การประยุกต์ใช้เครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับฟาร์มอัจฉริยะ

Application with the Wireless Sensor Network in Smart Farms

ชนนิกานต์ รอดมรณ์[1] มธุรส ผ่านเมือง[2*] และ วีรศักดิ์ จงเลขา[3]

Chonnikarn Rodmorn[1], Mathuros Panmuang[2*] and Weerasak Jonglakha[3]

Received: 9 March 2020, Revised: 8 May 2020, Accepted: 20 May 2020

บทคัดย่อ

การปลูกผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คโดยควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตจะต้องอาศัยการดูแลอย่างสม่ำเสมอ เช่น การรดน้ำจะต้องให้ชุ่มแต่ไม่แฉะ ดังนั้นเกษตรกรจะต้องคอยตรวจสอบความชื้นในดินเป็นประจำ ด้วยเหตุนี้คณะผู้วิจัยได้เห็นว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of Things: IoT) จะสามารถช่วยควบคุมปัจจัยดังกล่าวได้ การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเซนเซอร์ในการตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ และความชื้นในดิน มาช่วยลดภาระของเกษตรกร โดยแบ่งวิธีการวิจัยออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน การวิเคราะห์ การออกแบบ และการนำไปใช้ ผลที่ได้จากการวิจัยพบว่า เซนเซอร์สามารถตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ ความชื้นในดิน และส่งข้อมูลจากการตรวจวัดผ่าน MQTT โปรโตคอลไปยังโหนดที่เป็นแม่ข่าย (Server Node) ในทุกนาที เพื่อประมวลผล หากพบว่าค่าที่วัดได้ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ โหนดแม่ข่ายจะสั่งการให้ปั๊มน้ำทำงานโดยการรดน้ำในแปลงผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค ซึ่งระบบตรวจวัดดังกล่าวจะช่วยตรวจสอบแปลงเพาะปลูก และช่วยรดน้ำอัตโนมัติ ทำให้เกษตรกรประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย จากเดิมเกษตรกรใช้เวลารดน้ำประมาณ 7-10 นาที เมื่อมีระบบจะทำให้ลดเวลาลงได้เหลือเพียง 1 นาทีเท่านั้น และปริมาณการใช้น้ำลดลงจาก 3-4 ลิตรต่อนาที เหลือ 2-3 ลิตรต่อนาที

คำสำคัญ: อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, ฟาร์มอัจฉริยะ, เซนเซอร์ไร้สาย, เทคโนโลยีสารสนเทศ

---

[1] ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

[1] Department of Applied Statistics, Faculty of Applied Science, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangsue, Bangkok 10800, Thailand.

[2] สาขาวิชานวัตกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12110

[2] Program in Learning Innovation and Information Technology, Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Khlong Luang, Pathum Thani 12110, Thailand.

[3] สาขาวิชาการจัดการ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10170

[3] Program in Management, Faculty of Business Administration, Bangkok Thonburi University, Thawiwatthana, Bangkok 10170, Thailand.

[*] ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): mathuros_p@rmutt.ac.th Tel: 06 4915 6653

ABSTRACT

Growing green oak lettuce by controlling the factors affecting growth requires continual attention to develop the lettuce plant. For instance, watering must be consistently moist rather than soaking wet. Therefore, farmers have to inspect humidity in the soil regularly and apply enough irrigation to keep soil moist. For this reason, the Internet of Things (IoT) was applied to resolve the mentioned problem. The proposed technology aims to use the sensing system to measure the degree of temperature, humidity, and soil moisture in order to reduce the burden of farmers by dividing the research methodology into 4 steps: planning, analyzing, designing and implementing. The findings showed that the sensor could detect the degree of temperature, air humidity, and soil moisture as well as transfer the data from measurement via MQTT protocol to the server node for processing every minute. If the detected degree of soil humidity is lower than the set value, then the server node will start the water pumping system in the green oak lettuce farm. The soil detection system will check the farming plots automatically and save farmers' time and expenses. The proposed system requires less amount of watering time (1 minute) than the traditional method (7-10 minutes) and decreases water consumption from 3-4 liters to 2-3 liters per minute.

Key words: IoT, smart farms, wireless sensors, information technology

บทนำ

เมื่อเทคโนโลยีมีความก้าวหน้าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีจึงเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวันของมนุษย์ ด้วยเหตุนี้องค์กรต่างๆ จึงนิยมใช้เทคโนโลยีในการบริหารจัดการองค์กรเพื่อให้เกิดความสะดวก รวดเร็ว และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงาน โดยเฉพาะการเลือกใช้เทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ (Panmuang and Porrawatpreyakorn, 2016) ไม่เว้นแม้แต่อาชีพเกษตรกรรม ซึ่งจัดเป็นอาชีพหลักของประเทศไทย แต่งานวิจัยด้านเทคโนโลยีสารสนเทศส่วนใหญ่กลับไม่ได้เกื้อหนุนต่ออาชีพเกษตร ซึ่งเป็นอาชีพหลักของคนไทยมากนัก อาชีพเกษตรกรยังคงเป็นอาชีพที่ต้องใช้การจัดการแบบในอดีต กล่าวคือ ต้องเดินตรวจตราภายในสวน ใส่ปุ๋ยตามเวลาที่กำหนด โดยไม่ได้คำนึงถึงธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินก่อนแล้ว นอกจากนี้ยังมีการจัดการโรคจากแมลง เมื่อเจอปัญหาการระบาดอาจจะใช้สารเคมีเกินอัตราความจำเป็น ทำให้ประสบปัญหาด้านราคาผลผลิตตกต่ำ ในขณะที่ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น ดังนั้น ปัญหาด้านกระบวนการจัดการ การดูแลรักษา การจัดการโรคจากแมลง การเก็บเกี่ยวและการจัดจำหน่ายผลผลิตล้วนแล้วแต่เป็นปัญหาสำคัญของการทำการเกษตรทั้งสิ้น รวมถึงการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างไม่มีประสิทธิภาพ เช่น ดิน น้ำ แสงแดด อากาศ เป็นต้น (Manwicha, 2016) นอกจากนั้น เกษตรกรไม่มีความรู้เพียงพอด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ รวมทั้งความรู้ในการผลิตสินค้าเกษตรคุณภาพสูงที่มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม แนวคิดฟาร์มฉริยะ (Smart Farm) จึงเป็นกลไกสำคัญในการตอบโจทย์การพัฒนาและคาดว่าอาจสามารถพลิกโฉมการเกษตรในอนาคต (Tummers *et al*., 2019)

แนวคิดการทำฟาร์มอัจฉริยะ คือ การทำการเกษตรแม่นยำสูง (Precision Agriculture หรือ Precision Farming) เป็นการทำการเกษตรที่อาศัยความสอดคล้องให้เข้ากับสภาพพื้นที่ โดยเน้นพื้นที่ที่ไม่ใช่พื้นที่เกษตรขนาดใหญ่ เน้นประสิทธิภาพในการเพาะปลูก ตั้งแต่การคัดเลือกเมล็ดพันธุ์จนถึงกระบวนการปลูกที่นำเอาเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการตรวจวัดทั้งเรื่องของสภาพดิน ความชื้นในดิน แร่ธาตุในดิน ความเป็นกรดด่าง (ดินเค็มหรือดินเปรี้ยว) สภาพปริมาณแสงธรรมชาติ รวมถึงเรื่องศัตรูพืชต่างๆ บางประเทศมีการควบคุมสิ่งแวดล้อมผ่านการปลูกในโรงเรือน เพื่อป้องกันศัตรูพืชและสามารถควบคุมปัจจัยต่างๆ ได้อย่างเข้มงวดและมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Musat *et al*., 2018) ในการทำฟาร์มอัจฉริยะจะอาศัยกลไกและแนวคิดพื้นฐานมาจากอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of Things: IoT) โดยการนำเซนเซอร์มาติดตั้งไว้ในแปลงเกษตรเพื่อทำการตรวจวัดสภาพแวดล้อมต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น ซึ่งเซนเซอร์เหล่านี้จะต้องอาศัยการทำของระบบอินเทอร์เน็ตในการรับ-ส่งข้อมูล ไปยังเซิร์ฟเวอร์เพื่อทำการประมวลผลและแสดงผลออกมาในรูปแบบของแอปพลิเคชัน ดังนั้นในการทำฟาร์มอัจฉริยะจึงเป็นการบูรณาการร่วมกันทั้งด้านสภาพแวดล้อม เทคโนโลยี และเกษตรกร เพื่อให้สามารถทำการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเทคโนโลยีที่นำมาใช้นั้น จะช่วยให้เกษตรกรเกิดการบริหารเวลา ลดความเสี่ยง เพิ่มผลผลิต และสามารถวิเคราะห์สภาพแวดล้อมได้อย่างแม่นยำและเหมาะสม อีกทั้งยังสามารถนำข้อมูลที่ได้จัดเก็บเอาไว้มาพยากรณ์และทำให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) จนทำให้สามารถทำนายและคาดการณ์ล่วงหน้าในการดูแลแปลงเกษตรได้อย่างสมบูรณ์แบบ (TongKe, 2013; Yoon *et al*., 2018) ในขณะที่ประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับการทำฟาร์มอัจฉริยะโดยสนับสนุนให้เกษตรกรไทยก้าวเข้าสู่ยุค Thailand 4.0 คือ การไม่ทำร้ายธรรมชาติ ใช้ทรัพยากรเท่าที่จำเป็น เช่น การมีพื้นที่เล็กๆ แต่สามารถออกแบบให้เพราะปลูกแบบผสมผสานและเกื้อกูลกันและต้องใช้เทคโนโลยีให้เหมาะสม ซึ่งการทำฟาร์มอัจฉริยะต้องเข้าใจตั้งแต่กระบวนการผลิต การบริหารจัดการ เข้าใจธรรมชาติ และเข้าใจเทคโนโลยี (Fongngen *et al*., 2018) นอกจากนั้นรัฐบาลยังสนับสนุนโครงการเกษตรกรรุ่นใหม่ (Young Smart Farmer) โดยให้บุคคลที่มีความภูมิใจในการเป็นเกษตรกร ไม่จำกัดเพศ อายุระหว่าง 17-45 ปี มีความรอบรู้ในระบบการผลิตด้านการเกษตรแต่ละสาขา มีความสามารถในการวิเคราะห์ เชื่อมโยงและบริหารจัดการการผลิตและการตลาด โดยใช้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจ คำนึงถึงคุณภาพและความปลอดภัยของผู้บริโภค สังคม และสิ่งแวดล้อม (Sajjasophon *et al*., 2019) เพื่อพัฒนาให้กลายเป็นฟาร์มอัจฉริยะในอนาคตแบบยั่งยืน

จากความสำคัญของการทำเกษตรยุคใหม่ที่อาศัยเทคโนโลยี IoT เข้ามาช่วยในการตรวจวัดองค์ประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร รวมทั้งแรงผลักดันจากรัฐบาลที่ต้องการให้เกษตรกรไทยเข้าสู่ยุค Thailand 4.0 และจากการเก็บรวบรวมจากเกษตรกรในพื้นที่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม พบว่า ปัจจุบันเกษตรกรดูแลฟาร์มผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค โดยไม่ใช้ยาฆ่าแมลง ปุ๋ย ฮอร์โมนเร่งโต หรือสารเคมีอื่นๆ ดังนั้นจึงต้องรักษาสมดุลขององค์รวมตามธรรมชาติไว้ให้ได้มากที่สุด และต้องหมั่นตรวจวัดความชื้นในดิน และอุณหภูมิในอากาศให้สมดุลและเหมาะสม หากตรวจสอบว่าความชื้นในดินมีไม่เพียงพอ จะทำการรดน้ำทันที ดังนั้นสิ่งที่เกษตรกรต้องการคือ การมีระบบหรืออุปกรณ์ที่สามารถควบคุมองค์ประกอบต่างๆ ของการเพาะปลูกให้สามารถตรวจสอบหรือแจ้งเตือนได้ ด้วยเหตุนี้การ

วิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำแนวคิด IoT มาประยุกต์ใช้ โดยการนำเซนเซอร์ที่สามารถตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ และความชื้นในดิน มาช่วยลดภาระของเกษตรกร โดยเซนเซอร์จะทำการตรวจวัดค่าต่างๆ และส่งข้อมูลที่ได้ไปยังโหนดแม่ข่ายเพื่อสั่งการให้ปั๊มน้ำทำงานโดยการรดน้ำในแปลงผักกาดหอมพันธุ์ กรีนโอ๊ค ผลที่ได้จากการวิจัยจะทำให้เกษตรกรประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย นอกจากนั้นยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาการทำฟาร์มอัจฉริยะให้กับเกษตรกรรายอื่นๆ ในการปลูกพืชที่ต้องอาศัยการควบคุมอุณภูมิหรือความชื้น และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำแนวทางดังกล่าวไปส่งเสริมและสนับสนุนให้เกษตรกรได้เห็นถึงความสำคัญของเทคโนโลยีในการประยุกต์ใช้เพื่อการเกษตรต่อไปได้

วิธีดำเนินการวิจัย

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยอาศัยขั้นตอนที่ประยุกต์จากการวิเคราะห์และออกแบบระบบตามแนวทางของ Dennis *et al.* (2012) ที่แบ่งขั้นตอนออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

1. ส่วนที่ 1 การวางแผน (Planning) โดยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

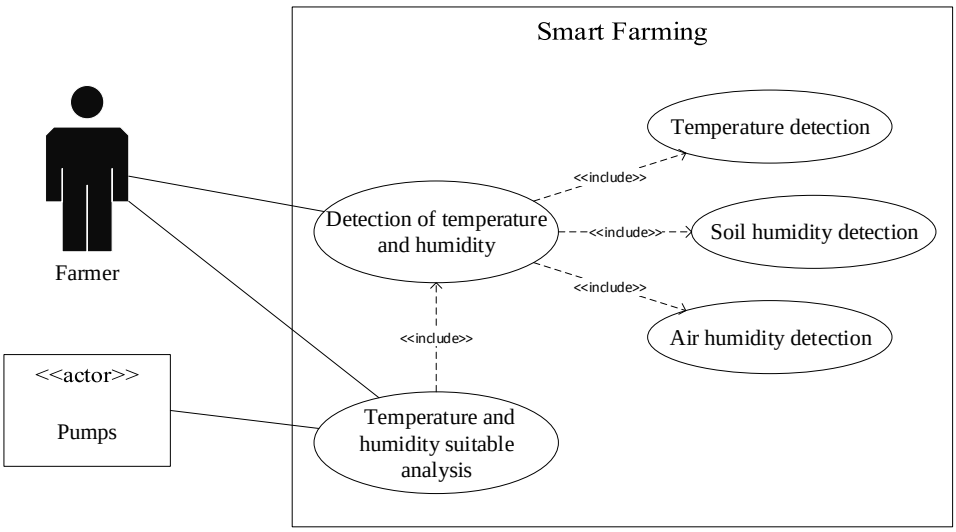
1.1 การวิเคราะห์ความต้องการ ในขั้นตอนนี้ได้เก็บรวบรวมความต้องการจากเกษตรกรที่ทำฟาร์มแปลงผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค จากการสอบถามเกษตรกรในพื้นที่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม พบว่า ปัจจุบันเกษตรกรดูแลฟาร์มโดยไม่ใช้ยาฆ่าแมลง ปุ๋ย ฮอร์โมนเร่งโต หรือสารเคมีอื่นๆ ดังนั้นจึงต้องรักษาสมดุลขององค์รวมตามธรรมชาติไว้ให้ได้มากที่สุด และคอยตรวจสอบดินเพื่อให้เกิดความเหมาะสมต่อการเพาะปลูก เช่น จุลินทรีย์ในดิน พืช ปศุสัตว์ และผู้คน ซึ่งในกระบวนการดังกล่าวสร้างความไม่คล่องตัวให้กับเกษตรกร เนื่องจากเกษตรกรต้องหมั่นดูแลแปลงผักอย่างสม่ำเสมอ และต้องหมั่นตรวจวัดความชื้นในดิน และอุณหภูมิในอากาศให้สมดุลและเหมาะสม หากตรวจสอบว่าความชื้นในดินมีไม่เพียงพอ จะทำการรดน้ำทันที ดังนั้นสิ่งที่เกษตรกรต้องการคือ การมีระบบหรืออุปกรณ์ต่างๆ ที่สามารถควบคุมองค์ประกอบต่างๆ ของการเพาะปลูกให้สามารถตรวจสอบหรือแจ้งเตือนได้ ทั้งนี้เพื่อลดเวลา และสร้างมาตรฐาน การเพาะปลูกที่มีคุณภาพ

1.2 การศึกษาความเป็นไปได้ จากความต้องการดังกล่าวของเกษตรกร คณะผู้วิจัยได้นำมาศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบเพื่อควบคุมองค์ประกอบต่างๆ ของการเพาะปลูก และจากการศึกษา พบว่าปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้แนวคิด IoT ในการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่ง IoT คือ การที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ สามารถเชื่อมโยงหรือส่งข้อมูลถึงกันได้ด้วยสัญญาณอินเทอร์เน็ต โดยผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องป้อนข้อมูล (Nord *et al.*, 2019) ดังนั้นจึงได้ศึกษาถึงความสามารถของอุปกรณ์ที่จะใช้ในการตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ และความชื้นในดิน ซึ่งพบว่าการใช้เซนเซอร์ไร้สายสามารถนำมาใช้ในการตรวจวัด และส่งค่าการวัดมายังโหนดที่เป็นแม่ข่าย (Server Node) เพื่อทำการวิเคราะห์ระดับอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ และความชื้นในดิน หากพบว่าค่าที่วัดได้ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด จะสั่งการให้ปั๊มน้ำทำงานโดยการรดน้ำให้กับแปลงผักโดยอัตโนมัติ

1.3 การวางแผน คณะผู้วิจัยได้วางแผนการดำเนินงานโดยจะใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 12 เดือน แบ่งเป็น การเก็บรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกรเกี่ยวกับการปลูกผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค ตั้งแต่วันที่ 15 มกราคม - 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 และการเลือกใช้อุปกรณ์ต่างๆ ที่จะนำมาตรวจวัด พร้อมทั้งวางแผนในการพัฒนาระบบและ

กระบวนการที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ตั้งแต่เดือนมกราคม - ธันวาคม พ.ศ. 2562

2. ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์ (Analysis) ในขั้นตอนนี้ คณะผู้วิจัยได้วิเคราะห์ระบบโดยใช้แผนภาพ Use Case Diagram เพื่ออธิบายการทำงานของระบบ ดังภาพที่ 1

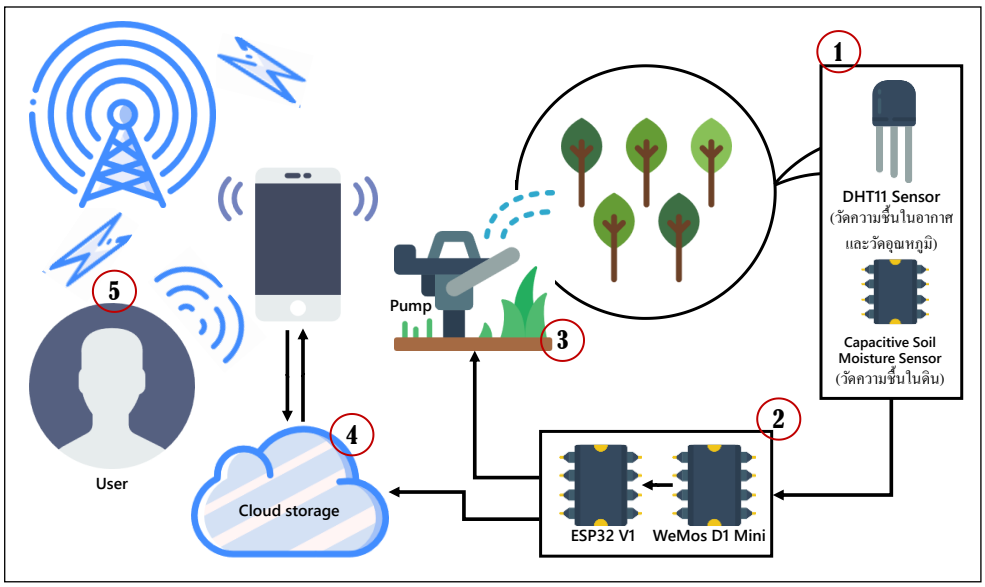


ภาพที่ 1 Use case diagram ของระบบฟาร์มแปลงผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คอัจฉริยะ

จากภาพที่ 1 ในส่วนของปั๊มน้ำจะทำหน้าที่ในการรดน้ำให้กับแปลงผักโดยอัตโนมัติ หากพบว่าความชื้นและอุณหภูมิไม่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ นอกจากนั้นเกษตรกรสามารถตรวจสอบค่าต่างๆ ได้โดยเรียกดูผ่าน แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือหรือเว็บไซต์

3. ส่วนที่ 3 การออกแบบ (Design) คณะผู้วิจัยได้ออกแบบระบบจากการวิเคราะห์ระบบ และนำมาพัฒนาเป็นรูปแบบทางกายภาพ (Physical Model) โดยเริ่มจากการออกแบบงานทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ทั้งในส่วนนำข้อมูลเข้า (Input) ส่วนประมวลผล (Process) ส่วนแสดงผลลัพธ์ (Output) ส่วนจัดเก็บข้อมูล (Storage) การออกแบบจำลองข้อมูล การออกแบบรายงานและการออกแบบหน้าจอในการติดต่อกับผู้ใช้ระบบ ซึ่งจะต้องมุ่งเน้นการวิเคราะห์ว่าช่วยแก้ปัญหาอะไร (What) และการออกแบบช่วยแก้ปัญหาอย่างไร (How) (Valacich *et al.*, 2014) นอกจากนั้นยังได้กำหนดตัวแปรที่นำมาใช้ในการออกแบบ ประกอบด้วย อุณหภูมิ ซึ่งได้กำหนดความเหมาะสมไว้ที่ 25-28 องศาเซลเซียส ความชื้นในอากาศไม่เกิน 60% และความชื้นในดินระหว่าง 40-70% สำหรับขนาดของแปลงผัก (พื้นที่ทดลอง) ได้กำหนดขนาดไว้ความกว้าง 5 เมตร ความยาว 26 เมตร ความสูง 2.5 เมตร จำนวน 4 แปลง การให้น้ำเป็นการพ่นฝอยผ่านหัวมินิสปริงเกอร์ ที่มีรัศมี 1 หัวอยู่ประมัน 1-2 เมตร ปริมาณน้ำไหล 120-180 ลิตร/ชั่วโมง ดังนั้นในแปลงผัก 1 แปลงจะติดตั้งเซนเซอร์ 3 ชุด (DHT11 Sensor Node ซึ่งทำหน้าที่ในการวัดความชื้นในอากาศและวัดอุณหภูมิ และ Capacitive Soil Moisture Sensor ที่ทำหน้าที่ในการวัดความชื้นในดิน) คือ ส่วนหัวแปลง กลางแปลง และท้ายแปลง แล้วนำค่าที่ได้จากเซนเซอร์ทั้ง 3 ตัว มาหาค่าเฉลี่ย โดยสามารถแสดงการออกแบบ

ภาพรวมการทำงานของระบบ กลุ่มของการไหลของข้อมูล และเครื่องมือที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้



ภาพที่ 2 การออกแบบระบบฟาร์มอัจฉริยะ

จากภาพที่ 2 เป็นการอธิบายการทำงานของระบบในภาพรวม โดยระบบจะเริ่มต้นทำงานจาก

จุดที่ 1: เซนเซอร์จะทำการตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ และความชื้นในดินโดยใช้ DHT11 Sensor Node ในการวัดความชื้นในอากาศและวัดอุณหภูมิ และใช้ Capacitive Soil Moisture Sensor ในการวัดความชื้นในดิน การเลือกใช้อุปกรณ์ทั้งสองตัวนี้ เนื่องจากมีราคาไม่สูง และใช้พลังงานไม่มาก รวมทั้งมีขนาดที่เล็กและน้ำหนักเบา หลังจากที่เซนเซอร์วัดค่าต่างๆ ได้แล้วจะส่งข้อมูลไปยังบอร์ด WeMos D1 Mini Node

จุดที่ 2: เมื่อบอร์ด WeMos D1 Mini Node (ซึ่งเป็นบอร์ดที่วางชิปลงบนบอร์ดโดยตรงทำให้น้ำหนักเบาเพียง 2.5 กรัม และมีเสาอากาศบนบอร์ดเป็นเสาเซรามิก ทำให้สามารถต่อเสาอากาศภายนอกได้อย่างสะดวก) ได้รับข้อมูลจากจุดที่ 1 จะทำการอ่านค่าอุณหภูมิและความชื้นเพื่อส่งข้อมูลไปยังโหนดที่เป็นแม่ข่าย (ESP32 Development Board v.1) โดยโหนดแม่ข่าย จะทำหน้าที่เป็นเกตเวย์ในการเชื่อมต่อเครือข่ายและควบคุมการทำงานของกระแสไฟฟ้าแบบ 4 Channel Relay Module เมื่อพบว่าค่าอุณหภูมิและความชื้นไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในข้างต้น จะสั่งการให้ปั๊มน้ำทำงาน

จุดที่ 3: ปั๊มน้ำจะทำงานเมื่อได้รับการสั่งการจากโหนดแม่ข่าย (Server Node) โดยจะรดน้ำในแปลงผัก และหยุดทำงานเมื่อโหนดแม่ข่ายได้รับข้อมูลจากเซนเซอร์ว่าอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศและความชื้นในดินเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในข้างต้น

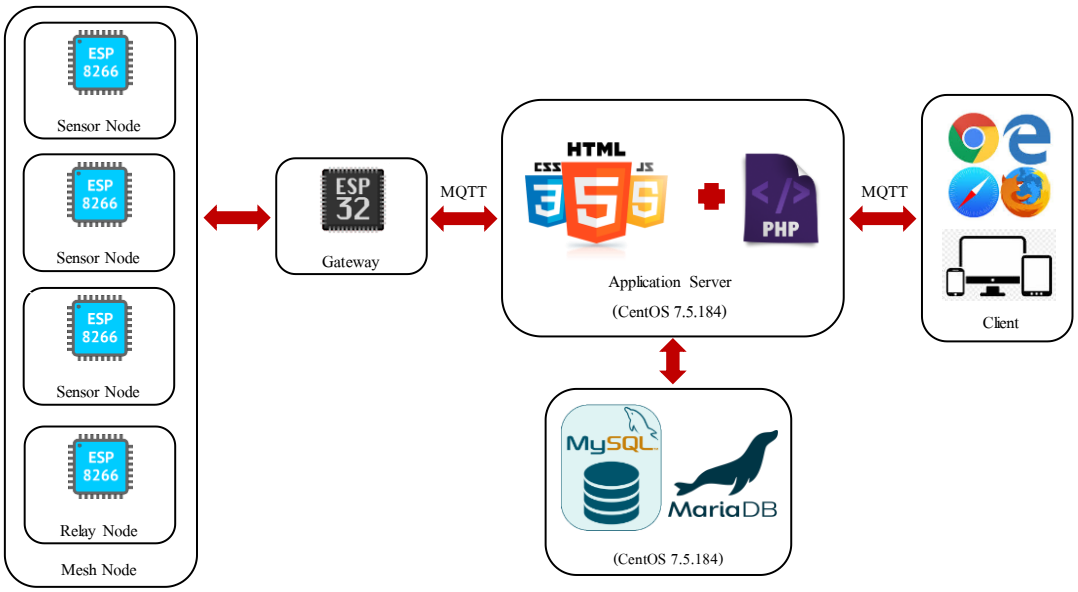
จุดที่ 4: ในการเก็บข้อมูลที่ได้จากการวัดอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ และความชื้นในดิน จะจัดเก็บในรูปแบบของ JSON (JavaScript Object Notation) เช่น {"nodeType": "GardenSensor", "nodeId": 2013523182, "temperature": 32," humidity": 15, "soil": 100} เป็นต้น โดยข้อมูลจะถูกจัดเก็บแบบออนไลน์ผ่านระบบคลาวด์บนเซิร์ฟเวอร์ (Cloud Storage)

จุดที่ 5: นอกจากการการรดน้ำโดยอัตโนมัติแล้ว (จุดที่ 2 และ 3) ผู้ใช้งานหรือเกษตรกรสามารถเรียกดูข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ ความชื้นในดิน เวลาในการรดน้ำ โดยเรียกดูผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือหรือเว็บไซต์ และสามารถสั่งให้ปั๊มน้ำทำงานผ่านเว็บไซต์ที่คณะผู้วิจัยได้พัฒนาไว้ได้

Tools:	
Hardware:	**Software:**
• DHT11 Sensor Node • Capacitive Soil Moisture Sensor Node • WeMos D1 Mini Node • ESP32 Development Board v.1 (Controller Gateway) • Intel Xeon E5 Ram 64 Gb (MQTT Server, Application Server and Database Server)	• Operating System: CentOS 7.5.184 • Development Software: Visual Studio Code, Arduino IDE • Web Server: Nginx • Front-end: Html5, CSS, Java Script • Back-end: PHP 7 • Database: MySQL, MariaDB
Techniques: Mesh Network, MQTT, Web Socket	

ภาพที่ 3 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับฟาร์มอัจฉริยะ

จากภาพที่ 3 เครื่องมือต่างๆ ทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่นำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับฟาร์มอัจฉริยะ สามารถนำมาสรุปภาพรวมของการเชื่อมต่อในแต่ละส่วน และตัวอย่าง Coding ที่พัฒนาขึ้นมาจากการรับค่าข้อมูลจากเซนเซอร์ ได้ดังนี้



ภาพที่ 4 ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อและส่งผ่านข้อมูล

```
void mqttCallback(char* topic, uint8_t* payload, unsigned int length) {
  char* cleanPayload = (char*)malloc(length+1);
  payload[length] = '\0';
  memcpy(cleanPayload, payload, length+1);
  String msg = String(cleanPayload);
  free(cleanPayload);
  String targetStr = String(topic).substring(16);

  if(targetStr == "broadcast")   //// resive massage from node
  {
    DynamicJsonBuffer jsonBuffer;
    JsonObject& root = jsonBuffer.parseObject(msg);
    if (root.containsKey("cmd")) {
       if(root["cmd"] == "onoff") {      ///// ON - Off relay manual
          if(root["ch"] != NULL) {
            int sw = root["ch"];
            sw=sw-1;
            if(digitalRead(relay[sw]) == LOW ){
              digitalWrite(relay[sw],HIGH);
              wsSendData(relayStatus());
              //Serial.println("ON Chanel");
              String serv_topic = "painlessMesh/from/"+String(mesh.getNodeId());
              mqttClient.publish(serv_topic.c_str(),relayStatus().c_str());
            }
            else {
              digitalWrite(relay[sw],LOW);
              wsSendData(relayStatus());
              //Serial.println("OFF Chanel");
              String serv_topic = "painlessMesh/from/"+String(mesh.getNodeId());
              mqttClient.publish(serv_topic.c_str(),relayStatus().c_str());
            }
          }
        }
    }   ///// end if cmd
    else if(dataGet("auto")=="ON") {    ///// ON - Off relay auto
        if(root.containsKey("nodeType")){
           if(root["nodeType"]=="GardenSensor") {
              int Relay_ch = dataGet(root["nodeId"]);
              String allNode = dataGet("AllNode_"+Relay_ch);
              int countCutOff_soil = 0;
              int countCutOff_temp = 0;
              int countCutOff_humid = 0;
              if(root["soil"] < dataGet("cutOff_soil")) {    ///// check cutoff point from soil sensor
                 dataSet("on_soil_"+root["nodeId"],"on");
              }
              else {
                  dataSet("on_soil_"+root["nodeId"],"off");
              }
              if(root["temperature"] > dataGet("cutOff_temperature")) {    ///// check cutoff point from temperature sensor
                 dataSet("on_temp_"+root["nodeId"],"on");
              }
              else {
                  dataSet("on_temp_"+root["nodeId"],"off");
              }
               if(root["humidity"] < dataGet("cutOff_humidity")) {    ///// check cutoff point from humidity sensor
                 dataSet("on humid "+root["nodeId"],"on");
              }
              else {
                  dataSet("on_humid_"+root["nodeId"],"off");
              }
              DynamicJsonBuffer jsonBuffer;
              JsonObject& nodeID = jsonBuffer.parseObject(allNode);
        ////------ check all node in relay control less then cutoff point  --------------//
              for(int i=1;i<=sizeof(nodeID);i++) {
                 if(dataGet("on_soil_"+nodeID)== "on") {
                     countCutOff_soil++;
                 }
                 if(dataGet("on_temp_"+nodeID)== "on") {
                     countCutOff_temp++;
                 }
                 if(dataGet("on_humid_"+nodeID)== "on") {
                     countCutOff_humid++;
                 }
              }
              if(countCutOff_soil >= sizeof(nodeID) || countCutOff_temp >= sizeof(nodeID) || countCutOff_humid >= sizeof(nodeID)) {
                  digitalWrite(relay[Relay_ch],HIGH);   //// switch on
                  ///--------------------  sent switch status to server ---------------------//
                  wsSendData(relayStatus());
                  String serv_topic = "painlessMesh/from/"+String(mesh.getNodeId());
                  mqttClient.publish(serv_topic.c_str(),relayStatus().c_str());
              }
              else {
                  digitalWrite(relay[Relay_ch],LOW);  //// switch off
                  ///--------------------  sent switch status to server ---------------------//
                  wsSendData(relayStatus());
                  String serv_topic = "painlessMesh/from/"+String(mesh.getNodeId());
                  mqttClient.publish(serv_topic.c_str(),relayStatus().c_str());
              }
        ///// ------------------------------------------------------------------------------//
           }
        }
    }
    mesh.sendBroadcast(msg);
  }
  else
  {
    uint32_t target = strtoul(targetStr.c_str(), NULL, 10);
    if(mesh.isConnected(target))
    {
      mesh.sendSingle(target, msg);
    }
    else
    {
      mqttClient.publish("painlessMesh/from/gateway", "Client not connected!");
    }
  }
}
////---------------  end MQTT  ----------------------///
```

ภาพที่ 5 ตัวอย่างชุดคำสั่งการรับค่าข้อมูลจากเซนเซอร์

4. ส่วนที่ 4 การนำไปใช้ (Implementation) ในขั้นตอนนี้คณะผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์และออกแบบระบบมาจัดทำระบบให้เป็นระบบที่ใช้งานได้จริง ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนหลักๆ คือส่วนของการพัฒนาระบบและส่วนของการติดตั้งระบบ ซึ่งในการพัฒนาระบบได้ใช้โปรแกรม Visual Studio Code และ Arduino IDE สำหรับใช้ในการเชื่อมต่อกับเซนเซอร์ต่างๆ เมื่อพัฒนาระบบแล้วเสร็จในแต่ละส่วน จะดำเนินการทดสอบระบบไปพร้อม ๆ กัน เพื่อให้มั่นใจว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมานั้นจะไม่เกิดข้อผิดพลาด สำหรับในส่วนของขั้นตอนการติดตั้งระบบนั้น จะติดตั้งในลักษณะเริ่มใช้งานระบบใหม่ในทันทีที่พัฒนาเสร็จ (Direct Changeover) เนื่องจากแปลงผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ทำมาใช้ทดสอบนั้น ไม่เคยมีระบบใดๆ ใช้งานมาก่อน จึงสามารถติดตั้งได้ทันที

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

ผลการออกแบบและพัฒนาระบบโดยการประยุกต์ใช้เครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับการรดน้ำแปลงผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค คณะผู้วิจัยได้แบ่งผลการพัฒนาระบบออกเป็น 2 ส่วนประกอบด้วย การทำงานของอุปกรณ์ (Hardware) ที่ใช้ในการตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ และความชื้นในดิน และส่วนติดต่อของผู้ใช้ (User Interface) ซึ่งในแต่ละส่วนมีรายละเอียดที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. การทำงานของอุปกรณ์ (Hardware)

โดยติดตั้งเซนเซอร์ในการตรวจวัดกระจายไปในแต่ละจุดให้ทั่วทั้งแปลงผัก ที่ระยะทางไม่เกิน 10 เมตรจากโหนดแม่ข่าย และเนื่องจากแปลงผักมีระยะทาง 26 เมตร จึงต้องเพิ่มโหนดแม่ข่าย ให้เพียงพอ เนื่องจากโหนดแม่ข่ายจะรองรับจำนวนเซนเซอร์โหนดได้ไม่เกิน 5 ตัว พร้อมทั้งได้สร้างอุปกรณ์ในการจัดเก็บโหนดแม่ข่าย (Server Node) โดยนำ ESP32 (Gateway) ติดตั้งไว้ภายใน ดังภาพที่ 6

ภาพที่ 6 การนำอุปกรณ์ไร้สายไปทดสอบกับแปลงผักปลอดสารพิษในสภาพพื้นดินและอากาศจริง

จากการทดลองให้เซนเซอร์แต่ละตัวเชื่อมโยงข้อมูลหากันแบบกระจาย (Mesh Network) และให้จุดเชื่อมต่อ (Gateway Node) ทำการเชื่อมต่อกับเซิร์ฟเวอร์โดยใช้ MQTT Protocol (Message Queuing Telemetry Transport) เพื่อเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล ซึ่งกระบวนการทำงานดังกล่าวสามารถส่งข้อมูลระหว่างโหนดได้ (ดังภาพที่ 7) รวมถึงส่งคำสั่งไปควบคุมการเปิด-ปิดปั๊มน้ำได้ด้วย ในส่วนของ

พลังงานที่ใช้นั้นจะใช้กำลังไฟ 5 โวลต์สำหรับจ่ายไฟแบบ DC ให้เซนเซอร์โหนดแต่ละตัว และใช้กำลังไฟ 12 โวลต์สำหรับรีเลย์

log_id รหัส log	log_user_key username เจ้าของข้อมูล	log_data ข้อมูลที่เก็บ	log_date วันที่เก็บข้อมูล	log_time เวลาที่เก็บ
1	VGrsQv826Abg1jfRyI0wMZEC7	{"nodeType":"GardenSensor","nodeId":2013523182,"te...	2019-06-15	23:14:14
2	VGrsQv826Abg1jfRyI0wMZEC7	{"nodeType":"GardenSensor","nodeId":2013491360,"te...	2019-06-15	23:15:10
3	VGrsQv826Abg1jfRyI0wMZEC7	{"nodeType":"GardenSensor","nodeId":2013523182,"te...	2019-06-15	23:15:47
4	VGrsQv826Abg1jfRyI0wMZEC7	{"nodeType":"GardenSensor","nodeId":2013491360,"te...	2019-06-15	23:16:42
5	VGrsQv826Abg1jfRyI0wMZEC7	{"nodeType":"GardenSensor","nodeId":2013523182,"te...	2019-06-15	23:17:19
6	VGrsQv826Abg1jfRyI0wMZEC7	{"nodeType":"GardenSensor","nodeId":2013491360,"te...	2019-06-15	23:18:14
7	VGrsQv826Abg1jfRyI0wMZEC7	{"nodeType":"GardenSensor","nodeId":2013523182,"te...	2019-06-15	23:19:10
8	VGrsQv826Abg1jfRyI0wMZEC7	{"nodeType":"GardenSensor","nodeId":2013491360,"te...	2019-06-15	23:20:05
9	VGrsQv826Abg1jfRyI0wMZEC7	{"nodeType":"GardenSensor","nodeId":2013523182,"te...	2019-06-15	23:20:42
10	VGrsQv826Abg1jfRyI0wMZEC7	{"nodeType":"GardenSensor","nodeId":2013491360,"te...	2019-06-15	23:21:38
11	VGrsQv826Abg1jfRyI0wMZEC7	{"nodeType":"GardenSensor","nodeId":2013523182,"te...	2019-06-15	23:22:15
12	VGrsQv826Abg1jfRyI0wMZEC7	{"nodeType":"GardenSensor","nodeId":2013491360,"te...	2019-06-15	23:23:29

ภาพที่ 7 ตัวอย่างการส่งข้อมูล

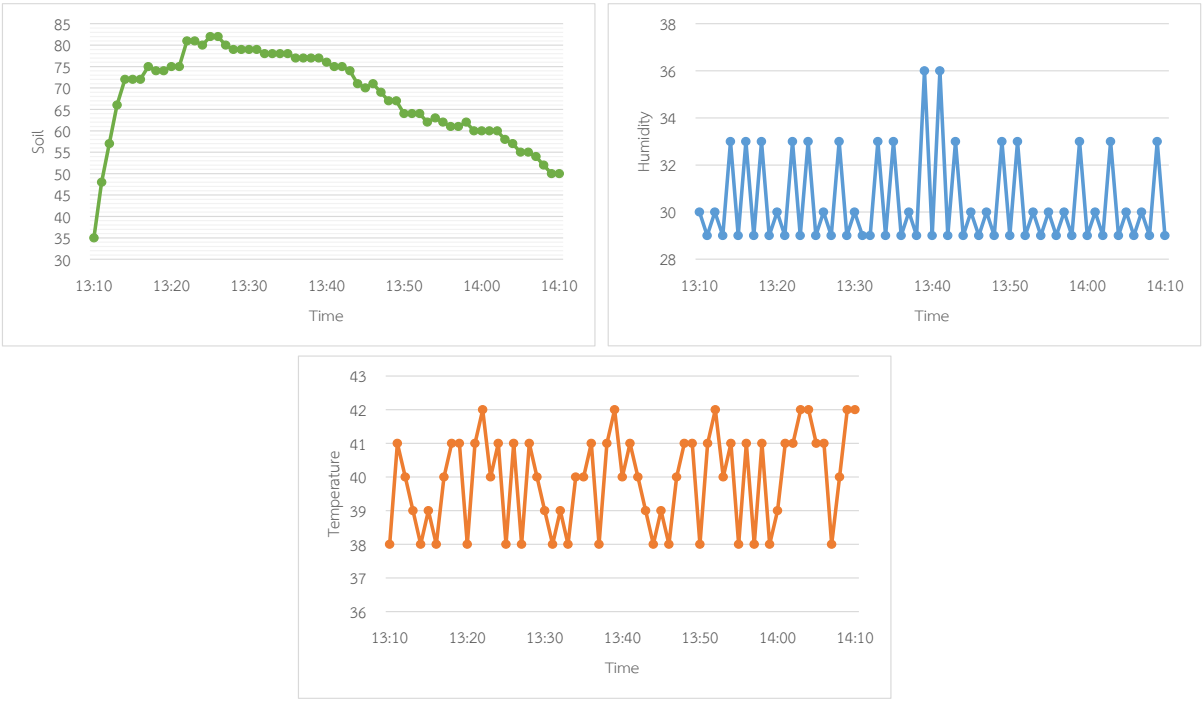
2. ส่วนติดต่อของผู้ใช้ (User Interface)

ในส่วนนี้ผู้ใช้งานระบบหรือเกษตรกรสามารถติดต่อกับอุปกรณ์เซนเซอร์ต่างๆ ผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือหรือเว็บไซต์ได้ โดยสามารถตรวจวัดค่าอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ และความชื้นในดินได้จากการเลือกแปลงผักแต่ละแปลง (ดังภาพที่ 8) และหากต้องการควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำด้วยตนเอง สามารถสั่งเปิด-ปิดปั๊มน้ำได้เช่นกัน โดยมีปุ่มควบคุมจำนวน 4 ปุ่ม เพื่อควบคุมแปลงผักแต่ละแปลง (ดังภาพที่ 9)

ภาพที่ 8 แสดงค่าอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ และความชื้นในดิน

ภาพที่ 9 การควบคุมเปิด-ปิดปั๊มน้ำ

ข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ และความชื้นในดิน จะถูกจัดเก็บจัดเก็บแบบออนไลน์ผ่านระบบคลาวด์บนเซิร์ฟเวอร์ (Cloud Storage) ในทุกๆ นาที ตลอดระยะเวลา 24 ชั่วโมง และสามารถแสดงข้อมูลย้อนหลังได้ในรูปแบบตารางและกราฟ (ดังภาพที่ 10) ทำให้สามารถวิเคราะห์แนวโน้มหรือช่วงเวลาที่ปั๊มน้ำทำงานเป็นประจำ เช่น หากพิจารณาจากภาพที่ 10 พบว่า ความชื้นในดินมีค่าต่ำในช่วงเวลาบ่ายๆ ซึ่งสัมพันธ์กับอุณหภูมิที่สูงขึ้น จากกราฟแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิในช่วงเวลาบ่ายสูงถึง 42 องศาเซลเซียส ในขณะที่ความชื้นในอากาศได้ลดลงในช่วงเวลาดังกล่าวเช่นกัน ดังนั้นข้อมูลที่ได้จากกราฟจะช่วยพยากรณ์ช่วงเวลาที่สภาพดินและสภาพอากาศมีความแปรปรวน เป็นต้น นอกจากนั้นจากระดับความเหมาะสมของความชื้นในดินที่อยู่ระหว่าง 40-70% นั้น หากตรวจพบว่าความชื้นในดินมีค่าต่ำกว่า 40% จะสั่งการให้ปั๊มน้ำทำงาน และปั๊มน้ำจะหยุดทำงานเมื่อค่าความชื้นในดินสูงกว่า 70% ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้มีความชื้นในดินมากจนเกินไป ส่วนค่าที่ได้จากการวัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศจะทำให้สามารถป้องกันความร้อนที่มีมากเกินไปในแปลงผัก ซึ่งสามารถนำค่าอุณหภูมิและความชื้นในอากาศมาวิเคราะห์ช่วงเวลาที่มีอุณหภูมิสูงๆ เพื่อจัดหาแผงกั้น นำมาใช้ปิดกั้นบริเวณแปลงผักได้ และในอนาคต คณะผู้วิจัยจะพัฒนาแผงกั้นความร้อนอัตโนมัติ เพื่อใช้รักษาอุณหภูมิให้มีความเหมาะสมอย่างสม่ำเสมอ



ภาพที่ 10 กราฟรายงานข้อมูลความชื้นในดิน ความชื้นในอากาศ และอุณหภูมิ

อย่างไรก็ตาม ผลที่ได้จากการวิจัยพบว่า จากเดิมเกษตรกรใช้เวลารดน้ำประมาณ 7-10 นาทีต่อแปลงผัก 1 แปลง (ขนาด 5 × 6 เมตร) เมื่อมีระบบจะทำให้ลดเวลาลงได้เหลือเพียง 1 นาทีเท่านั้น ขณะที่ปริมาณการใช้น้ำลดลงจาก 3-4 ลิตรต่อนาที เหลือ 2-3 ลิตรต่อนาที

จากการประยุกต์ใช้เครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายเพื่อนำมาควบคุมดูแลความเหมาะสมของแปลงผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คแบบอัตโนมัติหรือที่เรียกว่าการทำฟาร์มอัจฉริยะ พบว่า ระบบที่ถูกพัฒนาขึ้นมา สามารถนำมาใช้กับแปลงผักได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำได้โดยอัตโนมัติ กล่าวคือ ปั๊มน้ำจะถูกควบคุมการเปิด-ปิด จากโหนดที่เป็นแม่ข่าย (Server Node) ซึ่งโหนดที่เป็นแม่ข่ายจะได้รับข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ และความชื้นในดินจากเซนเซอร์แต่ละตัว และทำการประมวลผลถึงความเหมาะสมของค่าที่วัดได้ หากตรวจพบว่าค่าความชื้นในดิน ความชื้นในอากาศ และอุณหภูมิ มีความไม่สมดุลจะสั่งการให้ปั๊มน้ำรดน้ำในบริเวณแปลงผักทันที นอกจากนั้นผู้ใช้งานหรือเกษตรกรยังสามารถควบคุมปั๊มน้ำจากแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือหรือเว็บไซต์ ที่ได้พัฒนาไว้ได้ และตรวจสอบค่าอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ และความชื้นในดินได้ตลอดเวลา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Doshi *et al.* (2019) ที่ได้นำหลักการของ IoT เข้ามาใช้ในการทำฟาร์ม และได้ใช้เซนเซอร์ ESP32s NodeMCU, Breadboard, DHT11 ในการวัดอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ และความชื้นในดิน พร้อมทั้งใช้เซนเซอร์ SI1145 Digital UV Index/IR ในการตรวจสอบค่ายูวี (UV) ในพื้นที่เพาะปลูก ผลจากการวิจัยทำให้เกษตรกรลดค่าใช้จ่ายและลดการสูญเสียพืช ช่วยให้การเพาะปลูกมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ในขณะที่ Yoon *et al.* (2018) ได้ประยุกต์ใช้ IoT ในการทำฟาร์มอัจฉริยะเช่นกัน และได้ใช้รูปแบบการเชื่อมต่อระหว่างเซนเซอร์แต่ละตัวด้วยเทคนิค MQTT Protocol ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการส่งข้อมูลระหว่างเซนเซอร์แต่ละตัวในลักษณะแบบ M2M (Machine-to-Machine) ผลจากการพัฒนา

ระบบพบว่า ฟาร์มต้นแบบสามารถลดการใช้พลังงานและลดค่าใช้จ่ายต่างๆ ได้ และยังทำให้การควบคุมการทำงานต่างๆ ของฟาร์มได้อย่างอัตโนมัติ นอกจากนั้นยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Fongngen *et al.* (2018) ที่ได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT ควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า โดยได้ออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับโรงเรือนเพาะเห็ดด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เป็นชุดเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและเซนเซอร์วัดความชื้นในอากาศ หรือที่เรียกว่า Node MCU ที่ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมการทำงานและประมวลผลค่าที่ได้รับมาจากเซนเซอร์ ซึ่งแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วนคือ การทดสอบในส่วนของระบบควบคุม และการทดสอบผลผลิตของดอกเห็ดในโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น จากผลการทดสอบพบว่า เห็ดที่เก็บจากโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น มีปริมาณเห็ดที่มากกว่าโรงเรือนแบบทั่วไป ซึ่งหมายความว่าการใช้ IoT ในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นทำให้ได้ผลผลิตที่มากขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Rattananimit *et al.* (2019) ที่ได้ทำการติดตั้งเซิร์ฟเวอร์สำหรับตรวจสอบข้อมูลผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ โดยใช้เครือข่ายไร้สายไวไฟ (Wi-Fi) และใช้ Blynk Server เป็นระบบการเก็บข้อมูลและรายงานผล ซึ่งระบบที่ออกแบบ ได้ใช้อุปกรณ์เซนเซอร์ทั้งหมดเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ Node MCU เพื่อรับข้อมูลจากเซนเซอร์ในการวัดค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความชื้นในดิน โดยสามารถดูข้อมูลทั้งหมดได้จากโทรศัพท์มือถือด้วยการใช้เทคโนโลยี IoT

สรุป

การวิจัยในครั้งนี้ได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT เข้ามาช่วยในการเพาะปลูกผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค โดยใช้ DHT11 Sensor Node ในการวัดความชื้นในอากาศและวัดอุณหภูมิ และใช้ Capacitive Soil Moisture Sensor ในการวัดความชื้นในดิน เมื่อวัดค่าต่างๆ ได้แล้วจะส่งข้อมูลไปยังบอร์ด WeMos D1 Mini Node และบอร์ด ESP32 (Controller Gateway) โดยข้อมูลที่รับ-ส่งจะใช้ MQTT Protocol เพื่อเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลในรูปแบบ JSON ไฟล์ รวมถึงส่งคำสั่งไปควบคุมการเปิด-ปิดปั๊มน้ำด้วย เมื่อบอร์ด WeMos D1 และ ESP32 ได้รับข้อมูลจากเซนเซอร์ และพบว่ามีค่าไม่สมดุลตามที่ได้กำหนดไว้ จะสั่งการให้ปั๊มน้ำทำงานโดยการรดน้ำในแปลงผักโดยอัตโนมัติและจะหยุดรดน้ำเมื่อพบว่า ความชื้นในดินมีค่าระหว่าง 40-70% นอกจากนั้นผู้ใช้ระบบหรือเกษตรกรยังสามารถควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือหรือเว็บไซต์ได้อีกด้วย ผลที่ได้จากการวิจัยพบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมาช่วยลดเวลาในการรดน้ำในแปลงผัก โดยปกติการตรวจสอบแปลงผัก 1 แปลง จะใช้เวลาประมาณ 5 นาที และหากตรวจพบว่ามีความชื้นไม่เหมาะสมจะต้องรดน้ำแปลงผักโดยใช้เวลาประมาณ 7-10 นาที ต่อแปลง เมื่อมีการประยุกต์ใช้เครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายในการควบคุมการทำงานดังกล่าวจะทำให้ใช้เวลาเพียง 1 นาที เท่านั้น และปริมาณการใช้น้ำลดลงจาก 3-4 ลิตรต่อนาที เหลือ 2-3 ลิตรต่อนาที

อย่างไรก็ตามหากจะนำแนวคิดจากการวิจัยครั้งนี้ไปควบคุมการเพาะปลูกผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คหรือพืชที่เพาะปลูกในโรงเรือนลักษณะเดียวกัน เช่น ผักสลัด ผักปลอดสารพิษ เป็นต้น สามารถดำเนินการได้ แต่ทั้งนี้จะต้องคำนวณความยาวของแปลงเพาะปลูก เนื่องจากระยะทางในการส่งข้อมูลระหว่างเซนเซอร์ไม่สามารถส่งได้ไกลเกินกว่า 10 เมตร นอกจากนั้นหากเป็นแปลงเพาะปลูกที่ไม่ใช่

ผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คจะต้องกำหนดค่าความชื้นในดินให้เหมาะสมกับพืชชนิดนั้นๆ ด้วย

เอกสารอ้างอิง

Dennis, A., Wizom, B.H. and Roth, R.M. 2012. **System Analysis and Design.** 5th ed. John Wiley & Sons, Inc., USA.

Doshi, J., Patel, T. and Bharti, S.K. 2019. Smart farming using IoT, a solution for optimally monitoring farming conditions, pp. 746-751. *In* **The 3rd International workshop on Recent advances on Internet of Things: Technology and Application Approaches (IoT-T&A 2019), November 4-7, 2019.** Coimbra, Portugal.

Fongngen, W., Petharn, S. and Yajor, S. 2018. Application with the Internet of Things technology control in smart farms mushroom. **Journal of Information Technology Management and Innovation (ITMI)** 5(10): 172-182. (in Thai)

Manwicha, J. 2016. Smart farms technology. **Hatyai Academic Journal** 14(2): 201-210. (in Thai)

Musat, G.A., Colezea, M., Pop, F., Negru, C., Mocanu, M., Esposito, C. and Castiglione, A. 2018. Advanced services for efficient management of smart farms. **Journal of Parallel and Distributed Computing** 116(2): 3-17.

Nord, J.H., Koohang, A. and Paliszkiewicz, J. 2019. The Internet of Things: Review and theoretical framework. **Expert Systems with Applications** 133(1): 97-108.

Panmuang, M. and Porrawatpreyakorn, N. 2016. Factors influencing acceptance of and benefit realization from information systems in Thai State Enterprises, pp. 343-347. *In* **16th European Conference on e-Government, 16-17 June 2016.** Faculty of Administration, University of Ljubljana, Slovenia.

Rattananimit, W., Kespanich, V. and Choonprawat, S. 2019. Installation of smart farm server for data monitoring via mobile application. **Journal of Energy and Environment Technology** 6(1): 37-42. (in Thai)

Sajjasophon, R., Yamtim, V., Numniam, S. and Thawornratana, C. 2019. Knowledge and attention to receive knowledge about young smart farmer of agricultural and environmental education students, Faculty of education and development science, Kasetsart University. **Journal of Education and Human Development Sciences** 3(1): 45-57. (in Thai)

TongKe, F. 2013. Smart agriculture based on cloud computing and IoT. **Journal of Convergence Information Technology (JCIT)** 8(2): 1-7.

Tummers, J., Kassahun, A. and Tekinerdogan, B. 2019. Obstacles and features of farm management information systems: A systematic literature review. **Computers and Electronics in Agriculture** 157(1): 189-204.

Valacich, J., George, J. and Hoffer, J. 2014. **Essentials of Systems Analysis and Design.** 6th. Prentice Hall Press Upper Saddle River, NJ, USA.

Yoon, C., Huh, M., Kang, S.G., Park, J. and Lee, C. 2018. Implement smart farm with IoT technology, pp. 749-752. *In* **20th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT), 11-14 Feb. 2018.** Chuncheon-si Gangwon-do, Korea (South).