ระบบควบคุมการให้น้ำแบบหยดอัตโนมัติในการปลูกพืชแนวตั้ง
Automatic Irrigation System for Vertical Plants

วิทธวัช เจริญศรี[1]
สนั่น การค้า[2]
[1]นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารประยุกต์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
Email : wittawut.abm@hotmail.com
[2]อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาระบบควบคุมการให้น้ำแบบหยดอัตโนมัติในการปลูกพืชแนวตั้ง และ 2) ประเมินการทำงานของระบบควบคุมการให้น้ำแบบหยดอัตโนมัติในการปลูกพืชแนวตั้ง ซึ่งเป็นการวิจัยโดยใช้การทดลอง ผลการศึกษาพบว่า จากผลการทดลองระบบการให้น้ำแบบหยดอัตโนมัติในการปลูกพืชแนวตั้ง สามารถกำหนดระยะเวลาในการเปิดปิดน้ำตามเวลาที่ได้กำหนดไว้ โดยจ่ายน้ำแต่ละครั้งใช้เวลา 10 วินาที โดยการจ่ายน้ำแต่ละครั้งจะใช้น้ำเฉลี่ย 72.47 มิลลิลิตร และค่าความชื้นของเซ็นเซอร์จะเริ่มให้ระบบปั๊มน้ำทำงานหากค่าความชื้นมีค่าน้อยกว่าร้อยละ 25 ปั๊มน้ำจะเริ่มทำงาน และจะหยุดทำงานเมื่อมีความชื้นมากกว่าร้อยละ 70 ซึ่งการทำงานของระบบควบคุมการให้น้ำแบบหยดอัตโนมัติในการปลูกพืชแนวตั้งสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ถูกต้อง แม่นยำ

คำสำคัญ การให้น้ำแบบหยดอัตโนมัติ, การปลูกพืชแนวตั้ง

Abstract

This study has the objective to 1) develop the Automatic Irrigation System for Vertical Plants and 2) evaluate the operation of Automatic Irrigation System for Vertical Plants. This research follow testing and the result is found that by testing result of the Automatic Irrigation System for Vertical Plants could determining period of watering turn on-off for the Automatic Irrigation System for Vertical Plants in 10 second a time. In each time using water in averaged of 72.47 milliliter and humid value of censor will generate pumping system run, if humid value lower than 25% water pumping will run and stop when humid value more than 70%. The operation of the Automatic Irrigation System for Vertical Plants able to operate efficiently, and accurately.

Keywords Automatic Irrigation System, Vertical Plants

บทนำ

ปัจจุบันผู้คนส่วนใหญ่มักจะหันมาดูแลสุขภาพกันมากขึ้นไม่ว่าจะเป็นเรื่องอาหาร เรื่องการออกกำลังกาย อาหารเพื่อสุขภาพเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการดูแลสุขภาพ ส่วนมากจะเน้นบริโภคพืชผักที่ปลอดสารพิษที่มีการรับรองโดยกระทรวงสาธารณสุขและได้รับมาตรฐานอาหารปลอดภัย โดยในปัจจุบันผู้คนย้ายถิ่นฐานเข้ามาทำงานในเมืองกันมากขึ้น (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2561) จากข้อมูลในปี 2560 ผู้คนย้ายถิ่นฐาน 6.32 แสนคน คิดเป็น ร้อยละ 0.9 ของประเทศ และส่วนใหญ่ย้ายเข้ามาทำงานในกรุงเทพฯ ถึง 2.1 แสนคน คิดเป็นร้อยละ 33.2 ดังนั้นในเมืองใหญ่จึงมีพื้นที่ในการเพาะปลูกจำกัด แต่ต้องการที่จะเพาะปลูกพืชผักสวนครัวไว้เพื่อรับประทานเองภายในครอบครัว ทางภาครัฐจึงมีนโยบายที่เข้ามาผลักดันในการสร้างนวัตกรรมทางการเกษตรเพื่อตอบโจทย์ผู้คนที่อาศัยอยู่ในสังคมเมืองให้มีคุณภาพชีวิตที่ดีและมีสุขภาพที่แข็งแรง ซึ่งนวัตกรรมดังกล่าวจะเข้ามาช่วยอำนวยความสะดวกในด้านของการบริหารพื้นที่ในการเพาะปลูกและควบคุมการเพาะปลูกให้มีประสิทธิภาพที่ดี ช่วยประหยัดเวลาในการเพาะปลูกและควบคุมดูแลการเจริญเติบโตของพืชได้เป็นอย่างดี ซึ่งผู้คนในสังคมเมืองปัจจุบันนิยมหันมาปลูกพืชผักปลอกสารพิษไว้รับประทานภายในครอบครัวกันเป็นจำนวนมากเพราะเป็นการประหยัดพื้นที่การเพาะปลูกและสามารถปลูกได้ง่าย ทำให้ได้ผลผลิตที่มีความสะอาดและปลอดภัยจากสารเคมีอีกด้วย

อย่างไรก็ตาม การปลูกพืชปลอดสารพิษยังต้องอาศัยการควบคุม จัดการระบบสภาพแวดล้อมและควบคุมการให้น้ำพืชอย่างเหมาะสมในการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิด หากมีการจัดการระบบให้น้ำที่ไม่เหมาะสมจะทำให้เกิดอาการรากเน่า โคนเน่า หรือทำให้พืชขาดน้ำได้เช่นกัน อีกทั้งผู้คนส่วนใหญ่มักไม่มีเวลาในการจัดการระบบการให้น้ำพืช จึงทำให้ผลผลิตที่ได้ไม่ดีเท่าที่ควรและปัจจุบันยังไม่มีระบบที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมและให้น้ำที่มีความสะดวกและเหมาะสมกับผู้คนในสังคมเมืองปัจจุบัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยบริหารจัดการระบบการให้น้ำและควบคุมสภาพแวดล้อมอย่างเป็นระบบ

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการสร้างชุดการปลูกพืชแนวตั้งเพื่อประหยัดพื้นที่ในการเพาะปลูกและสามารถนำไปเพาะปลูกในพื้นที่ที่ไม่เอื้ออำนวยแก่การเพาะปลูก เพื่อทำให้ผู้คนในสังคมเมืองได้มีพืชผักที่ปลอดภัยรับประทานและยังทำให้สภาพแวดล้อมในที่พักอาศัยมีความร่มรื่นขึ้นอีกด้วย อีกทั้งยังมีระบบควบคุมการให้น้ำแบบน้ำหยดที่เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิด ซึ่งเหมาะสำหรับผู้คนในสังคมเมืองหรือผู้ที่ไม่มีพื้นที่ในการเพาะปลูกให้สามารถปลูกพืชไว้รับประทานได้อย่างสะดวก และยังสามารถปลูกได้ทั้งภายนอกและภายในอาคารที่พักอาศัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบควบคุมการให้น้ำแบบหยดอัตโนมัติในการปลูกพืชแนวตั้ง
2. เพื่อประเมินการทำงานของระบบควบคุมการให้น้ำแบบหยดอัตโนมัติในการปลูกพืชแนวตั้ง

ขอบเขตการวิจัย

ระบบควบคุมการให้น้ำแบบหยดอัตโนมัติในการปลูกพืชแนวตั้ง มีขอบเขตในการทำวิจัย โดยได้ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และได้ทำการออกแบบสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองในครั้งนี้ และได้มีการบันทึกผลการทำงานของระบบดังนี้ บันทึกระยะเวลาในการเปิดปิดน้ำตามเวลาที่ได้กำหนดไว้ ตรวจสอบปริมาณน้ำที่จ่ายในแต่ละครั้ง เปรียบเทียบการวัดค่าความชื้นของเซ็นเซอร์ตรวจสอบค่าความชื้นในดินทั้งหมด 9 จุด เพื่อหาค่า

ความผิดพลาดที่สามารถยอมรับได้ และทดสอบการทำงานหากค่าความชื้นมีค่าน้อยกว่า 25% ปั้มน้ำจะเริ่มทำงาน และจะหยุดทำงานเมื่อมีความชื้นมากกว่า 70% ซึ่งเป็นระดับความชื้นที่เหมาะสม (ณัฐกร ปินทรายมูล และเตสิทธิ์ วงศ์จันทร์ดา, 2556)

การทบทวนวรรณกรรม

ระบบการให้น้ำแบบหยด (Drip Irrigation) ซึ่ง เป็นระบบที่สามารถใช้ได้กับพืชและดินหลากหลายชนิด ประหยัดน้ำ ประหยัดแรงงาน มีประสิทธิภาพการใช้น้ำที่สูงมาก มาประยุกต์ปรับให้มีความเหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่ต้องการได้เป็นอย่างดี โดยมีข้อดีของระบบการให้น้ำพืชแบบหยด (เจษฎา เตชมหาศรานนท์ และ ปานชีวัน ปอนพังงา, 2558) ดังนี้

1. ประสิทธิภาพการให้น้ำสูงมาก พืชได้รับน้ำสม่ำเสมอทั่วทั้งแปลง
2. ประหยัดน้ำ (50 ลบ.ม. ต่อฤดูกาลปลูกต่อแปลงปลูก)
3. ประหยัดแรงงาน
4. ประหยัดเวลาในการให้น้ำ (10 – 30 นาทีต่อการน้ำ 1 ครั้ง)
5. สามารถใช้งานได้ดีกับดินและพืชทุกชนิด
6. ใช้งานและดูแลรักษาง่าย สมาชิกในครอบครัวสามารถใช้งานได้

การปลูกพืชในแนวตั้ง (Vertical Plants) เป็นการปลูกพืชรูปแบบใหม่ที่มีความยืดหยุ่น มีการเน้นที่การประยุกต์ใช้พื้นที่การเพาะปลูกในเขตเมืองให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อหน่วยพื้นที่ที่จำกัดทั้งในแนวระนาบและแนวดิ่ง พืชแนวตั้ง Vertical Plants จึงมีความหมายที่กว้างและมีรูปแบบที่ไม่ตายตัวแต่โดยรวมแล้วอาจกล่าวได้ว่า พืชแนวตั้ง คือการตกแต่งสถานที่ด้วยพันธุ์พืชและวัสดุธรรมชาติต่างๆ โดยเฉพาะในมิติแนวดิ่ง อาจจะหมายถึงสถานที่ซึ่งเป็นโครงสร้างถาวรที่มีอยู่เดิมแล้วอัน ได้แก่ กำแพงเสาผนังตึกหรืออาจหมายถึง วัสดุโครงสร้างที่มีการสร้างขึ้นชั่วคราว ซึ่งบทบาทสำคัญในด้านการปลูกพืชแนวตั้งและการก่อสร้างอาคารแบบใหม่ๆ ในอนาคตอันใกล้นี้เนื่องจากพืชไร้ดินแนวตั้ง เป็นการปลูกพืชที่เน้นการประยุกต์ใช้พื้นที่ให้คุ้มค่าแม้ว่าจะเป็นพื้นที่แนวดิ่งซึ่งปลูกพืชได้ยากลำบากตรงนี้ถือเป็นจุดเด่นอย่างหนึ่ง สำหรับการปลูกพืชแนวตั้งที่มีการเน้นใช้งานพันธุ์พืชที่เป็นพืชรับประทาน พืชผักสวนครัว ซึ่งทำให้ประหยัดพื้นที่กว่าการปลูกแบบเดิมที่มักจะปลูกในพื้นที่ราบเป็นส่วนใหญ่ (จันทร์เพ็ญ ชัยมงคล, 2551)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศักดิ์ทนงค์ วงศ์เจริญ (2554) ได้ศึกษาเครื่องควบคุมการรดน้ำต้นยางพาราอัตโนมัติแบบระบบน้ำหยด เป็นการพัฒนาและสร้างเครื่องควบคุมการรดน้ำต้นยางพาราแบบระบบน้ำหยดอัตโนมัติให้สามารถนำไปช่วยเกษตรกรในการรดน้ำต้นยางพาราที่มีจำนวนมาก และยังช่วยลดภาระของชาวสวนยางพาราได้เป็นอย่างดี โดยเครื่องควบคุมมีฟังก์ชั่นการใช้งานที่ง่ายโดยสามารถตั้งเวลาการรดน้ำต้นยางพาราได้ตามวันและเวลาที่ต้องการ และยังสามารถตรวจสอบความชื้นในดินหากพบว่าความชื้นในดินมีค่าที่ไม่เหมาะสมเครื่องจะทำงานเพื่อรดน้ำไปยังต้นยางพาราทันทีหากมีความชื้นที่เหมาะสมแล้วนั้นเครื่องก็จะหยุดทำงาน ซึ่งเป็นการทำงานแบบอัตโนมัติ ซึ่งงานวิจัยดังกล่าวได้ทำการทดลองกับกลุ่มประชากรที่ปลูกยางพารา บ้านนาโพธ์ ตำบลนาวัง อำเภอเมือง จังหวัดอำนาจเจริญ จำนวนทั้งหมด 25 คน ซึ่งประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องคิดเป็น 93.33 เปอร์เซ็นต์ และมีความผิดพลาดร้อยละ 6.67 เปอร์เซ็นต์ และยังได้สำรวจความพึงพอใจที่มีต่อการในเครื่องควบคุมการรดน้ำต้นยางพาราอัตโนมัติแบบหยด ผลของความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก

ณัฐกร ปินทรายมูล และเตสิทธิ์ วงศ์จันทร์ดา (2556) ได้ศึกษาเครื่องควบคุมความชื้นในดิน ผลการศึกษาพบว่า โครงงานเครื่องควบคุมความชื้นในดินจัดทำขึ้นเพื่อต้องการให้พืชได้รับปริมาณน้ำที่เหมาะสม เพื่อให้พืชได้เจริญเติบโตอย่างสมบูรณ์อีกทั้งยังช่วยประหยัดเวลาในการรดน้ำพืชอีกด้วย โดยส่วนประกอบหลักของเครื่องจะมีอยู่ 2 ส่วนคือ ชุด Sensor และชุดควบคุม โดยชุด Sensor นั้นได้ทำการวัดค่าไฟฟ้าของดินและนำมาเปรียบเทียบค่าความชื้นจริงแล้วคำนวณออกมาตามสามารถเส้นตรงเพื่อให้ความแม่นยำในการวัดสูงขึ้น ส่วนชุดควบคุมจะทำหน้าที่รับค่าความชื้นที่ได้จากชุด Sensor เพื่อทำการประมวลผลและสั่งการให้มีการรดน้ำพืช โดยพิจารณาจากค่าความชื้นที่ได้ปรับตั้งไว้ เมื่อค่าความชื้นในดินลดต่ำกว่า 20% Microcontroller ก็จะสั่งการให้ Solenoid valve ทำงานเพื่อส่งจ่ายน้ำ และเมื่อค่าความชื้นในดินเพิ่มขึ้นมากกว่า 70% Microcontroller ก็สั่งการให้หยุดจ่ายน้ำโดยมีการบันทึกค่าความชื้น ทุกๆ 30 นาที

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ออกแบบระบบควบคุมการให้น้ำพืชแบบหยดอัตโนมัติ เป็นการออกแบบขั้นตอนการทำงานของระบบชลประทานอิเล็กทรอนิกส์แบบหยดให้มีการทำงานแบบอัตโนมัติ ทั้งการตรวจสอบค่าความชื้นในดินของแต่ละกระถางปลูก ตรวจสอบอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ระดับน้ำ และควบคุมปั๊มน้ำในการปล่อยน้ำหยดเข้าไปในกระถางปลูกอย่างสม่ำเสมอ โดยมีอุปกรณ์ในการทดลอง ดังนี้

1.1 ส่วนควบคุมและประมวลผล

1) บอร์ด Arduino Mega 2560 R3	จำนวน 1 ชิ้น
2) โมดูล W5100 Ethernet Shield Module	จำนวน 1 ชิ้น
3) เซ็นเซอร์ Soil moisture module	จำนวน 9 ชิ้น
4) เซ็นเซอร์ Temperature and humidity รุ่น dht22	จำนวน 1 ชิ้น
5) เซ็นเซอร์ Ultrasonic sensor รุ่น hc-sr04	จำนวน 1 ชิ้น
6) 4 Channel Relay Module 5V	จำนวน 1 ชิ้น
7) DC-to-DC converter 12V	จำนวน 2 ชิ้น
8) ปั๊มน้ำแรงดัน 12V	จำนวน 1 ชิ้น
9) Character lcd display 16x2 + I2C	จำนวน 1 ชิ้น

1.2 ส่วนพลังงานไฟฟ้า

1) Switching power supply 12V 5A	จำนวน 1 ชิ้น

1.3 ส่วนชุดปลูกและกลุ่มตัวอย่าง

1) กระถางปลูกขนาด 4 นิ้ว	จำนวน 9 ชิ้น
2) ถังกักเก็บน้ำขนาด 15 นิ้ว	จำนวน 1 ชิ้น
3) เมล็ดพันธุ์	จำนวน 1 ห่อ

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล จากแบบบันทึกข้อมูล ดังนี้

2.1 แบบบันทึกปริมาณน้ำที่จ่ายในแต่ละครั้งในแนวตั้ง

2.2 แบบบันทึกการวัดค่าความชื้นของเซ็นเซอร์ตรวจสอบค่าความชื้นในดิน

2.3 แบบบันทึกค่าความชื้นและการทำงานของปั๊มน้ำ

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล จากการเก็บข้อมูลการทำงานของระบบโดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลของเซ็นเซอร์ทั้งหมด ข้อมูลการทำงานของปั้มน้ำว่าสามารถทำงานตามที่ได้กำหนดไว้หรือไม่โดยนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าเฉลี่ยทางสถิติ และค่าความผิดพลาดโดยคิดเป็นค่าร้อยละ

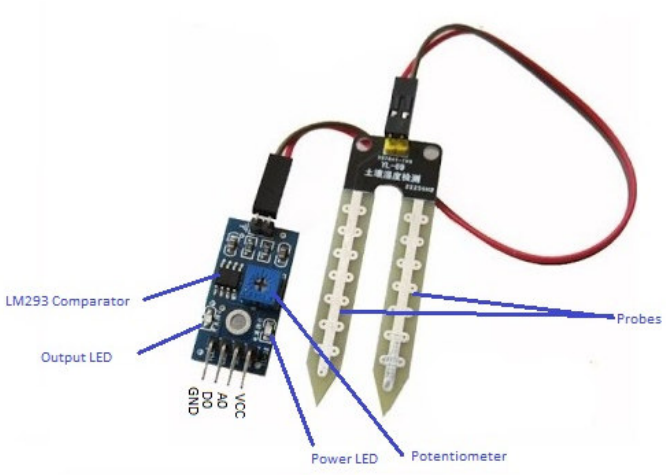
4. ขั้นตอนการดำเนินงาน

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาระบบการให้น้ำหยดอัตโนมัติในการปลูกพืชแนวตั้ง ดังนี้

4.1 โครงสร้างระบบการให้น้ำพืชแนวตั้ง ซึ่งโครงสร้างของระบบการให้น้ำพืชแนวตั้งได้ทำการสร้างชุดปลูกเพื่อรองรับกระถางปลูกขนาด 4 นิ้ว จำนวน 9 กระถาง แบ่งเป็น 3 ลำดับชั้น และแต่ละชั้น มีความสูงห่างกัน 30 เซนติเมตร ดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 โครงสร้างชุดการปลูกพืชแนวตั้ง

4.2 ระบบการวัดความชื้นในดิน โดยใช้เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน สำหรับงานวิจัยครั้งนี้จะใช้เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน รุ่น FC-28 มีความยาวของหัววัด 5 เซนติเมตร ดังรูปที่ 2 โดยมีหลักการทำงานแบบอัตราความจุไฟฟ้า (Dielectric Permittivity) ในดินหรือวัสดุปลูกต่างๆ โดยค่าสัญญาณเอาท์พุตแบบอนาล็อกที่วัดได้มีค่าอยู่ในช่วง 0-1,023 มิลลิโวลต์ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน รุ่น FC-28
ที่มา : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (2561)

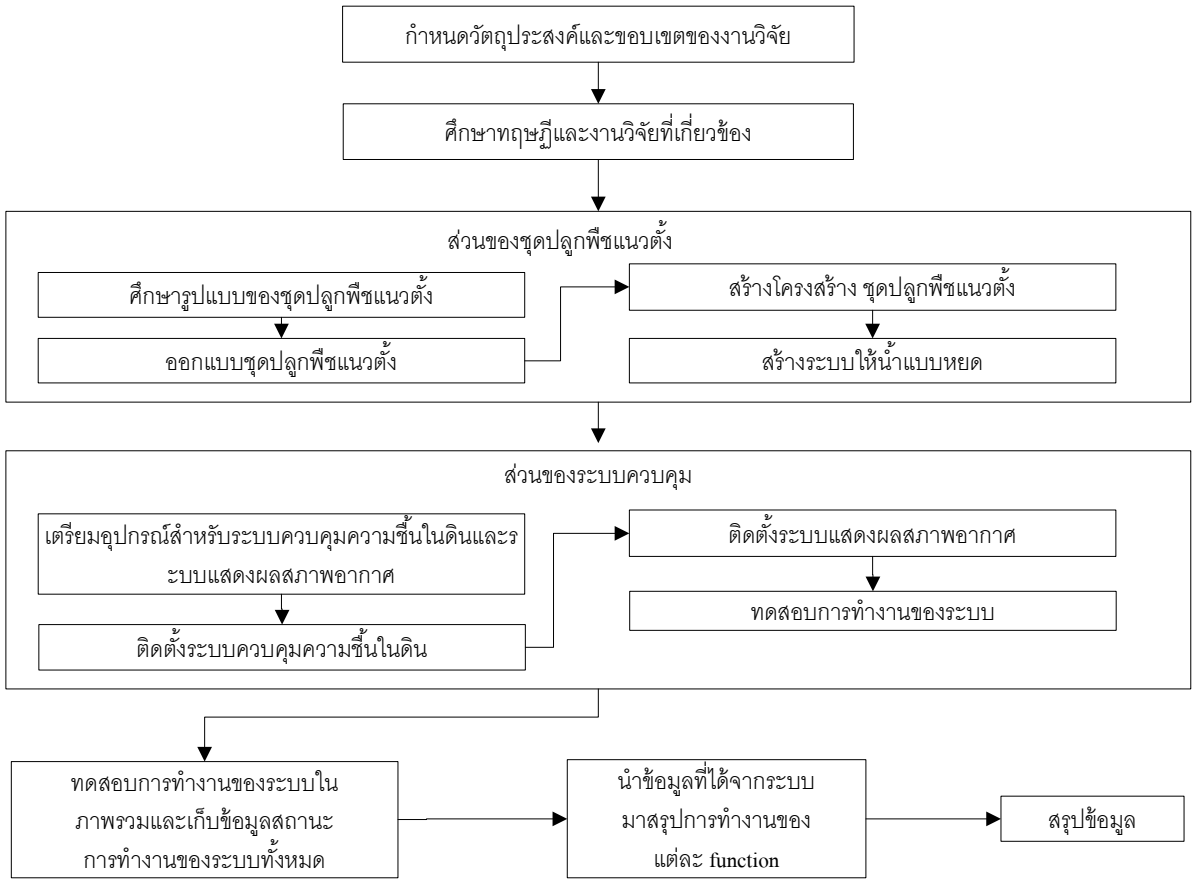
4.3 การสร้างกราฟมาตรฐานเพื่อเปรียบเทียบและหาค่าความแปรปรวนระหว่างเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินทั้ง 9 ตัว ดังนี้

1) นำวัสดุปลูกที่มีความชื้นแตกต่างกันไป 5 ลำดับ ดังภาพที่ 3

ภาพที่ 3 วัสดุปลูกที่ใช้สำหรับการสร้างกราฟมาตรฐาน

2) นำเซ็นเซอร์วัดค่าความชื้นในดินเสียบลงไปในวัสดุปลูกที่เตรียมไว้และอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากอุปกรณ์ ดังภาพที่ 4

ภาพที่ 4 การวัดความชื้นในวัสดุปลูก



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ผลการวิจัย

การพัฒนาระบบควบคุมการให้น้ำแบบหยดอัตโนมัติในการปลูกพืชแนวตั้ง เป็นการวิจัยโดยใช้การทดลอง ผลการศึกษาพบว่า จากผลการทดลองระบบการให้น้ำแบบหยดอัตโนมัติในการปลูกพืชแนวตั้งสามารถกำหนดระยะเวลาในการเปิดปิดน้ำตามเวลาที่ได้กำหนดไว้ โดยจ่ายน้ำแต่ละครั้งใช้เวลา 10 วินาที โดยการจ่ายน้ำแต่ละครั้งจะใช้น้ำเฉลี่ย 72.47 มิลลิลิตร และค่าความชื้นของเซ็นเซอร์จะเริ่มให้ระบบปั๊มน้ำทำงาน หากค่าความชื้นมีค่าน้อยกว่าร้อยละ 25 ปั๊มน้ำจะเริ่มทำงาน และจะหยุดทำงานเมื่อมีความชื้นมากกว่าร้อยละ 70 ซึ่งการทำงานของระบบควบคุมการให้น้ำแบบหยดอัตโนมัติในการปลูกพืชแนวตั้งสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ถูกต้อง แม่นยำ โดยมีรายละเอียดของผลการศึกษา ดังนี้

ตารางที่ 1 ปริมาณน้ำที่จ่ายในแต่ละครั้งในแนวตั้ง

กระถางที่	ครั้งที่										ค่าเฉลี่ย (มิลลิลิตร)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	93	60	74	110	88	95	90	87	98	100	89.5
2	78	87	86	80	83	87	80	80	90	86	83.7
3	88	88	90	83	85	90	85	85	96	93	88.3
4	66	104	77	67	70	80	72	70	98	95	79.9
5	77	76	34	17	48	34	71	86	28	60	53.1
6	55	41	90	80	58	77	60	50	60	55	62.6
7	60	62	44	80	50	67	63	66	72	68	63.2
8	60	63	58	55	57	60	59	55	60	55	58.2
9	42	41	86	69	79	87	80	78	89	86	73.7

จากตารางที่ 1 สำหรับการจ่ายน้ำไปยังแต่ละกระถางปลูกที่อยู่ในแนวตั้งนั้น จะแบ่งการจ่ายน้ำออกเป็น 3 ระดับ โดยการแบ่งแรงดันให้มีแรงดันเท่าๆกันในแต่ละชุด จึงทำให้การจ่ายน้ำในกระถางปลูกที่อยู่ในแนวตั้งนั้นมีความแตกต่างกันของปริมาณน้ำในแต่ละชั้นหรือแต่ละกระถาง แต่โดยรวมแล้วมีความแตกต่างกันไม่มากนัก

ทดสอบการจ่ายน้ำโดยรวมของระบบเมื่อเทียบกับค่าความชื้น ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่าระบบจ่ายน้ำเมื่อมีค่าความชื้นในดินต่ำกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ ระบบสามารถตรวจสอบค่าความชื้นในทุกกระถางปลูกและได้ทำการจ่ายน้ำในปริมาณที่เหมาะสมให้กับพืชได้อย่างถูกต้องดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าความชื้นและการทำงานของปั้มน้ำ

ครั้งที่	วัน/เดือน/ปี	เริ่มทำงาน (< 25%)		ระยะเวลา (วินาที)
		เวลา	ความชื้น (%)	
1	5/01/2562	16.42	19.26	10
2	6/01/2562	15.26	23.16	10
3	7/01/2562	17.12	24.35	10
4	8/01/2562	16.03	18.44	10
5	9/01/2562	16.15	20.25	10

ทดสอบหาค่าปริมาณน้ำ โดยการทดสอบหาค่าปริมาณน้ำที่จ่ายไปทุกกระถางปลูกในแต่ครั้งสรุปได้ว่าจากการทดสอบจำนวน 5 ครั้งมีปริมาณการจ่ายน้ำ เป็น 244, 256, 230, 255 และ 240 มิลลิลิตร ตามลำดับดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณการจ่ายน้ำโดยรวมของระบบ

ครั้งที่	ปริมาณน้ำ (มิลลิลิตร)
1	244
2	256
3	230
4	255
5	240

เมื่อเทียบกับถังกักเก็บขนาด 5 ลิตร ระบบสามารถจ่ายน้ำไปยังกระถางปลูกได้ 15-18 วัน โดยประมาณ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความชื้นสัมพัทธ์ในสภาพอากาศที่มีผลโดยตรงกับความชื้นในดิน

อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาระบบควบคุมการให้น้ำแบบหยดอัตโนมัติในการปลูกพืชแนวตั้ง มีการกำหนดเวลาในการจ่ายน้ำ และกำหนดปริมาณน้ำให้มีความเหมาะสมในการปลูกพืชแนวตั้ง ซึ่งการปลูกพืนแนวตั้งทำให้ประหยัดเนื้อที่ในการปลูก และการให้น้ำแบบหยดนั้นสามารถควบคุมปริมาณการให้น้ำที่เหมาะสมกับต้นไม้ และไม่เปลืองน้ำที่จะทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการเพาะปลูกสูง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Danish Inamdar et al. (2016) ได้ศึกษา Automated Drip Irrigation System based on Embedded System and GSM

Network งานวิจัยนี้ได้กล่าวถึงปัญหาของการบริหารจัดการระบบชลประทานของประเทศอินเดียที่มีการจำกัดการใช้น้ำที่ใช้ในการเกษตร โดยน้ำมีบทบาทสำคัญในภาคการเกษตรและเป็นที่รู้กันดำว่าระบบชลประทานแบบหยดนั้นมีการประหยัดการใช้ทรัพยากรน้ำและมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงได้มีการออกแบบระบบอัตโนมัติที่จะใช้ควบคุมการชลประทานแบบหยด และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศักดิ์ทนงค์ วงศ์เจริญ (2554) ได้ศึกษาเครื่องควบคุมการรดน้ำต้นยางพาราอัตโนมัติแบบระบบน้ำหยด เป็นการพัฒนาและสร้างเครื่องควบคุมการรดน้ำต้นยางพาราแบบระบบน้ำหยดอัตโนมัติให้สามารถนำไปช่วยเกษตรกรในการรดน้ำต้นยางพาราที่มีจำนวนมาก และยังช่วยลดภาระของชาวสวนยางพาราได้เป็นอย่างดี โดยเครื่องควบคุมมีฟังก์ชั่นการใช้งานที่ง่ายโดยสามารถตั้งเวลาการรดน้ำต้นยางพาราได้ตามวันและเวลาที่ต้องการและยังสามารถตรวจสอบความชื้นในดิน หากพบว่าความชื้นในดินมีค่าที่ไม่เหมาะสมเครื่องจะทำงานเพื่อรดน้ำไปยังต้นยางพาราทันทีหากมีความชื้นที่เหมาะสมแล้วนั้นเครื่องก็จะหยุดทำงาน ซึ่งเป็นการทำงานแบบอัตโนมัติ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้งาน

การพัฒนาระบบควบคุมการให้น้ำแบบหยดอัตโนมัติในการปลูกพืชแนวตั้งในครั้งนี้ สามารถนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในวงกว้าง โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเพาะปลูกพืชที่มีพื้นที่ในการเพาะปลูกอย่างจำกัด และเพาะปลูกพืชที่ต้องการน้ำในปริมาณที่พอเหมาะ เพื่อเป็นการประหยัดต้นทุนในการเพาะปลูก และสามารถปลูกพืชได้ในทุกพื้นที่ แม้แต่พื้นที่ที่คับแคบก็ตาม

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

การพัฒนาระบบควบคุมการให้น้ำแบบหยดอัตโนมัติในการปลูกพืชแนวตั้ง ควรมีการประยุกต์ใช้แอพพลิเคชั่นบนมือถือเพื่อควบคุมการให้น้ำแบบหยดอัตโนมัติ เพื่อเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการสร้างระบบควบคุมการให้น้ำแบบหยดอัตโนมัติที่สามารถเพื่อเพิ่มความสะดวกสบายให้กับชีวิตประจำวัน เพื่อเพิ่มความสามารถของ smartphone หรือคอมพิวเตอร์ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า และเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านวิศวกรรมต่อไป

เอกสารอ้างอิง

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. (2561). **หลักการทำงาน Humidity Sensor เครื่องวัดความชื้น.** [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://sutir.sut.ac.th:8080/sutir/bitstream/123456789/7138/2/Fulltext.pdf (3 มกราคม 2562).

จันทร์เพ็ญ ชัยมงคล. (2551). **สูตรมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์เพื่อปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์.** กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

เจษฎา เตชมหาศรานนท์ และ ปานชีวัน ปอนพังงา. (2558). **ลักษณะทางอุทกวิทยาและคุณสมบัติทางนิเวศวิทยาแหล่งน้ำจืดบางประการของหนองหาร.** รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สถาบันวิจัยและพัฒนา แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณัฐกร ปินทรายมูล และเตสิทธิ์ วงศ์จันทร์ดา. (2556). **เครื่องควบคุมความชื้นในดิน.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

ศักดิ์ทนงค์ วงศ์เจริญ. (2554). **เครื่องควบคุมการรดน้ำต้นยางพาราอัตโนมัติแบบระบบน้ำหยด.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราช ภัฏอุบลราชธานี.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2561). **การย้ายถิ่นของประชากรปี 2560.** [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.nso.go.th/sites/2014/Pages/News/2561/N22-03-61-2.aspx (3 มกราคม 2562).

Danish Inamdar et al. (2016). **Automated Drip Irrigation System based on Embedded System and GSM Network.** India : Jayawantrao Sawant College of Engineering.