การพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์รดน้ำต้นไม้ตามสภาพแวดล้อมผ่านเว็บแอปพลิเคชันร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

สุทธิพงษ์ วิชัยวงษ์วัฒน์[1], ไพศาล สิมาเลาเต่า[1] และ อุบลรัตน์ ศิริสุขโภคา[1*]

[1]สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
*ubonrat76@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบ และพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์รดน้ำต้นไม้ตามสภาพแวดล้อมผ่านเว็บแอปพลิเคชันร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง และ 2) หาประสิทธิภาพของต้นแบบอุปกรณ์รดน้ำต้นไม้ตามสภาพแวดล้อมผ่านเว็บแอปพลิเคชันร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เครื่องมือในการวิจัย ประกอบด้วย เครื่องมือในการทดลอง คือ ต้นแบบอุปกรณ์รดน้ำต้นไม้ตามสภาพแวดล้อมผ่านเว็บแอปพลิเคชันร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งที่พัฒนาด้วยภาษา C++, Visual Studio Code, HTML, PHP และเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล คือ แบบประเมินประสิทธิภาพระบบ วิธีดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย 1) วิเคราะห์ปัญหาและความต้องการ 2) ออกแบบระบบ 3) พัฒนาระบบ 4) ทดสอบระบบ และ 5) ประเมินผลโดยผู้เชี่ยวชาญที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 3 คน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ต้นแบบอุปกรณ์รดน้ำต้นไม้ตามสภาพแวดล้อมผ่านเว็บแอปพลิเคชันร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และ 2) ผลการประเมินประสิทธิภาพต้นแบบอุปกรณ์รดน้ำต้นไม้ตามสภาพแวดล้อมผ่านเว็บแอปพลิเคชันร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน อยู่ในระดับดีมาก ($\overline{X}$=4.66, S.D.=0.44)

คำสำคัญ: เว็บแอปพลิเคชัน อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง การรดน้ำตามสภาพแวดล้อม

Developing an Environment-based Plant Watering Device Prototype Through a Web Application in Conjunction with The Internet of Things

Suttipong Wichaiwongwat[1], Paisan Simalaotao[1] and Ubonrat Sirisukpoca[1*]

[1]Computer Science, Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University
*ubonrat76@gmail.com

Abstract

The objectives of this research are: 1) to design and develop an environment-based plant watering device prototype through a web application in conjunction with the internet of things, and 2) to determine the effectiveness of the development of an environment-based plant watering device prototype through a web application in conjunction with the internet of things. The research tools consisted of experimental tool and data collecting tool. Experimental tool is an environment-based plant watering device prototype through a web application in conjunction with the internet of things developed with C++, Visual Studio Code, HTML, and PHP. Data collecting tool is system efficiency evaluation form. Research methodology can be classified into 5 steps: 1) problem and requirement analysis, 2) system design, 3) system development, 4) system testing, and 5) system evaluation by three purposively selected experts.

The findings from this research are: 1) environment-based plant watering device prototype through a web application in conjunction with the internet of things can be performed well, and 2) the efficiency of the proposed system evaluated by three experts is in highest level ($\overline{X}$=4.66, S.D.=0.44).

Keywords: Web Application, Internet of Things, Watering According to The Environment

1. บทนำ

ปัจจุบันสภาพอากาศมีความแปรปรวนและเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลายากที่จะควบคุม ส่งผลกระทบทั้งต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ สัตว์ สิ่งแวดล้อม รวมถึงพืช แต่ข้อจำกัดของพืชคือไม่สามารถเลือกสภาพแวดล้อมที่หมาะสมในการเจริญเติบโตได้อย่างมนุษย์หรือสัตว์ ดังนั้นจึงควรมีการควบคุมปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมในการเพาะปลูกพืชให้มีความเหมาะสม เช่น อุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมกับการปลูกพืชในแต่ละชนิด

เทคโนโลยียุค 4.0 มีส่วนสำคัญในการดำเนินชีวิตประจำวัน และการทำงานในด้านต่าง ๆ เป็นอย่างมากด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things) หรือ IoT ซึ่งหมายถึงการที่สิ่งของ อุปกรณ์ หรือเครื่องมือที่ใช้ต่าง ๆ รอบตัวเรา ทั้งที่เป็นสิ่งของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น นาฬิกา โทรศัพท์มือถือ รถยนต์ หลอดไฟ ตู้เย็น ทีวี พัดลม เครื่องปรับอากาศ ถูกเชื่อมโยงเข้าด้วยกันบนโลกของอินเทอร์เน็ต ทำให้สามารถควบคุมหรือสั่งการอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ ไม่ว่าจะเป็นการเปิด-ปิดไฟ แอร์ โทรทัศน์ ฯลฯ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยสมาร์ทโฟน คอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์พกพาอื่น ๆ เทคโนโลยี IoT ยังถูกนำไปใช้ในงานด้านการแพทย์ การเกษตร และอื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านฟาร์มอัจฉริยะ เป็นการนำเทคโนโลยี IoT มาใช้กับงานด้านเกษตร เช่น การนำอุปกรณ์เซนเซอร์มาตรวจวัดความชื้นในดิน ปริมาณแสงแดด อุณหภูมิในอากาศ ปริมาณฝุ่นละออง และนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์และสั่งการไปยังอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ เพื่อสร้างสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช [1]

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์รดน้ำต้นไม้ตามสภาพแวดล้อมผ่านเว็บแอปพลิเคชันร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยนำเอาเทคโนโลยีไอโอที (IOT) มาตรวจวัดสภาพแวดล้อมและควบคุมการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์รดน้ำต้นไม้ตามสภาพแวดล้อมผ่านเว็บแอปพลิเคชันร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของต้นแบบอุปกรณ์รดน้ำต้นไม้ตามสภาพแวดล้อมผ่านเว็บแอปพลิเคชันร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1.1 Arduino IDE [2] เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนางานสำหรับบอร์ด Arduino นั่นคือโปรแกรมที่เรียกว่า Arduino IDE ในการเขียนโปรแกรมและคอมไพล์ลงบอร์ด IDE ย่อมาจาก (Integrated Development Environment) คือ ส่วนเสริมของระบบการพัฒนาหรือตัวช่วยต่าง ๆ ที่จะคอยช่วยเหลือ Developer หรือช่วยเหลือคนที่พัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อเสริมให้เกิดความรวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ ตรวจสอบระบบที่จัดทำได้ ทำให้การพัฒนางานต่าง ๆ เร็วมากขึ้น

3.1.2 อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง (Internet of Things) หรือ IOT [3] หมายถึง สภาพแวดล้อมอันประกอบด้วยสรรพสิ่งที่สามารถสื่อสารและเชื่อมต่อกันได้ผ่านโพรโทคอลการสื่อสารทั้งแบบใช้สายและไร้สาย โดยสรรพสิ่งต่าง ๆ มีวิธีการระบุตัวตนได้ รับรู้บริบทของสภาพแวดล้อมได้ และมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบและทำงานร่วมกันได้ ความสามารถในการสื่อสารของสรรพสิ่งนี้จะนำไปสู่นวัตกรรมและบริการใหม่อีกมากมาย ตัวอย่างเช่น เซนเซอร์ภายในบ้านตรวจจับการเคลื่อนไหวของผู้อยู่อาศัย และส่งสัญญาณไปสั่งเปิด-ปิดสวิตซ์ไฟตามห้องต่าง ๆ ที่มีคนหรือไม่มีคนอยู่ อุปกรณ์วัดสัญญาณชีพของผู้ป่วยหรือผู้สูงอายุและส่งข้อมูลไปยังบุคลากรทางการแพทย์ หรือส่งข้อความเรียกหน่วยกู้ชีพหรือรถฉุกเฉิน เป็นต้น

3.1.3 MQTT [4] เป็น Protocol ที่ออกแบบมาเพื่อการเชื่อมต่อแบบ M2M (Machine-to-machine) คือ อุปกรณ์ติดต่อหรือสื่อสารกับอุปกรณ์ โดยเป็นส่วนหนึ่งของเทคโนโลยี IoT (Internet of Things) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่อินเตอร์เน็ตเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ MQTT ใช้โมเดล publish/subscribe และออกแบบมาเพื่ออุปกรณ์ที่มีความเร็วในการรับและส่งข้อมูลต่ำ (low bandwidth) ซึ่งส่วนมากแล้วอุปกรณ์ของระบบ IoT จะเป็นแบบนั้น จุดประสงค์ของ MQTT คือเพื่อที่จะให้ระบบของเรานั้นมีการส่งหรือรับข้อมูลที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นรวมทั้งทำให้อุปกรณ์ของเรานั้นใช้พลังงานน้อยลง

3.1.4 ความเหมาะสมของอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิภายในดิน [5] ในการเจริญเติบโตของพืช จะหยุดชะงักก็ต่อเมื่อพืชนั้นได้รับอุณหภูมิอากาศที่สูงหรือต่ำเกินไป พืชนั้นจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วก็ต่อเมื่อพืชนั้นได้รับอุณหภูมิที่เหมาะสม ส่วนอุณหภูมิภายในดินนั้นมีอิทธิผลต่อการงอกงามของเมล็ดและราก การดูดซึมซับน้ำ ธาตุอาหารต่าง ๆ ภายในดิน การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในดินขึ้นอยู่กับรังสีของพระอาทิตย์ อุณหภูมิภายในดินนั้นต้องพอเหมาะกับพืชแต่ละชนิด การปรับระดับอุณหภูมิในดินนั้นเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ดีและแข็งแรงต่อการเพาะปลูก

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธิติศักดิ์, ประสิทธิ์ และสิทธิชัย [6] พัฒนาระบบฟาร์มอัจฉริยะสำหรับเกษตรกรยุคใหม่ด้วยซอฟต์แวร์รหัสเปิด และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยผลิตชุดควบคุมสำหรับตรวจวัดสภาพแวดล้อม เพื่อให้บุคคลทั่วไปสามารถใช้งานได้ง่ายสะดวกสบาย ประหยัดเวลา ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (internet) และควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านมือถือ Smartphone ผลลัพธ์ที่ได้ข้อมูลที่ส่งจากเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายเป็นข้อมูลสภาพแวดล้อมเป็นปัจจุบันและข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอด เกษตรกรสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการวางแผนการเพาะปลูก ปรับปรุงขั้นตอนการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิต และทำนายอนาคตผลผลิตได้จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสัมพันธ์ระหว่างตัวแปลทางด้านสิ่งแวดล้อมและผลผลิตที่ได้ในรอบการผลิต

ปวันนพัสตร์ และคณะ [7] พัฒนารูปแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ผลการวิจัย พบว่า ผู้เชี่ยวชาญประเมินรูปแบบที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด และเมื่อประเมินหาคุณภาพของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังที่พัฒนาตามรูปแบบ พบว่า คุณภาพของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังจากการทดสอบของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมากที่สุด และกลุ่มตัวอย่างได้

แสดงความพึงพอใจที่มีต่อการใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด ดังนั้นสรุปได้ว่า รูปแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังที่พัฒนาขึ้น ช่วยในการอำนวยความสะดวกและแบ่งเบาภาระของเกษตรกรในการควบคุมสั่งการเปิด-ปิดการให้น้ำในโรงเรือนปลูกพืชผ่านทางสมาร์ทโฟนจากทุกที่ทุกเวลา

สรรค์, ยุรพร และพิทวัส [8] นำเทคโนโลยีอุตสาหกรรมยุค 4.0 มาประยุกต์ใช้กับฟาร์มเกษตรขนาดเล็ก มีการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือโดยการสร้างโมเดล ผลการทดลองโมเดลพบว่า ระบบสามารถที่จะดำเนินการตามคำสั่งและทำงานได้โดยไม่ต้องใช้คนในการควบคุมและสามารถที่จะแสดงให้เห็นถึงต้นทุนปัจจุบันและการคาดคะเนต้นทุนในอนาคต ซึ่งทำให้เกิดประโยชน์ต่อผู้บริโภคและผู้ผลิตในด้านต้นทุนและความสะดวกสบาย ระบบรายงานสภาวะแวดล้อมในแปลงเกษตรกรรมด้วยเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายแบบแอนดรอยด์ต้นทุนต่ำ

ประโยชน์ [9] ออกแบบและพัฒนาระบบรายงานสภาวะแวดล้อมในแปลงเกษตรกรรม ด้วยเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายแบบแอนดรอยด์ต้นทุนต่ำ เครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายที่ออกแบบขึ้นใช้แท็บเล็ตแอนด์ดรอยด์ที่มีตัวประมวลผลสมรรถนะสูง Quad Core ทำงานที่ความเร็ว 1.6 GHz และใช้ระบบสมองกลฝังตัวบนบอร์ดโยโยในการควบคุมระบบและทำหน้าที่ในการอ่านค่าจากเซนเซอร์ที่ติดตั้งในบริเวณแปลงเพาะปลูก เช่น ค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ อุณหภูมิและค่าความชื้นในดิน จากนั้นจะส่งค่าการตรวจวัดผ่านเครือข่ายสื่อสารแบบไร้สายไปยังระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆเพื่อการรายงานสภาวะแวดล้อม การเฝ้าระวังและการให้น้ำในระบบน้ำหยด ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของระบบทั้งในห้องปฏิบัติการและทดสอบการใช้งานจริงในแปลงทดลองการปลูกอ้อย ระบบน้ำหยดของฟาร์มมหาวิทยาลัย ผลจากทดสอบการใช้งานในเบื้องต้นพบว่า ระบบดังกล่าว สามารถทำงานได้อย่างมีเสถียรภาพและตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

บัณฑิตพงษ์ และคณะ [10] ออกแบบระบบสมาร์ทฟาร์มโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับมะนาว จังหวัดเพชรบุรี โดยมีเซนเซอร์วัดค่าข้อมูลของฟาร์มมะนาว โดยกำหนดไว้ 4 ค่า คือ 1) Temperature 2) Humidity 3) Moisture 4) PH ผลการศึกษา พบว่า จากการออกแบบแผนผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT (Node MCU) กับ Arduino board และระบบเซนเซอร์พร้อมกับการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ IoT สามารถใช้ร่วมกับอุปกรณ์โมบายแอปพลิเคชันต่าง ๆ โดยสามารถรองรับการใช้งานได้ทั้งระบบ IOS และ Android และสามารถแสดงข้อมูลตามค่ามาตรฐาน ดังนี้ 1) Temperature ค่าอุณหภูมิที่เหมาะสม อยู่ที่ 26-32 องศาเซลเซียส 2) Humidity ค่าความชื้นของดินจะอยู่ในช่วง -10 ถึง -60 kpa 3) Moisture ความต้องการน้ำของมะนาวเป็นลิตรต่อต้น ต่อวันตามช่วงอายุและฤดูกาล 4) PH ค่า PH ที่เหมาะสม อยู่ที่ประมาณ 5.5–7.0

ปิติวัฒน์, นรินทร์ และพนัสชัย [11] พัฒนาต้นแบบเครื่องดูแลพืชแบบกึ่งอัตโนมัติสำหรับผู้ใช้ที่มีพื้นที่จำกัดด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โครงสร้างของชุดการทดลองระบบต้นแบบกึ่งอัตโนมัตินี้ได้สร้างขึ้นและออกแบบด้วยโปรแกรม AutoCAD โดยปัจจัยหลักในการเจริญเติบโตของพืชประกอบด้วย ปริมาณน้ำที่เพียงพอ แสงและอุณหภูมิที่เหมาะสม เป็นต้น ซึ่งถูกควบคุมด้วยการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับเซนเซอร์ที่ถูกติดตั้งชุดคำสั่ง การพัฒนาเครื่องต้นแบบปลูกพืชกึ่งอัตโนมัติเริ่มจากการศึกษาในส่วนอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและการจัดเก็บข้อมูล จากนั้นเริ่มทำการออกแบบเว็บไซต์นี้ด้วยภาษา HTML และ PHP เพื่อเชื่อมต่อการส่งข้อมูลระหว่างเครื่องต้นแบบปลูกพืชกึ่งอัตโนมัติด้วย cloud service และ web service จากผลการทดลองการปลูกพืชเป็นระยะเวลา 7 วัน ด้วยเครื่องต้นแบบปลูกพืชกึ่งอัตโนมัติ แสดงให้ว่าความยาวเฉลี่ยของลำต้นพืชเพิ่มขึ้นและให้ผลผลิตต่อพื้นที่ปลูกที่มีจำนวนมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกพืชที่ไม่ได้ควบคุมสภาวะแวดล้อม

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า มีการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาใช้ในการพัฒนางานทางด้านเกษตรกรรม เช่น การดูแลพืช การทำระบบสมาร์ทฟาร์ม การรายงานสภาพแวดล้อมในแปลงปลูก เป็นต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์รดน้ำต้นไม้ตามสภาพแวดล้อมผ่านเว็บแอปพลิเคชันร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อควบคุมการรดน้ำต้นไม้ ทำให้สามารถดูแลการรดน้ำต้นไม้แบบอัตโนมัติ

4. วิธีดำเนินการวิจัย

ในการพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์รดน้ำต้นไม้ตามสภาพแวดล้อมผ่านเว็บแอปพลิเคชันร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง มีขั้นตอนวิธีในการดำเนินการวิจัยตามแนวคิดวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) ดังนี้

4.1 การศึกษาเบื้องต้น

ผู้วิจัยศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของพืชในร่มและพืชที่อยู่กลางแจ้ง โดยใช้ปัจจัยความชื้นในดิน อุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ และช่วงเวลาที่เหมาะสมของการรดน้ำ รวมถึงการรับค่าสภาพแวดล้อมจากเซนเซอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจากหนังสือ งานวิจัย และเว็บไซต์ต่าง ๆ เพื่อพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์รดน้ำต้นไม้ตามสภาพแวดล้อม

4.2 การกำหนดความต้องการของระบบ

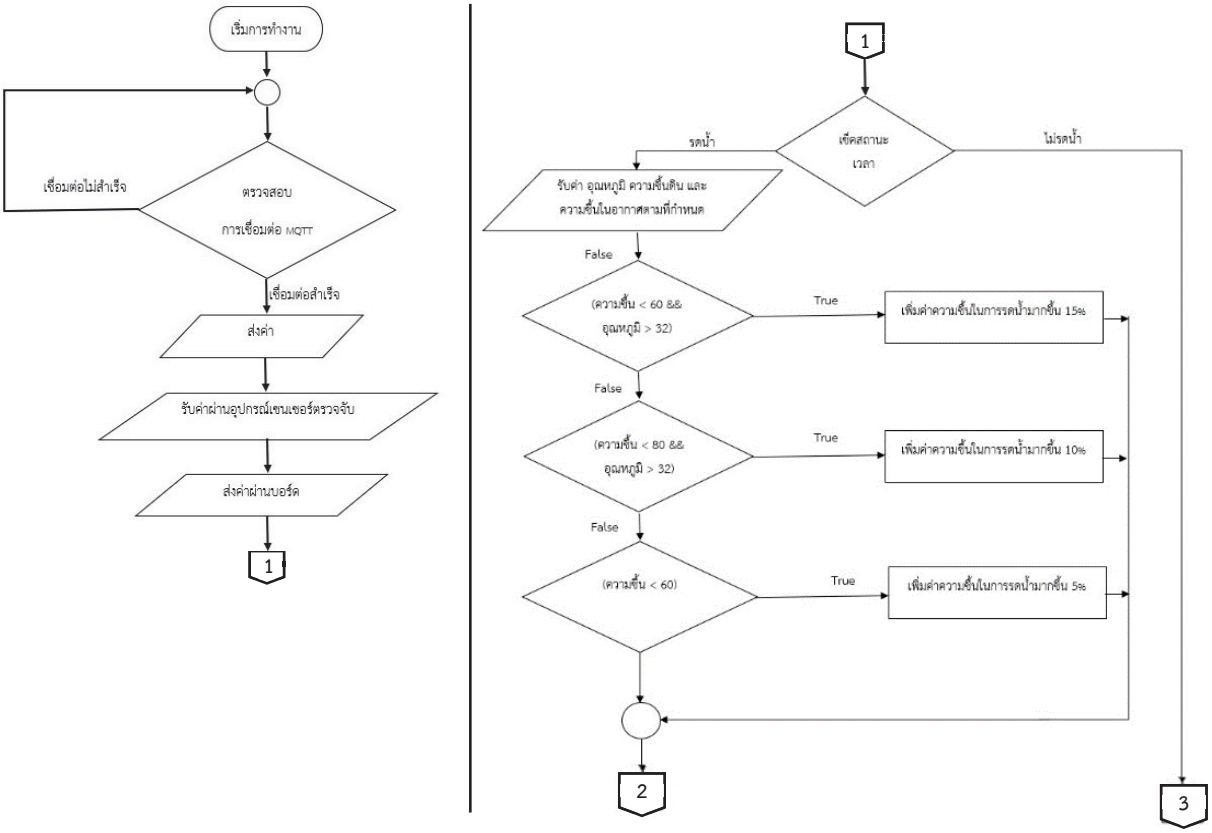
ผู้วิจัยได้กำหนดความต้องการของระบบ โดยผู้ใช้สามารถตั้งค่าและตรวจสอบการทำงานต่าง ๆ ของเซนเซอร์จากอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งผ่านเว็บแอปพลิเคชันได้ เช่น ค่าความชื้นในดิน อุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ และสถานะช่วงเวลาที่กำหนดการทำงานของปั๊มน้ำ และกำหนดตัวอย่างต้นไม้ที่นำมาใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย ต้นอิเหนา ต้นฮกหลง ต้นยางอินเดีย ต้นว่านหางจระเข้ ต้นเสน่ห์จันทร์แดง ต้นบลูฮาวาย ต้นโกสน ต้นลิ้นมังกร ต้นต้อยติ่งฝรั่ง และต้นโป๊ยเซียน โดยนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชมาใช้ในการประมวลผลเพื่อควบคุมอุปกรณ์รดน้ำต้นไม้ และให้ความรู้ความเข้าใจกับผู้ใช้

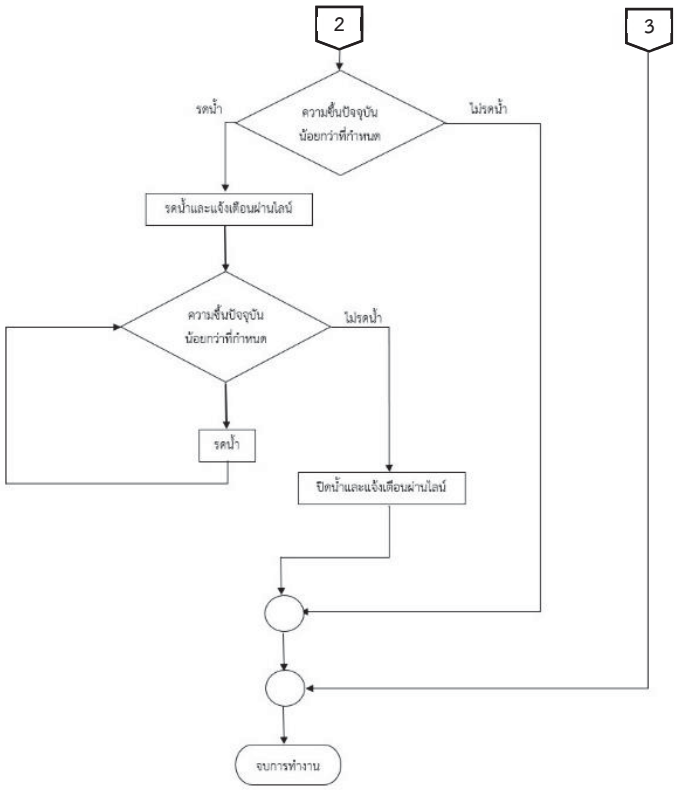
4.3 การออกแบบระบบ

การออกแบบต้นแบบอุปกรณ์รดน้ำต้นไม้ตามสภาพแวดล้อมผ่านเว็บแอปพลิเคชันร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง มีการออกแบบส่วนต่าง ๆ ดังนี้

4.3.1 การออกแบบส่วนผังงานของระบบ (System Flowchart)

ในส่วนของการออกแบบผังงานการทำงานของต้นแบบอุปกรณ์รดน้ำต้นไม้ตามสภาพแวดล้อมผ่านเว็บแอปพลิเคชันร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง มีการทำงานโดยรับค่าอุณหภูมิ ความชื้น และส่งค่าไปยังบอร์ดเพื่อประมวลผล จากนั้นเว็บแอปพลิเคชันจะประมวลผลและส่งคำสั่งผ่าน MQTT ดังภาพที่ 1

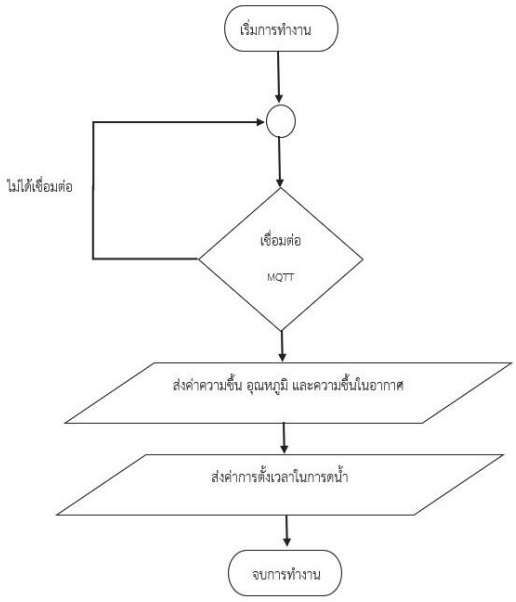




ภาพท 1 Flowchart การทางานสวนผงงานของระบบ

4.3.2 การออกแบบการทำงานของปั๊มน้ำ

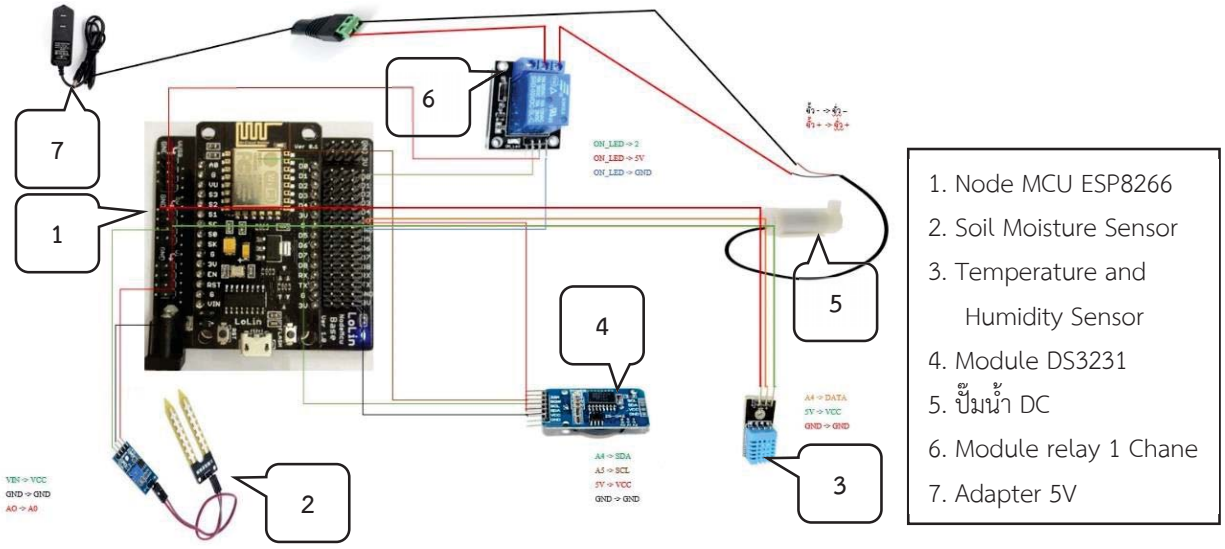
ในส่วนของการออกแบบการทำงานของปั๊มน้ำ ระบบการทำงานของบอร์ด จะเชื่อมต่อกับ MQTT เมื่อรับค่าคำสั่งแล้ว ระบบในบอร์ดจะนำค่าที่ได้จากเซนเซอร์มาประมวลผลร่วมกับค่าต่าง ๆ ที่ถูกกำหนดไว้เพื่อควบคุมการรดน้ำหรือไม่รดน้ำ ตามคำสั่งที่ได้รับ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 Flowchart การทำงานร่วมกับอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

4.3.3 การออกแบบวงจร

ในส่วนของการออกแบบต้นแบบชุดอุปกรณ์รดน้ำต้นไม้ตามสภาพแวดล้อมผ่านเว็บแอปพลิเคชันร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยเชื่อมต่อของ Module กับ ESP8266 โดยจะต่อสายสีแดงเข้าที่ขา VIN ต่อสายสีน้ำตาลเข้าที่ขา G และต่อสายสีส้มเข้าที่ขา D4 ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงการเชื่อมต่อของวงจร

4.3.4 การออกแบบหน้าเว็บแอปพลิเคชัน

ในส่วนของการออกแบบหน้าเว็บแอปพลเคชัน จะเป็นส่วนที่ให้ผู้ใช้พบเป็นส่วนแรก โดยมีส่วนแสดงผลหลัก 5 ส่วนดังนี้ 1. แสดงผลการเชื่อมต่อ MQTT 2. แสดงรายละเอียดการเติบโตของพืชชนิดต่าง ๆ 3. แสดงสถานะความชื้นดินและความต้องการน้ำ 4. ตั้งเวลาในการรดน้ำ และ 5. ปุ่มทำการเปิด-ปิดน้ำ ดังภาพที่ 4

ภาพที่ 4 การออกแบบหน้าเว็บแอปพลิเคชัน

4.4 การพัฒนาระบบ

ต้นแบบชุดอุปกรณ์รดน้ำต้นไม้ที่พัฒนาขึ้น เริ่มจากศึกษาข้อมูลในส่วนของ Module เซนเซอร์ วิเคราะห์และออกแบบต้นแบบอุปกรณ์รดน้ำต้นไม้ สร้าง MQTT Broker เพื่อส่งข้อมูลจากเว็บแอปพลิเคชันไปยัง ESP8266 ออกแบบหน้าต่างของแอปพลิเคชันด้วยโปรแกรม Visual Studio Code เขียนโค้ดการทำงาน เพื่อให้เว็บแอปพลิเคชันตอบสนองกับผู้ใช้ และส่งข้อมูลผ่าน MQTT Broker เชื่อมต่อเว็บแอปพลิเคชันเข้ากับ MQTT Broker ที่ได้สร้างไว้ เพื่อให้สั่งงาน ESP8266 โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนา

ชื่ออุปกรณ์	จำนวน	ชื่ออุปกรณ์	จำนวน
1. Node MCU ESP8266 V3 Base V1.0	1	6. Adapter 5V 1A	1
2. Module relay 1 Chane	1	7. Power Adapter Jack ตัวเมีย	1
3. Soil Moisture Sensor	1	8. สาย Jumper Male to Female ยาว 20 CM	20
4. ปั๊มน้ำ DC ขนาดเล็ก	1	9. Module DS3231 นาฬิกา	1
5. สายยางปั๊มน้ำ DC ยาว 1 เมตร	1	10. Temperature and Humidity Sensor	1

4.5 การทดสอบระบบ

เมื่อพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์รดน้ำต้นไม้ตามสภาพแวดล้อมผ่านเว็บแอปพลิเคชันร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเสร็จเรียบร้อย ผู้วิจัยทำการทดสอบระบบในแต่ละส่วน โดยทดสอบส่วนของการวัดค่าอุณภูมิ ความชื้นและค่าสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องผ่านเซนเซอร์ของอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง จากนั้นทดสอบการตั้งค่าต่าง ๆ ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน และทดสอบการทำงานทั้งหมดเมื่อเชื่อมต่อเข้ากับ MQTT Broker ตลอดจนแก้ไขจุดบกพร่องจนสามารถใช้งานได้ตรงตามความต้องการ

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการพัฒนาระบบ

การพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์รดน้ำต้นไม้ตามสภาพแวดล้อมผ่านเว็บแอปพลิเคชันร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง มีการทำงานของระบบแยกเป็น 2 ส่วน โดยในแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

5.1.1 ผลพัฒนาระบบส่วนของเว็บแอปพลิเคชัน เมื่อเริ่มการใช้งาน ผู้ใช้งานจะพบหน้าจอหลัก ซึ่งเป็นหน้าแสดงผลการทำงานของระบบแสดงข้อมูลของพืช เมื่อผู้ใช้เลือกชนิดของพืชที่ต้องการแล้ว ระบบจะคำนวณค่าที่ตั้งไว้ตามข้อมูลของพืช โดยที่ปริมาณในการให้น้ำจะแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช ดังภาพที่ 5 (ก) หากต้องการปลูกพืชที่ไม่ถูกตั้งค่าไว้ในระบบ ผู้ใช้สามารถตั้งเวลาในการรดน้ำด้วยตนเองได้ โดยกำหนดช่วงเวลาเป็นช่วงเช้า และช่วงเย็น หรือตั้งเวลาเปิด-ปิดปั๊มน้ำด้วยตนเองได้ตามต้องการ ดังภาพที่ 5 (ข)

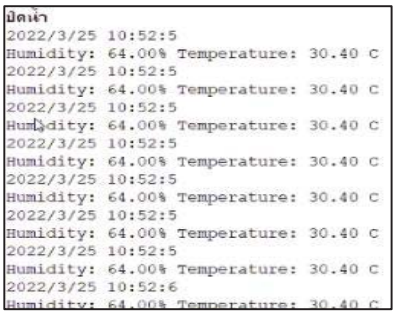
(ก) หน้าจอเมื่อป้อนคำสั่งการตั้งเวลา

(ข) ตั้งเวลาเปิด-ปิดปั๊มน้ำด้วยตนเอง

ภาพที่ 5 ผลการพัฒนาระบบส่วนของเว็บแอปพลิเคชัน

5.1.2 ผลการพัฒนาต้นแบบชุดอุปกรณ์ควบคุมการรดน้ำต้นไม้ตามสภาพแวดล้อม ผู้วิจัยได้จัดวางอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามที่ได้ออกแบบวงจรไว้ในขั้นตอนของการดำเนินงาน โดยการจัดวางวงจรส่วนของ Module ต่าง ๆ ดังภาพที่ 3 เมื่อ ESP8266 รับคำสั่งจากเว็บแอปพลิเคชันจะนำค่าความชื้น อุณหภูมิที่ได้จากเซนเซอร์ต่าง ๆ ดังภาพที่ 6 (ก) ร่วมกับกำหนดเวลาการรดน้ำที่กำหนดมา

ประมวลผล เพื่อควบคุมการเปิด-ปิดปั๊มน้ำเมื่อถึงเวลาที่กำหนด ดังภาพที่ 6 (ข) และแจ้งเตือนการรดน้ำไปยังแอปพลิเคชันไลน์ ดังภาพที่ 6 (ค)



(ก) ค่าความชื้น อุณหภูมิที่ได้จากเซนเซอร์

(ข) ควบคุมการเปิด-ปิดปั๊มน้ำ

(ค) แจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์

ภาพที่ 6 ผลการพัฒนาระบบต้นแบบชุดอุปกรณ์ควบคุมการรดน้ำต้นไม้ตามสภาพแวดล้อม

5.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบต้นแบบอุปกรณ์รดน้ำต้นไม้ตามสภาพแวดล้อมผ่านเว็บแอปพลิเคชันร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยผู้เชี่ยวชาญที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 3 คน แสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

ประเด็นประสิทธิภาพ	$\bar{X}$	S.D.	ประสิทธิภาพ
1. ประสิทธิภาพของระบบด้านตรงตามความต้องการ (Function Requirement)	4.80	0.23	ดีมาก
1.1 ความสามารถของระบบในการเพิ่ม ปรับปรุง และนำเสนอข้อมูล	5.00	0.00	ดีมาก
1.2 ความสามารถของระบบในการควบคุมอุปกรณ์	4.33	0.58	ดี
1.3 ความสามารถของโมดูลในระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง	5.00	0.00	ดีมาก
1.4 ความสามารถของการประยุกต์ใช้ชุดอุปกรณ์	4.67	0.58	ดีมาก
1.5 ความสามารถของระบบในภาพรวม	5.00	0.00	ดีมาก
2. ประสิทธิภาพของระบบด้านสามารถทำงานได้ตามหน้าที่ (Function)	4.67	0.46	ดีมาก
2.1 ความถูกต้องในการจัดประเภทข้อมูล	5.00	0.00	ดีมาก
2.2 ความถูกต้องของระบบในการเพิ่ม ปรับปรุง และนำเสนอข้อมูล	4.33	0.58	ดี
2.3 ความถูกต้องของข้อมูลในระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง	4.67	0.58	ดีมาก
2.4 ความถูกต้องของการประยุกต์ใช้ชุดอุปกรณ์	4.67	0.58	ดีมาก
2.5 ความถูกต้องของการทำงานระบบในภาพรวม	4.67	0.58	ดีมาก
3. ประสิทธิภาพของระบบด้านความง่ายต่อการใช้งาน (Usability)	4.67	0.46	ดีมาก
3.1 ความง่ายในการเรียกใช้ระบบ	4.67	0.58	ดีมาก
3.2 ความเหมาะสมในการออกแบบหน้าจอโดยภาพรวม	4.67	0.58	ดีมาก
3.3 ความชัดเจนของข้อความที่แสดงบนจอภาพ	4.33	0.58	ดี
3.4 ความสะดวกในการเข้าใช้ระบบ	4.67	0.58	ดีมาก
3.5 ความน่าใช้ของระบบในภาพรวม	5.00	0.00	ดีมาก
4. ประสิทธิภาพของระบบด้านความเร็ว (Performance)	4.60	0.46	ดีมาก
4.1 ความเร็วในการแสดงผลจากการเชื่อมโยงข้อมูลส่วนต่าง ๆ	5.00	0.00	ดีมาก

ตารางที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ (ต่อ)

ประเด็นประสิทธิภาพ	$\overline{X}$	S.D.	ประสิทธิภาพ
4.2 ความเร็วในการติดต่อกับระบบออนไลน์	4.33	0.58	ดี
4.3 ความเร็วในการบันทึก ปรับปรุงข้อมูลผ่านระบบ	4.33	0.58	ดี
4.4 ความเร็วในการนำเสนอข้อมูล	4.67	0.58	ดีมาก
4.5 ความเร็วในการทำงานของระบบในภาพรวม	4.67	0.58	ดีมาก
5. ประสิทธิภาพของระบบ ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล (Security)	4.58	0.58	ดีมาก
5.1 การกำหนดสิทธิ์เข้าใช้ระบบมีความปลอดภัยในการใช้งาน	4.67	0.58	ดีมาก
5.2 ความปลอดภัยของระบบเครือข่าย	4.67	0.58	ดีมาก
5.3 ความปลอดภัยของการเข้าถึงข้อมูล	4.67	0.58	ดีมาก
5.4 การควบคุมให้ใช้งานตามสิทธิ์ผู้ใช้ได้อย่างถูกต้อง	4.67	0.58	ดีมาก
5.5 การตรวจสอบสิทธิ์ก่อนใช้งานของผู้ใช้ระบบในระดับต่าง ๆ	4.67	0.58	ดีมาก
5.6 มีระบบป้องกันภัยจากไวรัส หรือผู้บุกรุก	4.67	0.58	ดีมาก
5.7 รองรับข้อมูลที่ตรงกับความต้องการ นำไปใช้ประโยชน์ได้	4.33	0.58	ดี
5.8 การให้คำปรึกษาและแก้ปัญหาสำหรับการใช้งาน	4.33	0.58	ดี
ผลการประเมินประสิทธิภาพรวมทุกด้าน	4.66	0.44	ดีมาก

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ พบว่า ผลการประเมินประสิทธิภาพรวมทุกด้าน มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\overline{X}$=4.66, S.D.=0.44) ประกอบด้วย 1) ประสิทธิภาพของระบบด้านตรงตามความต้องการ (Function Requirement) มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\overline{X}$=4.80, S.D.=0.23) 2) ประสิทธิภาพของระบบด้านสามารถทำงานได้ตามหน้าที่ (Function) มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\overline{X}$=4.67, S.D.=0.46) 3) ประสิทธิภาพของระบบด้านความง่ายต่อการใช้งาน (Usability) มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี ($\overline{X}$=4.67, S.D.=0.46) 4) ประสิทธิภาพของระบบด้านความเร็ว (Performance) มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\overline{X}$=4.60, S.D.=0.46) และ 5) ประสิทธิภาพของระบบ ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล (Security) มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\overline{X}$=4.58, S.D.=0.58)

6. สรุปผลการวิจัย

6.1 การพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์รดน้ำต้นไม้ตามสภาพแวดล้อมผ่านเว็บแอปพลิเคชันร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง สามารถแสดงค่าความชื้นในดิน ค่าอุณหภูมิ และค่าความชื้นในอากาศได้ แสดงข้อมูลการเติบโตของพืช และตั้งเวลาในการรดน้ำ โดยจะรดน้ำตามข้อมูลที่กำหนดไว้ ซึ่งการให้น้ำจะมีความแตกต่างกันตามชนิดของพืชนั้น ๆ และสามารถให้ปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นตามค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นในอากาศตามความเหมาะสม

6.2 การพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์รดน้ำต้นไม้ตามสภาพแวดล้อมผ่านเว็บแอปพลิเคชันร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง มีผลการประเมินประสิทธิภาพรวมทุกด้าน อยู่ในระดับดีมาก ($\overline{X}$=4.66, S.D.=0.44)

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ควรเพิ่มข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชให้มากขึ้นและบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล

7.2 ควรปรับส่วนติดต่อของผู้ใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน ให้ดูทันสมัยและใช้งานได้ง่ายยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] กอบเกียรติ สระอุบล. (2561). **พัฒนา IoT บนแพลตฟอร์ม Arduino และ Raspberry Pi. (พิมครั้งที่ 1).** กรุงเทพมหานคร: หสม สำนักพิมพ์ อินเตอร์มีเดีย.

[2] ทันพงษ์ ภู่รักษ์. (2561). **Arduino IDE ซอฟต์แวร์สำหรับโปรแกรมภาษา C.** ค้นเมื่อ 20 เมษายน 2565 จาก http://www.sbt.ac.th/new/sites/default/files/TNP_Unit_4.pdf

[3] กลุ่มแอดวานซ์ รีเสิร์ช. (2560). **Internet of things (IOT) เมื่ออินเทอร์เน็ตเชื่อมต่อกับทุกสิ่ง.** ค้นเมื่อ 20 เมษายน 2565 จาก https://www.admissionpremium.com/content/1838

[4] Mostori. (2563). **MQTT กับระบบ IoT.** ค้นเมื่อ 20 เมษายน 2565 จาก https://www.mostori.com/blog_detail.php?b_id=93

[5] เลกะ คอร์ปอเรชัน. (2563). **อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการปลูกพืช.** ค้นเมื่อ 20 เมษายน 2565 จาก https://legatool.com/wp/10911/

[6] ธิติศักดิ์ โพธิ์ทอง, ประสิทธิ์ เมฆอรุณ และสิทธิชัย ชูสำโรง. (2562). การพัฒนาระบบฟาร์มอัจฉริยะสำหรับเกษตรกรยุคใหม่ด้วยซอฟต์แวร์รหัสเปิด และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง. **วารสารเกษตรนเรศวร.** 16 (2), 10-17.

[7] ปวันนพัสตร์ ศรีทรงเมือง, สุมนา บุษบก, ชาญณรงค์ ศรีทรงเมือง, ชุติกานต์ หอมทรัพย์ และศุภกาญจน์ คงสมแสวง. (2563). **รายงานการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืช โดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง.** พระนครศรีอยุธยา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์พระนครศรีอยุธยา หันตรา.

[8] สรรค์ จี้เพ็ชร์, ยุรพร ศุทธรัตน์ และพิทวัส เอื้อสังคมเศรษฐ์. (2560). การนำเทคโนโลยีอุตสาหกรรมยุค 4.0 มาประยุกต์ใช้กับฟาร์มเกษตรขนาดเล็ก. **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 55.** 392-399.

[9] ประโยชน์ คำสวัสดิ์. (2561). **รายงานการวิจัยเรื่อง ระบบรายงานสภาวะแวดล้อมในแปลงเกษตรกรรมด้วย เครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายแบบแอนดรอยด์ต้นทุนต่ำ.** นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

[10] บัณฑิตพงษ์ ศรีอำนวย, สราวุธ แผลงศร, วีระสิทธิ์ ปิติเจริญพร และพิมพ์ใจ สีหะนาม. (2562). การออกแบบระบบสมาร์ทฟาร์มโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง สำหรับมะนาวจังหวัดเพชรบุรี. **การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาลัยนครราชสีมา ครั้งที่ 6 ประจำปี พ.ศ. 2562 “สังคมผู้สูงวัย: โอกาสและความท้าทายของอุดมศึกษา”.** 808-816.

[11] ปิติวัฒน์ จุลเกษมศักดิ์, นรินทร์ จีระนันตสิน และพนัสชัย ศรีบำรุง. (2564). การพัฒนาต้นแบบเครื่องดูแลพืชแบบกึ่งอัตโนมัติสำหรับผู้ใช้ที่มีพื้นที่จำกัดด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง. **งานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2564.** 100-110.