knowledge_detail.php?id=7

[2] ไร่กระท่อมดอทคอม. (2565, กุมภาพันธ์ 2). *คู่มือการปลูกพืชกระท่อม.* [Online]. แหล่งที่มา: https://xn--12c8b4afb5dta0nmbe.com/manual/

[3] นิราณี บือราเฮง, "พัฒนาต้นแบบการปลูกกระท่อมภายใต้โรงเรือนอัจฉริยะที่เหมาะสมกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน," รายงานวิจัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, ยะลา, 2565.

[4] White Tofu. (2565, กุมภาพันธ์ 2). *คิด...อย่างนักออกแบบ (Design Thinking).* [Online]. แหล่งที่มา: http://www.applicadthai.com/articles/คิด-อย่างนักออกแบบ-Design-Thinking.

[5] Penning de Vries, F.W.T., "Systems analysis and models of crop growth. In F.W.T. Penning de Vries, and H.H. van Laar (eds.) Simulation of plant growth and crop production. Simulation monographs", CABO, Wageningen, p 9-19, 1982.

[6] ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, "เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา," กรุงเทพฯ, สุวีริยาสาส์น, 2538.

[7] จุไรทิพย์ หวังสินทวีกุล, "ตำราการแพทย์พื้นบ้าน," คณะแพทยศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2561.

[8] มาโนชญ์ แสงศิริ. (2565, กุมภาพันธ์ 2). *Blynk : IoT Platform สนับสนุนจินตนาการสำหรับนวัตกร.* [Online]. แหล่งที่มา: https://www.scimath.org/article-technology/item/9820-blynk-iot-platform

[9] ชินวัจน์ งามวรรณากร สุทัศน์ รุ่งระวิวรรณ และอมรเทพ มณีเนียม, "การพัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์ภายในโรงงานขนาดย่อมด้วยเทคโนโลยีไร้สายผ่านแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ภายใต้แนวคิดอินเทอร์เน็ตสำหรับทุกสรรพสิ่ง," มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 2561.

[10] โอภาส ตรีทวีศักดิ์. (2565, กุมภาพันธ์ 2). *"WiMaRC" นวัตกรรมเพื่อการเกษตรยุคใหม่.* [Online]. แหล่งที่มา: https://www.nectec.or.th/research/research-project/wimarc-review.html