

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอทีควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า

Application with the Internet of Things Technology Control in Smart Farms

Mushroom

วีรศักดิ์ พองเงิน^{1*} สุรพงษ์ เพ็ชรหาญ² และ รัฐสิทธิ์ ยะจ่อ³

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี^{1,2} โรงเรียนลำปางพาณิชยการและเทคโนโลยี³

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันเห็ดนางฟ้าถือว่าเป็นอาหารที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากเนื่องจากมีประโยชน์และให้คุณค่าทางอาหารสูงจึงทำให้เกษตรกรหันมาทำอาชีพเพาะเห็ดเพิ่มขึ้นบางกลุ่มก็ประสบผลสำเร็จบางกลุ่มก็ล้มเหลวซึ่งเกิดจากปัจจัยหลายๆด้านดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาและวางแผนเป็นอย่างดีจากสภาพแวดล้อมและภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงในแต่ละฤดูทำให้ส่งผลกระทบต่อกลุ่มอาชีพเพาะเห็ดโดยเฉพาะอุณหภูมิซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของดอกเห็ดโครงการวิจัยนี้จึงได้ออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับโรงเรือนเพาะเห็ดด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์โดยมีการศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องต่อการเพาะเห็ดตลอดจนการออกแบบโครงสร้างโรงเรือนที่เหมาะสมโดยแบ่งการทดสอบออก 2 ส่วนคือการทดสอบในส่วนของระบบควบคุมและการทดสอบผลผลิตของดอกเห็ดในโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยนำก้อนเห็ดนางฟ้าและเห็ดนางฟ้ามาทดสอบจำนวน 300 ก้อนและเปรียบเทียบประสิทธิภาพโรงเรือนเพาะเห็ดที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่สร้างขึ้นกับโรงเรือน

ผลการทดสอบระบบควบคุมการทำงานพบว่าระบบสามารถทำงานตามเงื่อนไขที่ออกแบบไว้ซึ่งให้ผลผลิตเป็นที่พอใจและในส่วนการทดสอบผลผลิตของดอกเห็ดพบว่าเห็ดที่เก็บจากโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีปริมาณที่มากกว่าโรงเรือนแบบทั่วไปและเมื่อนำดอกเห็ดที่ได้มาชั่งน้ำหนักพบว่าเห็ดที่ได้จากโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีน้ำหนักเฉลี่ยก้อนละ 1.506 กิโลกรัมและมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.17 ซึ่งเมื่อเทียบกับเห็ดที่เก็บจากโรงเรือนแบบทั่วไปพบว่าน้ำหนักเฉลี่ย 1.206 กิโลกรัมและมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.28 ซึ่งผลการทดสอบนี้เป็นการยืนยันว่าอุณหภูมิและความชื้นมีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดและนอกจากระบบควบคุมจะสามารถใช้ในโรงเรือนได้แล้วยังสามารถประยุกต์ใช้ควบคุมในกระบวนการบ่มเชื้อเห็ดเพื่อเร่งการเจริญเติบโตของเชื้อเห็ดได้อีกด้วย

คำสำคัญ: เห็ดนางฟ้า, เครื่องควบคุม, อุณหภูมิ, ความชื้น

Abstract

Currently, mushrooms are very popular food because they are useful and high nutritional value as the result agriculturist are interested in mushroom cultivation. Some agricultural are success but another agricultural are fail It depend on important factor are environment and weather each season so temperature influence mushroom growing. This project aims to design and create a mushroom greenhouse which can be controlled temperature and humidity by microcontroller. There are reviewing about mushroom growing including properly greenhouse structure designed. This project consist of two parts which testing control system and mushroom quantity testing. Oyster mushrooms and phoenix mushroom were tested each 300 pack. Then compare yield of product between greenhouse that controlled temperature and humidity and greenhouse.

The testing results in control system part. The result is satisfied and can operate under conditions designed. We found that mushrooms quantity of which temperature and humidity controlled greenhouse more than general greenhouse. The average weight and standard

deviation of controlled greenhouse and general greenhouse are 1.506 kg, 0.17 and 1.206 kg, 0.28, respectively. In conclusion, the result is confirmed that temperature and humidity effect on the growth of mushrooms. Further more, it can be applied in incubation mushroom process to accelerate the mushroom grow that well.

Keyword: Mushroom, Machine control , Temperature , Humidity

บทนำ

ในปัจจุบันเริ่มมีการนำเกษตรกรรมบทบาทมากขึ้นในด้านการพัฒนาประเทศไทยอย่างยั่งยืน ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาล Thailand 4.0 เน้นเศรษฐกิจขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม Value-Based Economy โดยทำให้เห็นความสำคัญการคิดค้นนวัตกรรมใหม่ๆ เพื่อช่วยขับเคลื่อนเศรษฐกิจใน Thailand 4.0 ซึ่งเรื่องที่เป็นจุดเน้นมากที่สุดคือ กลุ่มอาหาร เกษตร และเทคโนโลยีชีวภาพ [1] ถ้าเรามองอัตราการเติบโตของจีดีพี 15 ปีย้อนหลัง ประมาณปี 2545-2548 ช่วง 3 ปีนี้จีดีพีโตประมาณ 6-7% พอมานในช่วง 2549-2550 ชัยบัลงมาเหลือ 4-5% ปี 2550-2551 เหลือประมาณ 0.1 ตอนนั้นเริ่มมีวิกฤติเศรษฐกิจที่อเมริกา มาถึงช่วง 3 ปีสุดท้ายที่ผ่านมา ประมาณ 0-2% ปีสุดท้ายประมาณ 2.8% ถ้าดูอย่างนี้ เปรียบเทียบจีดีพีเฉลี่ย 15 ปี ประมาณ 4% กว่าๆ ถ้า 10 ปีเฉลี่ย 3% กว่าๆ ถ้า 5 ปีเหลือแค่ 2% กว่าๆ ไม่ใช่เพราะการเมืองอย่างเดียว แต่เป็นเพราะว่าโครงสร้างเศรษฐกิจของเรามีปัญหา ความไม่เท่าเทียมกันขยายห่างขึ้นเรื่อยๆ ภาคที่แข็งแกร่งคือภาคอุตสาหกรรม ขณะที่ภาคเกษตรเตี้ยลงเรื่อยๆ สิ่งแวดล้อมเสียหาย ปีก่อนน้ำท่วม ปีนี้แล้ง ถ้าเราปล่อยให้เป็นอย่างนี้ต่อไปอนาคตเมืองไทยมีปัญหาแน่นอน [2]

เกษตรกรไทยยุค THAILAND 4.0 จุดเริ่มต้นหรือที่มาส่วนหนึ่งของ Smart Farmer คือ การไม่ทำร้ายธรรมชาติ ใช้ทรัพยากรเท่าที่จำเป็น ทำแล้วต้องสบายขึ้นเรื่อยๆ ไม่ใช่ยิ่งทำยิ่งเหนื่อย เช่น การมีพื้นที่เล็ก ๆ แต่สามารถออกแบบให้ปลูกแบบผสมผสานและเกี่ยวคู่กันได้ ต้องใช้เทคโนโลยีเป็น ซึ่งก็ถูกต้อง เพราะคนที่จะเป็น Smart Farmer ต้องเชื่อมโยงตัวเอง Smart Farmer ต้องเข้าใจตั้งแต่กระบวนการผลิต การบริหารจัดการ เข้าใจธรรมชาติ และเข้าใจเทคโนโลยี [3]

เห็นนางฟ้าเป็นเห็ดที่นิยมรับประทานกันทั่วไป โดยเป็นเห็ดที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติโดยจะเกิดเฉพาะช่วงฤดูหนาวเท่านั้นเมื่อมีผู้นิยมบริโภคกันมากขึ้น จึงทำให้เกิดการพัฒนาไปสู่การเพาะเห็ดในเชิงการค้ามากขึ้นและการสร้างโรงเรือนเพาะเห็ดนั้นจำเป็นต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเห็ดที่ดี โดยส่วนใหญ่จะต้องมีลักษณะดังนี้คือสถานที่ที่จะใช้เพาะเห็ดควรจะมีลักษณะเป็นที่โล่งแจ้งอากาศถ่ายเทได้สะดวกไม่มีน้ำท่วมขังหรือเปียกชื้นมากเกินไป มีระบบระบายน้ำที่ดีไม่เป็นสารปนเปื้อนยาฆ่าแมลงและเชื้อราลักษณะของสภาพดินไม่เป็นดินเค็มเพราะความเค็มของดินจะทำให้เส้นใยของเห็ดไม่รวมตัวกันเป็นดอกเห็ดและถ้าหากเป็นพื้นที่ที่เคยเพาะเห็ดมาก่อนควรมีการทำความสะอาดบริเวณนั้นให้สะอาดเสียก่อน จึงกล่าวได้ว่าอุณหภูมิอากาศความชื้นและแสงมีความสำคัญซึ่งจะต้องจัดสภาพแวดล้อมดังกล่าวภายในโรงเรือนเพาะเห็ดให้เหมาะสมสำหรับเห็ดแต่ละชนิดเพราะสิ่งเหล่านี้มีความสำคัญต่อปริมาณผลผลิตและคุณภาพของเห็ดถ้าสามารถกำหนดและควบคุมได้ให้เหมาะสมกับเห็ดแต่ละชนิดโอกาสที่เห็ดจะพัฒนาเป็นดอกและเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้นในปัจจุบันผู้นิยมรับประทานเห็ดนางฟ้า และมีราคาสูงจึงทำให้ผู้เพาะเห็ดนางฟ้าเป็นจำนวนมาก

ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะนำเอาเทคโนโลยีไอโอที(IOT) มาใช้ในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเพาะเห็ดนางฟ้าโดยนำข้อมูลที่ได้ส่งข้อมูลผ่านคลาวด์ (Cloud) และแสดงข้อมูลบนมือ มาช่วยในการควบคุมให้สามารถรับรู้ค่าอุณหภูมิและความชื้นของสภาพแวดล้อมต่างๆภายในโรงเพาะเห็ดนางฟ้าเพื่อเป็นการลดสภาพความแปรปรวนของดินฟ้าอากาศและเพื่อเพิ่มผลผลิตที่มากขึ้นโดยที่ค่าของอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเพาะเห็ดนางฟ้าจะอยู่ในช่วงที่เหมาะสมโดยมีเซ็นเซอร์ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นเมื่อมีอุณหภูมิต่ำกว่า 15 °C จะมีส่งค่าให้ฮีสเตอร์

ทำงานเพื่อให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนสูงขึ้น และอุณหภูมิมากกว่า 35 °C จะให้ปั๊มน้ำทำงานโดยการปล่อยน้ำ และเปิดพัดลมระบายอากาศเพื่อให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนต่ำลง เพื่อให้การดูแลโรงเพาะเห็ดเป็นไปอย่างอัตโนมัติ และมีประสิทธิภาพ โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้มีการออกแบบและสร้างโรงเรือนเห็ดนางฟ้าต้นแบบที่ศึกษาริเรียน สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปางขึ้นมาเพื่อใช้ในการทดลองงานวิจัยในครั้งนี้

1. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) ศึกษาหาข้อมูลคุณสมบัติและลักษณะสมบัติของเห็ดนางฟ้า
- 2) ออกแบบและสร้างโรงเรือนและพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือน
- 3) ศึกษาการเติบโตและพัฒนาศกยภาพในการเพิ่มผลผลิต

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Shashwathi, Priyam, & Suhas [4] ฟาร์มอัจฉริยะ (Smart Farm) หรือฟาร์มที่มีความแม่นยำ (Precision Farm) เป็นการทำให้ฟาร์ม โดยนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้เป็น เครื่องมือ เพื่อให้เกิดความสะดวกและง่ายต่อการ จัดการ โดยสามารถประมวลผลได้อย่างรวดเร็วและ ถูกต้องแม่นยำ มีการใช้ทรัพยากร ที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า เพิ่มปริมาณและคุณภาพของผลผลิต ช่วยลดต้นทุน การผลิต มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม นำไปสู่การแข่งขันในระดับสากลได้ การทำฟาร์ม อัจฉริยะเป็นการทำการเกษตรแบบควบคุมวัฏจักร ซึ่งเป็นที่นิยมมากในต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา และ ออสเตรเลีย และในปัจจุบันเริ่มแพร่หลายไปยัง ประเทศแถบทวีปยุโรป ญี่ปุ่น มาเลเซีย และอินเดีย เป็นต้น ซึ่งประเทศเหล่านี้เป็นประเทศที่ขึ้นชื่อในเรื่องระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นอย่างมาก โดยมีการนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศมาปรับใช้กับการเกษตรเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพการผลิตที่สูงขึ้น การนำเอาเทคโนโลยีรูปแบบต่าง ๆ มาประยุกต์ ใช้ในการจัดการมากขึ้น ทำให้สามารถลดแรงงานด้านการเกษตร ซึ่งในปัจจุบันแรงงานในส่วนของ ภาคเกษตรก็จะยิ่งลดลงไปเรื่อย ๆ ยิ่งในประเทศที่ พัฒนาแล้วก็จะยังมีแรงงานภาคการเกษตรที่ลดลง แต่ประเทศดังกล่าวมาให้ความสนใจภาคการเกษตร มากขึ้น ดังนั้น จึงได้มีการนำเอาเทคโนโลยีด้าน ต่าง ๆ มาช่วยในการจัดการ ส่งผลให้เกิดการผลิต สินค้าเกษตรที่มีคุณภาพและปริมาณที่เพียงพอต่อ ความต้องการของตลาด ให้ความสำคัญจึงควรหันมาให้ความสำคัญในด้านการเกษตรแบบอัจฉริยะ และควรนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้กับภาค เกษตรให้มากขึ้น

Maheswari, Ashok, & Prahadee swaran [5] ได้กล่าวไว้ว่าการนำเกษตรที่ยั่งยืนและเป็น มิตรกับสิ่งแวดล้อมต่อไปในอนาคต การให้ปุ๋ยในฟาร์มอัจฉริยะมีแนวคิด วิเคราะห์ความ ชื้นและอุณหภูมิเพื่อเป็นการเก็บ ข้อมูลเบื้องต้นว่าดินในบริเวณนั้น ๆ มีความอุดมสมบูรณ์ในระดับใด มีแร่ธาตุอะไรบ้างและมีใน ปริมาณที่เพียงพอ หรือเกิน จากนั้นข้อมูลจะ ถูกส่งไปเก็บไว้ในฐานข้อมูลเชื่อมโยงแผนที่ดิน ของฟาร์ม เข้าสู่ขั้นตอนการประมวลผล และส่งต่อ ไปยังเครื่องหยอดปุ๋ยบนรถไถที่ติดตั้งระบบ GPS (Global Positioning System) ทำการหยอดปุ๋ย สามารถกำหนดได้ว่าจะหยอดปุ๋ยชนิดใด ปริมาณ เท่าใด และจะหยอดลงตำแหน่งใดในฟาร์ม เพื่อเพียงพอต่อความต้องการของพืช และช่วยลด อัตราการสูญเสียปุ๋ยหรือลดระดับความเป็นพิษของ ปุ๋ยที่มีต่อพืชปลูกนั้นด้วย

ธีรเกียรติ์ เกิดเจริญ [6] ได้อธิบายความแตกต่างระหว่างฟาร์มอัจฉริยะและ ฟาร์มทั่วไป ฟาร์มอัจฉริยะมีการใช้ทรัพยากรอย่างถูก ต้องแม่นยำ ตรงต่อความต้องการของพืชช่วยลดการ สูญเสียทรัพยากร และยังช่วยลด ต้นทุนการผลิต รวมถึงลดการให้ปุ๋ยและสารกำจัดศัตรูพืชในระดับ ที่เกินความต้องการของพืช หรือการให้ไม่ตรงกับโรคและแมลง ซึ่งสิ่งเหล่านี้ยิ่งทำให้เกิดการส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมไม่ให้เกิดการ ตกค้างในดินและเกิดอาการดื้อยา

ทำให้เกิดการแก้ปัญหาที่ไม่มีประสิทธิภาพ นำไปสู่การเกษตรที่ไม่ยั่งยืนและยังส่งผลให้เกิดการทำลายสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [7] ได้ให้นิยามของ IoT (Internet of things) หมายถึงเครือข่ายของวัตถุ อุปกรณ์ พาหนะ สิ่งปลูกสร้าง และสิ่งของอื่นๆ ที่มีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซอฟต์แวร์ เซ็นเซอร์ และการเชื่อมต่อกับเครือข่าย ฝังตัวอยู่ และทำให้วัตถุเหล่านั้นสามารถเก็บบันทึกและแลกเปลี่ยนข้อมูลได้ โดยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งทำให้วัตถุสามารถรับรู้สภาพแวดล้อมและถูกควบคุมได้จากระยะไกลผ่านโครงสร้างพื้นฐาน+เครือข่ายที่มีอยู่แล้ว

สำนักงานรัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์ [8] ได้เทคโนโลยีที่ทำให้ IoT แบ่งออกเป็นสามกลุ่มได้แก่ 1) เทคโนโลยีที่ช่วยให้สรรพสิ่งรับรู้ข้อมูลในบริบทที่เกี่ยวข้อง เช่น เซ็นเซอร์ 2) เทคโนโลยีที่ช่วยให้สรรพสิ่งมีความสามารถในการสื่อสาร เช่น ระบบสมองกลฝังตัว รวมถึงการสื่อสารแบบไร้สายที่ใช้พลังงานต่ำ อาทิ Zigbee, 6LowPAN, Low-power Bluetooth และ 3) เทคโนโลยีที่ช่วยให้สรรพสิ่งประมวลผลข้อมูลในบริบทของตน เช่น เทคโนโลยีการประมวลผลแบบคลาวด์ และเทคโนโลยีการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ หรือ Big Data Analytics

NECTEC [9] NETPIE (Network Platform for Internet of Everything) คือ cloud platform หรือ platform as a service ที่ถูกออกแบบและพัฒนาขึ้นจาก NECTEC เพื่ออำนวยความสะดวกในการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ หรือ things ในเครือข่าย IoT โดยช่วยให้อุปกรณ์สามารถคุยกันได้โดยผู้พัฒนาไม่ต้องกังวลว่า อุปกรณ์นั้นจะอยู่ที่ใด ทั้งในแง่ physical และ logical เพียงนำ NETPIE library ไปติดตั้งในอุปกรณ์ NETPIE จะรับหน้าที่ดูแลการเชื่อมต่อให้ทั้งหมด ไม่ว่าจะอุปกรณ์นั้นจะอยู่ในเครือข่ายชนิดใด ลักษณะใด หรือแม้กระทั่งเคลื่อนย้ายไปอยู่ที่ใด ผู้พัฒนาสามารถตัดปัญหาในการที่จะต้องมาออกแบบการเข้าถึงอุปกรณ์และลดความยืดหยุ่นของระบบ ไม่เพียงเท่านั้น NETPIE ยังช่วยให้การเริ่มต้นใช้งานเป็นไปโดยง่ายโดยการออกแบบให้อุปกรณ์ถูกค้นพบและเข้าสู่บริการโดยอัตโนมัติ NETPIE ถูกออกแบบให้มี authorization/access control ในระดับ fine grain กล่าวคือผู้พัฒนาสามารถออกแบบได้เองทั้งหมด เช่น สิ่งใดมีสิทธิ์คุยกับสิ่งใด สิ่งใดมีสิทธิ์หรือไม่เพียงใดในการอ่านหรือเขียนข้อมูล และสิทธิ์เหล่านี้จะมีอายุเท่าใดหรือถูกเพิกถอนภายใต้เงื่อนไขใด เป็นต้น NETPIE มีสถาปัตยกรรมเป็น cloud อย่างแท้จริงในทุกๆ ระดับของระบบ ทำให้เกิดความยืดหยุ่น และคล่องตัวสูง

วิธีดำเนินการวิจัย

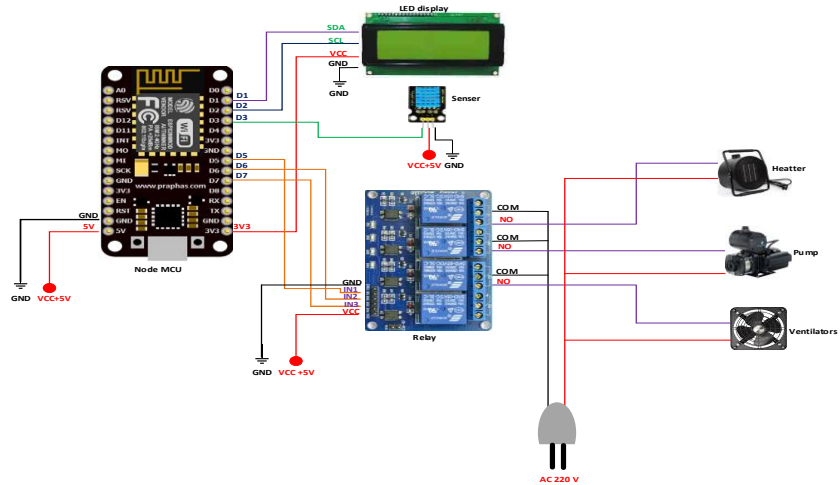
1. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ในการศึกษาวิจัยเรื่องโรงเห็ดนางฟ้าอัจฉริยะผู้วิจัย ได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

- 1) ศึกษาเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของเห็ด และ วิธีการในการเพาะเห็ดนางฟ้า
- 2) ศึกษาสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม และ อุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของเห็ด
- 3) ออกแบบและพัฒนาระบบการก่อสร้างเครื่องมือเครื่องใช้ในการออกแบบอุปกรณ์โรงเห็ดนางฟ้าอัจฉริยะ
- 4) ทดลองใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้น
- 5) วิเคราะห์และสรุปผล

2. กรอบแนวคิด

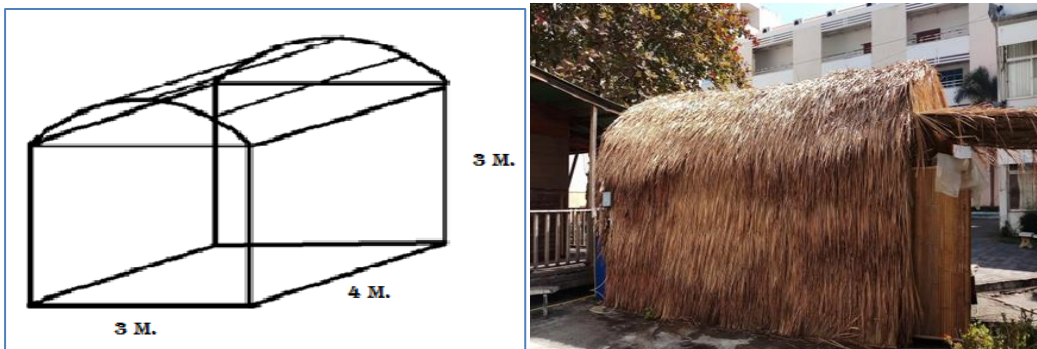
ในงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้ระบบ IoT ที่ใช้เซ็นเซอร์วัดประกอบด้วย วัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนเห็ดนางฟ้าและควบคุมการเปิดปิดปั้มน้ำให้สปริงเกอร์และพ่นหมอกแบบอัตโนมัติ และเซอร์วิสที่ใช้ในการส่งข้อมูลขึ้นระบบอินเทอร์เน็ตคือ NETPIE และเซอร์วิสย่อยคือ NETPIE freeboard ในการแสดงสถานะความชื้นและเวลาแบบเรียลไทม์(real time) และ NETPIE FEED ในการบันทึกข้อมูลความชื้นและเวลาและการดึงข้อมูลมาใช้



ภาพที่ 2 แสดงการออกแบบวงจรในการควบคุมระบบ

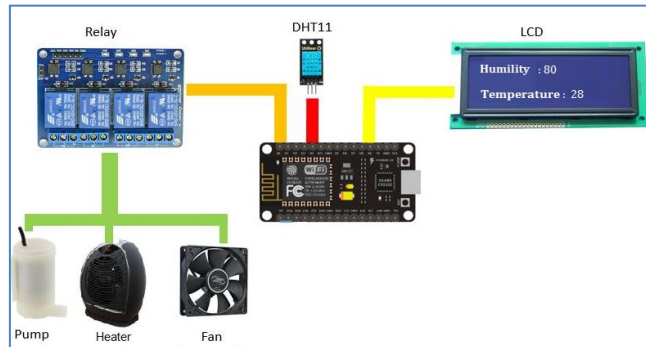
จากภาพที่ 2 ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบวงจรที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบซึ่งจะประกอบไปด้วยชุดเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและเซ็นเซอร์วัดความชื้นในอากาศโดยจะใช้คอลโทแลนอร์ Node MCU เบอร์ MCP3008 เป็นตัวควบคุมการทำงานและประมวลผลค่าที่ได้รับมาจากเซ็นเซอร์ เพื่อไปควบคุมการทำงานของชุดรีเลย์ที่ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ปิด-เปิด ปั๊มน้ำ พัดลมระบายอากาศ และฮีตเตอร์ให้ทำงานการติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ จะใส่ในกล่องกันน้ำ ติดตั้งหน้าโรงเรือนเห็ด เพื่อความสะดวกในการตรวจสอบค่าความชื้นโดยสามารถดูได้จากหน้าจอของกล่องอุปกรณ์หรือดูผ่านมือถือหรืออุปกรณ์พกพา และปั๊มน้ำแบบสปริงเกอร์และแบบหมอกจะติดตั้งไว้ด้านหลังของโรงเรือนเปิดดอกเห็ดนางฟ้า

3.2 ออกแบบแปลนโรงเรือนเพาะเห็ด โดยโครงสร้างโรงเรือนเพาะเห็ดสำหรับโครงการนี้ ใช้เหล็กเป็ปกลมเทา ขนาด 1/2 นิ้ว ขนาดโรงเรือนกว้าง 3 เมตร ยาว 4 เมตร สูง 3 เมตร มีน้ำหนักเบาสามารถขนย้ายได้สะดวก รายละเอียดของแบบแปลนและโรงเรือนแสดงใน ภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงโครงสร้างและโรงเรือนเพาะเห็ด

3.3 การออกแบบและติดตั้งการทำงานในส่วนอุปกรณ์โรงเรือนเพาะเห็ด ทำเนางานการเชื่อมต่อแต่ละอุปกรณ์ในการทำงานของชุดเซ็นเซอร์ของอุปกรณ์แต่ละชนิดดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงการออกแบบการทำงานของอุปกรณ์โหนดเอ็มซียู เซนเซอร์อุปกรณ์

จากภาพที่ 4 ผู้วิจัยได้ออกแบบการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมก็ได้ทำการติดตั้งทดสอบกับโรงเรือนเพาะเห็ดจริง ได้มีการทดสอบการทำงานของชุดเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและเซ็นเซอร์วัดความชื้น เครื่องปั๊มน้ำ ฮีตเตอร์ ระบายความร้อน และ พัดลมระบายอากาศ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แสดงชุดเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการควบคุมโรงเรือนเพาะเห็ดเห็นนางฟ้า

จากภาพที่ 5 ประกอบด้วยอุปกรณ์ควบคุมการทำงาน ประกอบไปด้วย ชุดเซ็นเซอร์และแสดงผลอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ฮีตเตอร์สำหรับเพิ่มความร้อน และ พัดลมสำหรับระบายความร้อน ในโรงเรือน หลังจากที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ ผู้วิจัยได้ทำการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังตารางที่ 1 ตารางที่ 1 แสดงการทำงานของระบบควบคุมอุปกรณ์

อุณหภูมิ	ความชื้น	ฮีตเตอร์	ปั๊มน้ำ	พัดลมระบายอากาศ
<15	<80	on	off	off
<15	80-85	on	off	off
<15	>85	on	off	on
15-35	<80	off	on	off
15-35	80-85	off	off	off
15-35	>85	off	off	on
>35	<80	off	on	on
>35	80-85	off	off	on
>35	>85	off	off	on

จากตารางที่ 1 ผู้วิจัยได้ทำการควบคุมเซนเซอร์ให้ทำงานเพื่อให้อุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมภายในโรงเรือนเพื่อให้เห็ดนางฟ้ามีผลการเจริญเติบโตที่ดีขึ้น

ผลการวิจัย

การออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้า จากกรณีศึกษาพบว่า ปัญหาของผลผลิตของกลุ่ม อาชีพเพาะเห็ดดอกออกไม่สม่ำเสมอโดยมีหลายปัจจัย ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ด มาจากสภาพอุณหภูมิและความชื้นของอากาศ โรงเพาะเห็ดนั้นยังขึ้นกับฤดูกาลในแต่ละช่วงเวลา ผลจากการออกแบบ และพัฒนาเครื่องควบคุมอุณหภูมิความชื้นในโรงเพาะเห็ดที่ได้จัดทำขึ้นนี้สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้เป็นอย่างดี ทำให้เห็ดนางฟ้ามีผลผลิตออกอย่างสม่ำเสมอ สามารถประหยัดเวลาในการให้น้ำในโรงเพาะเห็ด โดยอาศัยการตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นจากอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นที่ติดตั้งไว้ภายในโรงเรือนได้เป็นอย่างดี เห็ดที่เพาะได้มีผลผลิตที่ดีขึ้นมีความสมบูรณ์เจริญเติบโตได้เร็วกว่าปกติ

ผู้วิจัยคาดหวังงานวิจัยในครั้งนี้เป็นฟาร์มตัวอย่างและสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโรงเพาะเห็ดของเกษตรกรได้ ซึ่งผลการทดลองดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แสดงอุปกรณ์ควบคุมในโรงเรือนและผลผลิตเห็ดนางฟ้า

ข้อมูลความชื้นอ่านได้จากเซ็นเซอร์ DHT22 จะสามารถแสดงผลได้หลายมิติ โดยสามารถดูได้จากจอ LCD หน้ากล่องระบบ IoT หรือดูผ่านสมาร์ตโฟนผ่านเซิร์ฟเวอร์ NETPIE เช่น NETPIE Freeboard, NETPIE FEED และสามารถดูสถานะ การทำงานของของเครื่องพ่นน้ำแบบสปริงเกอร์และแบบหมอกสามารถแจ้งเตือนผ่านทางแอปบนมือถือเซิร์ฟเวอร์ NETPIE Freeboard ของ NETPIE แสดงผลข้อมูลความชื้นที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์ DHT22 แบบเรียลไทม์(real time) ทุกๆ 5 นาทีและเวลาที่อ่านข้อมูลสถานะ การทำงานของเครื่องพ่นน้ำแบบสปริงเกอร์และแบบหมอก



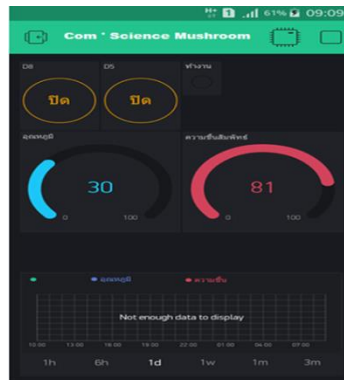
ภาพที่ 7 แสดงข้อมูลค่าความชื้นของโรงเปิดดอกเห็ดนางฟ้าแสดงผลทุกๆ 5 นาทีแบบเรียลไทม์

ข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นจากเซ็นเซอร์จะจัดเก็บไว้บนคลาวด์ (Cloud Computing) โดยผ่านเว็บบราวเซอร์ NETPIE FEED ของ NETPIE ทุกๆ 5 นาที และสามารถแสดงผลเป็นแผนภูมิให้ และสามารถดูข้อมูลย้อนหลังได้



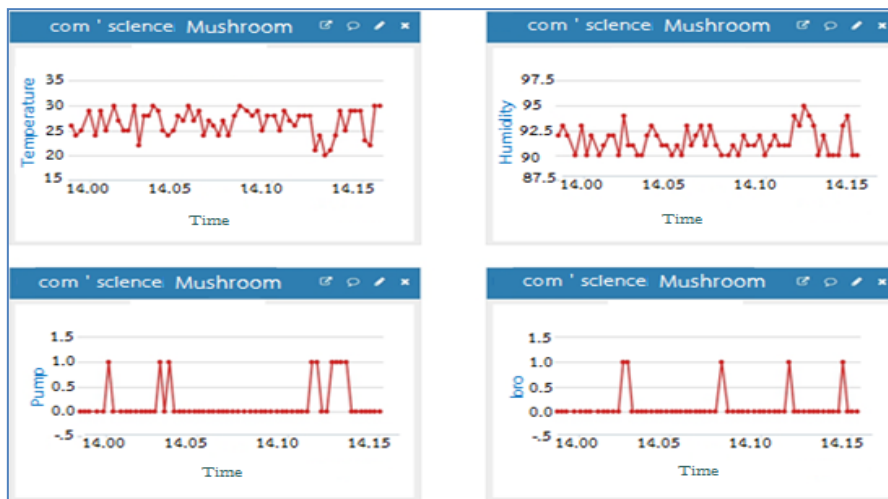
ภาพที่ 8 แสดงกราฟข้อมูลค่าความชื้นของโรงเปิดดอกเห็ดนางฟ้า

ข้อมูลการทำงานของเครื่องพ่นน้ำแบบสปริงเกอร์และแบบหมอกสามารถแจ้งเตือนผ่านแอปบนมือถือดังภาพที่ 9



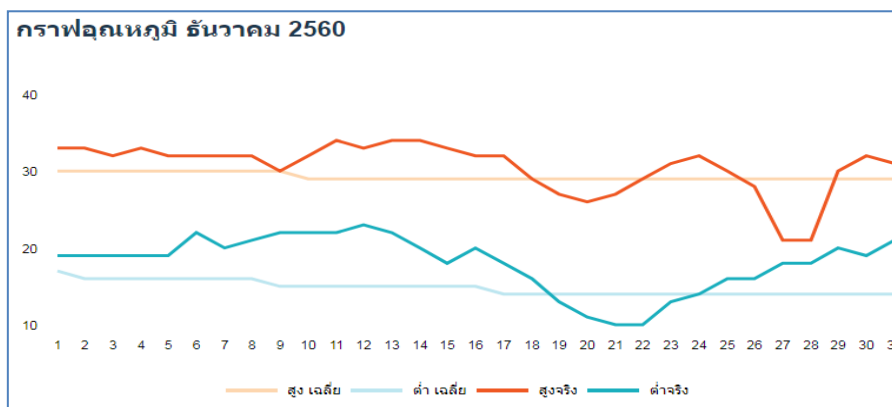
ภาพที่ 9 แสดงการแจ้งเตือนสถานะของเครื่องพ่นน้ำแบบสปริงเกอร์และแบบหมอกโดยแจ้งเตือนผ่านมือถือ

ในส่วนของการแสดงรายงานข้อมูลค่าที่อ่านจากการเซ็นเซอร์แต่ละอุปกรณ์ซึ่งมีการรายงานผล ทุก ๆ 5 นาที ตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 แสดงรายงานผลอุณหภูมิ ความชื้น การทำงานของปั้มน้ำ พัดลมระบายอากาศแบบเวลาจริงทุก 5 นาที

จากภาพที่ 10 แสดงตัวอย่างการรายงานผลที่ได้จากการอ่านค่าเซนเซอร์แต่ละตัวเพื่อใช้ในการควบคุมให้การทำงานแต่ละอุปกรณ์เป็นไปอย่างอัตโนมัติ และข้อมูลที่ได้สามารถนำมาสรุปดูเป็นภาพรวมเพื่อใช้ในการบริหารจัดการ ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 แสดงตัวอย่างค่าอุณหภูมิภายในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้ารายเดือน

จากการทดลองเพาะเห็ดนางฟ้าภายในโรงเรือนพบว่าในช่วงเวลา 1-3 วัน การเจริญเติบโตของเห็ดจะไม่มี การงอกของเห็ดออกมาจากปากก้อนเชื้อเห็ดแต่สามารถสังเกตเห็นเชื้อเดินบริเวณรอบ ๆ ขอบปากก้อนเชื้อเห็ดได้ อย่างชัดเจนโดยเชื้อนั้นจะมีลักษณะเป็นสีขาวรวมกันเป็นกลุ่มใหญ่ เนื่องจากว่าเชื้อเห็ดนั้นต้องการออกซิเจนในการ เจริญเติบโตของเชื้อภายในก้อนเห็ด เมื่อเวลาผ่านไป 4-5 วัน จะมีการงอกของดอกเห็ดเล็กน้อย ซึ่งในช่วงนี้เป็นช่วง ที่เห็ดมีความต้องการความชื้นสัมพัทธ์และออกซิเจนค่อนข้างสูง เนื่องจากเป็นช่วงเริ่มต้นของการเจริญเติบโตของ เห็ด และเมื่อเวลาผ่านไป 6-7 วัน ดอกเห็ดเริ่มงอกออกมาจากปากก้อนเชื้อเห็ดและบานเต็มที่ ซึ่งในช่วงเวลานี้ สามารถทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ เห็ดนางฟ้าจะมีการเจริญเติบโตเร็ว และจะมีอายุการเจริญเติบโตเต็มที่ 7-10 วัน ซึ่งสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในช่วงเวลานี้ หลังจากที่ได้ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตเป็นที่เรียบร้อยแล้ว เมื่อเวลาผ่านไป ประมาณ 2-3 วัน เห็ดนางฟ้ารุ่นต่อไปก็จะเริ่มงอกออกมาจากปากก้อนเชื้อเห็ดจนเจริญเติบโตเต็มที่ จึงสามารถเก็บ เกี่ยวผลผลิตได้อย่างต่อเนื่อง จนภายในก้อนเชื้อเห็ดนั้นหมดอายุ ซึ่งอายุของก้อนเชื้อเห็ดนั้นจะอยู่ได้ประมาณ 4-6 เดือน

สรุปและอภิปรายผล

การออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดใน โรงเรือนเพาะเห็ดภาพรวมของระบบการให้น้ำซึ่งมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อการ เจริญเติบโตของเห็ดจากกรณีศึกษาพบว่าปัญหาของผลผลิตบางก้อนอาจเกิดจากเชื้อเห็ดภายในก้อนเห็ดที่ เจริญเติบโตไม่ทั่วถึงเชื้อราในโรงเพาะเห็ดและระบบการให้น้ำตลอดจนไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของ อากาศภายในโรงเพาะเห็ดเป็นสาเหตุที่ทำให้ปริมาณผลผลิตเห็ดแต่ละชนิดไม่ได้ผลผลิตตรงซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการ เจริญเติบโตของเห็ดผลจากการออกแบบและพัฒนาเครื่องควบคุมอุณหภูมิความชื้นในโรงเพาะเห็ดที่ได้จัดทำขึ้นนี้ สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยการปรับตั้งค่าทั้งสองจากชุดควบคุมซึ่งสามารถปรับตั้งค่าได้ตามการใช้ งานจริงเพื่อให้ตรงตามความต้องการของเห็ดแต่ละชนิดทำให้ผลผลิตเห็ดที่ได้ออกอย่างสม่ำเสมอสามารถ ประหยัดเวลาในการให้น้ำในโรงเพาะเห็ดและทำงานสัมพันธ์ร่วมกับพัดลมระบายอากาศที่ติดตั้งภายในโรงเพาะเห็ด ทำให้อากาศในโรงเพาะเห็ดเกิดการถ่ายเทอุณหภูมิโดยรอบได้อย่างรวดเร็วโดยอาศัยการตรวจวัดอุณหภูมิและ ความชื้นจากอุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้ภายในโรงเพาะเห็ดสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโรงเพาะเห็ดอื่น ๆ ได้

ข้อเสนอแนะ

การถ่ายเทอากาศในโรงเรือนเพาะเห็ดจะต้องมีช่องระบายอากาศอย่างเพียงพอควรเปิดประตูควรเปิดประตูทางเข้าในตอนเช้าตรู่เพื่อระบายอากาศ และป้องกันการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แสงสว่าง ตรวจความชื้นของแสงในโรงเพาะให้เพียงพอต่อการพัฒนาเจริญเติบโตของดอกเห็ด ความชื้น ควรตรวจตราความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายนอกและภายในโรงเรือนให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ซึ่งโดยทั่วไปความชื้นสัมพัทธ์ในระยะเปิดดอกจะอยู่ระหว่าง 80-90 เปอร์เซ็นต์และความชื้นในโรงเพาะจะมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิสูงต่ำของอากาศภายนอก ดังนั้นในฤดูหนาวที่มีอากาศแห้งความชื้นต่ำ ควรทำการรดน้ำบริเวณโดยรอบโรงเรือนอย่างสม่ำเสมอในเช้าช่วงเช้าและช่วงเย็นในแต่ละวันเพื่อป้องกันความชื้นระเหยหมด ตรวจตราศัตรูของเห็ดนางฟ้าอย่างสม่ำเสมอเมื่อพบเจอศัตรูของเห็ดนางฟ้าให้ทำการกำจัดโดยทันที

ระบบโรงเพาะเห็ดนางฟ้าอัจฉริยะสามารถนำไปใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตและลดภาระในการดูแลการเพาะเห็ดของเกษตรกร เนื่องจากโรงเห็ดอัจฉริยะจะทำหน้าที่ดูแลให้ทั้งหมด ทั้งการปรับอุณหภูมิและการให้น้ำ อีกทั้งยังมีความตรงต่อเวลา ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นการอำนวยความสะดวกให้เกษตรกรผู้ใช้เป็นอย่างมาก ระบบโรงเห็ดนางฟ้าอัจฉริยะสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดโดยการใช้กับเห็ดชนิดอื่นหรือพืชสมุนไพร พืชออร์แกนิก และโรงเลี้ยงสัตว์อื่นๆ ได้ในการทำงานของระบบโรงเพาะเห็ดนางฟ้าอัจฉริยะใช้ไฟฟ้าในการทำงานเมื่อไม่มีไฟฟ้าระบบโรงเพาะเห็ดนางฟ้าอัจฉริยะจะไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นต้องมีวิธีการแก้ปัญหาโดยอาจใช้เครื่องสำรองไฟหรือเทคโนโลยีโซลาร์เซลล์มาช่วยแก้ปัญหา

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักวิชาการ, สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร. (2559). *ประเทศไทย 4.0*. สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร.
- [2] สมคิด จาตุศรีพิทักษ์. (2559). *อนาคตเศรษฐกิจไทย 4.0*. ปาฐกถาพิเศษ จัดโดยสภาหอการค้า-จีน เมื่อวันที่ 20 มิถุนายน พ.ศ. 2559 ณ อาคารสภาหอการค้าไทย.
- [3] สุमित แซ่มประสิทธิ์. (2559). *เกษตรกรไทยยุค THAILAND 4.0*. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://www.qmlcorp.com/content/เกษตรกรไทยยุค-thailand-4.0>
- [4] Shashwathi, N., Priyam B., & Suhas, K. (2012). Smart farming: A step towards techno-savvy agriculture. *International Journal of Computer Applications*, 57(18), 45-48.
- [5] Maheswari, R., Ashok, K. R., & Prahadee swaran, M. (2008). Precision farming technology, adoption decisions and productivity of vegetables in resource-poor environments. *Agricultural Economics Research Review*, 21, 415-424.
- [6] อีร์เกียร์ดี เกิดเจริญ. (2550). ฟาร์มอัจฉริยะ ตอนที่ 1. *วารสารอิพเดท*, 22(241), 93-96.
- [7] สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *Internet of things*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://oho.ipst.ac.th/internet-of-things>
- [8] สำนักงานรัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์. (2560). *Internet of Things*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.ega.or.th/th/content/890/882>
- [9] NECTEC. (2560). *NETPIE: Internet of Things*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.nectec.or.th/innovation/innovation-software/netpie.html>