

ระบบควบคุมสปริงเกอร์อัจฉริยะและเชื่อมต่อกับระบบกล้อง IoT สำหรับการปลูกผักคะน้า Smart Sprinkler Controller System and Connect to IoT Camera System for a Kale

ชรีณญา แก้วหย่อง¹ วัชรภรณ์ คำมา¹ ณัฐภูมิ มาลีสัย^{1*}

E-mail: nmaleelai@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและออกแบบระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะและเชื่อมต่อกับระบบกล้อง IoT สำหรับการปลูกผักคะน้า ระบบควบคุมการรดน้ำจะถูกควบคุมผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกสามารถรดน้ำแบบอัตโนมัติเมื่อความชื้นในดินต่ำกว่า 13% ส่วนที่สองสามารถดูรูปแปลงผักและสั่งให้ รดน้ำผ่าน Wi-Fi การทดลองรดน้ำให้ผักจริงได้แบ่งแปลงผักออกเป็นจำนวน 4 แปลง และใช้ระบบกับการรดน้ำเป็นเวลา 10 วัน ผลคือแปลงผักที่ใช้ระบบรดน้ำแบบอัจฉริยะสามารถทำให้ผักมีมวลมากกว่าการให้น้ำแบบทั่วไปเท่ากับ 36.16%

คำสำคัญ: ระบบอัจฉริยะ เซนเซอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์

Abstract

The objective of this research is to study and design a smart controller sprinkler system and connect to the IoT camera system for irrigation of kale. The irrigation control system is processor by the microcontroller (Arduino). This system can divide to two parts. The first part can automatic watering when the soil moisture less than 13 percentage. The second part can see the vegetable plot in real-time and control to watering by Wi-Fi. The experiment of real vegetable watering divided the vegetable plots into four plots and used the watering systems for 10 days. As the result, the vegetable plot of using the smart irrigation system can make vegetables mass more than conventional watering to 36.16%.

Keywords: smart farming, sensor, microcontroller

ความเป็นมาของปัญหา

การเกษตรเป็นรากฐานหลักของประเทศไทย มีความสำคัญอย่างมาก ทว่าระบบเกษตรของไทยยังอยู่ในยุค 1.0-1.5 เกษตรกรไทยส่วนใหญ่ไม่มีเทคโนโลยี ไม่มีการบริหารจัดการ ไม่มีการตลาด ไม่มีทุน ขาดการพัฒนาอย่างยั่งยืนอีกทั้งยังเสี่ยงกับความผันผวนของราคาสินค้าโภคภัณฑ์ (Commodities) เกษตรกรจึงมีหนี้สินล้นพ้นตัว เป็นปัญหาสำคัญที่ทำให้ประเทศไทยติดกับดักรายได้ปานกลาง ในปัจจุบันประเทศไทยกำลังเปลี่ยนแปลงมีการขับเคลื่อนเข้าสู่ยุคดิจิทัลมุ่งเน้นให้เกษตรกรชาวไทยหันมาใช้เทคโนโลยีควบคู่ไปกับการทำเกษตรกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับผลิตภัณฑ์ รวมไปถึงการพัฒนาองค์ความรู้ให้ตัวเกษตรกรเอง เพื่อนำความรู้ต่างๆมาปรับใช้ในการทำการเกษตร เน้นทำน้อยให้ได้มาก

ในโลกปัจจุบันได้เข้าสู่ระบบเศรษฐกิจเทคโนโลยีดิจิทัลมีบทบาทสำคัญอย่างมากในการดำรงชีวิตในส่วนการอำนวยความสะดวกสบายในหลายๆเรื่องรวมถึงการนำเอาเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้ในระบบควบคุมสปริงเกอร์อัจฉริยะและเชื่อมต่อกับระบบกล้อง IoT และ IoT (Internet of Things) เป็นเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตที่เชื่อมอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ เข้าไว้ด้วยกันโดยเครื่องมือต่างๆ จะสามารถเชื่อมโยงและสื่อสารกันได้โดยระบบอินเทอร์เน็ต โดยมีการควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูลอาร์ดูโน เป็นตัวประมวลผลและสั่งให้มีการรดน้ำผักอัตโนมัติ ซึ่งจะทำงานควบคู่กับระบบกล้อง IoT โดยพิจารณาค่าความชื้นในดิน อุณหภูมิ ในเกณฑ์ที่ตั้งค่าไว้ซึ่งทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโนสั่งให้ โซลินอยด์วาล์ว ทำงานเพื่อจ่ายน้ำไปยังผักซึ่งเราสามารถมองเห็นการทำงานผ่านระบบกล้อง IoT ได้และเมื่อทำการจ่ายน้ำได้ตามเกณฑ์ที่ตั้งค่าไว้ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ก็จะสั่งทำการหยุดจ่ายน้ำ จากการศึกษาวิจัยของ ทองล้วน สิงห์นันทและวันดี หวังคะพันธ์ (2559) ทำการทดลองติดตั้งโหมดเซนเซอร์ในแปลงปลูกพืช กำหนดค่าความชื้นให้พืชแต่ละชนิด และทำการทดลองส่งค่าความชื้นไปให้หน่วยประมวลผลกลางทำการประมวลผลตามคำสั่งที่ได้กำหนดไว้ และสามารถนำข้อมูลไปแสดงในหน้าของเว็บเพจได้ การใช้การวัดความชื้นในดินโดยตรงเพื่อเป็น เงื่อนไขในการสั่งจ่ายไฟ ใช้เซนเซอร์วัด ความชื้นในดินมาพิจารณาการเปิด / ปิดน้ำ พบว่า หลังจากเอาแท่งอิเล็กโทรดนี้ปักลงไปดินที่ต้องการวัดก็จะสามารถ

¹ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

อ่านค่าความชื้นของดินได้ จากการศึกษางานวิจัยของ บัณฑิตพงษ์ ศรีอำนาจ และคณะ (2562) พบว่า จากการออกแบบแผนผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT (Node MCU) กับ Arduino board และระบบเซ็นเซอร์พร้อมกับการพัฒนา Application สำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ IoT สามารถใช้งานและรองรับระบบปฏิบัติการ IOS และ Android ซึ่งแสดงข้อมูลตามค่าอุณหภูมิที่เหมาะสม ค่าความชื้นของดิน ความต้องการน้ำของมะนาวเป็นลิตรต่อต้น ต่อวันตามช่วงอายุและฤดูกาล ค่า pH ที่เหมาะสม จากการศึกษาของ นราธิป ทองปาน และธนาพัฒน์ เทียงภักดิ์ (2559) พบว่า ผลการวัด ระยะการทำงานระบบรดน้ำอัตโนมัติแบบมีสิ่งกีดขวางโดยการสั่งเปิด-ปิด วาล์วน้ำ ระยะ 20-120 เมตร ระบบสามารถทำงานได้ แต่ในระยะ 140 – 200 เมตร ไม่สามารถทำงานได้ ระยะการทำงานระบบรดน้ำอัตโนมัติแบบไม่มีสิ่งกีดขวาง โดยการสั่งเปิด-ปิดวาล์วน้ำ ระยะ 20 - 200 เมตร ระบบสามารถทำงานได้ ซึ่งเกษตรกรมีความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

จากความเป็นมาจะเห็นได้ถึงถึงความสำคัญของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีมาใช้ในการเกษตร ผู้วิจัยจึงได้สนใจที่จะนำเทคโนโลยีเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของการทำระบบควบคุมสปริงเกอร์อัจฉริยะและเชื่อมต่อกับระบบ กล้อง IoT ซึ่งจะทำงานตามโปรแกรมที่ตั้งค่าไว้ โดยการจำลองบีมน้ำขนาดเล็ก สูดน้ำจากถังน้ำที่ติดตั้งไว้ในแปลงสาธิต เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของระบบและการเจริญเติบโตของผักเป็นแนวทางของการพัฒนาสู่การนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนสำหรับเกษตรกรต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อสร้างและออกแบบระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะและเชื่อมต่อกับระบบกล้อง IoT สำหรับการปลูกผักคะน้า เป็นรูปแบบการทำงานเกษตรแบบใหม่โดยการศึกษานี้ได้คำนึงถึงระดับความชื้นในดินที่เป็นประโยชน์ต่อการปลูกผักคะน้า ดำเนินการวิจัยระหว่างเดือนธันวาคม 2562 - มีนาคม 2563 ณ มหาลัยราชภัฏเลย

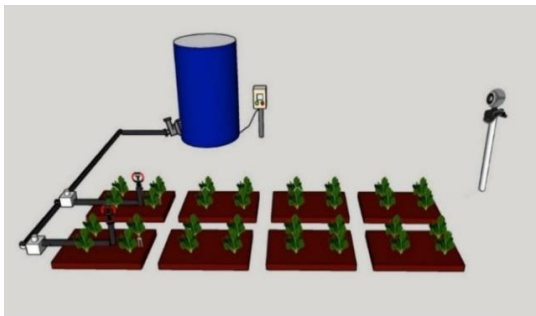
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบไปด้วย ระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะและเชื่อมต่อกับระบบกล้อง IoT โดยใช้ Arduino Mega 2560 ทำหน้าที่ควบคุมความชื้นในดิน โดยใช้เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน (Soil moisture sensor) มาเก็บค่าความชื้นในดิน เซ็นเซอร์ DHT22 มาเก็บค่าความชื้นและอุณหภูมิในอากาศ โดยจะสอบเทียบค่ามาตรฐานของความชื้นด้วยเครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์ รุ่น Testo 625 และสอบเทียบค่ามาตรฐานของเซนเซอร์วัดความชื้นในดินที่พัฒนาขึ้นในโปรแกรม OriginPro 8.5 แล้วนำไปใช้ในแปลงผักที่เตรียมไว้ในการทำการทดลอง ซึ่งค่าต่างๆ ที่วัดได้จะสามารถส่งและรับข้อมูลไปยัง ESP32CAM ผ่านทาง WiFi ที่เชื่อมต่อไปยังแอปพลิเคชัน Blynk

3. การเก็บรวบรวมเพื่อดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ออกแบบโครงสร้างแปลงผักด้วยระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะและเชื่อมต่อกับระบบกล้อง IoT

โดยการออกแบบแปลงปลูกแต่ละแปลงมีขนาด 60 x 60 เซนติเมตร จำนวน 8 แปลง โดยแต่ละแปลงระยะห่างระหว่างต้น 30 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างแปลง 30 เซนติเมตร มีสปริงเกอร์ติดตั้งอยู่กึ่งกลางระหว่างต้นผักในแปลง และมีเซนเซอร์วัดความชื้นแปลงละ 2 ตัว เมื่อความชื้นในดินต่ำกว่าค่าที่กำหนด (ร้อยละ 13 จากการสอบเทียบเซนเซอร์วัดความชื้น) ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งการให้รีเลย์เปิดการทำงานของบีมน้ำและโซลินอยด์ วาล์ว เพื่อให้น้ำแก่ผักและเมื่อความชื้นในดินเกินค่าที่กำหนด (ร้อยละ 13) รีเลย์จะสั่งให้บีมน้ำหยุดการให้น้ำแก่ผัก โดยแปลงผักที่ 1 เป็นแปลงที่ติดตั้งระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะ แปลงที่ 2 เป็นแปลงที่มีการติดตั้งระบบสปริงเกอร์ซึ่งควบคุมการรดน้ำผ่านกล้อง IoT แปลงที่ 3 จะเป็นการรดน้ำด้วยมือ และแปลงที่ 4 เป็นการดูความชื้นดินที่สภาวะแวดล้อม ในส่วนเหลืออีก 4 แปลง เป็นการปลูกผักคะน้าไว้เพื่อดูการเจริญเติบโตของผักและวัดความยาวรากจากโคนต้นจนถึงปลายรากจากความยาวที่วัดได้ให้มีหน่วยเป็นเซนติเมตร และดูการเปลี่ยนแปลงของผักคะน้าโดยทุกๆ 2 สัปดาห์



(ก)



(ข)

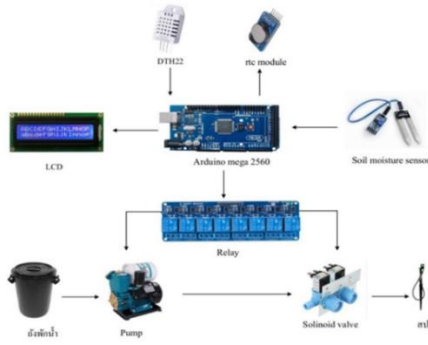
ภาพประกอบที่ 1 โครงสร้างแปลงปลูกผักคะน้าด้วยระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะและเชื่อมต่อกับระบบกล้อง IoT

3.2 ออกแบบระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะและเชื่อมต่อกับระบบคล่อง IoT

3.2.1 ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยจะทำงานด้วยการเขียนโปรแกรมควบคุมลงไปจะสามารถทำให้ควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ได้อย่างอัตโนมัติซึ่งในระบบที่ออกแบบ (ภาพประกอบที่ 1) ชุดควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในดินจะใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นตัวควบคุมการทำงานและประมวลผล เพื่อไปควบคุมชุดการทำงานรีเลย์ที่ทำหน้าที่เป็นสวิทช์ปิด - เปิด ป้อนน้ำและโซลินอยด์วาล์ว ที่ได้รับค่ามาจากเซ็นเซอร์แล้วนำมาวิเคราะห์ เช่น

3.2.1.1 ความชื้นต่ำกว่ากำหนด (13%) ไมโครคอนโทรลเลอร์สั่งให้รีเลย์เริ่มการทำงานของระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะเพื่อให้ค่าความชื้นในดินเพิ่มขึ้นตามที่กำหนดไว้

3.2.1.2 ค่าความชื้นในดินมากกว่าหรือเท่ากับค่าที่กำหนด (13%) ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้รีเลย์หยุดการทำงานของระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะ เพื่อไม่ให้ความชื้นเกินค่าที่กำหนดไว้



(ก)

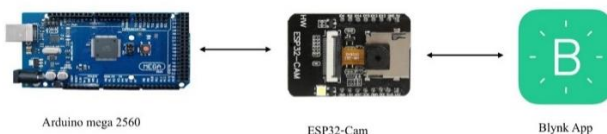


(ข)

ภาพประกอบที่ 2 แสดงระบบควบคุมความชื้นแบบอัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

3.2.2 ระบบคล่อง IoT

ESP32CAM คือ บอร์ดที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ ESP32 ร่วมกับกล้อง OV2640 เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถสร้าง Application ที่เกี่ยวกับการถ่ายภาพและประมวลผลภาพได้สะดวกมากซึ่งจะทำงานควบคู่กับ Arduino Mega 2560 เพื่อ รับและส่งข้อมูลผ่านทาง WiFi ที่เชื่อมต่อไปยังแอปพลิเคชัน Blynk



(ก)



(ข)

ภาพประกอบที่ 3 แสดงระบบควบคุมการรดน้ำผักผ่านระบบคล่อง IoT

3.3 การสอบเทียบเซนเซอร์ของระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะและเชื่อมต่อกับระบบคล่อง IoT สำหรับแปลงผักคะน้า โดยการทดลองในห้องปฏิบัติการ ใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้นอากาศจากแหล่งความร้อนเทียบกับค่าจากเซนเซอร์ และหาค่าความชื้นในดินด้วยวิธีการหาค่าความชื้นดินโดยมวล เทียบกับการอ่านค่าจากเซนเซอร์ดิน ซึ่งผลการวัดจะนำมาเปรียบเทียบโดยใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

3.4 ทดสอบทดสอบการทำงานของระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะครั้งที่ 1 เป็นการทดสอบเพื่อหาการซึมของน้ำในดิน โดยการใช้ระบบสปริงเกอร์และมีการวางเซนเซอร์วัดความชื้นดินจำนวน 7 ตัว ซึ่งในการวางแต่ละจุดจะมีการวางกระจายทั่วภาชนะทดสอบในระยะรัศมีกว้างและความลึกที่แตกต่างกันคือ 4,8,12 เซนติเมตร ตั้งเวลาในการรดน้ำด้วยระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะเป็นเวลา 5 นาที และรอการซึมของน้ำเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อดูระยะของความชื้นในดิน



(ก)

ภาพประกอบที่ 4 การวางตำแหน่งของเซนเซอร์วัดความชื้นดิน

หมายเลขเซนเซอร์	ตำแหน่ง (ซม.)	รัศมี (ซม.)
1	4	10
2	8	10
5	12	10
3	ผิวดิน	10
4	12	15
6	8	15
7	4	15

(ข)

3.5 ทดสอบการทำงานของระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะครั้งที่ 2 ในห้องปฏิบัติการ เป็นการทดสอบเพื่อดูการทำงานของระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะร่วมกับโปรแกรมเก็บข้อมูล visual studio ที่พัฒนาขึ้น โดยใช้เวลาในการทดสอบระบบ 3 ชั่วโมง พบว่าระบบสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ คือ เมื่อค่าความชื้นในดินมีค่าต่ำกว่าที่กำหนดไว้ปั้มน้ำจะเริ่มให้น้ำไปจนกว่าค่าความชื้นในดินจะมีค่าสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้ปั้มน้ำก็จะหยุดทำงาน และเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาที่กำหนดโปรแกรมเก็บข้อมูล visual studio ก็จะบันทึกข้อมูลและค่าที่ได้จะไปแสดงที่ excel และบันทึกให้โดยอัตโนมัติ

3.6 ทดสอบการรดน้ำด้วยระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะและเชื่อมต่อกับระบบกล้อง IoT ในพื้นที่จริง 10 วัน กับผักที่ปลูกในแปลงมีอายุ 45-60 วัน โดยเก็บข้อมูลค่าความชื้นในดินที่เป็นค่าเฉลี่ยของแต่ละแปลงผักทั้งใช้ระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะและไม่ใช้ระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะ เก็บค่าอุณหภูมิและความชื้นอากาศ วันละ 2 ครั้ง คือเวลา 12.00 น. และเวลา 17.00 น. และเก็บข้อมูลการทำงานของระบบการรดน้ำด้วยระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะและเชื่อมต่อกับระบบกล้อง IoT 24 ชั่วโมง โดยเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรม visual studio ที่พัฒนาขึ้น และดูการทำงานของกรรดน้ำด้วยระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะว่าสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้หรือไม่

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 เปรียบเทียบมวลของค่น้ำที่ให้น้ำด้วยการรดน้ำด้วยระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะและไม่ใช้ โดยวิเคราะห์มวลของผักค่น้ำที่ใช้การรดน้ำด้วยระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะเปรียบเทียบกับผักค่น้ำที่ใช้วิธีรดน้ำแบบธรรมดาว่าการรดน้ำแบบใดที่สามารถให้ผลผลิตได้ดีกว่า

4.2 เปรียบเทียบความชื้นในดินเมื่อใช้ระบบอัตโนมัติ 10 วันโดยเปรียบเทียบค่าความชื้นในดินที่ใช้การรดน้ำด้วยระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะและวิธีรดน้ำแบบธรรมดา 10 วัน ของแปลงผักทั้ง 4 แปลง เพื่อดูความแตกต่างของความชื้นดินของแต่ละแปลงในแต่ละช่วงเวลาว่าช่วงเวลา

4.3 วิเคราะห์การทำงานของสปริงเกอร์อัจฉริยะและเชื่อมต่อกับระบบกล้อง IoTควบคุมปั้มน้ำ

ผลการวิจัย

การสร้างระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะและเชื่อมต่อกับระบบกล้อง IoT โดยควบคุมความชื้นและอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของผักค่น้ำ จากการสร้างระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิโดยจะใช้เซ็นเซอร์ DHT22 ในการวัดความชื้น และอุณหภูมิ ระบบที่ได้สร้างขึ้นนี้สามารถควบคุมความชื้นและอุณหภูมิเป็นอย่างดี ทำให้ผักค่น้ำมีการเจริญเติบโตอย่างเต็มที่ ทำให้ได้ผลผลิตที่เพิ่มมากขึ้น

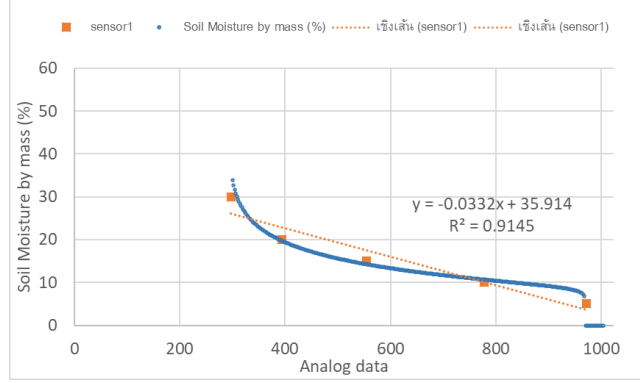
1. การสอบเทียบเซนเซอร์วัดอุณหภูมิความชื้นอากาศและเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน

การสอบเทียบเซนเซอร์ความชื้นและอุณหภูมิในอากาศ โดยใช้เครื่องมือวัดค่าอุณหภูมิค่าความชื้นอากาศจากเครื่อง testo 625 เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการวัดของเซนเซอร์ผลการสอบเทียบเซนเซอร์วัดอุณหภูมิโดยใช้สถิติถดถอยเชิงเส้น พบว่า R^2 มีค่าเท่ากับ 0.9967 และ 0.9918 แสดงว่ามีค่าความแม่นยำสูง และสอบเทียบเซนเซอร์ความชื้นในดินทดลองในห้องปฏิบัติการหาความชื้นในดินด้วยวิธีหาความชื้นดินโดยมวลตามลำดับ เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการวัดของเซนเซอร์ความชื้นในดิน พบว่าความสัมพันธ์ของค่าความชื้นในดินที่ได้จากเซนเซอร์ทั้ง 7 ตัว มีค่าความสัมพันธ์ คือ R^2 อยู่ระหว่าง 0.83-0.91 ซึ่งมีค่ามากทำให้มีความแม่นยำสูงขึ้น



(ก)

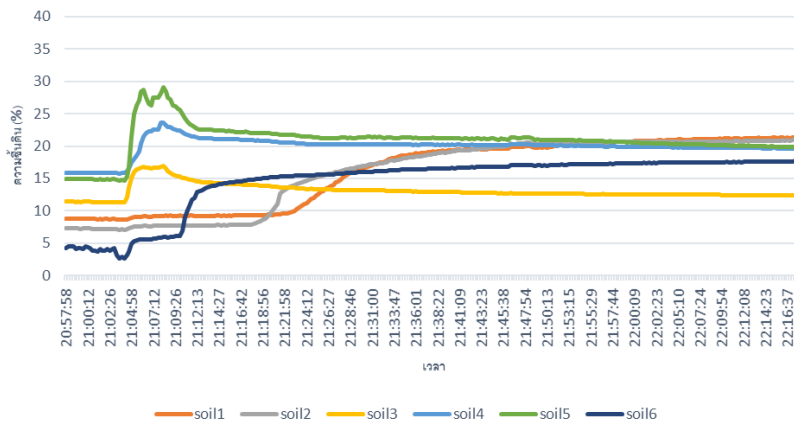
ภาพประกอบที่ 5 การสอบเทียบเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน



(ข)

2. การทดสอบการทำงานของระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะและเชื่อมต่อกับระบบคลาวด์ IoT ครั้งที่ 1

การทดสอบการทำงานของระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะเป็นการทดสอบเพื่อหาการซึมของน้ำในดิน โดยการใช้ระบบสปริงเกอร์และมีการวางเซนเซอร์วัดความชื้นดินจำนวน 7 ตัว ซึ่งในการวางแต่ละจุดจะมีการวางกระจายทั่วภาชนะ ทดสอบในระยะรัศมี ความกว้างและความลึกที่แตกต่างกันที่แตกต่างกันคือ 4,8,12 เซนติเมตร ตั้งเวลาในการรดน้ำแบบสปริงเกอร์อัจฉริยะ 5 นาที และรอ การซึมของน้ำเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อดูค่าความชื้นในดิน ได้ข้อมูลดังนี้

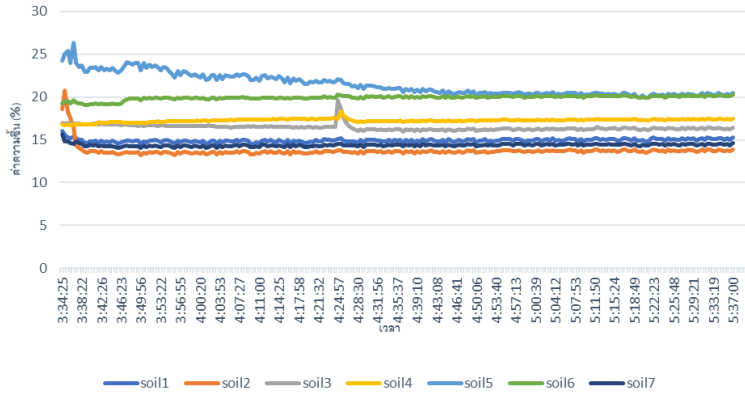


ภาพประกอบที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในดินและการซึมของน้ำ

การทดสอบการซึมของน้ำในดินแต่ละระยะ พบว่า ในช่วงเวลาที่ทำการรดน้ำด้วยระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะเป็นเวลา 5 นาที ค่าความชื้นในดินจะเพิ่มขึ้นไม่คงที่ แล้วปล่อยให้ น้ำซึมลงสู่ดินไปถึงรากผักใช้ระยะเวลาประมาณ 20 นาที หลังจากนั้น ค่าของ ความชื้นในดินจะคงที่

3. การทดสอบการทำงานของระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะและเชื่อมต่อกับระบบคลาวด์ IoT ครั้งที่ 2

การทดสอบการทำงานของระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะที่ควบคุมความชื้นในดินให้คงที่ร่วมกับโปรแกรมเก็บข้อมูล visual studio ที่พัฒนาขึ้น โดยใช้เวลาในการทดสอบระบบ 2 ชั่วโมง เพื่อดูการทำงานของระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะ ได้ข้อมูลดังนี้



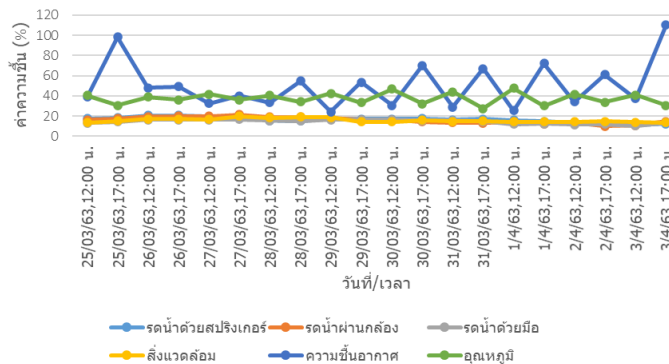
ภาพประกอบที่ 7 กราฟแสดงค่าความชื้นในดินจากการทดสอบระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะ

การทดสอบระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะ พบว่า ระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะสามารถทำงานได้ซึ่งเก็บค่าข้อมูลเซนเซอร์ทั้งหมด 7 ตัว โดยให้ค่าความชื้นสูงสุดที่ร้อยละ 26.35 และมีค่าความชื้นต่ำสุดที่ร้อยละ 11.03 ซึ่งข้อมูลที่ได้จะไปแสดงอยู่ที่โปรแกรม visual studio ที่พัฒนาขึ้น จากนั้นโปรแกรมจะบันทึกข้อมูลอัตโนมัติ

4. การทดสอบการรดน้ำด้วยระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะและเชื่อมต่อกับระบบกล้อง IoT ในพื้นที่จริง

4.1 ทดสอบการรดน้ำด้วยระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะและเชื่อมต่อกับระบบกล้อง IoT 10 วัน

โดยเก็บค่าข้อมูลความชื้นในดินที่เป็นค่าเฉลี่ยของแต่ละแปลงผักทั้ง 4 แปลง โดยแปลงที่ 1 คือ แปลงที่รดน้ำด้วยระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะจะกำหนดค่าความชื้นในดินร้อยละ 13 แปลงที่ 2 เป็นการรดน้ำผักด้วยระบบกล้อง IoT แปลงที่ 3 เป็นการรดน้ำผักด้วยมือ และแปลงที่ 4 เป็นแปลงวัดความชื้นในดินของสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเก็บค่าความชื้นอุณหภูมิวันละ 2 ครั้ง คือเวลา 12.00 น. และเวลา 17.00 น. ได้ข้อมูลดังภาพประกอบที่ 8



ภาพประกอบที่ 8 กราฟแสดงค่าความชื้นในดินเฉลี่ยจากการทดสอบระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะและเชื่อมต่อกับระบบกล้อง IoT

การทดสอบระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะและเชื่อมต่อกับระบบกล้อง IoT 10 วัน พบว่า ค่าเฉลี่ยความชื้นในดินของแปลงผักที่รดน้ำด้วยระบบ คือ รดน้ำด้วยระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะและรดน้ำผ่านระบบกล้อง IoT มีค่ามากกว่าแปลงที่รดน้ำด้วยมือและแปลงสิ่งแวดล้อม โดย

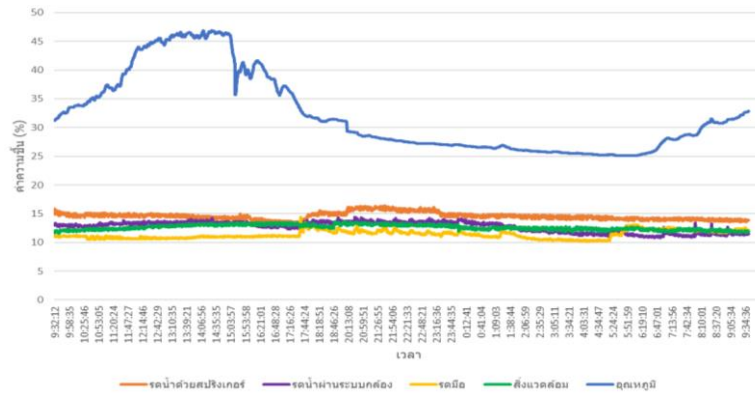
แปลงผักที่รดน้ำด้วยระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะมีค่าความชื้นในดินสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 20.74 ในวันที่ 26 มีนาคม 2563 เวลา 17:00 น. ความชื้นในดินต่ำสุดอยู่ที่ร้อยละ 11.01 ในวันที่ 3 เมษายน 2563 เวลา 12:00 น.

แปลงผักที่รดน้ำระบบผ่านกล้อง IoT มีค่าความชื้นในดินสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 21.23 ในวันที่ 27 มีนาคม 2563 เวลา 17:00 น. ค่าความชื้นในดินต่ำสุดอยู่ที่ร้อยละ 9.97 ในวันที่ 2 เมษายน 2563 เวลา 12:00 น.

แปลงผักที่รดน้ำด้วยมือมีค่าความชื้นในดินสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 16.71 ในวันที่ 27 มีนาคม 2563 เวลา 17:00 น. ค่าความชื้นในดินต่ำสุดอยู่ที่ร้อยละ 10.3 ในวันที่ 3 เมษายน 2563 เวลา 12:00 น.

แปลงสิ่งแวดล้อม มีค่าความชื้นในดินสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 19.68 ในวันที่ 27 มีนาคม 2563 เวลา 17:00 น. ค่าความชื้นในดินต่ำสุดอยู่ที่ร้อยละ 13.34 ในวันที่ 3 เมษายน 2563 เวลา 12:00 น.

4.2 เก็บข้อมูลการทำงานของระบบการรดน้ำด้วยระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะและเชื่อมต่อกับระบบกล้อง IoT 24 ชั่วโมง ซึ่งเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรม visual studio ที่พัฒนาขึ้นเก็บค่าข้อมูลความชื้นในดินของเซนเซอร์ทั้ง 7 ตัว ค่าเฉลี่ยของแต่ละแปลงผัก ทั้ง 4 แปลง โดยแปลงที่ 1 คือ แปลงที่รดน้ำด้วยระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะจะกำหนดค่าความชื้นในดินร้อยละ 13 แปลงที่ 2 เป็นการรดน้ำผักด้วยระบบกล้อง IoT แปลงที่ 3 เป็นการรดน้ำผักด้วยมือ และแปลงที่ 4 เป็นแปลงวัดความชื้นในดินของสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเก็บค่าความชื้นอุณหภูมิการทำงานของการทำงานของระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะและเชื่อมต่อกับระบบกล้อง IoT ว่าสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้หรือไม่ ได้ข้อมูลดังภาพประกอบที่ 9



ภาพประกอบที่ 9 กราฟแสดงค่าความชื้นในดินจากการทดสอบระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะและเชื่อมต่อกับระบบกล้อง IoT

จากการเก็บข้อมูลการทำงานของระบบการรดน้ำด้วยระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะและเชื่อมต่อกับระบบกล้อง IoT ตลอด 24 ชั่วโมง พบว่า ค่าเฉลี่ยความชื้นในดินของแปลงผักที่รดน้ำด้วยระบบ คือ รดน้ำด้วยระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะ รดน้ำผ่านระบบกล้อง IoT มีค่ามากกว่าแปลงที่รดน้ำด้วยมือและแปลงสิ่งแวดล้อม โดย

แปลงผักที่รดน้ำด้วยระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะมีค่าความชื้นในดินคงที่ตั้งแต่เวลา 23.25 – 9.34 น. และค่าความชื้นในดินลดต่ำลง เวลา 17.41 น. ความชื้นในดินต่ำกว่ากำหนดไว้ระบบจึงสั่งให้ปั้มน้ำทำงาน ทำให้ค่าความชื้นในดินเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และคงที่อยู่ประมาณร้อยละ 14

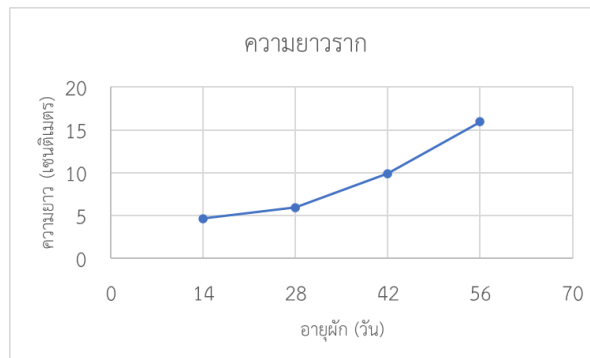
แปลงที่รดน้ำระบบผ่านกล้อง IoT มีค่าความชื้นในดินคงที่ตั้งแต่เวลา 9.56 – 17.36 น. และค่าความชื้นในดินลดต่ำลง เวลา 17.41 น. ความชื้นในดินต่ำกว่ากำหนดไว้ระบบจึงสั่งให้ปั้มน้ำทำงาน ทำให้ค่าความชื้นในดินเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และค่อนข้างคงที่อยู่ประมาณร้อยละ 12.5

แปลงที่รดน้ำด้วยมือมีค่าความชื้นในดินไม่คงที่เพราะทำการรดน้ำเวลา 17.34 น. หลังจากรดน้ำจะเห็นได้ว่าค่าความชื้นในดินค่อนข้างจะคงที่อยู่ประมาณร้อยละ 11

แปลงสิ่งแวดล้อม มีค่าความชื้นในดินคงที่ตลอด 24 ชั่วโมง เนื่องจากไม่ได้ทำการรดน้ำ โดยมีค่าความชื้นในดินอยู่ที่ร้อยละ 12

5. เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของผักคะน้า

5.1 วัดความยาวรากของผักคะน้าจนถึงปลายรากจากความยาวที่วัดได้ให้มีหน่วยเป็นเซนติเมตร และดูการเปลี่ยนแปลงของผักคะน้าโดยทุก 14 วัน เป็นเวลา 2 เดือน และหาความเหมาะสมในการวางตำแหน่งเซนเซอร์

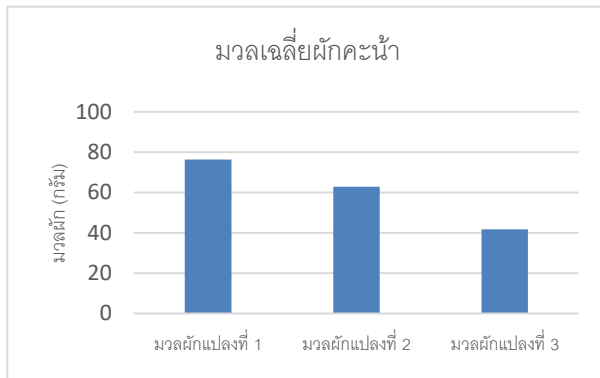


ภาพประกอบที่ 10 กราฟแสดงความยาวรากเฉลี่ยของผักคะน้า

จากภาพประกอบที่ 10 แสดงให้เห็นว่าผักคะน้ามีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องโดยผักจะมีรากยาวสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 15.95 เซนติเมตร ซึ่งใช้วิธีรดน้ำแบบธรรมดาและเวลาในการเจริญเติบโต 45-60 วัน โดยเริ่มวัดความยาวรากในวันที่ 17 มกราคม 2563 ถึง 28 กุมภาพันธ์ 2563 ดังนั้นการวางเซนเซอร์ความชื้นในดินจึงวางไว้ที่ตำแหน่ง 10 เซนติเมตรจากผิวดินซึ่งเป็นตำแหน่งที่ความยาวรากสามารถคุ้มน้ำได้ดี

5.2 เปรียบเทียบผักคะน้า

เมื่อเปรียบเทียบมวลผักในแปลงที่ใช้ระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะและเชื่อมต่อกับระบบกล้อง IoT โดยวิเคราะห์มวลของผักคะน้าที่รดน้ำด้วยระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะและเชื่อมต่อกับระบบกล้อง IoT สามารถควบคุมความชื้นในดินที่ส่งผลให้ผักมีการเจริญเติบโตดีกว่าแปลงที่ให้น้ำแบบทั่วไป ได้ข้อมูลดังนี้



(ก)



(ข)

ภาพประกอบที่ 11 กราฟแสดงมวลเฉลี่ยของผักคะน้า

จากภาพประกอบที่ 11 แสดงมวลผักคะน้าของแต่ละแปลง โดยแปลงที่ 1 รดน้ำด้วยระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะมีมวลผักเฉลี่ย 76.49 กรัม แปลงที่ 2 รดน้ำระบบกล้อง IoT มีมวลผักเฉลี่ย 62.92 กรัม แปลงที่ 3 รดน้ำแบบทั่วไป มีมวลผักเฉลี่ย 41.83 กรัม พบว่ามวลผักเฉลี่ยของแปลงผักที่ 1 และ 2 ที่ใช้ระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะและเชื่อมต่อกับระบบกล้อง IoT จะมีมวลผักเฉลี่ยมากกว่าแปลงที่รดน้ำแบบทั่วไป

สรุป

จากการศึกษาและออกแบบการรดน้ำด้วยระบบควบคุมสปริงเกอร์อัจฉริยะและเชื่อมต่อกับระบบกล้อง IoT ได้แปลงผักคะน้าขนาด 60 x 60 เซนติเมตร จำนวน 4 แปลง ซึ่งในแต่ละแปลงปลูกผักคะน้าจำนวน 6 ต้น ผังเซนเซอร์ในดินประมาณ 7 ชุด คือแปลงที่ 1 2 และ 3 แปลงละ 2 ชุด และแปลงสิ่งแวดล้อม 1 ชุด โดยผังเซนเซอร์วัดความชื้นในดินบริเวณใต้ต้นผักกลี 10 เซนติเมตร และทำการควบคุมด้วยระบบการทำงานของปั้มน้ำอัตโนมัติจากการควบคุมระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 โดยการตรวจวัดเซนเซอร์อุณหภูมิและเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน โดยตั้งเงื่อนไขให้ปั้มน้ำทำงานอัตโนมัติเมื่อ ค่าความชื้นในดินน้อยกว่าร้อยละ 13 โดยมวล และปั้มน้ำหยุดทำงานเมื่อค่าความชื้นในดินมีค่ามากกว่าเงื่อนไขที่กำหนดไว้ ผลการวิเคราะห์การทำงานของระบบในเวลา 10 วันและเก็บข้อมูลการทำงานของระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะเป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าค่าความชื้นในดินเฉลี่ยของแปลงผักที่ใช้ระบบคือ แปลงที่รดน้ำด้วยระบบสปริงเกอร์อัจฉริยะและมีค่ามากกว่าแปลงที่ทำการรดน้ำด้วยมือและแปลงสิ่งแวดล้อม อีกทั้งผลการวิเคราะห์มวลของผักคะน้าเฉลี่ยในแปลงที่ 1 และ 2 ที่ใช้ระบบควบคุมสปริงเกอร์อัจฉริยะและเชื่อมต่อกับระบบกล้อง IoT จะมีมวลมากกว่าผักที่ทำการรดด้วยมือ สรุปได้ว่า การทำงานของระบบควบคุมสปริงเกอร์อัจฉริยะและเชื่อมต่อกับระบบกล้อง IoT สามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดและผลของการวัดที่ได้จากเซนเซอร์อุณหภูมิ มีความแม่นยำของข้อมูล แต่เซนเซอร์ความชื้นในดินมีความไม่เสถียร

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ที่สนับสนุนงบประมาณทุนการวิจัย และขอขอบคุณศูนย์วิทยาศาสตร์ที่อนุเคราะห์เครื่องมือในงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- ทองล้วน สิงห์นันท์และวันดี หวังคะพันธ์. (2559). ระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติด้วยเซนเซอร์ความชื้นของดิน. ในการประชุมวิชาการระดับชาติ ราชภัฏสุรินทร์วิชาการ ครั้งที่ 8. (99-106). สุรินทร์ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์.
- บัณฑิตพงษ์ ศรีอำนาจ สรวุธ แผงศร วีระสิทธิ์ ปิติพรเจริญ และพิมพ์ใจ สีหะนาม. (2562). การออกแบบสมาร์ตฟาร์มโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับมะนาวจังหวัดเพชรบุรี. ในการประชุมระดับชาติ ครั้งที่ 6 (808-816). นครราชสีมา: วิทยาลัยนครราชสีมา.
- นราธิป ทองปานและธนาพัฒน์ เทียงภักดี. (2559). ระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย. ในวารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมคณะเทคโนโลยี. (35-43). สารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.