**บทที่ 5**

**สรุปผลการดำเนินงาน**

**5.1 สรุปผล**

ปริญญานิพนธ์นี้วัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเว็บแอปพลิเคชันและวินโดว์แอปพลิเคชันสำหรับมอนิเตอร์และควบคุมระบบโรงเรือนเพาะเห็ด ออกแบบและสร้างโรงเรือนที่ใช้สำหรับเพาะเห็ด ออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิความชื้นและแสงสว่างภายในโรงเรือนเพาะเห็ด ศึกษาและประยุกต์ใช้งาน Lora Communication สำหรับการควบคุมโรงเรือนเพาะเห็ด และเพื่อศึกษาการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันบนไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32LoRa

การทดลองควบคุมระบบภายในโรงเรือนจากปุ่มควบคุมหน้าโรงเรือนและปุ่มควบคุมที่กล่อง STA เช่น ควบคุมโหมดการทำงานของระบบ เปิดปิดพัดลมและปั๊ม จากการทดลองควบคุมระบบภายในโรงเรือนจากปุ่มควบคุมหน้าโรงเรือนและปุ่มควบคุมที่กล่อง STA ได้ผลการทดลองคือ สามารถควบคุมการทำงานของระบบภายในโรงเรือนเพาะเห็ดได้

การทดลองควบคุมระบบภายในโรงเรือนจากวินโดว์แอปพลิเคชัน (Windows Application) เช่น การเปลี่ยนโหมดการทำงาน เปิด/ปิดปั๊มพ่นหมอกและพัดลมระบายอากาศ กำหนดค่าอุณหภูมิต่ำสุดและอุณหภูมิสูงสุด กำหนดค่าความชื้นต่ำสุดและความชื้นสูงสุด และการกำหนดค่าความสว่าง เป็นต้น จากการทดลองควบคุมระบบภายในโรงเรือนจากวินโดว์แอปพลิเคชัน (Windows Application) ได้ผลการทดลองคือ วินโดว์แอปพลิเคชัน (Windows Application) สามารถควบคุมการทำงานของระบบภายในโรงเรือนเพาะเห็ดได้

การทดลองควบคุมระบบภายในโรงเรือนจากเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) เห็ด เช่น การเปลี่ยนโหมดการทำงาน เปิด/ปิดปั๊มพ่นหมอกและพัดลมระบายอากาศ กำหนดค่าอุณหภูมิต่ำสุดและอุณหภูมิสูงสุด กำหนดค่าความชื้นต่ำสุดและความชื้นสูงสุด และดูประวัติข้อมูลในฐานข้อมูล เป็นต้น จากการทดลองควบคุมระบบภายในโรงเรือนจากเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) ได้ผลการทดลองคือ เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) สามารถควบคุมการทำงานของระบบภายในโรงเรือนเพาะเห็ดได้

การทดลองเพาะเห็ดเป็นการทดสอบประสิทธิภาพของโรงเรือนเพาะเห็ดอัจฉริยะในการทดลองเพาะเห็ดจริง โดยใช้เห็ดนางฟ้าในการทำการทดลอง จากการทดลองเพาะเห็ดนางฟ้าระหว่างวันที่ 8 ตุลาคม พ.ศ. 2563 ถึงวันที่ 21 ตุลาคม พ.ศ. 2563 รวมทั้งหมด 14 วัน สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

รุ่นที่ 1 ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตวันที่ 11 ตุลาคม 2563 การเพาะเห็ดในโรงเรือนที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการออกดอกของเห็ด มีความกว้างของดอกเฉลี่ยก้อนละ 6.18 เซนติเมตร มีน้ำหนักทั้งหมด 0.7 กิโลกรัม การเพาะเห็ดในโรงเรือนที่ไม่มีกาการควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการออกดอกของเห็ดโดยมีความกว้างของดอกเฉลี่ยก้อนละ 5.67 เซนติเมตร มีน้ำหนักทั้งหมด 0.4 กิโลกรัม

รุ่นที่ 2 ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตวันที่ 21 ตุลาคม 2563 การเพาะเห็ดในโรงเรือนที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการออกดอกของเห็ด มีความกว้างของดอกเฉลี่ยก้อนละ 9.14 เซนติเมตร มีน้ำหนักทั้งหมด 0.36 กิโลกรัม การเพาะเห็ดในโรงเรือนที่ไม่มีกาการควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการออกดอกของเห็ดโดยมีความกว้างของดอกเฉลี่ยก้อนละ 7.22 เซนติเมตร มีน้ำหนักทั้งหมด 0.2 กิโลกรัม

ดังนั้นการเพาะเห็ดในโรงเรือนที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการออกดอกของเห็ด มีความกว้างของดอกเฉลี่ยเท่ากับ 7.66 เซนติเมตร มีน้ำหนักทั้งหมดเท่ากับ 1.06 กิโลกรัม การเพาะเห็ดในโรงเรือนที่ไม่มีกาการควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการออกดอกของเห็ดโดยมีความกว้างของดอกเฉลี่ยเท่ากับ 6.45 เซนติเมตร มีน้ำหนักทั้งหมดเท่ากับ 0.6 กิโลกรัม

**5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข**

5.2.1 ในการนำอุปกรณ์ประเภทความเหนี่ยวนำหรือ Inductive load เช่น ปั๊มพ่นหมอกและพัดลมระบายอากาศ มาใช้งานจะต้องคำนึงแรงดันที่พุ่งขึ้นอย่างเฉียบพลันเมื่อกระแสที่ไหลใน Inductive load ลดลงอย่างฉับพลัน เพื่อไม่ให้แรงดันนั้นไหลย้อนกลับเข้าสู่แหล่งจ่ายกระแสไฟแล้วสร้างความเสียหายให้แก่อุปกรณ์ แนวทางแก้ไขนำ flyback diode หรือ snubber diode เบอร์ 1N400x มาต่อขนานกับ Inductive load โดยหันด้านแคโทด (Cathode) ไปทางด้านไปบวก

5.2.2 การเลือกใช้งานตัวต้านทานตรวจสอบกระแส (Current Sense Resistors) เพื่อใช้ในการตรวจสอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์ ผู้จัดทำได้นำตัวต้านทานที่มีอัตราทนกำลังวัตต์ต่ำเกินไปทำให้เมื่ออุปกรร์เช่น พัดลมทำงาน จะทำให้ต้านต้านทานเกิดความร้อนสูง แนวทางแก้ไข นำตัวต้านทานที่มีค่าอัตราทนกำลังวัตต์สูงๆ มาใช้งานแทน

**5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา**

5.3.1 ปริญญานิพนธ์นี้สามารถพัฒนาต่อได้โดยการนำจอสัมผัส (Touch Screen) เช่น จอ Touch Screen (HMI TFT LCD Touch) มาใช้งานในการแสดงผลและควบระบบหน้าโรงเรือนหากนำจอสัมผัส (Touch Screen) มาใช้งานจะช่วยให้สามารถแสดงค่าสาถานะต่างๆ ภายในโรงเรือนได้อย่างครบถ้าน และสามารถสร้างปุ่มเพื่อใช้ในการควบคุมระบบเพื่อลดการใช้งานขา GPIO ของไมโครคอนโทรลเลอร์จากการใช้ปุ่มควบคุมแบบฮาร์ดแวร์

5.3.2 ปริญญานิพนธ์นี้สามารถพัฒนาต่อได้โดยการพัฒนาระบบให้สามารถรองรับโรงเรือนที่มากกว่า 1 โรงเรือน

5.3.3 ในการส่งข้อมูลระหว่างโหนด (node) ควรส่งข้อมูลที่มีรูปแบบ JSON เพื่อเพิ่มความสะดวกในการนำข้อมูลมาใช้งาน จากเดิมจะส่งข้อมูลที่มีรูปแบบเป็นแถวต่อกัน (data raw) การที่จะนำข้อมูลมาใช้งานจะต้องทำการ substring ดังนั้นความยาวของข้อมูลจะต้องคงที่หากความยาวของข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงอาจที่ให้ข้อมูลที่ได้เกิดความผิดพลาด ฉะนั้นการส่งข้อมูลในรูปแบบ JSON จะช่วยแก้ปัญหาที่กล่าวมาได้