โรงเรือนแบบไฮโดรโปนิกส์ที่มีระบบการควบคุมแบบอัตโนมัติโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์
Hydroponics house with automatic control system using solar energy

ขจรศักดิ์ พงศ์ธนา[1*], ชัยวัฒน์ สากุล[2]

Kajornsak Pongtana[1*], Chaiwat Sakul[2]

[1*]คณะครุศาตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา

[2]คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

[1]Faculty of Industrial education and technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Songkla,

[2]Faculty of Engineering and Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang campus,

*Corresponding author. Tel: 08 1541 42999, Email: pkajornsak@yahoo.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบการสร้างโรงเรือนแบบไฮโดรโปนิกส์ที่มีระบบการควบคุมแบบอัตโนมัติโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ โครงสร้างของระบบจะมี 2 ส่วน คือ ส่วนแรกจะเป็นระบบพลังงานทดแทนจากพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถผลิตกำลังได้ที่ 842.21 วัตต์ต่อวัน โดยใช้แผงโซล่าร์เซลล์ขนาด 120 วัตต์ ซึ่งสามารถทำงานได้ไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน ส่วนที่สองจะเป็นการทำงานของระบบควบคุมการการทำงานในโรงเรือน ซึ่งมีอยู่ 5 ระบบ คือ ระบบควบคุมการผสมปุ๋ย ระบบควบคุมการเปลี่ยนถ่ายน้ำ ระบบควบคุมการสูบน้ำ ระบบควบคุมอุณหภูมิและระบบควบคุมความชื้นภายในโรงเรือน ขนาดของโรงเรือนที่ใช้ในการทดสอบจะมีความกว้าง 1.2 เมตร และความยาว 2.4 เมตร หลังคาของโรงเรือนจะเป็นรูปแบบทรงหน้าจั่วโดยปลายยอดหลังคาจะสูงขึ้นจากโครงเสา 0.8 เมตร ข้อดีคือจะสามารถระบายความร้อนได้ดี และพื้นโรงเรือนจะยกสูงจากพื้นดิน 0.80 เมตร มีวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถระบายน้ำส่วนเกินออกได้ โดยที่ช่วงเวลากลางวันระบบสามารถควบคุมความชื้นภายในโรงเรือนได้ 80% ที่อุณหภูมิ 35°C และระบบการเปลี่ยนถ่ายน้ำจะทำงานควบคู่กับระบบการผสมปุ๋ยมีอัตราส่วนคือ 400 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 80 ลิตร ที่เวลา 13 วินาที โดยระบบจะมีการทำงานทุก ๆ 7 วัน จนครบ 4 ครั้ง และในครั้งที่ 5 ระบบการเปลี่ยนถ่ายน้ำยังคงทำงานตามปกติโดยที่ระบบผสมปุ๋ยจะหยุดการทำงาน จากผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบพบว่าโรงเรือนแบบไฮโดรโปนิกส์ที่ออกแบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเหมาะสำหรับการนำมาประยุกต์ใช้งาน

คำสำคัญ: พลังงานแสงอาทิตย์ ระบบควบคุมอัตโนมัติ โรงเรือนไฮโดรโปนิกส์

Abstract

The article presents hydroponics house with an automation control system using solar energy. The structure of the system is divided into 2 parts: the first part is the solar energy

Received 31-07-2019
Revised 09-09-2019
Accepted 11-09-2019

system which can produce electric power at 842.21 Watt per day and the second part is the control system which consists of 5 operations; fertilizer mixing control system, water charging control system, water pump control system, temperature control system and humidity control system. The dimension of the hydroponics house is 12 meters wide and 2.4 meters in length. The house is covered with a gable roof with 0.8-meter height up from the roof frame for better ventilation, meanwhile, the floor frame is also 0.8-meter-high up from the ground for the release of overused water. During the daytime, the system can control 80% of humidity inside hydroponics house at a temperature of 35°C. The water charging control system will work in conjunction with the fertilizer mixing system with a ratio of 400 mL fertilizer per 80 liters of water at 13 seconds run time. The system is functioned to run every 7 days for 4 times and then at the fifth time, the water charging control system will still work as usual while the fertilizer mixing system will stop working. From the performance testing of the system, it is found that the designed hydroponics-house can work efficiently and is suitable for the application.

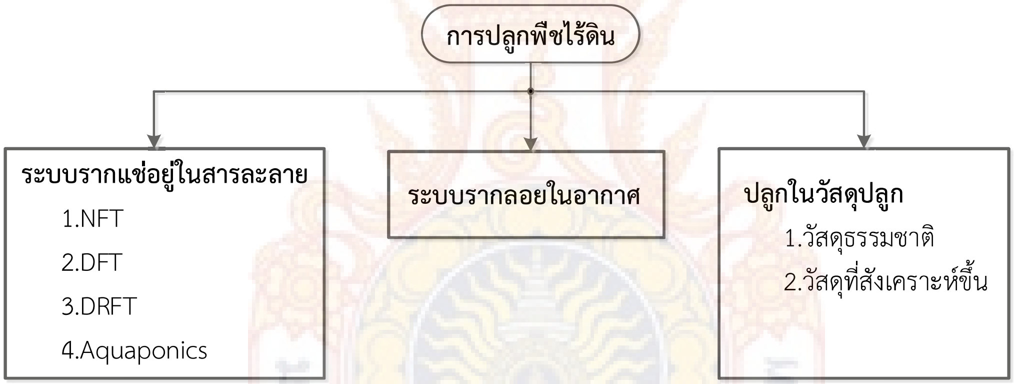
Keywords: Solar energy, Automation control system, Hydroponics-house

1.บทนำ

ประเทศไทยได้ชื่อว่าเป็นประเทศทางด้านเกษตรกรรมมาตั้งแต่ดีตถึงปัจจุบัน เนื่องจากเป็นประเทศที่ตั้งอยู่ในเขตมรสุมเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งมีสภาพภูมิประเทศ ทรัพยากร สิ่งแวดล้อมและมีภูมิอากาศเอื้อต่อการทำการเกษตร ประชากรส่วนใหญ่ของประเทศจะประกอบอาชีพทางด้านเกษตรกรรมหรืออาชีพที่เกี่ยวข้องด้านการเกษตร แม้ว่าในปัจจุบันได้มีการพัฒนาให้ประเทศก้าวไปสู่ประเทศที่มีการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมแต่ก็ยังคงต้องพึ่งพาอาศัยเกษตรกรรมอยู่เช่นเดียวกับประเทศที่ได้พัฒนาไปแล้ววิวัฒนาการและการพัฒนาการเกษตรของไทยได้มีการเปลี่ยนแปลงตามยุคสมัยด้วยเช่นกันตามกระแสการเปลี่ยนแปลงของโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา การปลูกพืชก็เช่นเดียวกันในอดีตจะเป็นการปลูกพืชในดินซึ่งเป็นวิธีการที่มีการปฏิบัติโดยทั่วไป ต่อมาได้มีการนำเสนองานวิจัยที่ได้แสดงวิธีและกระบวนการต่าง ๆ ในการปลูกพืชวิธีใหม่ขึ้นมาอย่างมากมาย [1-7] โดยได้เสนอวิธีการที่เหมาะกับการปลูกพืชในบริเวณที่ไม่มีพื้นที่สำหรับการเพาะปลูก เช่น คอนโด อพาร์ทเมนท์ เป็นต้น นั่นคือวิธีการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ วิธีการแบบนี้เหมาะสำหรับการปลูกพืชผักสวนครัวที่มีลักษณะของลำต้นไม่ใหญ่หรือสูงมากนัก ส่วนใหญ่จะเป็นผักที่นำส่วนของใบมาประกอบอาหารเท่านั้น จุดเด่นที่สำคัญของการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์จะสามารถป้องกันป้องกันแมลงที่เป็นศัตรูพืชได้ดีและเป็นผักที่ปลอดสารพิษ แต่อย่างไรก็ตามการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์มีความจำเป็นต้องใช้พลังงานไฟฟ้าช่วยในการสูบน้ำเพื่อจ่ายให้กับพืชที่ปลูกตลอดเวลา ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าและโรงเรือนที่ใช้ปลูกพืชจะมีลักษณะเป็นแบบโรงเรือนปิดซึ่งจะมีข้อเสียคือภายในโรงเรือนจะมีความร้อนสะสมอยู่เป็นปริมาณมาก วิธีการแก้ไขคือการสร้างระบบการระบายอากาศ

เพื่อให้มีอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชตามความเหมาะสม ในส่วนของระบบการให้ปุ๋ยที่ผ่านมาจะใช้จะใช้วิธีการให้ปุ๋ยและวิธีการถ่ายน้ำทิ้งโดยมีมนุษย์เป็นผู้ดำเนินการทั้งหมดซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหาและอุปสรรคตามมา เช่น ช่วงเวลาของการให้ปุ๋ยและถ่ายน้ำทิ้งไม่ตรงตามเวลาที่กำหนดอาจทำให้พืชที่ปลูกเกิดความเสียหายได้ ตัวอย่างงานวิจัยที่มีการนำเสนอในอดีตที่ผ่านมา [6] ได้เสนอโรงเรือนไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติ ซึ่งจะมีการทำงานโดยสามารถควบคุมความชื้น อุณหภูมิ การให้น้ำแบบหมุนเวียน เป็นต้น ซึ่งระบบจะเลือกการควบคุมการทำงานโดยมนุษย์ แต่มีข้อด้อยคือระบบการทำงานจะต้องใช้แหล่งพลังงานจากภายนอกมาควบคุมการทำงานทั้งระบบ

ดังนั้นเพื่อลดปัญหาและอุปสรรคดังกล่าว จึงได้เสนอการออกแบบโรงเรือนแบบไฮโดรโปนิกส์ที่มีระบบการควบคุมแบบอัตโนมัติโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งข้อดีของระบบจะสามารถใช้ระบบที่มีการควบคุมแบบอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้ในระบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องแทนการควบคุมโดยมนุษย์และทำให้สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งจะใช้แผงโซล่าร์เซลล์ที่มีขนาด 120 วัตต์ เข้ามาช่วยในการผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้ในเวลากลางคืน และข้อดีอีกประการหนึ่งคือเป็นการส่งเสริมให้มีการปลูกผักปลอดสารพิษเพื่อเก็บไว้รับประทานเองเพื่อสุขภาพที่ดีต่อไป



ภาพที่ 1 รูปแบบการปลูกพืชไร้ดิน

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

2.1 การออกแบบโรงเรือน

การออกแบบโรงเรือนแบบไฮโดรโปนิกส์ที่มีระบบการควบคุมแบบอัตโนมัติโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์การสร้างโรงเรือนแบบไฮโดรโปนิกส์ การออกแบบจะสร้างโรงเรือนขนาด 1.20 x 2.40 เมตร วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้คือท่อพีวีซี โดยใช้ข้อต่อพีวีซีทากาวให้ยึดติดกันเพื่อความทนทาน ประกอบด้วย

- โครงสร้างอาคาร จะใช้วัสดุท่อพีวีซีโดยใช้ข้อต่อพีวีซีมายึดให้ทนทานให้กับโรงเรือน มีขนาด 1.20 x 2.40 เมตร ส่วนของหลังคาจะเลือกแบบทรงหน้าจั่วข้อดีคือจะช่วยระบายความร้อนได้ดี โดยมีปลายยอดหลังคาสูงขึ้นจากโครงเสาประมาณ 0.8 เมตร

- พื้นโรงเรือนยกสูง 0.8 เมตร เพื่อให้สามารถระบายน้ำส่วนเกินออกได้

- วัสดุกั้นฝาโรงเรือนและหลังคาจะเลือกวัสดุผ้ายางคลุมเฉพาะสำหรับการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์คลุมทั้งโรงเรือนมีลักษณะเป็นผ้ายางพลาสติกสีขาวขุ่น

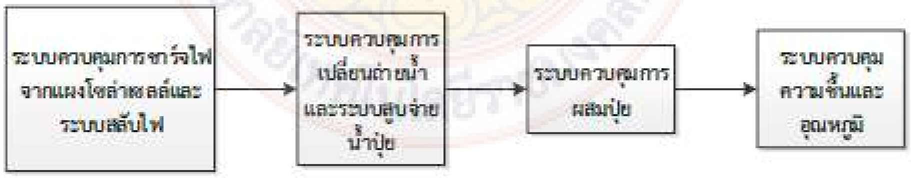
- ชั้นวางผักจะเป็นส่วนที่ต้องสัมผัสกับน้ำปุ๋ย วัสดุที่เลือกใช้จึงควรมีความทนทานต่อการสึกกร่อน ความชื้น และเชื้อรา

2.2 การออกแบบระบบควบคุม

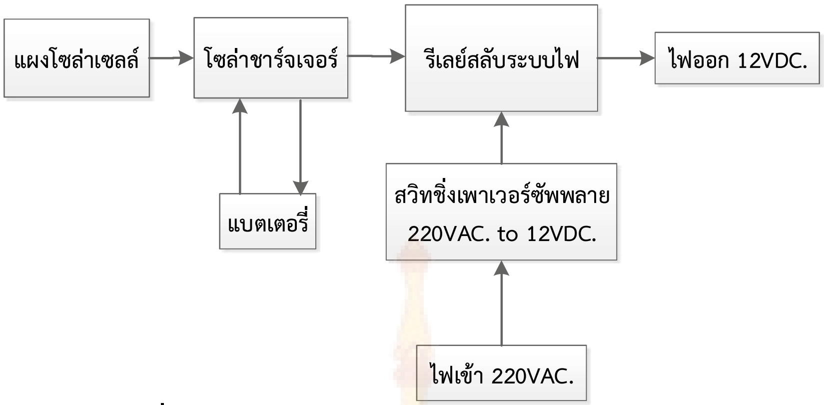
การปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์จะเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ธาตุอาหารในการปลูกพืชโดยปราศจากดินที่ใช้ในการปลูกพืชโดยทั่วไป ซึ่งในอดีตที่ผ่านมามีแบบไฮโดรโปนิกส์สามารถแบ่งออกตามลักษณะและวิธีการปลูกพืชสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มแรกจะเป็นระบบรากแช่อยู่ในสารละลาย กลุ่มที่สองจะเป็นระบบรากลอยในอากาศและกลุ่มที่สามจะเป็นระบบที่ปลูกในวัสดุปลูก แสดงได้ดังภาพที่ 1 ปัจจุบันมีผู้เสนองานวิจัยอย่างมากมาย สำหรับรูปแบบของการของการปลูกพืชไร้ดินหรือที่นิยมเรียกว่าการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์นั่นเอง

การปลูกพืชในระบบรากแช่ที่นำเสนอในงานวิจัยนี้จะเป็นการปลูกพืชแบบระบบน้ำตื้น NFT (Nutrient film technique) วิธีการนี้จะต้องให้รากของพืชแช่อยู่ในน้ำผสมธาตุอาหารพืชตลอดเวลาและมีระบบเติมอากาศลงไปในสารละลายเพื่อให้รากพืชได้รับออกซิเจนอย่างสม่ำเสมอ โดยงานวิจัยที่นำเสนอนี้จะนำระบบการควบคุมโดยใช้ไมโครคอลโทรลเลอร์มาประยุกต์ใช้ร่วมกับทามเมอร์แทนการควบคุมโดยมนุษย์ซึ่งอาจจะเกิดความผิดพลาดได้และได้ออกแบบให้ระบบการมีการใช้งานได้โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งจะช่วยในการลดและประหยัดพลังงานได้อีกด้วย การทำงานของระบบการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ที่นำเสนอในงานวิจัยแสดงได้ดังภาพที่ 2

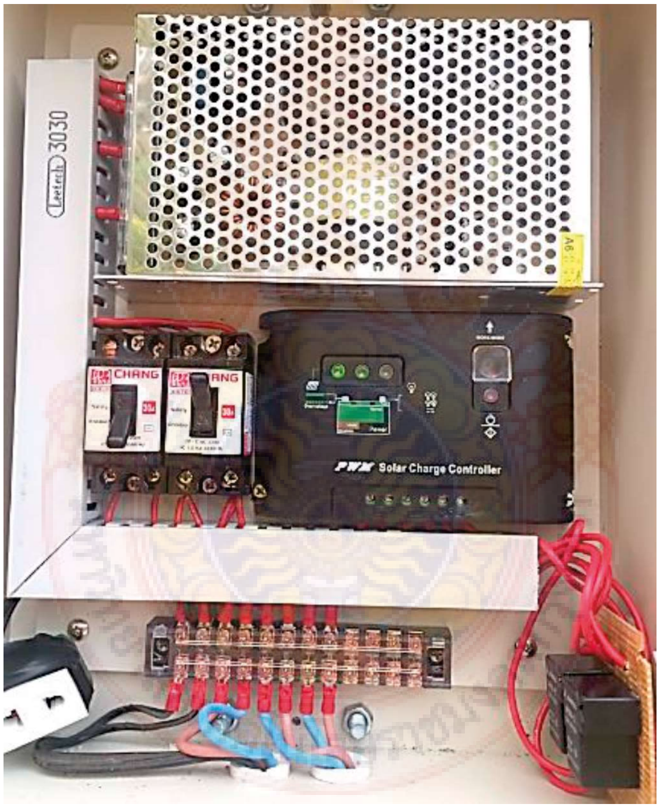
การออกแบบการสร้างโรงเรือนแบบไฮโดรโปนิกส์ที่มีระบบการควบคุมแบบอัตโนมัติโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่ออกแบบในงานวิจัยนี้จะมีส่วนประกอบต่าง ๆ ที่สำคัญรวม 4 ส่วนด้วยกัน โดยที่การทำงานของแต่ละส่วนจะมีการทำงานร่วมกันคือระบบควบคุมการชาร์จไฟจากแผงโซล่าร์เซลล์และระบบควบคุมการสลับไฟฟ้า ระบบควบคุมการเปลี่ยนถ่ายน้ำและระบบสูบจ่ายน้ำปุ๋ย ระบบควบคุมการผสมปุ๋ยและระบบควบคุมความชื้นและระบบควบคุมอุณหภูมิโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ามาควบคุมโดยอาศัยหลักการเขียนโปรแกรมควบคุมที่ออกแบบจากโปรแกรม Arduino



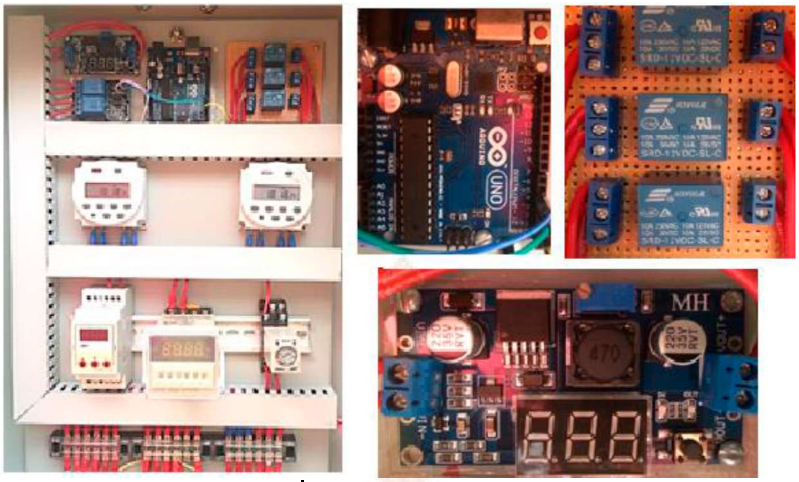
ภาพที่ 2 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบ



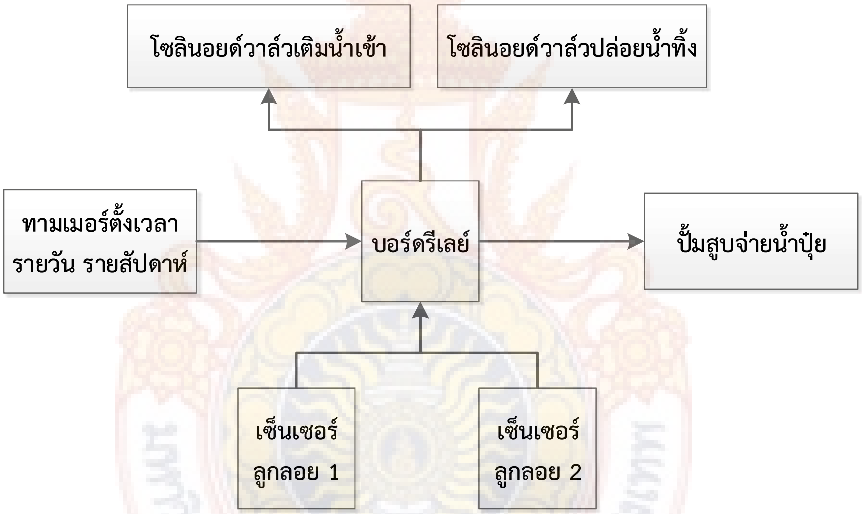
ภาพที่ 3 ระบบควบคุมการชาร์จไฟและระบบควบคุมการสลับไฟ



ภาพที่ 4 ระบบควบคุมการชาร์จไฟจากแผงโซล่าเซลล์และระบบควบคุมการสลับไฟ



ภาพที่ 5 ระบบควบคุมอัตโนมัติ



ภาพที่ 6 ระบบควบคุมการเปลี่ยนถ่ายน้ำและระบบสูบจ่ายน้ำปุ๋ย

2.2.1 ระบบควบคุมการชาร์จไฟจากแผงโซล่าร์และระบบการควบคุมการสลับไฟ

การทำงานของระบบจะมีหลักการทำงาน คือ จะทำการแปลงพลังงานแสงอาทิตย์ในช่วงเวลากลางวันให้เป็นพลังงานไฟฟ้าและทำการชาร์จประจุเข้าสู่แบตเตอรี่ โดยพลังงานที่ใช้ในช่วงเวลากลางวันจะนำแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 220 โวลต์ แปลงเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12 โวลต์ ทำหน้าที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ในตู้ตวบคุมโดยตรง และในช่วงระยะเวลากลางคืนหรือในช่วงที่ไม่สามารถชาร์จพลังงานแสงอาทิตย์ได้ ระบบจะสลับการทำงานมาสู่โหมดที่ใช้พลังงานทดแทนโดยอัตโนมัติโดยใช้รีเลย์เป็นตัวตัดต่อการทำงานของระบบ ซึ่งจะใช้

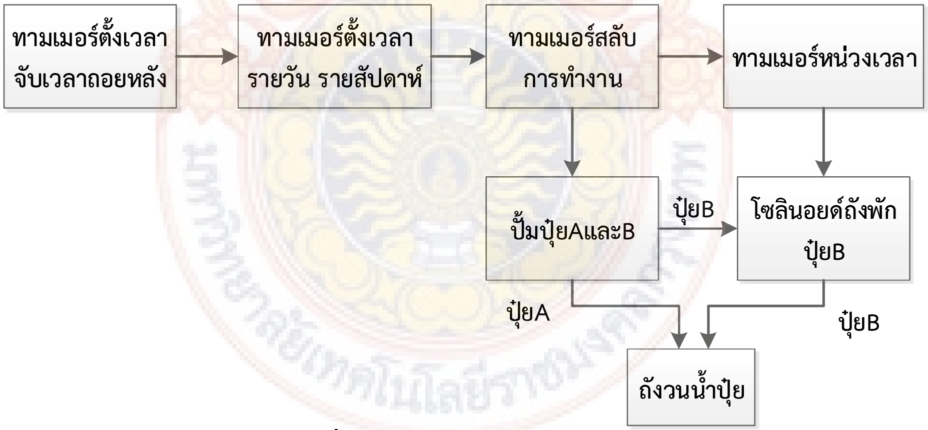
พลังงานไฟฟ้ากระแสตรงจากแบตเตอรี่ที่ได้ชาร์จประจุไว้ และเมื่อพลังงานจากแบตเตอรี่หมดระบบจะสลับการทำงานไปใช้ไฟฟ้ากระแสสลับอีกครั้ง การทำงานของระบบแสดงได้ดังภาพที่ 3 และภาพที่ 4

2.2.2 ระบบควบคุมการเปลี่ยนถ่ายน้ำและระบบสูบจ่ายน้ำปุ๋ย

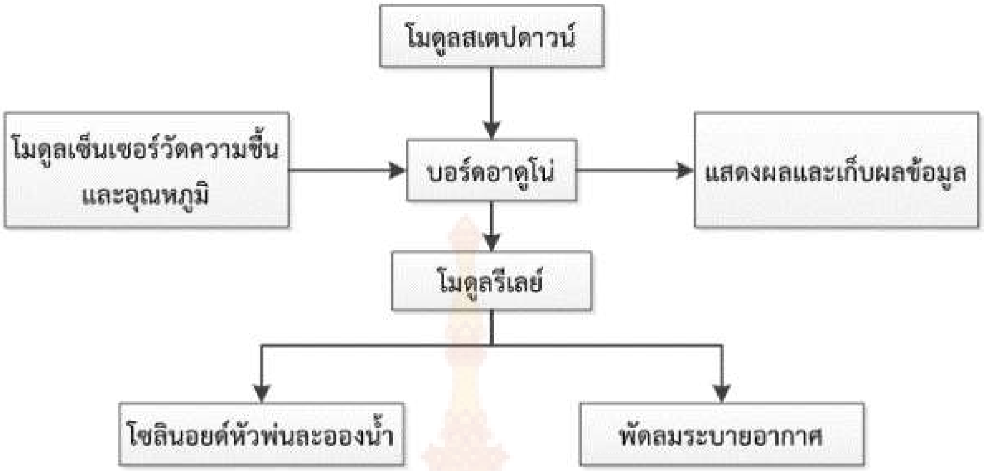
การทำงานของระบบทั้งสองแบบจะใช้ทามเมอร์ในการตั้งเวลา โดยสามารถที่จะตั้งเวลาให้ระบบมีการทำงานเป็นรายวันหรือรายสัปดาห์ เพื่อควบคุมให้โซลินอยด์วาล์วทำการเปิดวาล์วเพื่อถ่ายน้ำปุ๋ยออกมา การทำงานของอุปกรณ์สามารถทำงานได้โดยนำรีเรย์มาต่อกับเซ็นเซอร์ลูกลอยตัวที่ 1 ซึ่งจะเป็นเซ็นเซอร์ที่ควบคุมการเติมน้ำในกรณีที่ต้องการเติมน้ำหรือในกรณีที่น้ำในระบบลดงลง โดยจะสั่งให้โซลินอยด์วาลว์เติมน้ำปล่อยน้ำเข้าสู่ระบบจนถึงระดับเซ็นเซอร์ของลูกลอยที่กำหนดจากนั้นระบบจะตัดการทำงานของชุดเติมน้ำ ระบบการทำงานของการเติมน้ำจะมีการทำงานตลอดเวลาและในกรณีสั่งให้โซลินอยด์วาล์วถ่ายน้ำปุ๋ยออกตัวรีเรย์ก็จะทำการตัดระบบการเติมน้ำอัตโนมัติออกไปจนถึงช่วงเวลาที่ตั้งทามเมอร์ไว้จึงจะหยุดระบบการถ่ายน้ำปุ๋ยทันทีในทางกลับกันส่วนของระบบเติมน้ำก็จะกลับมาทำงานเช่นเดิม และเมื่อระบบเติมน้ำในถังวนปุ๋ยจนเต็มเซ็นเซอร์ลูกลอยตัวที่ 2 จะสั่งให้รีเลย์ทำงานเพื่อสั่งให้ปั้มสูบจ่ายน้ำปุ๋ยทำงาน โดยจะสูบปุ๋ยไปยังแปลงผักไฮโดรโปนิกส์ที่ออกแบบทันที การทำงานของระบบสามารถแสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานได้ดังภาพที่ 5 และภาพที่ 6

2.2.3 ระบบควบคุมการผสมปุ๋ย

ภาพที่ 7 จะแสดงระบบควบคุมการผสมปุ๋ยซึ่งจะใช้ทามเมอร์เป็นอุปกรณ์หลักในการออกแบบ สามารถอธิบายการทำงานของทามเมอร์ในแต่ละส่วนได้ดังนี้



ภาพที่ 7 ระบบควบคุมการผสมปุ๋ย



ภาพที่ 8 ระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิ

ทามเมอร์ ตั้งเวลาจับเวลาถอยหลัง จะทำหน้าที่ในการจับเวลานับถอยหลังซึ่งจะควบคุมระยะเวลาในการทำงานให้ระบบมีการทำงานตรงตามระยะเวลาที่กำหนด ซึ่งในงานวิจัยนี้จะกำหนดให้ระบบผสมปุ๋ยมีการทำงานตลอดระยะเวลา 4 สัปดาห์ และในสัปดาห์ที่ 5 จะตั้งให้ทามเมอร์ตัดระบบผสมปุ๋ยให้หยุดการทำงานเพื่อต้องการให้ระบบส่งน้ำให้แปลงผักก่อนทำการเก็บเกี่ยวประมาณ 3-5 วัน

ทามเมอร์ตั้งเวลา รายวัน รายสัปดาห์ จะทำหน้าที่สั่งให้ระบบผสมปุ๋ยทำงานหลังจากที่ระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำทำงาน

ทามเมอร์สลับการทำงาน จะทำหน้าที่ควบคุมควบคุมปริมาณของปุ๋ยให้มีอัตราส่วนตรงตามที่ผักต้องการ โดยจะสั่งให้ปั้มปุ๋ย A และปั้มปุ๋ย B ทำการปั้มปุ๋ยในอัตราส่วนที่เท่ากัน การทำงานปุ๋ย A จะถูกปั้มลงสู่ถังวนน้ำปุ๋ยก่อน ส่วนปั้มปุ๋ย B จะปั้มปุ๋ยลงสู่ถังพักปุ๋ย B จนกว่าทามเมอร์หน่วงเวลาจะสั่งให้โซลินอยด์วาลว์ปล่อยปุ๋ย B ลงไปผสมกับปุ๋ย A ในถังวนน้ำปุ๋ย

ทามเมอร์หน่วงเวลา จะทำหน้าที่หน่วงเวลาเพื่อให้โซลินอยด์วาลว์ของถังพักปุ๋ย B ปล่อยปุ๋ยลงไปผสมกับปุ๋ย A ในถังวนน้ำปุ๋ยในระยะเวลาที่เหมาะสม โดยในงานวิจัยนี้จะกำหนดให้มีการหน่วงเวลา 5 นาที ซึ่งในระยะเวลาดังกล่าวพบว่าปุ๋ย A และปุ๋ย B จะผสมเข้ากันได้ดีและที่สำคัญไม่ทำให้เกิดการตกตะกอนของปุ๋ยที่ทำการผสม

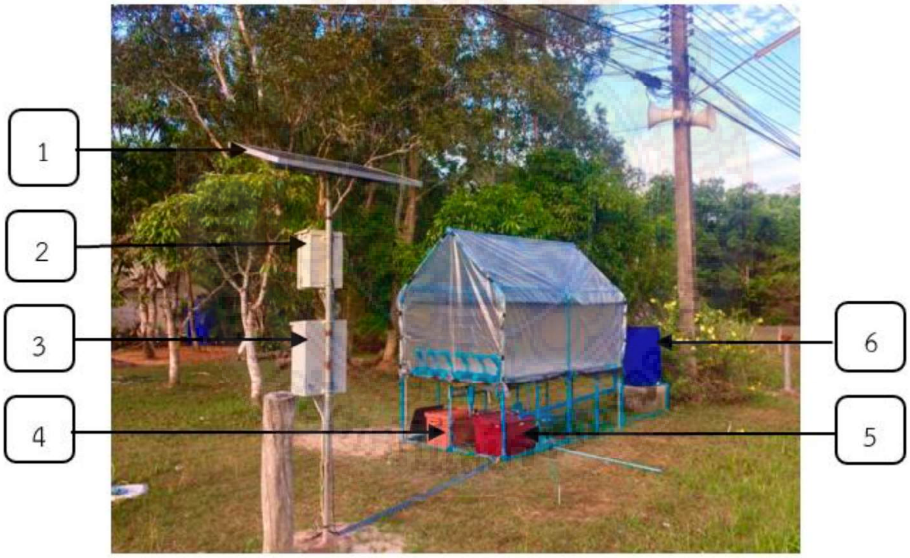
2.2.4 ระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิ

การทำงานของระบบแสดงดังภาพที่ 8 โดยจะกำหนดให้ระบบทำงานเมื่อเซนเซอร์รับค่าความชื้นที่สูงกว่า 80% ที่อุณหภูมิสูงกว่า 35°C ซึ่งจะควบคุมการทำงานโดยไมโครคอลโทรเลอร์โดยจะทำการประมวลผลแล้วสั่งโมดูลรีเลย์ทำหน้าที่ในการตัดต่อให้พัดลมระบายอากาศทำงานเพื่อเป็นการดูดอากาศร้อนชื้นบริเวณภายในของแปลงปลูกผักไฮโดร-โปนิกส์ออกจนกว่าค่าความชื้นภายในโรงเรือนจะลดลงตามที่กำหนดระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิจึงจะหยุดการทำงาน ทั้งนี้เพื่อเป็นการ-

ป้องกันโรครากเน่าที่เกิดขึ้นสำหรับการปลูกผักแบบไฮโดรโปนิกส์ และในกรณีที่เซนเซอร์รับค่าอุณหภูมิที่มีอุณหภูมิสูงกว่าค่าที่กำหนด (ในงานวิจัยกำหนดอุณหภูมิในโรงเรือนมีค่า35°C) ไมโครคอลโทรลเลอร์จะสั่งให้โซลินอยด์เปิดให้น้ำไหลผ่านท่อน้ำไปยังหัวพ่นละอองน้ำทำงานจนกว่าอุณหภูมิต่ำกว่า 35°C ระบบจึงจะหยุดการทำงาน ระบบที่นำเสนอในงานวิจัยนี้จะเหมาะกับการเจริญเติบโตของผักไฮโดรโปนิกส์เพราะการปลูกพืชไร้ดินในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ Nutrient film technique (NFT) ในโรงเรือนเพาะปลูกระบบปิด ซึ่งจะต้องมีการควบคุมให้มีอุณหภูมิในโรงเรือนระหว่าง 25-35°C ความชื้น 60-80% [1-4]

ภาพที่ 9 จะแสดงลักษณะโครงสร้างของโรงเรือนแบบไฮโดรโปนิกส์ที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วย แผงโซล่าเซลล์ (หมายเลข 1) ตู้ควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่และควบคุมการสลับระบบไฟฟ้า (หมายเลข 2) ตู้ควบคุมอัตโนมัติสำหรับโรงเรือนแบบไฮโดรโปนิกส์ (หมายเลข 3) ถังเก็บแบตเตอรี่และถังเก็บปุ๋ย (หมายเลข 4) ถังวนน้ำปุ๋ย (หมายเลข 5) และถังพักน้ำ (หมายเลข 6)

ภาพที่ 10 จะแสดงลักษณะโครงสร้างภายในของโรงเรือนแบบไฮโดรโปนิกส์ ซึ่งประกอบด้วย วาล์วปรับปริมาณการไหลของน้ำปุ๋ย (หมายเลข 1) หัวพ่นละอองน้ำ (หมายเลข 2) พัดลมดูดความชื้น (หมายเลข 3) เซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น (หมายเลข 4) และรางปลูกผัก (หมายเลข 5)



ภาพที่ 9 ลักษณะโครงสร้างของโรงเรือนแบบไฮโดรโปนิกส์ที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์

ภาพที่ 10 ลักษณะโครงสร้างภายในของโรงเรือนแบบไฮโดรโปนิกส์

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

การทดสอบการทำงานของระบบจะทำการทดสอบ 4 ส่วนด้วยกัน ดังนี้คือ ส่วนแรกคือทดสอบระบบวัดค่าความชื้นและค่าอุณหภูมิอัตโนมัติ ส่วนที่สองจะเป็นการทดสอบการทำงานของระบบการเปลี่ยนถ่ายน้ำปุ๋ย ส่วนที่สามจะเป็นการทดสอบการทำงานของระบบผสมแม่ปุ๋ย A และแม่ปุ๋ย B และสุดท้ายจะทดสอบการทำงานของระบบสลับไฟฟ้าเป็นการใช้ระบบไฟจากพลังงานแสงอาทิตย์ [5–7] ดังนี้

3.1 การทดสอบระบบการทำงานวัดค่าความชื้นและอุณหภูมิ

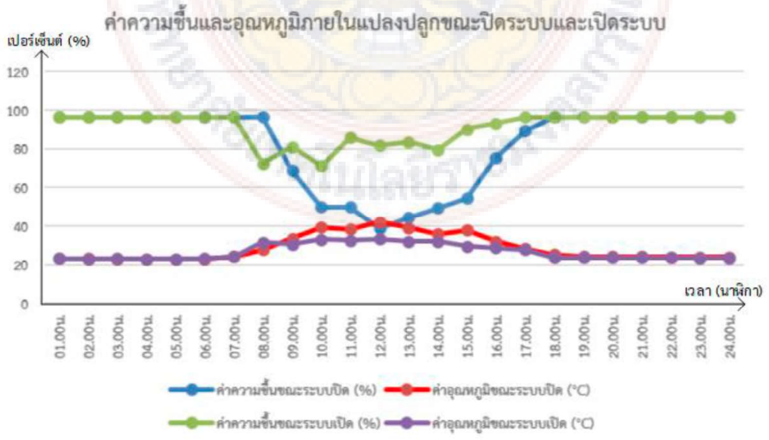
ภาพที่ 11 เป็นการทดสอบในขณะปิดระบบ พบว่าความชื้นในตอนกลางวันมีค่าต่ำกว่า 80% ที่อุณหภูมิสูงกว่า 35°C ทำให้อากาศภายในโรงเรือนโดยรวมจะเป็นอากาศที่ไม่เหมาะสมสำหรับการปลูกผักแบบไฮโดรโปนิกส์

ภาพที่ 12 เป็นการทดสอบในขณะเปิดระบบ พบว่าความชื้นในตอนกลางวันมีค่าไม่เกิน 80% ที่อุณหภูมิสูงกว่า 35°C ทำให้อากาศภายในโรงเรือน โดยรวมจะเป็นอากาศที่เหมาะสมสำหรับการปลูกผักแบบไฮโดรโปนิกส์

ภาพที่ 13 จะเป็นผลการทดสอบค่าความชื้นและอุณหภูมิในขณะที่ปิดระบบควบคุมอัตโนมัติ ในช่วงเวลากลางวันค่าความชื้นภายในโรงเรือนจะมีค่าต่ำและค่าอุณหภูมิมีค่าสูงทำให้ส่งผลให้สภาพอากาศภายในโรงเรือนมีสภาพอากาศที่ร้อนแห้งจึงไม่เหมาะสำหรับการปลูกพืชแบบไฮโดร-โปนิกส์ และเมื่อเปิดระบบควบคุมอัตโนมัติให้ทำงานพบว่าค่าความชื้นและอุณหภูมิภายในโรงเรือนจะมีค่าเปลี่ยนไปจากเดิมโดยที่ค่าความชื้นจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นแต่อุณหภูมิจะไม่เกินค่าที่กำหนดไว้จึงทำให้สภาพอากาศภายในโรงเรือนมีสภาพอากาศที่เหมาะสมแก่การเพาะปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์

ภาพที่ 11 ค่าความชื้นและอุณหภูมิในขณะปิดระบบ

ภาพที่ 12 ค่าความชื้นและอุณหภูมิในขณะเปิดระบบ



ภาพที่ 13 ความแตกต่างของค่าความชื้นและอุณหภูมิระหว่างปิดระบบกับเปิดระบบ

3.2 การทดสอบระบบการทำงานระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปุ๋ย

การทดสอบเปิดระบบการทำงานเปลี่ยนถ่ายน้ำปุ๋ยเพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการเปลี่ยนถ่ายน้ำปุ๋ยและเติมน้ำปุ๋ย โดยการใช้นาฬิกาในการจับเวลาการระบายน้ำและการเติมน้ำจนเต็ม จากนั้นจะตั้งเวลาโดยใช้ทามเมอร์ควบคุม พบว่าในกรณีใช้ถังวนน้ำปุ๋ยที่มีขนาด 80 ลิตร จะใช้เวลาในการถ่ายน้ำทิ้งประมาณ 15 นาทีและใช้เวลาเติมน้ำประมาณ 10 นาที การทดสอบจะตั้งเวลาที่ตัวทามเมอร์ควบคุมการถ่ายน้ำปุ๋ยในการปลูกพืชไฮโดรโปดิกส์เป็นระยะเวลา 1 เดือน พบว่าระบบสามารถทำงานได้ตรงตามระยะเวลาที่ตั้งไว้ โดยกำหนดให้ระบบถ่ายน้ำทิ้งทำงานที่เวลา 18.00-18.15 น. และเวลาที่ระบบเติมน้ำจนเต็มเวลา 18.15-18.25 น. ในทุก ๆ 7 วัน จำนวน 5 ครั้ง

3.3 การทดสอบระบบการทำงานการผสมแม่ปุ๋ย A และแม่ปุ๋ย B

การทดสอบการตั้งเวลาการทำงานกรณีใช้ถังวนน้ำปุ๋ย 80 ลิตร จะใช้อัตราส่วนของแม่ปุ๋ยกำหนดให้ใช้การผสมเป็นแม่ปุ๋ย 5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ดังนั้นในกรณีนี้จะต้องใส่แม่ปุ๋ย A และแม่ปุ๋ย B ชนิดละ 400 มิลลิลิตร โดยจะตั้งเวลาของทามเมอร์ปั้มสูบแม่ปุ๋ย 13 วินาที และตั้งเวลาของทามเมอร์ระบบปิดการผสมปุ๋ยที่เวลา 600 ชั่วโมง ดังนั้นจะต้องใช้เวลาในการทดสอบ 5 สัปดาห์ สำหรับระบบที่ทำการออกแบบ โดยระบบผสมปุ๋ยมีการทำงานตลอดระยะเวลา 4 สัปดาห์ และในสัปดาห์ที่ 5 จะตั้งให้ทามเมอร์ตัดระบบผสมปุ๋ยให้หยุดการทำงานเพื่อต้องการให้ระบบส่งน้ำให้แปลงผักก่อนทำการเก็บเกี่ยวประมาณ 3-5 วัน โดยจะสามารถลดอาการขมของผักและจะทำให้ผักสามารถดูดทรัพย์ปุ๋ยไปใช้ในการเจริญเติบโตจนหมดก่อนนำผักนั้นมาทำการบริโภค

3.4 การทดสอบระบบการทำงานของระบบสลับไฟฟ้าไปใช้ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

การทำงานของระบบพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้โซล่าร์เซลล์จะตั้งให้ระบบมีการทำงานอยู่ในโหมด 2 ซึ่งจะมีการทำงานหลังจากที่ดวงอาทิตย์ตก (12 ชั่วโมง) โดยจะกำหนดให้รีเรย์สลับไปใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ที่ผ่านการชาร์จประจุจากโซล่าเซลล์ในช่วงเวลากลางวัน ในกรณีที่พลังงานจากแบตเตอรี่หมดระบบก็จะตัดไปใช้พลังงานไฟฟ้าเช่นเดิมโดยอัตโนมัติ ผลการทดสอบพบว่าระบบการชาร์จพลังงานไฟฟ้าโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์จะสามารถชาร์จประจุไฟฟ้านำมาใช้ในโรงเรือนนาน 8 ชั่วโมง 25 นาที ใช้เวลาในการทดสอบ 7 วัน พบว่าระบบมีการทำงานสลับไปใช้ไฟฟ้าจากบ้านเฉลี่ยในช่วงระยะเวลา 03.05 น. ถึง 18.40 น. และระบบจะสลับไปใช้ไฟฟ้าจากแบตเตอรี่เฉลี่ยเวลา 18.40 น. ถึง 03.05 น.

4. สรุปผลการวิจัย

ระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับโรงเรือนแบบไฮโดรโปนิกส์โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ โรงเรือนมีขนาด (1.20 x 2.40 x 1.60) เมตร (กว้างxยาวxสูง) สามารถปลูกผักได้จำนวน 60 ต้น สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าและเพิ่มประสิทธิภาพของโรงเรือนเพาะปลูกผักแบบไฮโดรโปนิกส์ การทำงานจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมความชื้นและอุณหภูมิ สามารถควบคุมความชื้นภายในโรงเรือนในช่วงเวลากลางวันไม่เกิน 80% ที่อุณหภูมิไม่เกิน 35°C สำหรับการปลูกพืชไร้ดินในระบบไฮโดรโปนิกส์ แบบ Nutrient film technique (NFT) โรงเรือนเพาะปลูกจะเป็นระบบปิดซึ่งต้องควบคุมให้มีอุณหภูมิระหว่าง

25-35°C ความชื้น 60-80% ส่วนระบบการเปลี่ยนถ่ายน้ำจะทำงานควบคู่ไปกับระบบผสมปุ๋ย โดยจะผสมปุ๋ยที่อัตราส่วน 400 มิลลิลิตรต่อน้ำ 80 ลิตร ซึ่งจะใช้เวลา 13 วินาที โดยระบบจะทำงานทุก ๆ 7 วัน จนครบ 4 ครั้ง เมื่อเข้าสู่ครั้งที่ 5 ระบบผสมปุ๋ยจะหยุดการทำงาน แต่ระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำยังมีการทำงานตามปกติ ทุก ๆ ครั้งที่ระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำทำงานทำให้ระบบการสูบจ่ายน้ำปุ๋ยหยุดการทำงานลงจนกระทั่งระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปุ๋ยเปลี่ยนถ่ายน้ำเสร็จ ระบบสูบจ่ายน้ำปุ๋ยถึงจะกลับมาทำงานอีกครั้ง ส่วนระบบพลังงานแสงอาทิตย์จะทำการชาร์จในช่วงเวลากลางวัน พลังงานที่ได้จากแผงโซล่าเซลล์ขนาด 120 วัตต์ จะผลิตกำลังวัตต์ได้เฉลี่ย 842.21 วัตต์ต่อวัน ขึ้นอยู่กับปริมาณและระยะเวลาของแสงจากดวงอาทิตย์ที่ลงมาตกกระทบกับแผงโซล่าเซลล์ กำลังการผลิตไฟฟ้าที่ได้จากแผงโซล่าเซลล์สามารถนำพลังงานมาใช้กับระบบทั้งหมดภายในโรงเรือนได้นานเฉลี่ยประมาณ 8 ชั่วโมงต่อวัน และเมื่อนำมาคิดค่าความคุ้มทุนพบว่าเมื่อนำไปสร้างเป็นโรงเรือนขนาดใหญ่จะทำให้ลดต้นทุนแต่ยังมีข้อจำกัดในส่วนของพื้นที่และงบประมาณที่ค่อนข้างสูงสำหรับการปลูกพืชไว้รับประทานเองในครอบครัว

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณนายสันติ พูนสวัสดิ์และนางสาวบุญธิดา เดชอรัญ นักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ที่ได้ช่วยทางด้านเทคนิคในการจัดทำงานวิจัยให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ดิเรก ทองอร่าม. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน: หลักการจัดการผลิตเชิงธุรกิจในประเทศไทย (ฉบับปรับปรุงพิมพ์ใหม่ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: พิมพ์ดีการพิมพ์; 2550.

[2] นพดล เรียบเลิศหิรัญ. การปลูกพืชไร้ดิน (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น; 2553.

[3] โสระยา ร่วมรังสี. การปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์; 2544.

[4] อานัฐ ตันโช. คู่มือการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. เชียงใหม่: ทรีโอแอดเวอร์ไทซิ่ง แอนด์ มีเดีย; 2552.

[5] ธนากร น้ำหอมจันทร์, อติกร เสรีพัฒนานนท์. ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพันธ์ในโรงเรือนเพาะปลูกพืชไร้ดินแบบ Evaporative Cooling System ร่วมกับการสเปรย์ละอองน้ำแบบอัตโนมัติโดยใช้ PLC. รายงานฉบับสมบูรณ์ทุนวิจัยมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย ประจำปีการศึกษา 2555. กรุงเทพฯ; 2556.

[6] คำคูณ พันธวงศ์, รัฐศิลป์ รานอกภานุวัชร์. โรงเรือไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติ. การประชุมวิชาการงานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อตอบสนองท้องถิ่นและภาคอุตสาหกรรม. The 9th Conference on Application Research and Development; 25-28 กรกฎาคม 2560; เชียงคาน, จังหวัดเลย. 2017

[7] สมนึก ฉิมเรือง, ตันติกร จันโท. การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนเพื่อการปลูกผักสวนครัว. ภาควิชาวิศวกรรมเกษร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ประเทศไทย; 2559.