

ระบบจ่ายน้ำให้พืชอัตโนมัติด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์พร้อมการแจ้งเตือน

ไพโรจน์ ทองประศรี¹ และทรงชัย จิตภักดีบัณฑิต^{1*}

pairrote@eng.src.ku.ac.th¹, songchai@eng.src.ku.ac.th^{1*}

¹ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา

(Received: 15-Jun-2023 Revised: 9-Oct-2023 Accepted: 4-Nov-2023)

บทคัดย่อ

ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต ส่งผลให้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเข้ามามีบทบาทมากขึ้นในชีวิตประจำวัน ตลอดจนการประยุกต์ใช้ในภาคการเกษตร ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถติดตามการทำงานได้แบบทันทีทันใด บทความนี้นำเสนอระบบจ่ายน้ำให้พืชอัตโนมัติผ่านสปริงเกอร์ บนพื้นที่ขนาด 119 ตารางเมตร ซึ่งปลูกไม้ยืนต้นและไม้พุ่มอยู่แล้วมีขนาดพื้นที่ 92 และ 27 ตารางเมตร ตามลำดับ แหล่งจ่ายน้ำถูกเก็บสะสมไว้ในถังพักน้ำตั้งสูง 5 เมตร โดยใช้ประโยชน์จากพลังงานศักย์เพื่อหาความดันของไหล ผลที่ได้ถูกนำมาคำนวณหาจำนวนของสปริงเกอร์ที่ใช้เหมาะสมโดยไม่ต้องใช้ปั้มน้ำเพื่อลดต้นทุน ระบบมีโหมดการทำงาน 2 โหมด คือ MANUAL และ AUTO ประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU สามารถทำงานได้ตามเวลาและเงื่อนไขที่กำหนด สปริงเกอร์ถูกควบคุมด้วยวาล์วโซลินอยด์โดยใช้ค่าความชื้นในดินและปริมาณน้ำในแหล่งกักเก็บเป็นปัจจัยหลัก ระบบสามารถควบคุมและแสดงผลแบบทันทีผ่านทางแอปพลิเคชัน Blynk บนสมาร์ตโฟน และแจ้งเตือนการทำงานผ่านทางแอปพลิเคชัน LINE ไปยังผู้ใช้งาน โดยระบบจะจ่ายน้ำให้พืชตามเงื่อนไขที่กำหนด คือ เมื่อค่าความชื้นในดินต่ำกว่า 70% และระดับน้ำในถังกักเก็บมีไม่น้อยกว่า 30% โดยผลการทดลองทั้ง 2 โหมด ระบบสามารถจ่ายน้ำให้กับพืชและสามารถแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานได้อย่างแม่นยำ

คำสำคัญ: ระบบจ่ายน้ำให้พืชอัตโนมัติ อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ไมโครคอนโทรลเลอร์ Blynk LINE

Automated Plant Watering System using Microcontroller with Notification

Pairote Thongprasri¹ and Songchai Jitpakdeebodin^{1*}

pairote@eng.src.ku.ac.th¹, songchai@eng.src.ku.ac.th^{1*}

¹Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering at Sriracha, Kasetsart University Sriracha Campus

(Received: 15-Jun-2023 Revised: 9-Oct-2023 Accepted: 4-Nov-2023)

Abstract

The advancement of Internet technology has resulted in an increased role of Internet of Things (IoT) technology in our daily lives, including its application in agriculture. It enables users to monitor operations in real-time. This paper presents an automatic plant watering system through sprinklers on an area of 119 square meters in which trees and shrubs are already planted with an area of 92 and 27 square meters, respectively. The water supply is stored in a 5-meter high reservoir, utilizing potential energy to determine the fluid pressure. The results were calculated to determine the number of sprinklers that can be used effectively without the need for water pumps in order to reduce costs. The system has 2 operating modes: MANUAL and AUTO, processed by NodeMCU microcontroller. It can operate according to predefined time and conditions. The sprinklers are controlled by solenoid valve, using soil moisture and water level in the reservoir as primary factors. The system can control and display real-time data through the Blynk mobile application and notify users of its operation via the LINE messaging application. The system requires the soil moisture to be less than 70% and the water level in the reservoir to be above 30% in order to function. In both modes, the experimental results demonstrate that the system can effectively supply water to plants and accurately notify the users.

Keywords: automatic plant watering system, internet of things, microcontroller, blynk, line

1. บทนำ

ภาคการเกษตรนับว่ามีความสำคัญต่อเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทยเป็นอย่างมาก โดยมีจำนวนประชากรในภาคเกษตรมากถึง 25 ล้านคน หรือคิดเป็นร้อยละ 40 ของประชากรทั้งหมด และสร้างรายได้ต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศประมาณร้อยละ 9 ของ GDP เมื่อฝนตกหรือดินได้รับน้ำในปริมาณมากเกินไปเกินกว่าความสามารถที่ดินจะอุ้มไว้ได้ สภาพเช่นนี้เรียกว่า “ดินอมน้ำ” ซึ่งไม่ถือว่าเป็นประโยชน์ต่อพืชช่วงของการใช้น้ำหรือความชื้นในดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืชอย่างเต็มที่ที่เรียกว่า “ความชื้นชลประทาน” เมื่อความชื้นลดลงจนถึงจุดของความชื้นวิกฤต พืชยังสามารถดูดน้ำไปใช้ได้แต่น้อยลง พืชมักแสดงอาการเหี่ยวเฉาให้เห็นพบได้ในช่วงบ่ายถึงเย็น พอรุ่งเช้าพืชกลับมาปกติ ถ้าความชื้นในดินลดลงจนน้อยเกินกว่ารากของพืชจะดูดน้ำไปใช้ได้ ความชื้นที่จุดนี้เรียกว่า “จุดเหี่ยวเฉาถาวร” พืชจะไม่มีโอกาสฟื้นกลับมา ดังนั้นช่วงความชื้นชลประทานเป็นประโยชน์ต่อพืชมากที่สุด ถ้ารักษาความชื้นในระดับนี้ไว้ได้ตลอดฤดูกาลเพาะปลูก พืชจะเติบโตและให้ผลผลิตดีที่สุด การให้น้ำพืชจึงควรให้เมื่อความชื้นลดลงใกล้จุดเหี่ยวเฉาถาวร ถ้าความชื้นในดินลดลงไปอยู่ในช่วง 50-70% ของความชื้นที่พืชเอาไปใช้ได้ เกษตรกรจำเป็นต้องให้น้ำแก่พืชทันที [1][2] น้ำเป็นสิ่งสำคัญสำหรับพืช กรณีจำเป็นต้องนำน้ำเก็บสะสมไว้ที่ถังพักน้ำแล้วจึงนำไปใช้ประโยชน์ การวางถังพักน้ำไว้ตำแหน่งสูงที่เหมาะสม ส่งผลให้อัตราการไหลของน้ำที่อยู่ในท่อส่งน้ำเพียงพอโดยไม่จำเป็นต้องใช้ปั๊มน้ำ ถึงเก็บน้ำแบบยกสูงถูกออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อให้สามารถส่งน้ำโดยใช้พลังงานศักย์ [3]

การให้น้ำแก่พืชในภาคเกษตรกรรมโดยใช้แรงงานมนุษย์มีข้อจำกัด ได้แก่ ความสามารถทำงานในสภาพอากาศที่ร้อน ปริมาณของน้ำที่พืชที่เหมาะสม ระบบรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติโดยใช้ปั๊มน้ำ มีเซนเซอร์วัดความชื้นในดินส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ประมวลผลควบคุมปั๊มน้ำ [4] ระบบรดน้ำอัตโนมัติโดยใช้สปริงเกอร์ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO สามารถตั้งโปรแกรมรดน้ำต้นไม้ [5] อุปกรณ์วาล์วโซลินอยด์สำหรับเปิด-ปิดระบบน้ำ

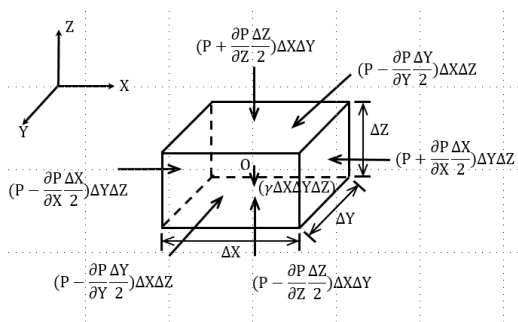
อัตโนมัติควบคุมด้วยเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน ระบบที่นำเสนอใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เป็นตัวประมวลผล [6] ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตรวมถึงเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สาย ทำให้เกิดการพัฒนาระบบเทคโนโลยีอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องตามมา ได้แก่ เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ซึ่งการนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้ในการเกษตร สามารถช่วยให้อำนวยความสะดวก ลดภาระงาน ประหยัดเวลาและช่วยให้สามารถควบคุมการใช้งานทรัพยากรได้อย่างแม่นยำและเกิดประโยชน์สูงสุด โดยสามารถประหยัดปริมาณน้ำที่ใช้ได้ถึงราว 50 % [7] ไมโครคอนโทรลเลอร์รวมเข้ากับเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งควบคุมระบบรดน้ำอัตโนมัติ มีการแจ้งเตือนไปยังสมาร์ตโฟนของผู้ใช้ เมื่อเปิดหรือปิดอุปกรณ์น้ำผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ผลการทดสอบระบบมีศักยภาพสำหรับใช้ในระบบการรดน้ำต้นไม้ [8] การออกแบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อตรวจสอบอุณหภูมิ และความชื้นในดินของเรือนกระจกแบบทันเวลา สำหรับปรับปรามิเตอร์และการใช้น้ำให้เหมาะสมโดยอัตโนมัติ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ประมวลผลควบคุมข้อมูลผ่านแอปพลิเคชัน Blynk [9] เครื่องฉีดน้ำอัจฉริยะที่ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เพื่อแก้ปัญหาการเจริญเติบโตและการพัฒนาพืช สภาพความชื้นแสดงผลผ่านจอแอลซีดี โดยสามารถควบคุมผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนระบบปฏิบัติการ Android ได้ [10]

งานวิจัยนี้ใช้พื้นที่ขนาด 119 ตารางเมตร ซึ่งปลูกไม้ยืนต้นและไม้พุ่มอยู่แล้วมีขนาด 92 และ 27 ตารางเมตร ตามลำดับ สำหรับใช้ทดสอบระบบจ่ายน้ำให้พืชอัตโนมัติผ่านทางแอปพลิเคชัน Blynk บนสมาร์ตโฟน สามารถส่งสถานะแจ้งเตือนการทำงานผ่านทางแอปพลิเคชัน LINE ไปยังผู้ใช้งาน แหล่งจ่ายน้ำถูกเก็บสะสมไว้ที่ถังพักน้ำตั้งอยู่สูง 5 เมตร เพื่อใช้ประโยชน์จากพลังงานศักย์หาความดันของไหล ทำให้สามารถคำนวณจำนวนของสปริงเกอร์ที่ใช้ได้อย่างเหมาะสม โดยไม่ต้องใช้ปั๊มน้ำช่วย ระบบควบคุมใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU เป็นตัวประมวลผลระบบการจ่ายน้ำให้พืชสามารถทำงานได้ตามเวลาและ

เงื่อนไขที่กำหนดไว้ โดยใช้ค่าความชื้นในดินและปริมาณน้ำในแหล่งกักเก็บเป็นปัจจัยหลัก

2. ระบบจ่ายน้ำให้พืช

ของไหลที่หยุดนิ่งขนาดของ $\Delta X, \Delta Y$ และ ΔZ ที่จุดใดจุดหนึ่งในรูปที่ 1 แรงที่เกิดจากความดันของไหลส่วนที่สัมผัสและกระทำกับผิวหน้าด้านอื่นๆ มีทั้งหมด 6 แรง กระทำตั้งฉากกับผิวหน้าของชิ้นส่วนของไหล ถ้าให้ γ เป็นน้ำหนักจำเพาะของไหล สำหรับน้ำหนักของชิ้นส่วนของไหลที่กระทำลงด้านล่างจะเท่ากับ $\gamma \Delta X \Delta Y \Delta Z$ เมื่ออยู่ในสภาวะสมดุลผลรวมทางพีชคณิตของแรงที่กระทำในแต่ละแนวมีค่าเป็นศูนย์ ความดัน P ที่จุดใดๆ ในของไหลที่หยุดนิ่งกับที่จะไม่แปรค่าตามทิศทาง X และ Y แต่แปรค่าเฉพาะทิศทาง Z ดังสมการ (1) โดยเครื่องหมาย (-) หมายถึงความดันจะลดลงเมื่อค่า Z เพิ่มขึ้นในทิศทางขึ้นบน



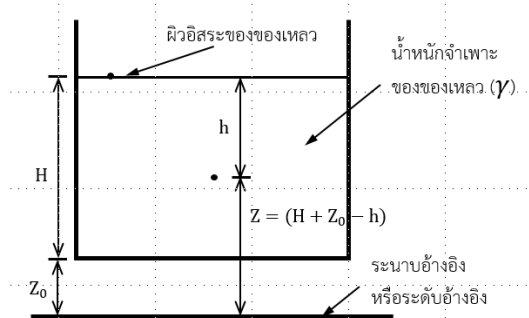
รูปที่ 1 ของไหลขณะหยุดนิ่งและสมดุลภายใต้แรงต่างๆ

$$\frac{\partial P}{\partial Z} = -\gamma \quad (1)$$

ของเหลวจัดเป็นของไหลที่อัดตัวไม่ได้ ดังนั้นค่าน้ำหนักจำเพาะ γ ของไหลจะคงที่ เมื่ออินทิเกรตสมการ (1) จะได้

$$P = -\gamma Z + c \quad (2)$$

โดยที่ P เป็นความดันจุดใดจุดหนึ่งที่ระดับ Z และ c เท่ากับ $(P_a + \gamma(H + Z_0))$ เป็นค่าคงที่ของเหลวมีผิวอิสระที่ความดันบรรยากาศ (P_a)



รูปที่ 2 ความดันที่จุดใดๆ ในของเหลว

ในรูปที่ 2 ถ้าจุดที่อยู่ในของเหลวลึกเป็นระยะ h ต่ำกว่าผิวอิสระของของเหลวในแนวตั้ง Z ที่ $H + Z_0 - h$ เมื่อแทนลงในสมการ (2) ผลที่ได้คือ

$$P = P_a + \gamma h \quad (3)$$

เมื่อความดันบรรยากาศมีค่าคงที่ที่จุดใดๆ ในของเหลวที่หยุดนิ่ง จากสมการ (3) เมื่อพิจารณาเฉพาะความดันที่เกินกว่าบรรยากาศ โดยน้ำหนักจำเพาะของของไหล (γ) เกิดจากแรงดึงดูดของโลกที่กระทำกับของไหลในหนึ่งหน่วยปริมาตร ดังนั้นความดันของของไหลสามารถหาได้จาก

$$P = \rho g h \quad (4)$$

เมื่อ P คือความดันของของไหล (N / m^2)

h คือความสูงของของไหล (m)

ρ คือความหนาแน่นของของไหลค่าเท่ากับ

$1,000 kg / m^3$ และ g เป็นค่าอัตราเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลกมีค่าเท่ากับ $9.81 m / s^2$



รูปที่ 3 ถังพักน้ำที่ความสูง 5 เมตร

ตำแหน่งของถังพักน้ำในงานวิจัยนี้อยู่ที่ความสูง 5 เมตร ดังรูปที่ 3 สามารถคำนวณหาความดันของไหลจากสมการ (4) ได้ดังนี้

$$P = 1,000 \times 9.81 \times 5 = 49,050 \text{ N / m}^2$$

หรือ

$$P = \frac{49,050}{760 \times 133.33} = 0.484 \text{ bar}$$

เมื่อความดัน 1 bar มีค่าเท่ากับ 760 mmHg และ 1 mmHg เท่ากับ 133.33 N / m²



รูปที่ 4 หัวจ่ายน้ำหรือสปริงเกอร์

หัวจ่ายน้ำหรือสปริงเกอร์เป็นอุปกรณ์ให้น้ำกับพืชดังรูปที่ 4 ถูกออกแบบมามีลักษณะคล้ายฝนสามารถเลือกได้ตามความเหมาะสมกับขนาดพื้นที่งานวิจัยนี้ใช้หัวจ่ายน้ำที่มีอัตราการไหล 1.33 L / min (ลิตร/นาที) รับความดันได้ 0.5 – 2 bar (บาร์)

อัตราการไหล (Q : มีหน่วยเป็น m³ / s) คือปริมาตรของไหลซึ่งไหลผ่านท่อในหนึ่งหน่วยเวลาสามารถหาได้จาก

$$Q = VA \quad (5)$$

เมื่อ A คือพื้นที่หน้าตัดแนวตั้งฉาก (m²)

V คืออัตราเร็วของน้ำที่ไหล (m / s) โดยทฤษฎีของ Torricelli กำหนดอัตราเร็วของน้ำที่ไหลออกมาจากท่อหรือรูข้างที่ปิดฝาทิ้ง โดยท่อหรือรูอยู่ต่ำกว่าผิวน้ำในถังเป็นระยะ h ค่าของ $V = \sqrt{2gh}$

รัศมีของท่อที่ใช้ในงานวิจัยมีขนาด 0.01 เมตร และความสูง 5 เมตร เมื่อน้ำหนักของน้ำ 1 m³ มีค่าเท่ากับ 1,000 L จากสมการ (5) สามารถหาอัตราการไหลได้ดังนี้

$$\begin{aligned} Q &= VA = (\sqrt{2gh})(\pi r^2) \\ &= (\sqrt{2 \times 9.81 \times 5})(\pi \times 0.01^2) \\ &= 0.00311 \text{ m}^3 / \text{s} \\ &= 186.6 \text{ L / min} \end{aligned}$$

หัวจ่ายน้ำที่ใช้มีอัตราการไหล 1.33 L / min ดังนั้นจำนวนหัวจ่ายน้ำสามารถใช้ได้สูงสุด 140.3 หัว (186.6/1.33) โดยในงานวิจัยนี้ใช้ทั้งหมด 30 หัว ซึ่งเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของพื้นที่ใช้ทดลอง

3. ความต้องการน้ำของพืช

การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชมีหลายวิธี ความนิยมใช้วิธีคำนวณจากข้อมูลของสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเป็นการหาปริมาณการใช้น้ำของพืชด้วยการใช้ข้อมูลการคายระเหยน้ำของพืช หรือที่เรียกว่า "ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง" (potential evapotranspiration : ET_p) และ "สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช" (crop coefficient : K_C) ซึ่งเป็นวิธีการที่องค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติให้การยอมรับ [11] สามารถคำนวณได้จาก

$$ET_C = K_C \times ET_p \quad (6)$$

โดยที่ ET_C คือการใช้น้ำของพืช (mm / d : มิลลิเมตร/วัน)

ตัวอย่างปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงของจังหวัดชลบุรีและใกล้เคียง ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยมีค่าการใช้น้ำของพืชสูงสุดของป๊อปปี้ในช่วงฤดูแล้ง คือในเดือนเมษายน มีค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชสูงสุดที่ 5.69 mm / d ในงานวิจัยนี้พื้นที่ทดสอบระบบควบคุมอยู่ที่จังหวัดชลบุรี ช่วงเดือนมกราคม ดังนั้นปริมาณการใช้น้ำของพืชมีค่า 4.23 mm / d สำหรับสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชค่าสูงสุดจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.75 - 1 ขึ้นอยู่กับปัจจัยสภาพแวดล้อม ได้แก่ แสงแดด อุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ เป็นต้น

ตารางที่ 1 ตัวอย่าง ET_p ของพืชอ้างอิง [12]

เดือน \ สถานี	$ET_p (mm / d)$		
	ชลบุรี	จันทบุรี	ระยอง
มกราคม	4.23	4.13	3.98
กุมภาพันธ์	4.85	4.79	4.53
มีนาคม	5.40	4.49	4.91
เมษายน	5.69	4.85	5.11
พฤษภาคม	4.94	4.27	4.40
มิถุนายน	4.97	4.09	3.98
กรกฎาคม	4.62	3.90	4.00
สิงหาคม	4.38	3.72	3.85
กันยายน	4.37	3.90	3.79
ตุลาคม	4.23	3.98	3.84
พฤศจิกายน	4.35	4.26	3.94
ธันวาคม	4.18	4.08	3.83



รูปที่ 5 พื้นที่สำหรับใช้ทดสอบระบบควบคุม

พื้นที่ใช้ทดสอบระบบในงานวิจัยนี้มีขนาด 119 ตารางเมตร ดังรูปที่ 5 แบ่งเป็นพื้นที่ที่ปลูกไม้ยืนต้นและไม้พุ่มอยู่แล้วมีขนาด 92 และ 27 ตารางเมตร ตามลำดับ โดย

ไม้ยืนต้น ได้แก่ ต้นหมาก ส่วนไม้พุ่ม ประกอบด้วย ต้นเข็ม และพลับพลึง ดังรูปที่ 6



(ก) ต้นหมาก



(ข) ต้นเข็มและพลับพลึง

รูปที่ 6 ไม้ยืนต้นและไม้พุ่ม

จากสมการ (6) ตัวอย่างปริมาณการใช้น้ำของพืช ถ้าอยู่ในช่วงเดือนมกราคม (ฤดูหนาว) ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของไม้ยืนต้น 0.6 และไม้พุ่ม 0.68 และปริมาณการใช้น้ำของพืชมีค่าสูงสุด $4.23 \text{ mm} / d$ สามารถคำนวณได้ดังนี้

i. ปริมาณการใช้น้ำของไม้ยืนต้น

$$ET_C = 0.6 \times 4.23$$

$$= 2.54 \text{ mm} / d$$

ii. ปริมาณการใช้น้ำของไม้พุ่ม

$$ET_C = 0.68 \times 4.23$$

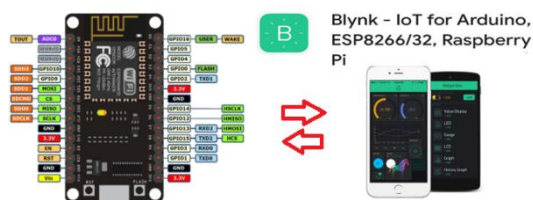
$$= 2.88 \text{ mm} / d$$

พืชต่างชนิดกันผลการคำนวณปริมาณการใช้น้ำที่ได้ไม่เท่ากัน และไม่สามารถใช้ได้ตลอดปี เนื่องจากค่า ET_p และ K_C ขึ้นอยู่กับปัจจัยสภาพแวดล้อม

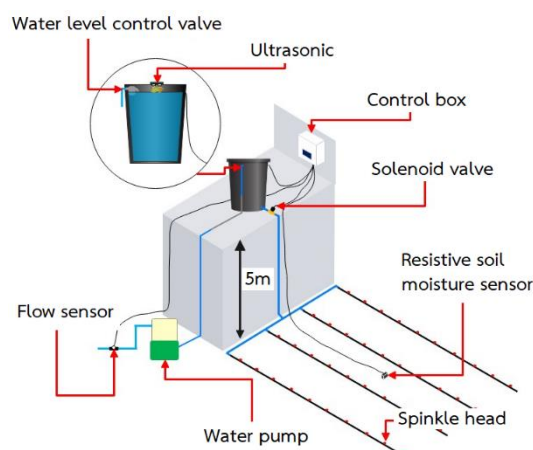
งานวิจัยนี้ใช้หลักการให้น้ำพืชเมื่อความชื้นลดลงใกล้จุดเหี่ยวเฉาถาวร โดยหลักการนี้เมื่อความชื้นในดินลดลงไปประมาณ 50-70% ของความชื้นที่พืชเอาไปใช้ได้ จะเป็นช่วงเวลาที่ต้องให้น้ำแก่พืชทันที จะไม่ปล่อยให้ลดลงมากกว่านี้ ซึ่งเหมาะกับพื้นที่สำหรับปลูกพืชมากกว่า 1 ชนิด หรือปลูกพืชสวนผสม

4. การออกแบบระบบและผลการทดลอง

ตัวประมวลผลสำหรับควบคุมระบบที่ใช้คือ NodeMCU (ESP8266) เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตไร้สาย (Wi-Fi) ได้ดังแสดงรูปที่ 7 โปรแกรมควบคุมการทำงานเขียนด้วยภาษา C ด้วยความที่เป็น open source ทำให้ใช้งานได้โดยไม่มีค่าใช้จ่ายจึงได้รับความนิยมสูง ESP8266 ใช้งานร่วมกับ Blynk ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มที่สามารถประยุกต์ใช้กับระบบ iOS และ Android ได้ โดย สนับสนุนฮาร์ดแวร์ที่สำหรับเชื่อมโยงกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things : IoT) การเขียนกราฟิกควบคุมทำได้ง่ายออกแบบผ่าน widgets



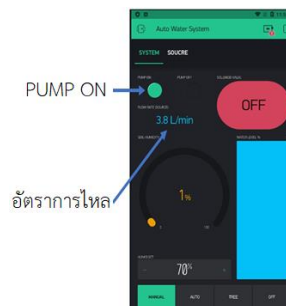
รูปที่ 7 ตัวควบคุม ESP8266 และ Blynk



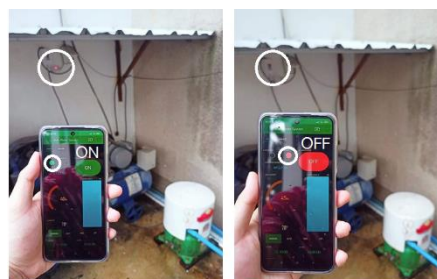
รูปที่ 8 อุปกรณ์เชื่อมต่อกับ ESP8266 และ Blynk

ระบบแจ้งเตือนและจ่ายน้ำให้กับพืชรูปที่ 8 มีอุปกรณ์เชื่อมต่อกับตัวควบคุมประกอบด้วย เซ็นเซอร์วัดอัตราการไหลทำหน้าที่วัดอัตราการไหลของน้ำต้นทางก่อนเข้าปั้มน้ำ โดยถ้าอัตราการไหลน้อยกว่า 1 L/min ปั้มน้ำหยุดทำงาน เนื่องจากน้ำมีจำนวนน้อยเกินไปที่จะปั้มน้ำไปเก็บยังถังพักน้ำ ในทางตรงข้ามปั้มน้ำทำงานดังรูปที่ 9 (ก) โดยไฟสีเขียวและสีแดงแสดง

สถานะการทำงานและหยุดทำงานของปั้มน้ำตามลำดับดังแสดงในรูปที่ 9 (ข) และมีการแจ้งเตือนสถานะการทำงานผ่าน Line ดังรูปที่ 10

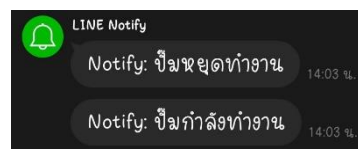


(ก) อัตราการไหลมากกว่า 1 L/min ปั้มน้ำทำงาน

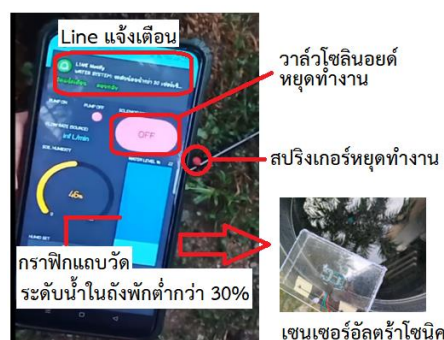


(ข) สถานะการทำงานของปั้มน้ำ

รูปที่ 9 การทำงานของเซนเซอร์วัดอัตราการไหล



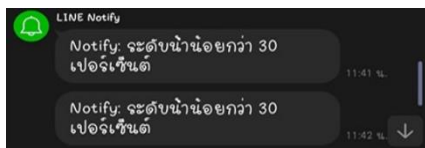
รูปที่ 10 แจ้งเตือนการทำงานของปั้มน้ำผ่าน Line



รูปที่ 11 การทำงานของวาล์วโซลินอยด์

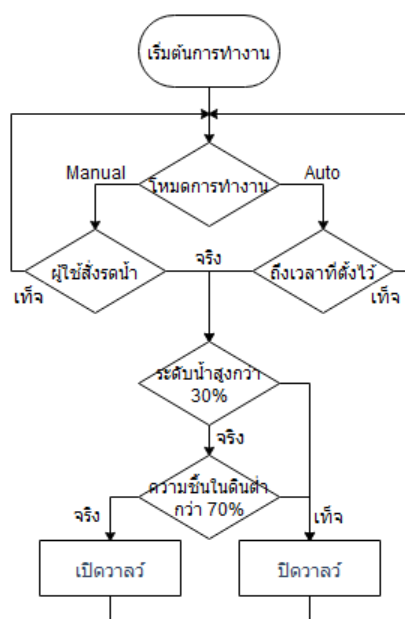
การจ่ายน้ำให้พืชรูปที่ 8 ถูกจ่ายผ่านสปริงเกอร์ ควบคุมด้วยวาล์วโซลินอยด์ ซึ่งวาล์วโซลินอยด์จะทำงานหรือหยุดทำงานขึ้นอยู่กับระดับน้ำในถังพักน้ำ สำหรับ

อุปกรณ์วัดระดับน้ำประยุกต์ใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิก ถ้าระดับน้ำถึงพิกน้ำต่ำกว่า 30% ของความสูงถึงพิกน้ำ ตัวควบคุมจะทำการสั่งหยุดการทำงานของวาล์วโซลินอยด์ ดังแสดงในรูปที่ 11 และมีการแจ้งเตือนผ่าน Line เมื่อระดับน้ำในถังพิกน้ำต่ำกว่า 30 % ด้วยข้อความ “ระดับน้ำน้อยกว่า 30 เปอร์เซนต์” ดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 แจ้งเตือนน้ำในถังพิกมีระดับน้อยผ่าน Line

ระบบควบคุมการจ่ายน้ำให้พืชมี 2 โหมด คือ MANUAL และ AUTO โดยมีการทำงานดังนี้



รูปที่ 13 Flowchart แสดงการทำงานของระบบ

i. การทำงานในโหมด MANUAL วาล์วโซลินอยด์ สำหรับควบคุมการจ่ายน้ำให้กับสปริงเกอร์ ผู้ใช้งานควบคุมที่สมาร์ตโฟนโดยตรง แต่ว่าวาล์วโซลินอยด์จะทำงานได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับระดับน้ำในถังพิกน้ำ และค่าความชื้นในดิน (ประยุกต์ใช้เซนเซอร์วัดความชื้นในดินดังรูปที่ 8) โดยวาล์วโซลินอยด์สามารถทำงานได้ เงื่อนไขคือระดับน้ำในถังพิกมากกว่าหรือเท่ากับ 30% และค่าความชื้นในดินต่ำกว่า 70% (สามารถปรับเปลี่ยนได้ที่จอโทรศัพท์ที่เครื่องหมาย +

หรือ -) อ้างอิงตามทฤษฎีเมื่อความชื้นในดินอยู่ในช่วง 50-70% จำเป็นต้องให้น้ำแก่พืชทันที

ตารางที่ 2 การทำงานของวาล์วโซลินอยด์ โหมด MANUAL

กรณี	ระดับน้ำในถังพิกน้ำ (%)	ความชื้นในดิน (%)	วาล์วโซลินอยด์
1	26	35	ไม่ทำงาน
2	20	85	ไม่ทำงาน
3	95	46	ทำงาน
4	66	77	ไม่ทำงาน

ทดสอบการทำงานระบบจ่ายน้ำให้พืชในโหมด MANUAL โดยควบคุมวาล์วโซลินอยด์ที่สมาร์ตโฟนโดยตรงจากผู้ใช้ งาน ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งจะแสดงเฉพาะกรณีที่สอดคล้องกับการตั้งเงื่อนไข โดยกรณี 3 วาล์วโซลินอยด์สามารถทำงานได้ เนื่องจากระดับน้ำในถังพิกน้ำสูงกว่า 30% และความชื้นในดินต่ำกว่า 70% ดังรูปที่ 14



รูปที่ 14 ผลทดสอบการทำงานกรณี 3

ii. การทำงานในโหมด AUTO วาล์วโซลินอยด์ สำหรับควบคุมการจ่ายน้ำให้กับสปริงเกอร์สามารถทำงานได้อัตโนมัติตามเงื่อนไขดังนี้ ช่วงเวลาที่กำหนดซึ่งสามารถตั้งได้ 2 ช่วง ในการทดลองระบบกำหนดเวลา 8.00 น. และ 17.00 น. น้ำในถังพิกมีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 30% และค่าความชื้นในดินต่ำกว่า 70%

ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 3 โดยกรณี 1 ถึง 4 ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ส่งผลให้วาล์วโซลินอยด์ทำงานและหยุดทำงานอัตโนมัติ ส่วนกรณี 5 และ 6 วาล์วโซลินอยด์ไม่ทำงาน เนื่องจากในกรณี 5 ระดับน้ำในถังพิก

ต่ำกว่า 30% และในกรณีที่ 6 ความชื้นในดินสูงกว่า 70% (มีฝนตกทำให้ดินมีความชื้นสูง) ตามลำดับ

ตารางที่ 3 วาล์วโซลินอยด์ทำงาน/ไม่ทำงานในโหมด AUTO

กรณี	เวลา (น.)	ระดับ น้ำในถัง พัก (%)	ความชื้นในดิน (%)	
			ก่อนวาล์วโซ ลินอยด์ ทำงาน	หลังวาล์วโซลิ นอยด์ไม่ ทำงาน
1	08.00	100	18	72
2	17.00	100	42	71
3	08.00	65	55	71
4	17.00	89	38	71
5	08.00	25	51	-
6	17.00	95	85	-

รูปที่ 15 แสดงผลที่เกิดขึ้นในกรณี 1 วาล์วโซลินอยด์ทำงานอัตโนมัติ และเมื่อระบบจ่ายน้ำให้กับพืชจนค่าความชื้นในดินสูงกว่า 70% วาล์วโซลินอยด์หยุดทำงานอัตโนมัติดังรูปที่ 16



รูปที่ 15 วาล์วโซลินอยด์ทำงานอัตโนมัติ

5. สรุป

ระบบจ่ายน้ำให้พืชอัตโนมัติที่นำเสนอสามารถทำงานได้ 2 โหมด คือ MANUAL และ AUTO โดยโหมด MANUAL สามารถควบคุมการเปิด-ปิดวาล์วโซลินอยด์โดยตรง ในขณะที่โหมด AUTO จะเป็นการตั้งเวลาการทำงานของวาล์วโซลินอยด์ 2 ช่วงเวลา สามารถกำหนดเองได้ (เช้า-เย็น) การทำงานทั้ง 2 โหมด ควบคุมและแสดงผลบน



รูปที่ 16 วาล์วโซลินอยด์หยุดทำงานอัตโนมัติ

สมาร์ทโฟน โดยจะตรวจสอบค่าความชื้นในดินไม่เกิน 70% ผ่านเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน และปริมาณน้ำในแหล่งกักเก็บต้องมีมากกว่า 30% ระบบจะอนุญาตให้วาล์วโซลินอยด์ทำงานได้ ตัวประมวลผลของระบบใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU ตั้งค่าการทำงานของระบบจากระยะไกลผ่านการใช้งานแอปพลิเคชัน Blynk โดยผู้ใช้งานจะได้รับการแจ้งเตือนสถานะการทำงานของระบบผ่านทางแอปพลิเคชัน LINE ผลการทดลองระบบสามารถจ่ายน้ำให้กับพืชและสามารถแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานได้อย่างแม่นยำ

ในกรณีที่แหล่งจ่ายน้ำถูกเก็บสะสมไว้ในถังพักน้ำตั้งสูง จำนวนของสปริงเกอร์ที่ใช้ในระบบสามารถคำนวณจำนวนที่ใช้ได้อย่างเหมาะสม ผลที่ได้ไม่จำเป็นต้องใช้ปั๊มน้ำเพื่อเพิ่มอัตราการไหลที่ปลายท่อน้ำสำหรับการหาปริมาณการใช้น้ำของพืช ถ้าใช้วิธีคำนวณจากข้อมูลของสภาพภูมิอากาศ พืชต่างชนิดกันผลการคำนวณปริมาณการใช้น้ำที่ได้ไม่เท่ากัน และไม่สามารถใช้ได้ตลอดปี เนื่องจากค่า ET_p และ K_c ขึ้นอยู่กับปัจจัยสภาพแวดล้อม ดังนั้นระบบที่นำเสนอเหมาะกับเกษตรกรที่ปลูกพืชสวนผสม เนื่องจากใช้ความชื้นของดินเป็นตัวกำหนดการให้น้ำตามช่วงเวลาของการให้น้ำแก่พืช

การประยุกต์ใช้กับพื้นที่เพาะปลูกมากกว่านี้ จำเป็นต้องเพิ่มจำนวนของเซนเซอร์ตรวจวัดความชื้นในดินให้เหมาะสม ทั้งนี้สามารถศึกษาได้จากรายละเอียดของเซนเซอร์ ในกรณีแหล่งจ่ายน้ำอยู่ที่ราบหรือใช้แหล่งน้ำตามธรรมชาติ ต้องเพิ่มปั๊มน้ำเพื่อช่วยให้มีอัตราการไหลถึงปลายท่อ และสามารถใช้น้ำของวาล์วโซลินอยด์มากกว่า 1 ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของพื้นที่เกษตรกร

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากคณะ
วิศวกรรมศาสตร์ ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยา
เขตศรีราชา

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Theodore W.T. Humidity and plants. BioScience. Jun. 1979;29(6):358–63.

[2] Chia S.Y., Lim M.W, A critical review on the influence of humidity for plant growth forecasting. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2022:1-6.

[3] NarsimhaRao B.V, Mahalakshmi S, TEJA D, Santhosh P. Elevated water tank. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering. Oct. 2019;8(12S2):271–6.

[4] Divani A, Patil P, Punjabi S.K. Automated plant watering system. Int. Conf. on Computation of Power, Energy Information and Communication 2016:180-2.

[5] Nu Y.Y, Lwin S.S, Maw W.W. Automatic plant watering system using arduino UNO for university park. International Journal of Trend in Scientific Research and Development. May. 2019;3(4):902–6.

[6] Prasojo I, Maseleno A, Tanane O, Shahu N, Design of automatic watering system based on arduino. Journal of Robotics and Control. Mar. 2020;1(2):55-8.

[7] C. Z. Z., N. N. N., Wireless Sensor Network and Internet of Things (IoT) Solution in Agriculture. Pertanika J. Sci. & Technol, 2017; 25(1):91–100.

[8] Waworundeng J.M.S, Suseno N.C, Manaha R.R.Y. Automatic watering system for plants with IoT monitoring and notification. Cogito Smart Journal. Dec. 2018;4(2):316-26.

[9] Al-Humairi S.N.S, Manimaran P, Abdullah A.I, A smart automated greenhouse: soil moisture, temperature monitoring and automatic water supply system (Peaty, Loam and Silty). IEEE Conf. on Sustainable Utilization and Development in Engineering and Techno-logies, 2019: 111-115.

[10] Siskandar R, Fadhil M.A, Kusumah B.R, Irmansyah I, Irzaman I. Internet of things: automatic plant watering system using android. Jurnal Teknik Pertanian Lampung. Nov, 2020; 9(4):297-310.

[11] Richard G. A, Luis S.P, Dirk R, Martin S. Crop evapotranspiration – guidelines for computing crop water requirements paper 56. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 1998.

[12] Direk T, Wittaya T, Nawee J, Itthisuntorn N. Plant irrigation design and technology. Kehakaset Magazine; 2002:4708.