

ออกแบบและสร้างระบบให้น้ำแบบหยดอัตโนมัติสำหรับแปลงผักวางตุ้งฮ่องเต้ Design and Construction of a Smart Drip Irrigation System for a Pak Chai Garden

กาญจนา สมหวัง¹ สุภาพร วันนา¹ ณัฐภูมิ มาลีชัย^{1*}

E-mail: nmaleelai@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและสร้างระบบให้น้ำหยดแบบอัตโนมัติสำหรับผักวางตุ้งฮ่องเต้ ระบบนี้สามารถควบคุมการทำงานของปั้มน้ำและวัดค่าความชื้นในดินซึ่งจะควบคุมให้มีค่าคงที่ ระบบควบคุมการรดน้ำจะถูกควบคุมผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโน เซนเซอร์วัดความชื้นในดินทำการสอบเทียบกับดิน 5 ตัวอย่าง โดยแต่ละตัวอย่างมีความชื้นในดินแตกต่างกัน ทดสอบการทำงานของระบบกับการรดน้ำผักจริง 10 วัน และเก็บข้อมูลการทำงานของระบบ 24 ชั่วโมง การทดลองได้แบ่งแปลงผักออกเป็นจำนวน 5 แปลง และเปรียบเทียบมวลผักวางตุ้งฮ่องเต้เมื่อใช้ระบบน้ำหยดกับวิธีรดน้ำแบบปกติ ผลคือแปลงผักที่ควบคุมความชื้นดินที่ร้อยละ 13 15 และ 18 โดยมวล ซึ่งสามารถมีมวลผักมากกว่าแปลงที่รดน้ำในแบบทั่วไปเท่ากับ 23.23% 27.23% และ 1.99% ตามลำดับ

คำสำคัญ: ไมโครคอนโทรลเลอร์ อาร์ดูโน ความชื้นดิน

Abstract

The objective of this research is to study and construct a smart drip irrigation system for a Pak Chai garden. This system can control the water pump and measure the soil moistures, which it will control to a constant. The irrigation control system is processor by the microcontroller (Arduino). The soil moisture sensors calibrated with the 5 soil samples, each sample has different moisture. The system test by the irrigation of Pak Chai garden for 10 days and measure data of 24 hour. The experiment divided the vegetable plots into five plots and compare vegetable mass in plots using the system and normal irrigated. As a result, the vegetable plot of control soil moisture to 13% 15% and 18% by mass, which can make vegetables mass more than conventional watering to 23.23% 27.23%, and 1.99% respectively.

Keywords: microcontroller, arduino, soil moisture

ความเป็นมาของปัญหา

ผักวางตุ้งฮ่องเต้ (Pak Chai) เป็นพืชล้มลุกขนาดเล็ก อยู่ในตระกูลกะหล่ำและผักกาด มีก้านใบยาวออกเรียงสลับโดยรอบๆ ปกคลุมที่ฐานลำต้น มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปยุโรป เป็นที่นิยมปลูกกันทั่วไป ในหลายประเทศทั่วโลก ในประเทศไทยมีปลูกหลายสายพันธุ์ เป็นพืชผักที่มีมาแต่โบราณ มีประโยชน์สรรพคุณทางยา หลายอย่าง นำมาประกอบอาหารเมนูต่างๆ ได้หลายเมนู สามารถรับประทานสดได้ มีรสชาติหวานกรอบ แต่จะมีกลิ่นเหม็นเขียว

เนื่องจากในการเพาะปลูกพืชต่างๆ มีความจำเป็นต้องใช้น้ำ เพราะน้ำเป็นอาหารของพืชและน้ำยังเป็นตัวลำเลียงแร่ธาตุไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของพืชทำให้พืชมีการเจริญเติบโต แต่ด้วยสภาพปัญหาความแห้งแล้งที่เนื่องมาจากสภาพอากาศและฤดูกาลในบางปี อาจจะมีปริมาณน้ำฝนน้อย รวมทั้งบางพื้นที่มีภูมิประเทศในการสร้างเป็นแหล่งกักเก็บน้ำได้จำกัด ทำให้น้ำที่กักเก็บไว้ใช้จึงไม่เพียงพอในการให้น้ำกับพืชจึงมีการคิดค้นวิธีการที่จะช่วยประหยัดน้ำและทำให้การใช้น้ำเพียงพอต่อความต้องการของพืชที่เพาะปลูก และเหมาะสมต่อสภาพดินและสภาพแวดล้อมระบบการให้น้ำแบบหยดได้ถูกนำมาใช้ในการให้น้ำแก่พืชเพื่อแก้ไขปัญหาความเสียหายของพืชในฤดูแล้งและเพิ่มประสิทธิภาพในการให้น้ำ ด้วยการให้น้ำปริมาณน้อยๆ แต่ทำให้พืชได้รับน้ำที่ตรงจุดและที่สำคัญคือช่วยประหยัดน้ำได้มาก พืชได้รับประโยชน์อย่างมากโดยเฉพาะพืชที่ยังเล็กอยู่และยังช่วยลดปัญหาเรื่องวัชพืชได้ดี เพราะน้ำหยดลงไปที่รากโดยตรง แทนที่จะสูญเสียไประหว่างแถวของการปลูกพืช ระบบน้ำหยดจึงมีประสิทธิภาพสูงและ ยังช่วยประหยัดแรงงานได้ ปัจจุบันได้มีการพัฒนาระบบควบคุมความชื้นในดินสำหรับโรงเรือนเมล็ดพันธุ์โดยควบคุมความชื้นในอากาศโดยการสเปรย์ละอองน้ำและควบคุมความชื้นในดินด้วยระบบน้ำหยดพบว่า การให้น้ำในดินปลูกของระบบที่ออกแบบสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องตามที่กำหนดไว้ได้อย่างถูกต้อง

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

และแม่นยำ (เอกรัฐ ชุ่มเอียด และคณะ, 2561) และในเขตการเกษตรขนาดใหญ่ก็ได้มีการทดสอบและพัฒนาระบบให้น้ำแบบหยดสำหรับไร้อ้อยนอกเขตชลประทานในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นการทดสอบการให้น้ำด้วยระบบน้ำหยดแบบเทป พบว่า เมื่อวัดจากปริมาณผลผลิต การให้น้ำแบบเทปให้ผลผลิตดีกว่าการให้น้ำแบบทั่วไป (สราวุฒิ ปานทน และคณะ, 2560) และได้มีการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดและควบคุมความชื้นของดินในการปลูกหญ้าโดยการชลประทานอัตโนมัติแบบน้ำหยด ร่วมกับหัววัดความชื้นที่พัฒนาโดย NECTEC โดยควบคุมความชื้นในดินด้วยระบบน้ำหยด พบว่าหัววัดความชื้นของดินสามารถควบคุมการให้น้ำแก่หญ้าตามที่ ระบบที่ออกแบบและสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องตามที่กำหนดไว้ได้อย่างถูกต้อง การพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดและควบคุมความชื้นของดินในการปลูกหญ้าโดยการชลประทานอัตโนมัติแบบน้ำหยด ร่วมกับหัววัดความชื้นที่พัฒนาโดย NECTEC โดยควบคุมความชื้นในดินด้วยระบบน้ำหยด พบว่าหัววัดความชื้นของดินสามารถควบคุมการให้น้ำในดิน ระบบที่ออกแบบสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ตามที่กำหนดไว้ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ(สุนันทา สิงห์นันท์ และคณะ, 2560)

ดังนั้นผู้วิจัยศึกษาการออกแบบระบบการให้น้ำแบบหยดด้วยระบบอัตโนมัติ โดยใช้ Microcontroller ตระกูล Arduino มาควบคุมความชื้นในดินเพื่อให้ได้ค่าที่เหมาะสมในการให้น้ำต่อพืช โดยหวังว่าระบบอัตโนมัติจะสามารถช่วยแก้ปัญหาเรื่องการจัดการน้ำที่ไม่เพียงพอในบางฤดูกาลและสามารถเพิ่มผลผลิตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อสร้างระบบควบคุมความชื้นในดินในการปลูกพืช โดยการศึกษานี้ได้ใช้ระบบการให้น้ำแบบหยดและคำนึงถึงระดับของความชื้นในดินที่เป็นประโยชน์ต่อการปลูกพืชมากที่สุด ซึ่งได้เลือกผักกวางตุ้งฮ่องเต้มาใช้ในการทดลอง ดำเนินการวิจัยระหว่างเดือนธันวาคม- มีนาคม 2563 ณ มหาลัษยราชภัฏเลย

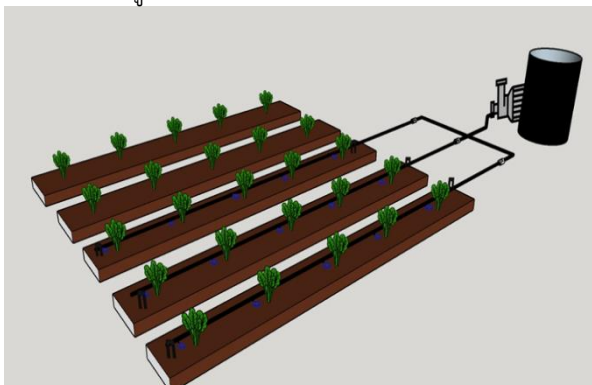
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบไปด้วย ระบบการให้น้ำแบบหยดที่สร้างขึ้น โดยใช้ Arduino Mega 2560 มาใช้ควบคุมความชื้นในดิน โดยใช้เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน (Soil moisture sensor) มาเก็บค่าความชื้นในดิน และใช้เซ็นเซอร์ DHT22 มาเก็บค่าความชื้นและอุณหภูมิในอากาศ โดยจะสอบเทียบค่ามาตรฐานของความชื้นด้วยเครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์รุ่น Testo 625 และสอบเทียบค่ามาตรฐานของเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นในโปรแกรม OriginPro 8.5 และนำไปใช้ในแปลงผักที่เตรียมไว้ในการทำทดลอง

3. การเก็บรวบรวมเพื่อดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ออกแบบโครงสร้างแปลงปลูกผักกวางตุ้งฮ่องเต้

โดยออกแบบแปลงปลูกแต่ละแปลงเป็นแนวยาวเรียงกัน 5 แปลง ขนาดกว้าง 50 เซนติเมตร ยาว 160 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างต้น 20 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างแปลง 30 เซนติเมตร ซึ่งผัก แปลงที่ 1 2 และ 3 จะมีการติดตั้งระบบน้ำหยดโดยจะให้น้ำหยดวางห่างจากต้นผัก 5 เซนติเมตร และมีเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน แปลงละ 2 ตัว เมื่อความชื้นในดินต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งการให้รีเลย์เปิดการทำงานของระบบน้ำหยด เพื่อให้น้ำแก่พืช และเมื่อความชื้นในดินมีค่าเกินค่าที่กำหนดไว้ รีเลย์จะสั่งให้ปั้มน้ำหยุดการให้น้ำแก่ผัก ส่วนแปลงที่ 4 จะเป็นการให้น้ำในแบบทั่วไป และแปลงที่ 5 เป็นการดูความชื้นดินที่สภาวะแวดล้อม



ภาพประกอบที่ 1 โครงสร้างแปลงปลูกผักกวางตุ้งฮ่องเต้



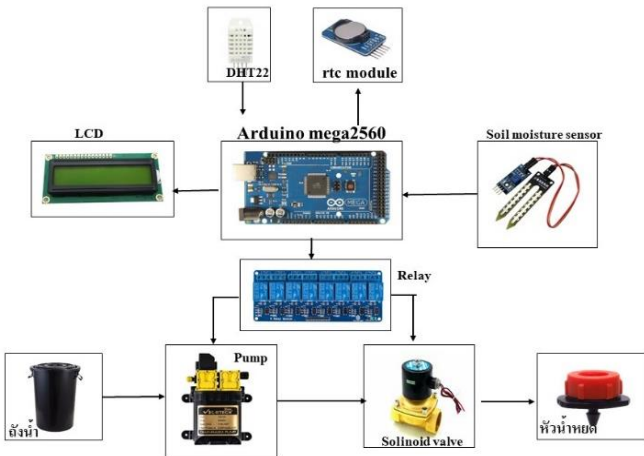
ภาพประกอบที่ 2 โครงสร้างแปลงปลูกผักกวางตุ้งฮ่องเต้(จริง)

3.2 ออกแบบระบบควบคุมการให้น้ำแบบหยด

ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยจะทำงานด้วยการเขียนโปรแกรมควบคุมลงไป ซึ่งจะสามารถทำให้ควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ได้อย่างอัตโนมัติ ซึ่งในระบบที่ออกแบบ ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำหน้าที่เป็นตัวประมวลผลหลัก โดยจะรับค่าความชื้นในดินจากตัวเซนเซอร์ แล้วนำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์ ถ้าค่าความชื้นในดินมีค่าที่ไม่ตรงตามที่กำหนด เช่น

3.2.1 ค่าความชื้นต่ำกว่ากำหนด ไมโครคอนโทรลเลอร์สั่งให้ปั้มน้ำของระบบน้ำหยดเริ่มทำงานเพื่อรดน้ำให้ค่าความชื้นในดินเพิ่มขึ้นตามที่กำหนดไว้

3.2.2 ค่าความชื้นในดินมากกว่าหรือเท่ากับค่าที่กำหนด ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้ปั้มน้ำหยุดการทำงานของระบบน้ำหยด เพื่อไม่ให้ความชื้นเกินค่าที่กำหนดไว้



ภาพประกอบที่ 3. แสดงระบบควบคุมความชื้นแบบอัตโนมัติ



ภาพประกอบที่ 4 กล่องระบบควบคุมความชื้นแบบอัตโนมัติ

3.3 ออบเทียบเซนเซอร์ของระบบให้น้ำแบบหยดอัตโนมัติ

การสอบเทียบเซนเซอร์ของระบบให้น้ำแบบหยดอัตโนมัติสำหรับแปลงผักวางตั้ง โดยการทดลองในห้องปฏิบัติการ ใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้นอากาศจากแหล่งความร้อนเทียบกับค่าจากเซนเซอร์ และหาค่าความชื้นในดินด้วยวิธีการหาค่าความชื้นดินโดยมวล เทียบกับการอ่านค่าจากเซนเซอร์ดิน ซึ่งผลการวัดจะนำมาเปรียบเทียบโดยใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

3.4 การทดสอบการซึมของน้ำในดินที่ใช้ปลูก

การทดสอบการซึมของน้ำในดิน โดยวิธีการวางเซนเซอร์วัดความชื้นดินไว้ที่ ตำแหน่งที่กำหนดทั้งแนวลึกและแนวราบ แล้วดูว่าน้ำจะซึมไปได้ลึกที่สุดที่ตำแหน่งใดเพื่อที่จะกำหนดตำแหน่งวางเซนเซอร์วัดความชื้นได้เหมาะสม และดูการแพร่ของน้ำในแนวราบ เพื่อนำไปเป็นตัวกำหนดในการวางตำแหน่งหัวน้ำหยดและเซนเซอร์วัดความชื้นดินว่าควรวางตำแหน่งใดพีจึงจะได้รับน้ำอย่างเหมาะสม โดยการทดสอบจะมี 2 แบบดังนี้

3.4.1 การซึมแนวลึกแบบรดด้วยหัวน้ำหยด

เป็นการนำดินที่อบแห้งไล่ความชื้นในดินแล้วใส่ในภาชนะที่เตรียมไว้สูง 20 เซนติเมตร แล้ววางเซนเซอร์ดินไว้ 3 ตำแหน่งที่แตกต่างกัน คือ 4 , 8 และ 12 เซนติเมตรจากจุดศูนย์กลาง จากนั้นหยดน้ำลงในดินจนค่าของความชื้นในดินคงที่ทุกจุด ทำการวัดค่าและนำค่าความชื้นดินที่ได้มาวิเคราะห์หาความเหมาะสมในการวางตำแหน่งของเซนเซอร์วัดความชื้นดิน

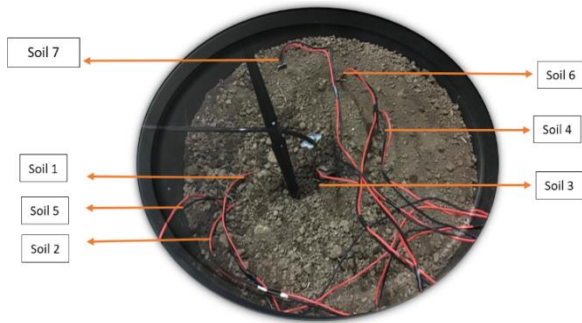
3.4.2 การซึมแนวอนรดด้วยหัวน้ำหยด

เป็นการนำดินที่อบแห้งไล่ความชื้นในดินแล้วใส่ในภาชนะที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร แล้ววางเซนเซอร์ดินไว้ที่ตำแหน่ง 5 , 10 , 15 , 20 และ 25 เซนติเมตรจากจุดศูนย์กลาง จากนั้นหยดน้ำลงในดินที่เตรียมไว้แล้วดูว่าน้ำแพร่ไปถึงจุดที่วางเซนเซอร์ตำแหน่งใด วัดค่าและค่าของความชื้นดินในแต่ละตำแหน่งมาวิเคราะห์หาความเหมาะสมในการวางตำแหน่งของเซนเซอร์วัดความชื้นดินและหัวน้ำหยด

3.5 การทดสอบการทำงานของระบบการให้น้ำแบบหยดอัตโนมัติครั้งที่ 1

การทดสอบระบบรวมครั้งที่ 1 เป็นการทดสอบเพื่อหาการซึมของน้ำในดิน โดยการให้ระบบน้ำหยด และมีการวางเซนเซอร์วัดความชื้นดินจำนวน 7 ตัวโดยวางในแนวลึก 3 ตัวคือระยะ 4, 8, และ 10 เซนติเมตร และแนวราบ 4 ตัว ซึ่งในการวางใน

แนวราบแต่ละจุดจะมีการวางกระจายทั่วภาชนะทดสอบในระยะที่ต่างกันคือระยะ 5, 10, 15 และ 20 เซนติเมตร ตั้งเวลาในการให้น้ำ 1 ชั่วโมง เพื่อดูระยะของการซึมของน้ำในดิน



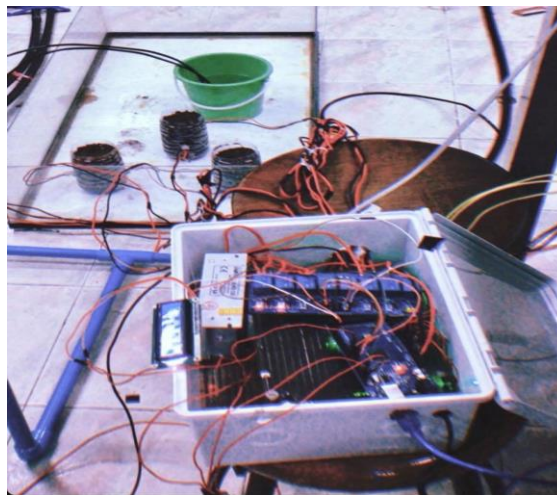
ภาพประกอบที่ 5 การวางตำแหน่งของเซนเซอร์

หมายเลขเซนเซอร์	ตำแหน่ง (ซม.)
1	4
2	8
5	12
3	5
4	10
6	15
7	20

ภาพประกอบที่ 6 ตารางแสดงการวางตำแหน่งของเซนเซอร์

3.6 การทดสอบการทำงานของระบบการให้น้ำแบบหยดอัตโนมัติครั้งที่ 2

การทดสอบการทำงานของระบบครั้งที่ 2 ในห้องปฏิบัติการ เป็นการทดสอบเพื่อดูการทำงานของระบบการให้น้ำแบบหยดอัตโนมัติร่วมกับโปรแกรมเก็บข้อมูล Visual studio ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้เวลาในการทดสอบระบบ 4 ชั่วโมง พบว่าระบบสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ คือ เมื่อค่าความชื้นในดินมีค่าต่ำกว่าที่กำหนดไว้ปั้มน้ำจะเริ่มให้น้ำไปจนกว่าค่าความชื้นในดินจะมีค่าสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้ปั้มน้ำก็จะหยุดทำงาน และเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาที่กำหนดโปรแกรมเก็บข้อมูล Visual studio ก็จะมีบันทึกข้อมูลและค่าที่ได้จะไปแสดงที่ excel และบันทึกให้โดยอัตโนมัติ



ภาพประกอบที่ 7 การทดสอบการทำงานของระบบการให้น้ำแบบหยดอัตโนมัติครั้งที่ 2

3.7 การทดสอบระบบการให้น้ำแบบหยดในพื้นที่จริง

3.7.1 ทดสอบรดน้ำด้วยระบบน้ำหยดอัตโนมัติ 10 วันกับผักที่ปลูกในแปลงที่มีอายุ 45 วัน โดยเก็บข้อมูลค่าความชื้นในดินที่เป็นค่าเฉลี่ยของแต่ละแปลงผักทั้งที่ใช้ระบบน้ำหยดและไม่ใช้ระบบ เก็บค่าอุณหภูมิ และความชื้นอากาศ วันละ 2 ครั้ง คือเวลา 12.00 น. และเวลา 17.00 น.

3.7.2 เก็บข้อมูลการทำงานของระบบน้ำหยดอัตโนมัติ 24 ชั่วโมง โดยเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรม visual studio ที่พัฒนาขึ้น และดูการทำงานของระบบน้ำหยดอัตโนมัติว่าสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้หรือไม่

3.8 การเก็บข้อมูลผักกางต้งฮ่องเต้

ในการเก็บข้อมูลผักจะทำการเก็บ 2 ช่วง คือ

3.8.1 เก็บข้อมูลขณะทดลองปลูกผัก หากความยาวรากของผักเพื่อใช้ในการวางเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน เก็บข้อมูลทุก 2 สัปดาห์หรือ 14 วัน เป็นเวลา 2 เดือน

3.8.2 บันทึกข้อมูลมวลของผักหลังจากการใช้ระบบน้ำหยด เพื่อดูความแตกต่างในการใช้ระบบการให้น้ำหยดอัตโนมัติและไม่ใช้ระบบ

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 เปรียบเทียบมวลของผักกวางตุ้งที่ให้น้ำแบบหยดด้วยระบบน้ำหยดอัตโนมัติและไม่ใช้ โดยวิเคราะห์มวลของผักกวางตุ้งที่ใช้ระบบน้ำหยดเปรียบเทียบกับผักกวางตุ้งที่ใช้วิธีรดน้ำแบบธรรมดาว่าการรดน้ำแบบใดที่สามารถให้ผลผลิตได้ดีกว่า

4.2 เปรียบเทียบความชื้นในดินเมื่อใช้ระบบอัตโนมัติ 10 วัน โดยเปรียบเทียบค่าความชื้นในดินที่ใช้ระบบน้ำหยดและให้น้ำในแบบทั่วไป 10 วัน ของแปลงผักทั้ง 5 แปลง เพื่อดูความแตกต่างของความชื้นดินของแต่ละแปลงในแต่ละช่วงเวลา

ผลการวิจัย

การสร้างระบบการให้น้ำแบบหยดอัตโนมัติ โดยควบคุมความชื้นในดินให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งตั้งแต่ซึ่งระบบที่ได้สร้างขึ้นนี้สามารถควบคุมความชื้นในดินได้เป็นอย่างดี ทำให้ผักกวางตุ้งอ่องได้มีการเจริญเติบโตอย่างเต็มที่ และได้ผลผลิตที่เพิ่มมากขึ้น

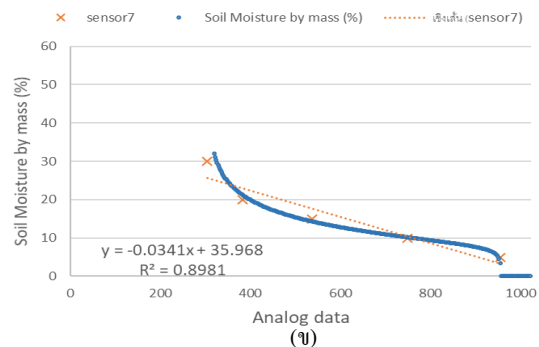
1. การสอบเทียบเซนเซอร์ความชื้นและอุณหภูมิในอากาศและเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน

การสอบเทียบเซนเซอร์ความชื้นและอุณหภูมิในอากาศ โดยการใช้เครื่องมือวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นอากาศจากเครื่อง testo 625 เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการวัดของเซนเซอร์ โดยใช้สถิติถดถอยเชิงเส้น (R^2) พบว่ามีค่า R^2 เท่ากับ 0.9231 และ 0.9995 แสดงว่าค่ามีความแม่นยำสูง

การสอบเทียบเซนเซอร์วัดความชื้นในดินโดยทำการสอบเทียบจากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น พบว่าความสัมพันธ์ของค่าความชื้นในดินที่ได้จากเซนเซอร์ ทั้ง 7 ตัว มีค่าความสัมพันธ์คือ R^2 อยู่ระหว่าง 0.84 - 0.95 ซึ่งมีค่ามาก ทำให้มีค่าความแม่นยำสูงขึ้น



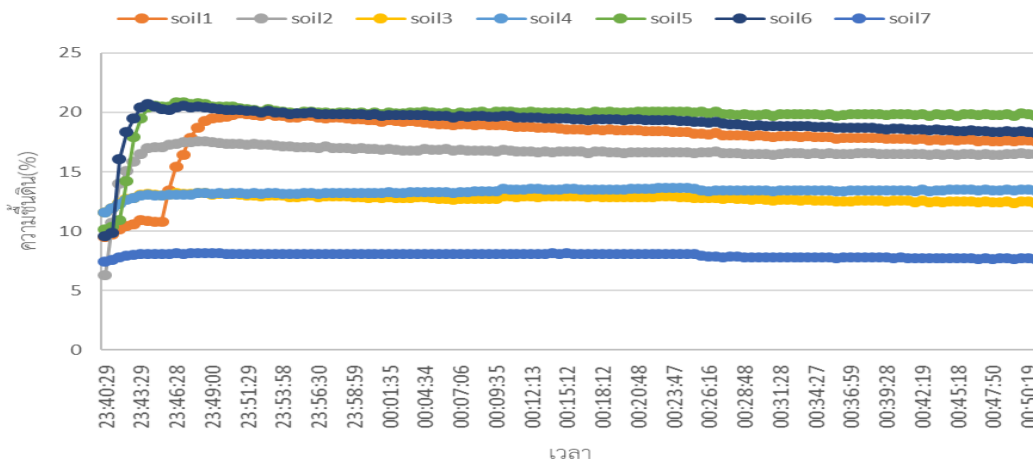
(ก)



ภาพประกอบที่ 8 การสอบเทียบเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน

2. การทดสอบการทำงานของระบบการให้น้ำแบบหยดอัตโนมัติครั้งที่ 1

การทดสอบระบบรวมครั้งที่ 1 การวางเซนเซอร์วัดความชื้นดินจำนวน 7 ตัวโดยวางในแนวลึก 3 ตัวคือระยะ 4, 8, และ 10 เซนติเมตร และแนวราบ 4 ตัว ซึ่งในการวางในแนวราบแต่ละจุดจะมีการวางกระจายทั่วภาชนะทดสอบในระยะที่แตกต่างกันคือระยะ 5, 10, 15 และ 20 เซนติเมตร ตั้งเวลาในการให้น้ำ 1 ชั่วโมง เพื่อดูระยะของการซึมของน้ำในดิน ได้ข้อมูลดังนี้

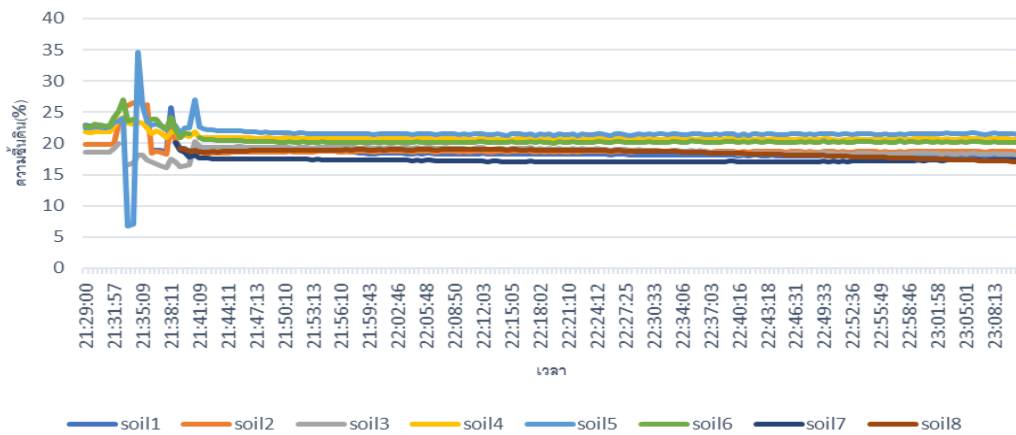


ภาพประกอบที่ 9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของความชื้นในดินและการซึมของน้ำ

จากการทดลองการซึมน้ำในดินแต่ละระยะพบว่า ค่าความชื้นในดินของเซนเซอร์แต่ละตัวจะมีค่าที่แตกต่างกัน เนื่องจากน้ำซึมไปไม่ถึงจุดที่วางเซนเซอร์ไว้ หลังจากให้น้ำซึมนกลงดินและกระจายความชื้นไป รอบๆ ในช่วงเวลา 5 นาทีแรกความชื้นดินของเซนเซอร์แต่ละตัวจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และเมื่อน้ำหยุดในปริมาณที่มากพอแล้วค่าความชื้นดินของเซนเซอร์แต่ละตัวจะคงที่ แต่ soil 7 ค่าความชื้นดินจะคงที่ตลอดเนื่องจากเซนเซอร์มีปัญหา

3. การทดสอบการทำงานของระบบการให้น้ำแบบหยดอัตโนมัติครั้งที่ 2

การทดสอบการทำงานของระบบการให้น้ำหยดอัตโนมัติที่ควบคุมความชื้นในดินคงที่ร่วมกับโปรแกรมเก็บข้อมูล visual studio ที่พัฒนาขึ้น โดยใช้เวลาในการทดสอบระบบ 2 ชั่วโมงเพื่อดูการทำงานของระบบการให้น้ำหยดอัตโนมัติ มีข้อมูลดังนี้



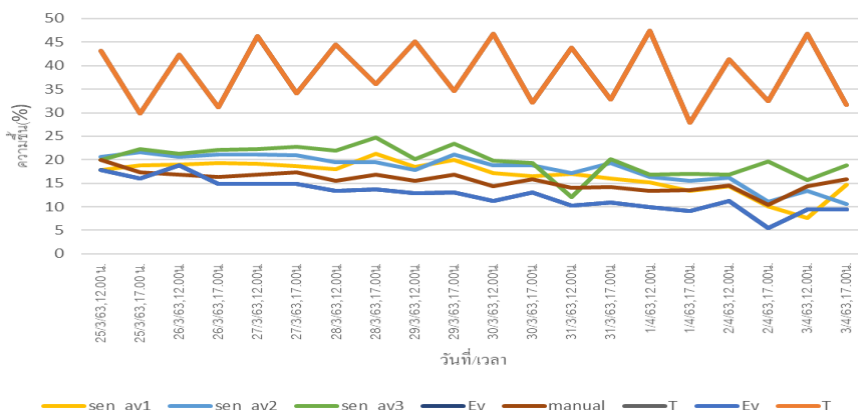
ภาพประกอบที่ 10 กราฟแสดงค่าความชื้นในดินจากการทดสอบระบบ

จากภาพประกอบที่ 10 การทดสอบการทำงานของระบบให้น้ำแบบหยดอัตโนมัติ พบว่า ระบบสามารถทำงานได้โดยเก็บค่าข้อมูลเซนเซอร์ทั้งหมด 8 ตัวโดยมีค่าความชื้นสูงสุดร้อยละ 34.64 และต่ำที่สุดร้อยละ 7.08 ซึ่งข้อมูลที่ได้อาจนำไปแสดงอยู่ที่โปรแกรม visual studio ที่พัฒนาขึ้น จากนั้นโปรแกรมจะบันทึกข้อมูลอัตโนมัติ

4. การทดสอบระบบการให้น้ำแบบหยดอัตโนมัติในพื้นที่จริง

4.1 ทดสอบรดน้ำด้วยระบบการให้น้ำแบบหยดอัตโนมัติ 10 วัน

โดยเก็บข้อมูลค่าความชื้นในดินที่เป็นค่าเฉลี่ยของแต่ละแปลงผักทั้ง 5 แปลง โดย 3 แปลงแรกจะใช้ระบบน้ำหยดที่กำหนดค่าความชื้นดินที่ร้อยละ 13 15 และ 18 ตามลำดับ แปลงที่ 4 เป็นแปลงวัดความชื้นดินที่สิ่งแวดล้อม และแปลงที่ 5 ให้น้ำในแบบทั่วไป รวมทั้งเก็บค่าอุณหภูมิ และความชื้นอากาศ วันละ 2 ครั้ง คือเวลา 12.00 น. และเวลา 17.00 น.



ภาพประกอบที่ 11 กราฟแสดงค่าความชื้นในดินจากการทดสอบระบบในพื้นที่จริง

จากการทดสอบการทำงานของระบบการให้น้ำหยดแบบอัตโนมัติ เป็นเวลา 10 วัน พบว่า ค่าความชื้นในดินเฉลี่ยของแปลงผักที่ใช้ระบบ คือ sen_av1 sen_av2 และ sen_av3 มีค่ามากกว่าแปลงที่ทำการรดด้วยมือและแปลงสิ่งแวดล้อม

แปลงผักแปลงที่ 1 (sen_av1) จะมีค่าความชื้นในดินมากที่สุดคือร้อยละ 21.21 ในวันที่ 28/03/2563 เวลา 17.00 น. และมีค่าความชื้นในดินต่ำที่สุดคือร้อยละ 7.56 ในวันที่ 3/4/2563 เวลา 12.00 น.

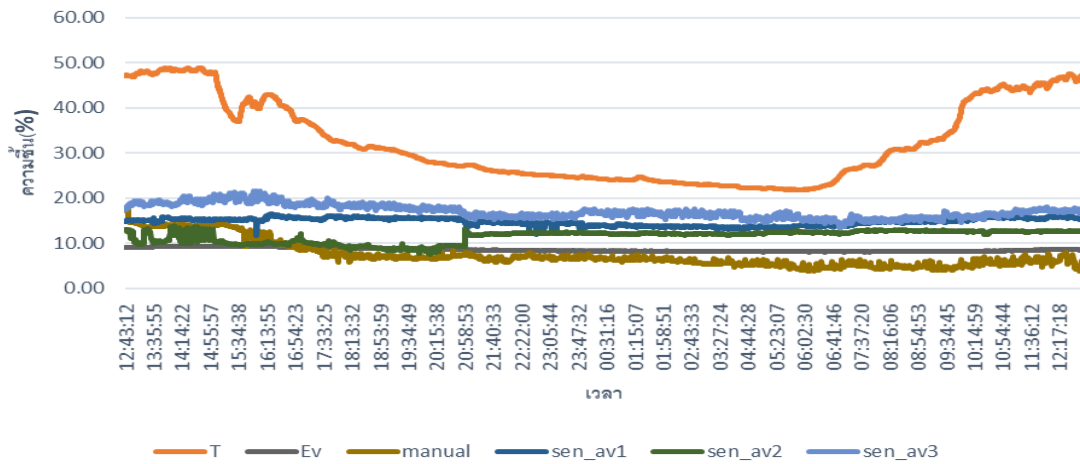
แปลงผักแปลงที่ 2 (sen_av2) จะมีค่าความชื้นในดินมากที่สุดคือร้อยละ 21.16 ในวันที่ 29/03/2563 เวลา 17.00 น. และมีค่าความชื้นในดินต่ำที่สุดคือร้อยละ 11.01 ในวันที่ 2/4/2563 เวลา 12.00 น.

แปลงผักแปลงที่ 3 (sen_av3) จะมีค่าความชื้นในดินมากที่สุดคือร้อยละ 24.73 ในวันที่ 28/03/2563 เวลา 17.00 น. และมีค่าความชื้นในดินต่ำที่สุดคือร้อยละ 12.15 ในวันที่ 31/3/2563 เวลา 12.00 น.

แปลงผักแปลงสิ่งแวดล้อม (Ev) จะมีค่าความชื้นในดินมากที่สุดคือร้อยละ 18.82 ในวันที่ 26/03/2563 เวลา 12.00 น. และมีค่าความชื้นในดินต่ำที่สุดคือร้อยละ 5.53 ในวันที่ 2/4/2563 เวลา 12.00 น.

แปลงผักแปลงที่ให้น้ำในแบบทั่วไป (manual) จะมีค่าความชื้นในดินมากที่สุดคือร้อยละ 20.3 ในวันที่ 25/03/2563 เวลา 17.00 น. และมีค่าความชื้นในดินต่ำที่สุดคือร้อยละ 10.5 ในวันที่ 2/4/2563 เวลา 12.00 น.

4.2 เก็บข้อมูลการทำงานของระบบน้ำหยดอัตโนมัติ 24 ชั่วโมงซึ่งเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Visual studio ที่พัฒนาขึ้น โดยเก็บข้อมูลค่าความชื้นในดินของเซนเซอร์ทั้ง 8 ตัว ซึ่งเก็บเป็นค่าเฉลี่ยของแต่ละแปลงผักทั้ง 5 แปลง กำหนดค่าความชื้นในดินไว้ที่ ร้อยละ 13 15 18 ไม่ควบคุม และแปลงที่รดด้วยมือรวมทั้งเก็บค่าอุณหภูมิและความชื้นอากาศ และดูการทำงานของระบบการให้น้ำหยดอัตโนมัติว่าสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดหรือไม่ ได้ข้อมูลดังภาพประกอบที่ 12



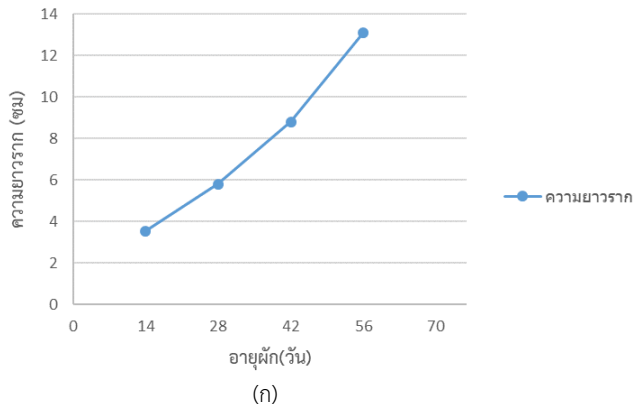
ภาพประกอบที่ 12 กราฟแสดงค่าความชื้นในดินเฉลี่ยของแปลงผักทั้ง 5 แปลง

จากการเก็บข้อมูลการทำงานของระบบการให้น้ำหยดแบบอัตโนมัติ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากกราฟพบว่า แปลงผักแปลงที่ 1 (sen_av1) จะมีค่าความชื้นในดินคงที่ตั้งแต่เวลา 12.43 -15.44 น. หลังจากนั้นค่าความชื้นลดต่ำเวลา 16.00 น. ความชื้นในดินต่ำกว่าที่กำหนดไว้ระบบจึงสั่งให้ปั๊มน้ำทำงาน ทำให้ค่าความชื้นดินเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และคงที่อยู่ที่ประมาณร้อยละ 15 แปลงผักแปลงที่ 2 (sen_av2) จะมีค่าความชื้นในดินไม่คงที่ตั้งแต่เวลา 12.46 -15.45 น. และค่าความชื้นดินลดต่ำถึงเวลาประมาณ 20.43 เนื่องจากเซนเซอร์มีปัญหาจึงทำการแก้ไข จึงทำให้ค่าความชื้นในดินหลังแก้ไขเซนเซอร์มีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ที่ร้อยละ 12 และมีค่าคงที่เรื่อยๆ ตลอด แปลงผักแปลงที่ 3 (sen_av3) จะมีค่าความชื้นในดินค่อนข้างคงที่ตลอดตั้งแต่เวลา 12.43 น. ไปจนถึงเวลาประมาณ 07.00 น. ของวันที่ 05/04/2563 ความชื้นในดินต่ำกว่าที่กำหนดไว้ระบบจึงสั่งให้ปั๊มน้ำทำงาน ทำให้ค่าความชื้นดินเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และจะคงที่อยู่ที่ประมาณร้อยละ 14.65 แปลงผักแปลงสิ่งแวดล้อม (Ev) จะมีค่าความชื้นในดินคงที่ตลอด 24 ชั่วโมง เนื่องจากไม่ได้รดน้ำ ค่าความชื้นในดินจึงไม่มีการเปลี่ยนแปลง แปลงผักแปลงที่ให้น้ำในแบบทั่วไป (manual) จะมีค่าความชื้นในดินไม่คงที่และทำการรดน้ำเวลา 17.00 น. หลังจากรดน้ำจะเห็นได้ว่าค่าความชื้นดินค่อนข้างจะคงที่อยู่ที่ประมาณร้อยละ 8

5. เก็บข้อมูลผักกางต้งฮ้องเต้

5.1 ความยาวรากของผักกางต้งฮ้องเต้

ทำการเก็บค่าความยาวของรากผักให้ครบทั้งหมด 4 ครั้ง เพื่อดูการเจริญเติบโตของผักโดยเก็บข้อมูลทุก 14 วัน เป็นเวลา 2 เดือน และเพื่อหาความเหมาะสมในการวางตำแหน่งเซนเซอร์

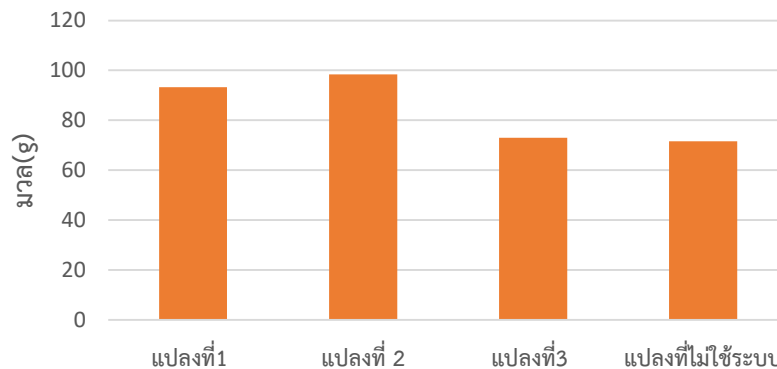


ภาพประกอบที่ 13 กราฟแสดงความยาวรากเฉลี่ยของผักกวางตุ้งฮ่องเต้

จากภาพประกอบที่ 13 แสดงให้เห็นว่าผักมีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องโดยผักจะมีรากยาวสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 13.1 เซนติเมตร ซึ่งใช้วิธีให้น้ำแบบธรรมดาและเวลาในการเจริญเติบโต 60 วัน โดยเริ่มวัดความยาวรากในวันที่ 17 มกราคม 2563 ถึง 28 กุมภาพันธ์ 2563

5.2 เปรียบเทียบมวลของผักกวางตุ้ง

เปรียบเทียบมวลของผักกวางตุ้งที่ให้น้ำแบบหยดด้วยระบบน้ำหยดอัตโนมัติและไม่ใช้ระบบ โดยวิเคราะห์มวลของผักกวางตุ้งที่ใช้ระบบน้ำหยดเปรียบเทียบกับผักกวางตุ้งที่ให้น้ำในแบบทั่วไปว่าการรดน้ำแบบใดที่สามารถให้ผลผลิตได้ดีกว่า ได้ข้อมูลดังนี้



ภาพประกอบที่ 14 กราฟแสดงมวลเฉลี่ยของผักกวางตุ้งฮ่องเต้

จากภาพประกอบที่ 14 เป็นการแสดงมวลผักกวางตุ้งของแต่ละแปลง โดยแปลงที่ 1 มีมวลผักเฉลี่ย 93.4 กรัม แปลงที่ 2 มีมวลผักเฉลี่ย 98.5 กรัม แปลงที่ 3 มีมวลผักเฉลี่ย 73.2 กรัม และแปลงที่รดมือมีมวลผักเฉลี่ย 71.5 กรัม พบว่ามวลผักเฉลี่ยของแปลงผักแปลงที่ 1 2 และ 3 ที่ใช้ระบบน้ำหยดอัตโนมัติ จะมีมวลมากกว่าผักที่ให้น้ำในแบบทั่วไป

สรุป

จากการศึกษาและออกแบบระบบการให้น้ำแบบหยดอัตโนมัติสำหรับแปลงผักกวางตุ้งได้แปลงผักกวางตุ้งขนาด กว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 150 เซนติเมตร จำนวน 5 แปลง ซึ่งในแต่ละแปลงปลูกผักกวางตุ้งฮ่องเต้จำนวน 7 ต้น ระยะห่างระหว่างต้น 20 เซนติเมตร ฟังเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน 8 จุด คือแปลงที่ 1 2 และ 3 แปลงละ 2 จุด แปลงที่ 4 5 แปลงละ 1 จุด โดยฟังเซนเซอร์วัดความชื้นในดินบริเวณใต้ต้นผักกวางตุ้ง 10 เซนติเมตร และทำการควบคุมด้วยระบบรดน้ำที่ควบคุมการทำงานของปั้มน้ำแบบอัตโนมัติ จากการควบคุมผ่านระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 โดยการตรวจวัดเซนเซอร์อุณหภูมิ และเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน โดยตั้งเงื่อนไขให้ปั้มน้ำทำงานอัตโนมัติเมื่อค่าความชื้นในดินน้อยมีค่าน้อยกว่าร้อยละ 13 15 และ 18 โดยมวล และปั้มน้ำหยุดทำงาน เมื่อค่าความชื้นในดินมีค่ามากกว่าเงื่อนไขที่กำหนดไว้ ผลการวิเคราะห์การทำงานของระบบ ในเวลา 10 วัน และเก็บข้อมูลการทำงานของระบบน้ำหยดอัตโนมัติ 24 ชั่วโมง พบว่า ค่าความชื้นในดินเฉลี่ยของแปลงผักที่ใช้ระบบ คือ sen_av1 sen_av2 และ

sen_av3 มีค่ามากกว่าแปลงที่ทำการรดด้วยมือและแปลงสิ่งแวดล้อม และผลการวิเคราะห์มวลของผักกวางตุ้งเฉลี่ยของแปลงที่ 1 2 และ 3 ที่ใช้ระบบน้ำหยดอัตโนมัติจะมีมวลมากกว่าผักที่ทำการรดด้วยมือเท่ากับ 23.23% 27.23% และ 1.99% ตามลำดับ สรุปได้ว่าการทำงานของระบบควบคุมอัตโนมัติสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด และผลของการวัดที่ได้จากเซนเซอร์อุณหภูมิ มีความแม่นยำของข้อมูล แต่เซนเซอร์วัดความชื้นในดินมีความไม่เสถียรในบางจุด

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ที่สนับสนุนงบประมาณทุนการวิจัย และขอขอบคุณศูนย์วิทยาศาสตร์ที่อุบลราชธานีเครื่องมือในงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- สุนันทา สิงห์นนท์. (2560). การพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดและควบคุมความชื้นของดินในการปลูกหญ้าโดยการชลประทานอัตโนมัติแบบน้ำหยด ร่วมกับหัววัดความชื้นที่พัฒนาขึ้นโดย NECTEC. ในวารสารประชุมวิชาการเกษตรครั้งที่ 18. (393-398). คณะเกษตรศาสตร์: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สรารุณี ปานทน. (2560). ทดสอบและพัฒนาระบบให้น้ำแบบหยดสำหรับไร่อ้อยนอกเขตชลประทานในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ในการประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยระดับชาติ ครั้งที่ 18 และระดับนานาชาติครั้งที่ 10 ประจำปี 2560. (340-345). กรุงเทพฯ: สมาคมวิศวกรรมเกษตรประเทศไทย
- เอกรัฐ ชะอุ่มเอี้ยด. (2561). การควบคุมความชื้นในดินสำหรับโรงเรือนเมล่อน. ในวารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย. (269-278). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก.