การนำระบบไอโอทีมาประยุกต์ใช้กับโรงเรือนเพาะกัญชา

Applying the IoT System to Marijuana Greenhouse

พรหมชัย สุพรรณ[1] ชัยพร อัดโดดดร[2] เมธัส สุภามา[3] กิตติศักดิ์ ดียา[4] วินัย คำทวี[5] และ ถวัลย์ คุณโทถม[6]
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ[1, 2, 3, 4, 5, 6]
E-mail: pomchai.sup@neu.ac.th[1], chaiporn.add@neu.ac.th[2], mathus.sup@neu.ac.th[3], kittisak.dee@neu.ac.th[4], winai.kum@neu.ac.th[5], thawan.kun@neu.ac.th[6]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการนำระบบไอโอทีมาประยุกต์ใช้กับโรงเรือนเพาะกัญชาที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU เพื่อให้กัญชาเป็นพืชเศรษฐกิจใหม่ที่เป็นอีกทางเลือกในการสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกร ระบบได้รับการพัฒนาโดยใช้เป็นแบบจำลอง สามารถตรวจสอบความชื้นในดิน อุณหภูมิ ปริมาณแสงของสภาพแวดล้อมในการเพาะปลูก และสามารถควบคุมการทำงานได้ทั้งแบบอัตโนมัติและควบคุมการทำงานผ่านสมาร์ทโฟน จากการทดสอบ จะพบว่า ระบบสามารถรักษาความชื้นไม่ให้ต่ำกว่า 60% และไม่ให้เกิน 70% และถ้าปริมาณแสงน้อยกว่า 8,000 ลักซ์ โคมไฟชุดที่ 1 จะทำงาน ถ้าปริมาณแสงน้อยกว่า 6,000 ลักซ์ โคมไฟชุดที่ 2 จะทำงานพร้อมกัน และเมื่อปริมาณแสงน้อยกว่า 3,000 ลักซ์ โคมไฟชุดที่ 3 จะทำงานพร้อมกัน สามารถสั่งงานผ่านสมาร์ทโฟน และสามารถแสดงสถานะความชื้นในดิน ความเข้มแสงสว่าง อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ รวมถึงการควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำและชุดหลอดแอลอีดีผ่านสมาร์ทโฟนได้ และจากการทดสอบการเจริญเติบโตของกัญชา จำนวน 945 ต้น แสดงให้เห็นว่าต้นอ่อนมีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดสูงสุด 82 เปอร์เซ็นต์ ระบบสามารถช่วยให้เกษตรกรได้ปริมาณและคุณภาพของกัญชาเพิ่มขึ้น เปลี่ยนโรงเรือนเพาะกัญชาธรรมดาให้กลายเป็นโรงเรือนอัจฉริยะ ทำให้ลดเวลาการทำงานของคน การใช้แรงงานคน เพิ่มคุณภาพในการเพาะกัญชาได้อีกด้วย

คำสำคัญ: ระบบไอโอที, โรงเรือนเพาะกัญชา, ไมโครคอนโทรลเลอร์

Abstract

This research presents applying the IoT system to a marijuana greenhouse controlled by a NodeMCU microcontroller to make marijuana a new economic crop that is another way. Choose to create income for farmers. The system was developed using it as a model. It can monitor soil moisture, temperature, and light levels in the cultivation environment and can control work automatically through a smartphone. From testing, it is found that the system can maintain humidity not lower than 60% and not more than 70%, and if the amount of light is less than 8,000 lux, the first set of lamps will work if the amount of light is less than 6,000 lux, the second set of

lamps will work simultaneously and when the amount of light is less than 3,000 lux, the third set of lamps will work simultaneously. It can be ordered via smartphone and can display the status of soil moisture, light intensity, temperature, and relative humidity. Including controlling the operation of the water pump and LED bulb set via smartphone a test on 945 marijuana plants showed that the seedlings had a survival rate of up to 82 percent. This system can help farmers increase the quantity and quality of marijuana. Change an ordinary marijuana greenhouse into a smart greenhouse. The result of reduction in people's working time and manual labor. It can also increase the quality of marijuana cultivation.

Keywords: IoT System, Marijuana Greenhouse, Microcontroller

1. บทนำ

ปัจจุบันอินเทอร์เน็ตนับเป็นปัจจัยที่ 5 สำหรับคนในยุคปัจจุบันไปแล้ว จากเดิมการใช้คอมพิวเตอร์เพียงแค่รับ-ส่งอีเมล์ ก้าวมาสู่โลกของ World Wide Web ที่ท่องไปได้ทุกที่ในชั่วอึดใจแค่ปลายนิ้วสัมผัส เทคโนโลยีมีความก้าวหน้าขึ้นเรื่อย ๆ คอมพิวเตอร์ก็ฉลาดขึ้นเรื่อย ๆ ล่าสุดมีเทคโนโลยีใหม่ที่เรียกว่าระบบไอโอที หรือ Internet of Things (IoT) หรือ อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เป็นยุคที่นำทุกอย่างเชื่อมเข้าหากันหมดด้วยเครือข่ายอินเทอร์เน็ต อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าแทบทุกอย่างกลายเป็น Smart device อย่างสมบูรณ์แบบ มนุษย์สามารถพูดคุยกับอุปกรณ์ และสิ่งต่างๆ นับล้านชิ้นผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ ไม่ว่าจะเป็นเครื่องจักรในโรงงาน รถยนต์ เครื่องใช้ภายในบ้าน และอื่นๆ อีกมากมาย ที่เข้ามาช่วยทำให้การใช้ชีวิตของคนเปลี่ยนไปในทิศทางที่ดีขึ้น สะดวกขึ้น และปลอดภัยยิ่งขึ้น ซึ่งพัฒนามาจากเทคโนโลยีการระบุตัวตนด้วยคลื่นวิทยุ หรือ Radio-Frequency Identification (RFID) โดยพัฒนาเป็นเทคโนโลยีที่เชื่อมต่อระหว่างวัตถุ สิ่งของหรือโครงสร้างทางกายภาพเข้ากับโครงสร้างด้านดิจิทัลหรือระบบอินเทอร์เน็ตผ่านเซ็นเซอร์ เพื่อให้เกิดการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างผู้ใช้งานและวัตถุในเครือข่าย งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะนำระบบไอโอทีมาประยุกต์ใช้กับโรงเรือนเพาะกัญชา โดยปัจจุบันประเทศไทยได้อนุญาตให้สามารถเพาะปลูกกัญชาได้ [1] ทำให้การปลูกกัญชาเป็นที่นิยมอย่างมากและพบว่าต้นกัญชาต้องการการดูแลเป็นอย่างดี ผู้ปลูกยังต้องให้น้ำ ปริมาณแสงกับกัญชาในแต่ละช่วง บางครั้งปริมาณน้อยอาจจะไม่พอกับความต้องการของกัญชา หรือบางครั้งอาจให้ในปริมาณที่มากเกินไปก็อาจจะส่งผลเสียทำให้เกิดโรคกับต้นกัญชาที่ปลูกได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาและสร้างโรงเรือนที่สามารถควบคุมการให้น้ำ แสงสว่างและความชื้นได้ [2,3] การควบคุมปริมาณน้ำ แสงสว่างและความชื้นที่ให้กับกัญชา โดยใช้อุปกรณ์ตรวจวัดความชื้นมาเป็นตัวกำหนดในการให้น้ำและอุปกรณ์ตรวจจับแสงสว่างเป็นตัวกำหนดการให้แสงแก่ต้นกัญชา โดยความต้องการน้ำ แสงสว่างและความชื้นของกัญชาในแต่ละช่วงจะไม่เท่ากัน ซึ่งเทคโนโลยีสมัยใหม่นี้ได้รับความนิยมในหลายประเทศ เนื่องจากมีการใช้งานที่ดินน้อย

ที่สุด ลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ ลดความต้องการน้ำ และลดค่าแรงงานคนได้อีกด้วย โดยใช้อุปกรณ์ตรวจวัดความชื้นในดิน อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และอุปกรณ์ตรวดวัดแสงผ่านระบบเครือข่ายไร้สาย และออกแบบให้สามารถอ่านค่าความชื้นในดิน และค่าความสว่างที่ได้มาเพื่อทำการสั่งการเปิด-ปิดปั๊มน้ำ และหลอดไฟได้ตามที่ต้องการ เพื่อใช้เพาะต้นกัญชาในช่วง 0 - 4 สัปดาห์

2. ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง [4] คือ การที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ สามารถเชื่อมโยงหรือส่งข้อมูลถึงกันได้ด้วยอินเทอร์เน็ต โดยไม่ต้องป้อนข้อมูล การเชื่อมโยงนี้ง่ายจนทำให้สามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ ไปจนถึงการเชื่อมโยงการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเข้ากับการใช้งานอื่นๆ จนเกิดเป็นบรรดา Smart ต่างๆ ได้แก่ Smart Device, Smart Grid, Smart Home, Smart Network, Smart Intelligent Transportation, Smart farm ทั้งหลายที่เคยได้ยินนั่นเอง ซึ่งแตกต่างจากในอดีตที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นเพียงสื่อกลางในการส่งและแสดงข้อมูลเท่านั้น

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU

NodeMCU [4] คือ แพลตฟอร์มหนึ่งที่ใช้ช่วยในการสร้างโปรเจ็คระบบไอโอทีที่ประกอบไปด้วย Development Kit (ตัวบอร์ด) และ Firmware (Software บนบอร์ด) ที่เป็น open source สามารถเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Lau ได้ ทำให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น มาพร้อมกับโมดูล WiFi (ESP8266) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการใช้เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต นั่นเอง ตัวโมดูล ESP8266 นั้นมีอยู่ด้วยกันหลายรุ่นมาก ตั้งแต่เวอร์ชันแรกที่เป็น ESP-01 ไล่ไปเรื่อย ๆ จนปัจจุบันมีถึง ESP-12 แล้ว และที่ฝังอยู่ใน NodeMCU version แรกนั้นก็เป็น ESP-12 แต่ใน version 2 นั้นจะใช้เป็น ESP-12E แทน ซึ่งการใช้งานโดยรวมก็ไม่แตกต่างกันมากนัก NodeMCU นั้นมีลักษณะคล้ายกับ Arduino ตรงที่มีพอร์ต Input Output buil in มาในตัว สามารถเขียนโปรแกรมคอนโทรลอุปกรณ์ I/O ได้โดยไม่ต้องผ่านอุปกรณ์อื่นๆ และเมื่อไม่นานมานี้ก็มีนักพัฒนาที่สามารถทำให้ Arduino IDE ใช้งานร่วมกับ Node MCU ได้ จึงทำให้ใช้ภาษา C/C++ ในการเขียนโปรแกรมได้ ทำให้สามารถใช้งานได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น NodeMCU ตัวนี้สามารถทำอะไรได้หลายอย่างมากโดยเฉพาะเรื่องที่เกี่ยวข้องกับระบบไอโอทีไม่ว่าจะเป็นการทำ Web Server ขนาดเล็ก การควบคุมการเปิดปิดไฟผ่าน WiFi และอื่นๆอีกมากมาย

2.3 แอพพลิเคชั่น Blynk

Blynk [4] เป็นแอพพลิเคชั่นสำเร็จรูปสำหรับงาน IoT มีความน่าสนใจ คือ การเขียนโปรแกรมที่ง่ายไม่ต้องเขียน App เองสามารถใช้งานได้อย่าง Real time สามารถเชื่อมต่อ Device ต่างๆ เข้ากับอินเทอร์เน็ตได้อย่างง่ายดาย ไม่ว่าจะเป็น Arduino, ESP8266, ESP32, NodeMCU, Rasberry pi นำมาแสดงบน Application ได้อย่างง่ายดาย แล้วที่สำคัญ Application Blynk รองรับในระบบ IOS และ Android อีกด้วย ในยุคสมัยก่อนการเขียนโปรแกรม

เชื่อมต่อกันระหว่างอุปกรณ์ 2 ชิ้นเข้าด้วยกันมักจะใช้งานในลักษณะของ Server และ Client ทำให้เกิดข้อจำกัดต่าง ๆ มากมาย ยกตัวอย่างต้องการเปิดปิดไฟผ่านหน้าเว็บก็จะให้ Arduino เป็น Server และเครื่องคอมพิวเตอร์ (Client) เป็นเครื่องลูก ข้อจำกัดที่เกิดขึ้น คือ ทรัพยากร เช่น CPU RAM ROM อาจจะไม่พอมักจะเจอปัญหา ทำให้การเขียนโปรแกรมเป็นไปได้ยากต้องประหยัดทรัพยากรให้ได้มากที่สุดเพื่อจะให้สามารถทำงานได้ และการเซ็ต Network เป็นไปได้ยาก ส่วนใหญ่มักจะใช้ในวง LAN หรือถ้าต้องการควบคุมผ่าน WAN จะต้อง Forword Set ระบบ Network วิธีการทำงานของ Blynk เริ่มจากอุปกรณ์ เช่น Arduino ESP8266 ESP32 Rasberry Pi เชื่อมต่อไปยัง Server ของ Blynk โดยตรง สามารถรับส่งข้อมูลหากันได้ คอมพิวเตอร์และสมาร์ทโฟนก็จะเชื่อมต่อกับ Server ของ Blynk โดยตรง กลายเป็นว่ามี Server เป็นสะพานให้เชื่อมต่อหากันจึงหมดปัญหาและข้อจำกัดทุกอย่าง ทำให้อุปกรณ์มีความฉลาดมากขึ้น [5,6]

2.4 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสำหรับพืชกัญชา [7]

1. ระยะขยายพันธุ์ เป็นขั้นตอนการเตรียมต้นพันธุ์ทั้งด้วยวิธีการเพาะเมล็ดและวิธีการตัดชำที่มีช่วงเวลา 14 วัน โดยมีความต้องการปัจจัยสำหรับการเจริญเติบโต ได้แก่ ความเข้มแสง 2,500 - 8,100 ลักซ์ และมีช่วงเวลาความยาวแสงต่อวัน 18 ชั่วโมง โดยมีอุณหภูมิภายในห้องปลูก 21 - 23 องศาเซลเซียสและมีความชื้นสัมพัทธ์ถึง 100 เปอร์เซ็นต์

2. ระยะการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น เป็นระยะที่ต้นพืชสกุลกัญชามีการเจริญเติบโตด้านลำต้นที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยทั่วไปใช้ระยะเวลาตั้งแต่ 21 - 42 วันขึ้นอยู่กับสายพันธุ์โดยมีความต้องการปัจจัยสำหรับการเจริญเติบโตด้านความเข้มของแสง 10,800 - 17,000 ลักซ์ และมีช่วงเวลาความยาวแสงต่อวัน 16 - 18 ชั่วโมงต่อวัน โดยมีอุณหภูมิภายในห้องปลูก 26 - 29 องศาเซลเซียส ขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 75 - 80 เปอร์เซ็นต์ และต้องการปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ 1,200 – 1,500 ppm

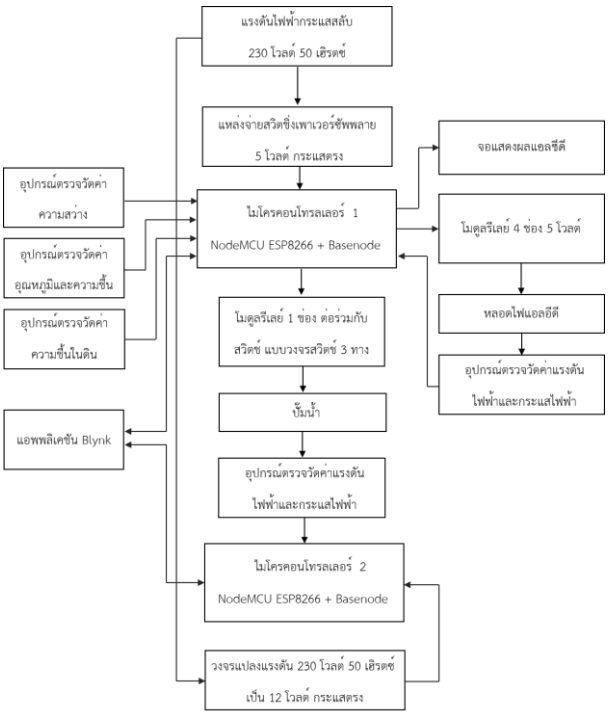
3. ระยะก่อนออกดอก (pre-flowering) เป็นระยะที่ต้นพืชสกุลกัญชาเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตด้านลำต้นไปสู่ระยะการออกดอก โดยทั่วไปใช้ระยะเวลาประมาณ 3 - 7 วัน ซึ่งมีความต้องการปัจจัยสำหรับการเจริญเติบโตค่อนข้างซับซ้อน โดยมีความต้องการความเข้มของแสง 24,300 - 27,000 ลักซ์ และต้องการมากขึ้นถึง 27,000 – 37,800 ลักซ์ แต่กลับต้องการช่วงเวลาความยาวแสงต่อวันลดลงเป็นไม่เกิน 12 ชั่วโมงต่อวัน โดยมีอุณหภูมิภายในห้องปลูก 26 - 29 องศาเซลเซียส ขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ ลดลงเป็น 55 - 67 เปอร์เซ็นต์ และต้องการปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ 1,200 - 1,500 ppm

4. ระยะออกดอกเต็มที่ (Blooming) เป็นระยะที่ต้นพืชสกุลกัญชามีการพัฒนาช่อดอกเกิดการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสาระสำคัญต่าง ๆ ภายในช่อดอก ซึ่งจะใช้ระยะเวลาในการพัฒนาประมาณ 48 - 70 วันขึ้นอยู่กับสายพันธุ์โดยมีความต้องการปัจจัยด้านความเข้มแสง ความยาวแสง อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ในระดับเดียวกันกับระยะก่อนออกดอก คือ ความเข้มแสง 37,800 - 43,200 ลักซ์ ความยาวแสง 12 ชั่วโมงต่อวัน อุณหภูมิภายในห้องปลูก 26

- 29 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 55 - 67 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่ต้องการการเพิ่มปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในระยะนี้

3. การออกแบบและสร้างระบบไอโอทีสำหรับโรงเรือนเพาะกัญชา

3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงาน

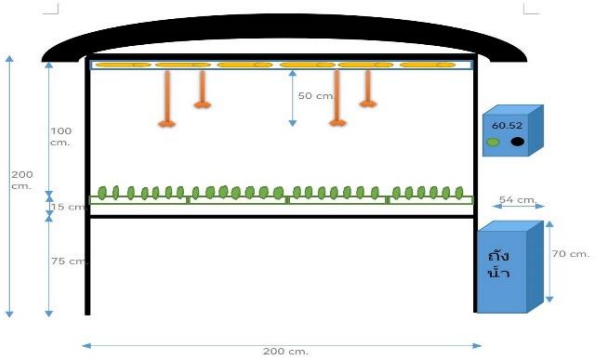


รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานโรงเรือนเพาะกัญชา

จากรูปที่ 1 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานโรงเรือนเพาะกัญชาโดยอาศัยการประยุกต์ใช้โมดูลเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและเซ็นเซอร์วัดความชื้นร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์โนดเอ็มซียูเพื่อควบคุมความชื้นในการรดน้ำต้นกัญชา ซึ่งมีวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์หนึ่งตัวใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่หนึ่ง เพื่อใช้ในการตรวจวัดค่าความชื้นและวัดค่าอุณหภูมิแสดงผลออกทางจอแสดงผลเจ็ดส่วน และทำการสั่งรีเลย์เพื่อควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำ และยังสามารถสั่งการผ่านสมาร์ทโฟนได้อีกด้วย และมีวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์อีกหนึ่งตัวใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่สอง เพื่อใช้ในการตรวจวัดค่ากระแสไฟฟ้า ค่าแรงดันไฟฟ้า และค่ากำลังไฟฟ้าในระบบ โดยมีปั๊มน้ำแรงดัน 12 โวลต์ 8 บาร์ 60 วัตต์สำหรับพ่นละอองน้ำ และมีถังเก็บน้ำบรรจุได้ 100 ลิตร มีสวิตซ์ลูกลอยเป็นตัวตรวจวัดปริมาณน้ำในถัง

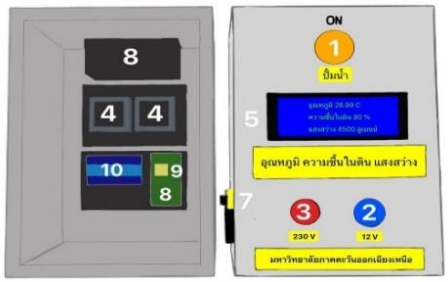
3.2 โครงสร้างโรงเรือนเพาะกัญชา

โครงสร้างโรงเรือนเพาะกัญชาจะเป็นแบบจำลอง ทำมาจากวัสดุป้องกันสนิม มีขนาดความกว้าง 150 เซนติเมตร ความยาว 200 เซนติเมตร และความสูง 200 เซนติเมตร ดังนี้



รูปที่ 2 โครงสร้างโรงเรือนเพาะกัญชาแบบจำลอง

3.3 การออกแบบตู้คอนโทรล



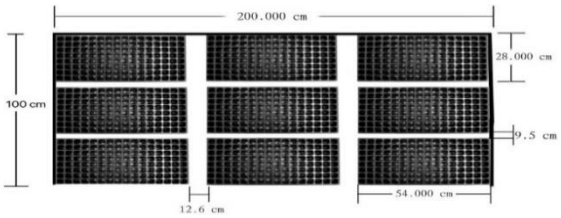
รูปที่ 3 ตู้คอนโทรล

ตารางที่ 1 อุปกรณ์ของตู้คอนโทรล

หมายเลข	อุปกรณ์
1	ไฟแสดงสถานะการทำงานของปั๊มน้ำ
2	ไฟแสดงสถานะการทำงานของไฟ 12 โวลต์
3	ไฟแสดงสถานะการทำงานของไฟ 230 โวลต์
4	ระบบประมวลผลด้วย NodeMCU 2 ตัว
5	จอแสดงผลแอลซีดีแสดงค่าอุณหภูมิ ความชื้น แสงสว่าง
6	สวิตช์ตัดต่อวงจรแบบอิเล็กทรอนิกส์
7	แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์
8	อุปกรณ์ตรวจวัดแรงดันไฟฟ้า
9	อุปกรณ์ตรวจวัดกระแสไฟฟ้า
10	รีเลย์ควบคุมปั๊มน้ำ

3.4 การออกแบบจัดวางถาดเพาะเมล็ด

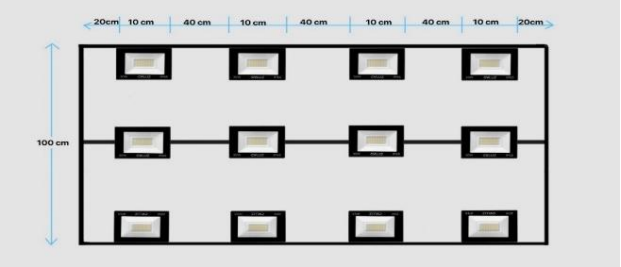
พื้นที่โรงเรือนเพาะมีความกว้าง 100 เซนติเมตร ความยาว 200 เซนติเมตร ขนาดถาดมีความกว้าง 28 เซนติเมตร ความยาว 54 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างถาดกว้าง 9.5 เซนติเมตร ยาว 12.6 เซนติเมตร ดังนี้



รูปที่ 4 การจัดวางถาดเพาะเมล็ด

3.5 การออกแบบจัดวางโคมฟลัดไลท์แอลอีดี

พื้นที่โรงเรือนเพาะมีความกว้าง 100 เซนติเมตร ความยาว 200 เซนติเมตร ขนาดโคมฟลัดไลท์แอลอีดีมีความกว้าง 7.6 เซนติเมตร ความยาว 10 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างโคมฟลัดไลท์แอลอีดีแต่ละดวง 70 เซนติเมตร ดังนี้



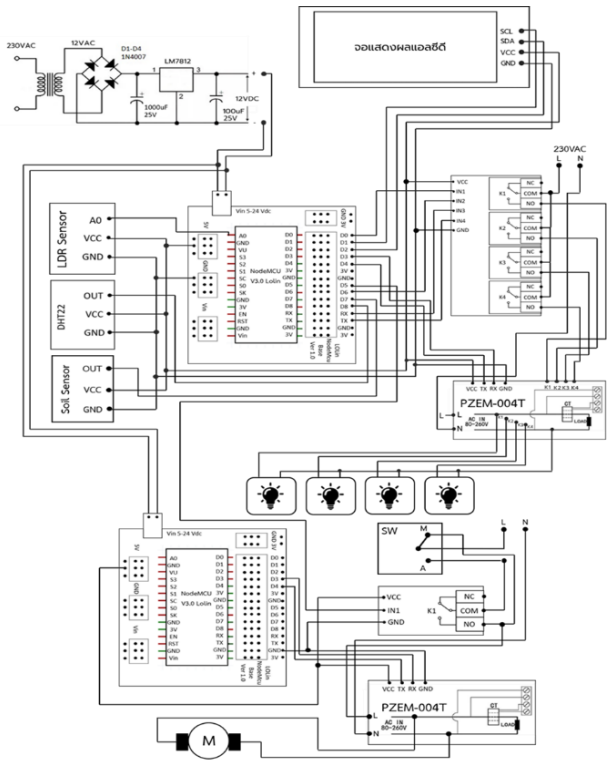
รูปที่ 5 การจัดวางโคมฟลัดไลท์แอลอีดี

3.6 การออกแบบกระบวนการทำงาน

การทำงานจะทำการสั่งงานผ่านตู้คอลโทรล โดยจะเป็นการสั่งงานบนสมาร์ทโฟนผ่านแอพพลิเคชั่น เมื่อมีการกดปุ่มสั่งงานบนหน้าจอโทรศัพท์จะเป็นการรับส่งของข้อมูลผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU สั่งให้อุปกรณ์ไฟฟ้าปั๊มน้ำ หลอดไฟ LED ทำงาน และยังสามารถตั้งโปรแกรมการทำงานแบบอัตโนมัติได้ เช่น การตั้งให้รักษาความชื้นที่ 60 - 70 เปอร์เซ็นต์ ถ้าความชื้นต่ำกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ปั๊มน้ำจะเริ่มทำงานเพื่อรักษาความชื้นภายในโรงเรือนให้มีค่าตามที่ตั้งไว้ และเมื่อ

ความชื้นกลับมาสู่ปกติที่ 70 เปอร์เซ็นต์ ปั๊มน้ำก็จะหยุดการทำงานอัตโนมัติและมีเซ็นเซอร์ตรวจวัดค่าความสว่าง สามารถตั้งโปรแกรมเวลาการส่องสว่างของหลอดไฟ LED ได้ มีอุปกรณ์ตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเพื่อตรวจสอบว่าปั๊มน้ำนั้นทำงานจริงหรือไม่ โดยส่งค่ามาแสดงบนจอสมาร์ทโฟนผ่านแอพพลิเคชั่น การทำงานนี้จะทำให้ทราบสถานะการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในโรงเรือนได้ นอกจากนั้นตู้คอลโทรลยังมีไฟแสดงสถานะการทำงาน และอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรอีกด้วย

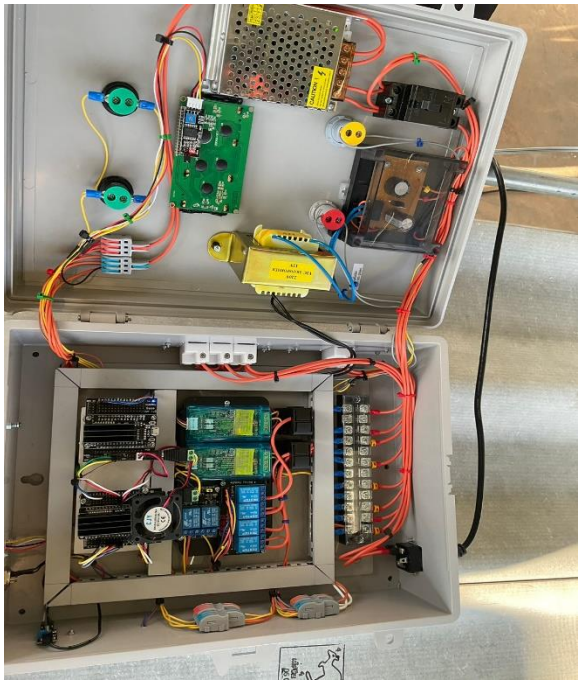
3.7 วงจรควบคุมการทำงาน



รูปที่ 6 วงจรควบคุมการทำงาน

จากรูปที่ 6 เริ่มจากส่วนแรก คือ ส่วนที่สร้างวงจรแปลงแรงดันกระแสสลับเป็นกระแสตรง โดยใช้หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าทำหน้าที่ลดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับจาก 230 โวลต์กระแสสลับให้เหลือ 12 โวลต์ ส่วนต่อมาใช้ไดโอดแบบบริดจ์ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์กระแสสลับเป็นแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์กระแสตรง จากนั้นจะใช้ตัวเก็บประจุ 1,000 ไมโครฟารัด ทำหน้าที่เป็นฟิลเตอร์กรองสัญญาณรบกวน และใช้ไอซีเบอร์ LM7812 ทำหน้าที่รักษาระดับแรงดันไฟฟ้าที่ 12 โวลต์ และใช้ตัวเก็บประจุ 100 ไมโครฟารัด กรองสัญญาณด้านเอาต์พุตจะได้เป็นแหล่งจ่าย 12 โวลต์กระแสตรง ใช้เป็นแหล่งจ่ายให้กับบอร์ด NodeMCU ESP8266 ทั้ง 2 บอร์ด อุปกรณ์ที่ต่อกับบอร์ด NodeMCU ESP8266 ส่วนที่เป็นอินพุตประกอบด้วย อุปกรณ์ตรวจวัดค่าความชื้นในดิน โดยใช้เป็น Soil Sensor ซึ่งจะทำงานวัดค่าความชื้นในดิน ค่าที่ส่งออกมาจะเป็นค่าอนาล็อก อุปกรณ์ตรวจวัดค่าอุณหภูมิจะใช้เป็น DHT22 ทำหน้าที่ตรวจวัดค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นในอากาศ โมดูลนี้จะรับค่าเป็นค่าอนาล็อก และอุปกรณ์ตรวจวัดค่าความสว่างจะใช้เป็น LDR Sensor ที่จะส่งค่าเป็นค่าลักซ์ ต่อมาคือ ส่วนที่เป็นเอาต์พุตที่เชื่อมต่อกับบอร์ด NodeMCU ESP8266 เป็นโมดูลรีเลย์ 5 โวลต์ บอร์ดละ 1 ตัวที่มีอุปกรณ์เชื่อมต่ออยู่เป็นหลอดไฟแอลอีดีและปั๊มน้ำ และส่วนสุดท้าย คือ อุปกรณ์ตรวจวัดค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้า 2 ชุด ทำหน้าที่ตรวจวัดค่าทางไฟฟ้าของหลอดไฟแอลอีดีและปั๊มน้ำส่งค่าไปยังบอร์ด NodeMCU ESP8266 แต่ละตัวเงื่อนไขการทำงานของโรงเรือนเพาะปลูกกัญชา โดยใช้อุปกรณ์ตรวจวัดค่าความสว่างควบคุมการทำงานการเปิด - ปิดหลอดไฟแอลอีดี ใช้อุปกรณ์ตรวจวัดค่าความชื้นในดินควบคุมการทำงานการเปิด - ปิดปั๊มน้ำ เมื่อค่า

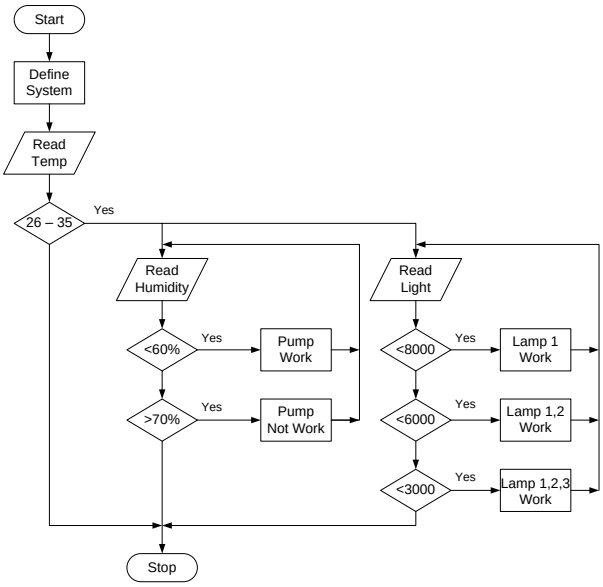
ความชื้นในดินต่ำ อุปกรณ์จะสั่งให้ปั๊มน้ำทำงานและเมื่อความความชื้นในดินเป็นไปตามค่าที่เหมาะสมก็จะสั่งให้ปิดการทำงานอัตโนมัติ สามารถดูค่าอุณหภูมิความชื้นในอากาศ ค่าความชื้นในดิน ค่าความสว่างได้ผ่านจอแสดงผลแอลอีดี และสามารถดูค่าอุณหภูมิความชื้นในอากาศ ค่าความชื้นในดิน ค่าความสว่างค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าได้ผ่านสมาร์ทโฟน ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 วงจรควบคุมการทำงานที่ถ่ายจากภาพจริง

3.8 โปรแกรมควบคุมการทำงาน

รูปที่ 8 แสดงโปรแกรมควบคุมการทำงานของปั๊มพ่นละอองน้ำและหลอดแอลอีดี โดยเมื่อมีความชื้นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 60% ปั๊มพ่นละอองน้ำจะทำงาน แต่ถ้าความชื้นมากกว่าหรือเท่ากับ 70% ปั๊มพ่นละอองน้ำจะหยุดทำงาน และถ้าปริมาณแสงน้อยกว่า 8,000 ลักซ์ โคมไฟชุดที่ 1 จะทำงาน ถ้าปริมาณแสงน้อยกว่า 6,000 ลักซ์ โคมไฟชุดที่ 2 จะทำงานพร้อมกัน และเมื่อปริมาณแสงน้อยกว่า 3,000 ลักซ์ โคมไฟชุดที่ 3 จะทำงานพร้อมกัน ที่อุณหภูมิ 26 - 35°



รูปที่ 8 โปรแกรมควบคุมการทำงาน

4. ผลการทดสอบ

รูปที่ 9 การทดสอบการทำงานโรงเรือนเพาะกัญชา ที่ถ่ายจากภาพจริง

การทดสอบระบบไอโอทีสำหรับโรงเรือนเพาะกัญชา จะแบ่งการทดสอบออกเป็น 6 ส่วน ได้แก่ การทดสอบการทำงานของวงจรวัดความเข้มแสง การทดสอบการทำงานวงจรควบคุมชุดหลอดแอลอีดี การทดสอบวงจรตรวจวัดอุณหภูมิ การทดสอบการทำงานวงจรควบคุมปั๊มน้ำ การทดสอบการสั่งงานผ่านสมาร์ทโฟน และการทดสอบการเพาะต้นอ่อนกัญชา ดังแสดงในรูปที่ 9

4.1 การทดสอบการทำงานของวงจรวัดความเข้มแสง

ตารางที่ 2 การทำงานของวงจรวัดความเข้มแสง

ครั้งที่	ค่าที่อ่านได้ (ลักซ์)	ค่าที่ลักซ์มิเตอร์อ่านได้ (ลักซ์)	ค่าความผิดพลาด (%)
1	320	350	8.57
2	600	650	7.69
3	1000	1080	7.40
4	1700	1820	6.59
5	3000	3250	7.69
6	4730	4970	4.82
7	6500	6320	2.84
8	7800	7410	5.26
9	8760	8340	5.03
10	10320	11000	6.18
ค่าเฉลี่ย	-	-	6.21

จากตารางที่ 2 เป็นการทดสอบหาค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างค่าความเข้มแสงที่แอลดีอาร์แปลงค่าออกมาได้ และค่าความเข้มแสงที่อ่านได้จากลักซ์มิเตอร์ โดยทำการวัดที่ค่าความเข้มแสงที่แตกต่างกันเป็นจำนวน 10 ครั้ง ผลปรากฏว่า ค่าความเข้มแสงที่อ่านได้จากอุปกรณ์ทั้งสองมีค่าต่างกันเฉลี่ย 6.21 %

4.2 การทดสอบการทำงานวงจรควบคุมชุดหลอดแอลอีดี

ตารางที่ 3 การทำงานของหลอดแอลอีดี

ครั้งที่	เวลา	ค่าที่วัดได้ (ลักซ์)	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ค่าที่โรงเรือน (ลักซ์)
1	16.30	12000	×	×	×	12000
2	16.50	9200	×	×	×	9050
3	17.00	8500	×	×	×	8300
4	17.10	7800	√	×	×	9440
5	17.20	7100	√	×	×	9020
6	17.30	6400	√	×	×	8720
7	17.40	5700	√	√	×	9310
8	17.50	5000	√	√	×	9120
9	18.00	4300	√	√	×	8640
10	18.20	3600	√	√	×	8150
11	18.40	2900	√	√	√	9320
12	18.50	2200	√	√	√	9010
13	19.00	1500	√	√	√	8820
14	19.45	800	√	√	√	8570
15	20.00	0	√	√	√	8380

จากตารางที่ 3 เป็นการทดสอบการทำงานของหลอดแอลอีดี โดยควบคุมความเข้มแสงที่ให้กับแอลดีอาร์มากำหนดให้หลอดไฟแอลอีดีแต่ละชุดทำงาน ทำการวัดที่ค่าความเข้มแสงภายในโรงเรือนที่แตกต่างกันเป็นจำนวน 15 ครั้ง ผลปรากฏว่า ชุดหลอดไฟแอลอีดีสามารถทำงานร่วมกับแอลดีอาร์ ทำให้ค่าความเข้มแสงที่วัดได้ภายในโรงเรือนมีค่าใกล้เคียง 10,000 ลักซ์

4.3 การทดสอบการตรวจวัดอุณหภูมิ

ตารางที่ 4 การทดสอบการตรวจวัดอุณหภูมิ

ครั้งที่	เวลา	ค่าของเทอร์โมมิเตอร์ (^oC)	ค่าที่วัดได้ (^oC)	ค่าความผิดพลาด (%)
1	07.00	26.30	26.00	1.15
2	08.00	28.50	28.00	1.78
3	09.00	29.10	29.00	0.34
4	12.00	33.60	33.00	1.81
5	13.00	35.20	35.00	0.57
6	15.00	34.50	34.00	1.47
7	16.00	34.70	34.00	2.05
8	20.00	31.80	31.00	2.58
9	21.00	28.60	28.00	2.14
10	22.00	26.20	26.00	0.76
ค่าเฉลี่ย	-	-	-	1.15

จากตารางที่ 4 เป็นการทดสอบหาค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในอุปกรณ์วัดอุณหภูมิที่นำมาใช้ โดยนำมาเปรียบเทียบอุณหภูมิที่เทอร์โมมิเตอร์วัดได้ ทำการทดสอบเป็นจำนวน 10 ครั้ง ผลปรากฏว่า ค่าความผิดพลาดที่ได้ไม่เกิน +/- 5 %

4.4 การทดสอบการทำงานวงจรควบคุมปั๊มน้ำ

ตารางที่ 5 การทำงานของปั๊มน้ำ

ครั้งที่	ความชื้นในดิน (%)	ปั๊มน้ำ
1	75	ไม่ทำงาน
2	54	ทำงาน
3	71	ไม่ทำงาน
4	58	ทำงาน
5	51	ทำงาน
6	77	ไม่ทำงาน
7	52	ทำงาน
8	78	ไม่ทำงาน
9	80	ไม่ทำงาน
10	71	ไม่ทำงาน

จากตารางที่ 5 เป็นการทดสอบการทำงานของปั๊มน้ำ โดยสามารถจ่ายน้ำอัตโนมัติได้ขึ้นอยู่กับความชื้นในดิน ถ้าค่าที่อุปกรณ์วัดความชื้นในดินวัดได้มากกว่า 70 % จะทำให้ปั๊มน้ำไม่ทำงาน แต่ถ้าค่าที่อุปกรณ์วัดความชื้นในดินวัดได้ต่ำกว่า 70 % จะทำให้ปั๊มน้ำทำงาน

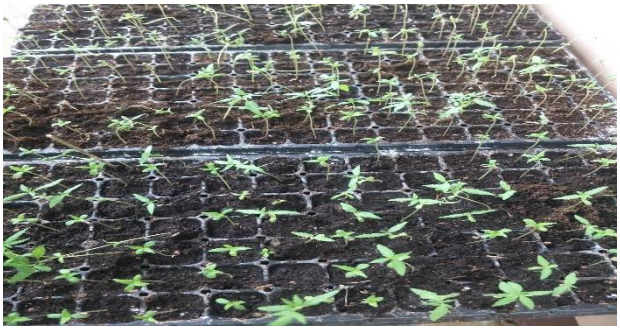
4.5 การทดสอบการสั่งงานผ่านสมาร์ทโฟน

รูปที่ 10 และรูปที่ 11 สามารถสั่งงานผ่านสมาร์ทโฟนได้ และสามารถแสดงสถานะความชื้นในดิน ความเข้มแสงสว่าง อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ได้ รวมถึงการควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำ และชุดหลอดแอลอีดีได้

รูปที่ 10 หน้าจอแอพพลิเคชั่นที่ใช้ในการสั่งงาน

รูปที่ 11 การตั้งค่าเงื่อนไขต่างๆ ในแอพพลิเคชั่น

4.6 การทดสอบการเพาะต้นอ่อนกัญชา



รูปที่ 12 ต้นอ่อนกัญชาที่เพาะปลูกภายในโรงเรือน
ที่ถ่ายจากภาพจริง

ตารางที่ 6 การรอดชีวิตของต้นอ่อนกัญชา

สัปดาห์	ความสูงเฉลี่ยต้นอ่อนกัญชา (ซม.)	จำนวนการอยู่รอด (ต้น)	เปอร์เซ็นต์การอยู่รอด (%)
1	2.5	851	90
2	5.3	803	85
3	11.4	784	83
4	13.12	775	82

จากตารางที่ 6 เป็นการทดสอบเพาะปลูกต้นอ่อนกัญชาด้วยโรงเรือนเพาะกัญชาที่ควบคุมด้วยระบบไอโอทีจำนวน 945 ต้น โรงเรือนเพาะกัญชาที่ควบคุมด้วยระบบไอโอที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของต้นอ่อนกัญชา ทำให้ต้นอ่อนมีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดสูงสุด 82 เปอร์เซ็นต์ที่สัปดาห์ที่ 4 ดังแสดงในรูปที่ 13

รูปที่ 13 ต้นอ่อนกัญชาภายในโรงเรือนที่ถ่ายจากภาพจริง

5. บทสรุป

จากการทดสอบโรงเรือนเพาะกัญชาด้วยระบบไอโอที ระบบมีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณแสง แล้วส่งค่าไปประมวลผลโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU ESP8266 เพื่อควบคุมให้ปั๊มพ่นละอองน้ำและโคมไฟแอลอีดีทำงาน หลังจากนั้นก็จะแสดงผลบนจอแสดงผลเจ็ดส่วน ทำให้วัดค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้นและปริมาณแสงได้ตามที่กำหนดไว้ โดยสามารถรักษาความชื้นไม่ให้ต่ำกว่า 60% และไม่ให้เกิน 70% และถ้าปริมาณแสงน้อยกว่า 8,000 ลักซ์ โคมไฟชุดที่ 1 จะทำงาน ถ้าปริมาณแสงน้อยกว่า 6,000 ลักซ์ โคมไฟชุดที่ 2 จะทำงานพร้อมกัน และเมื่อปริมาณแสงน้อยกว่า 3,000 ลักซ์ โคมไฟชุดที่ 3 จะทำงานพร้อมกัน เพื่อเพิ่มปริมาณมาณแสงในเวลาที่แสงน้อยได้ตามที่กำหนดไว้ ซึ่งแต่ละช่วงเวลาอุณหภูมิ ความชื้น และสภาพอากาศก็แตกต่างกันออกไป สามารถสั่งงานผ่านสมาร์ทโฟนได้ และสามารถแสดงสถานะความชื้นในดิน ความเข้มแสงสว่าง อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ผ่านสมาร์ทโฟนได้ รวมถึงการควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำและชุดหลอดแอลอีดีผ่านสมาร์ทโฟนได้อีกด้วย ลดเวลาการทำงานของคน การใช้แรงงานคน เพิ่มคุณภาพในการเพาะกัญชาอีกด้วย และก่อให้เกิดการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างผู้ใช้งานและวัตถุในเครือข่าย กล่าวคือ ผู้ใช้งานสามารถสั่งการควบคุมการใช้งานวัตถุ สิ่งของในเครือข่ายผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ เปลี่ยนโรงเรือนเพาะกัญชาธรรมดาให้กลายเป็นโรงเรือนอัจฉริยะ ทำให้ช่วยอำนวยความสะดวก สบาย และลดขั้นตอนบางอย่างในชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างมาก

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ควรเลือกสถานที่ติดตั้งโรงเรือนเพาะกัญชาให้มีสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเจริญเติบโตต่อต้นอ่อนกัญชาที่สุด

6.2 สามารถนำไปต่อยอดโดยใช้กับระบบพลังงานแสงอาทิตย์ได้ ในสถานที่ที่ห่างไกลจากระบบไฟฟ้า

6.3 ควรศึกษาและค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวกับการเพาะกัญชาให้ละเอียดขึ้นกว่าเดิมหรือสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการเพาะกัญชาโดยเฉพาะ

เอกสารอ้างอิง

[1] รวิสสาข์ สุชาโต และคณะ. ผลกระทบทางเศรษฐกิจของการเพาะปลูกกัญชาเพื่อเป็นพืชเศรษฐกิจของไทย. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.). กุมภาพันธ์ 2564.

[2] ชัยวุฒิ วุทธิสิทธ์. การพัฒนาแบบจำลองระบบควบคุมการปลูกพืชในโรงเรือนด้วย IoT บน

แพล็ตฟอร์ม NETPIE. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ปีที่ 3 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2564. หน้า 30-39.

[3] กันตพัฒน์ เหลืองเจริญวัฒนา. การพัฒนาอัลกอริทึมระบบปลูกพืชอัจฉริยะสำหรับการปลูกกัญชาในโรงเรือนปิด. วิทยานิพนธ์ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยนเรศวร ปีการศึกษา 2565.

[4] ชัยพร อัดโดดดร และนิติคม อริยพิมพ์. การออกแบบและสร้างระบบไอโอทีสำหรับปลูกผักแบบอัตโนมัติที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม. Volume 23, Issue 1, No.44, January-June 2022. หน้า 1-15.

[5] Muhammad Shoaib Farooq, Rizwan Javid, Shamyla Riaz, Zabihullah Atal. Internet of Things (IoT) Technologies in Greenhouse Farming: A Systematic Literature Review. IEEE Access 2022. pp. 1-26.

[6] Rajat .F. Rayaraddi, Ritesh Priyadarshi, Manjunath C. R, Soumya K .N. Smart Green-House using IOT. International Journal of Innovative Science and Research Technology. Volume 3, Issue 5, May 2018. pp. 235-238.

[7] White Paper. Components of Marijuana Greenhouse. April 12, 2021.