การพัฒนาระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยสมองกลฝังตัวผ่าน NETPIE

Development of a hydroponics vegetable growing system with embedded systems via NETPIE

สกรณ์ บุษบง[1*] วราวุธ จอสูงเนิน[2*] และ อมรเพชร ตลับทอง[3]
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
zagon.bb@bru.ac.th*, warawut.cs@bru.ac.th*, amornphet.tal@bru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาและพัฒนาชุดควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยเทคโนโลยี IoT โดยแสดงค่าในแปลงผักไฮโดรโปนิกส์ สถานะของอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านหน้าเว็บไซต์ เพื่อให้เกษตรกรที่ปลูกผักไฮโดรโปนิกส์เข้าถึงข้อมูลได้ง่ายขึ้น และยังสามารถสั่งงานผ่านหน้าเว็บไซต์ได้ เครื่องมือที่ใช้พัฒนาประกอบไปด้วยฮาร์ดแวร์ ได้แก่ บอร์ด Arduino Uno R3, บอร์ด Node MCU ESP8266, เซ็นเซอร์ pH, เซ็นเซอร์ TDS, ปั๊มน้ำ 12V, Dosing Pump 12V, Switching Power Supply 12V, จอ LCD แบบ I2C, หลอดไฟ LED, Selector Switch, และ Relay 5V 4 ช่อง และซอฟต์แวร์ ได้แก่ Arduino IDE, NETPIE IoT Cloud Platform และระบบปฏิบัติการ Windows 10 2) ศึกษาผลการทดลองใช้ชุดควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยเทคโนโลยี IoT

ผลการวิจัยพบว่า 1) การพัฒนาระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยสมองกลฝังตัวผ่าน NETPIE สามารถอำนวยความสะดวกให้กับเกษตรในการให้ปุ๋ยผักไฮโดรโปนิกส์และปรับสภาพน้ำ แล้วยังสามารถแสดงสถานะค่า EC และ ค่า pH ของแปลงผักไฮโดรโปนิกส์ได้แบบ Real–Time 2) การศึกษาผลการทดลองใช้ชุดคอนโทรลเลอร์ ในการควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยเทคโนโลยี IoT โดยแยกเป็นจำนวนผู้เชี่ยวชาญด้านการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ 5 คน และเกษตรกรปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ 20 คน โดยมีการสอบถามความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ และเกษตรกรปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ ที่มีผลต่อระบบจากนั้นนำผลมาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติพื้นฐานเทียบกับเกณฑ์ด้านเว็บแอพพลิเคชั่น (NETPIE Freeboard) ด้านชุดคอนโทรลเลอร์ และด้านภาพรวมของระบบ พบว่าการใช้งานระบบในส่วนของผู้เชี่ยวชาญ และเกษตรกรไฮโดรโปนิกส์ มีค่าเฉลี่ยที่ 4.32 อยู่ในเกณฑ์ระดับมาก

คำสำคัญ : ไฮโดรโปนิกส์ , สมองกลฝังตัว . เน็ตไพ

ABSTRACT

The purposes of the research were to study and develop the Hydroponics vegetable growing system with embedded system via NETPIE controller set. In the control of hydroponic vegetable growing using IoT technology by showing the water status in the hydroponic vegetable plot The status of various devices through the website or application To allow farmers who grow hydroponic vegetables to access information more easily and can still operate via the website or application. The equipment and tools used in the development consists of 2 parts which are hardware such as Arduino Uno R3, NodeMCU ESP8266, pH sensor, TDS sensor, Water Pump 12V, Dosing Pump 12V, Switching Power Supply 12V, LCD I2C, LED lamp, Selector switch and Relay 5V 4 channels, the software part is Arduino IDE, NETPIE IoT Cloud Platform and Windows 10 operating system.

The research findings showed that Hydroponics vegetable growing system with embedded system via NETPIE controller set can facilitate agriculture to fertilizer, hydroponic vegetables and water conditions. And can also be aware of Real–Time water conditions in vegetable hydroponics. The experimental results using a controller set In the control of hydroponic vegetable growing with IoT technology and take the result and analyze it with the basic statistic value comparing with the criteria found that using the system in the expert section And hydroponic farmers With an average of 4.32 at a good level.

Keyword : Hydroponics , Embedded System , Netpie

บทนำ

ปัจจุบันการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์หรือการปลูกพืชไร้ดินได้รับความนิยมอย่างมากในประเทศไทย แม้ว่าจะใช้งบประมาณพอสมควรแต่ก็ให้ผลดีทั้งด้านผลผลิตที่มีคุณภาพสูง และรายได้ที่ดี **นอกจากนั้น**ยังใช้พื้นที่ในการปลูกที่ไม่มาก เหมือนกับการปลูกลงดิน ควบคุมปัจจัยต่าง ๆ **สามารถ**ทำได้ง่ายกว่าปลูกผักลงดิน การปลูกและการดูแลส่วนใหญ่ใช้แรงงานมนุษย์แทบทั้งหมด แล้วยังมีขีดจำกัดในการทำงานเช่น การวัดค่า pH เพื่อปรับสภาพน้ำให้เหมาะสมในการปลูก การวัดค่า EC (Electrical Conductivity) **หรือ** ค่าเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าของน้ำ ซึ่งเกษตรกรไฮโดรโปนิกส์ใช้ค่า EC เป็นเกณฑ์ในการวัดค่าปุ๋ยในแปลงผักไฮโดรโปนิกส์แล้วปรับให้เหมาะกับผักที่ปลูก โดยการทำงานเหล่านี้ต้องทำที่แปลงผักไฮโดรโปนิกส์เท่านั้น เกษตรกรไฮโดรโปนิกส์จึงต้องคอยวัดค่าอยู่เป็นประจำเพื่อทำให้สถานะของน้ำเหมาะสมกับผักแต่ละชนิดในแต่ละวัน **แต่**ถ้าอุปกรณ์เพื่อช่วยเกษตรเข้าถึงข้อมูลเหล่านี้ได้โดยที่ไม่ต้องมาที่แปลงผักไฮโดรโปนิกส์เสมอไป**จะทำให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งกว่า ผู้วิจัย**จึงมีแนวคิดจะพัฒนาชุดคอนโทรลเลอร์เพื่อช่วยในการทำงานดังกล่าวของเกษตรกรไฮโดรโปนิกส์ **โดย**นำเอาเทคโนโลยี IoT (Internet of Thing) มาเป็นแนวคิดในการพัฒนาระบบ ซึ่งจะช่วยให้เกษตรกรไฮโดรโปนิกส์สามารถเข้าถึงข้อมูลสถานะของน้ำในแปลงผักไฮโดรโปนิกส์ได้ง่าย โดยไม่จำเป็นต้องมาที่แปลงผักไฮโดรโปนิกส์ ก็สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทุกที่**ผ่านเครือข่าย**อินเทอร์เน็ต

การพัฒนาระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยสมองกลฝังตัวผ่าน NETPIE เป็นการนำเทคโนโลยี IoT มาใช้ร่วมกับการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ เพื่อให้มีความสะดวกต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้น โดยจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์ pH และ เซ็นเซอร์ EC ส่งค่าผ่าน NETPIE IoT Cloud Platform แล้วแสดงค่าผ่านหน้าจอ NETPIE Freeboard ซึ่งสามารถใช้ได้ทั้งคอมพิวเตอร์ และสมาร์ตโฟน ด้วยแอปพลิเคชัน NETPIE หรือ เว็บไซต์ netpie.io **ซึ่ง**อุปกรณ์นี้จะช่วยให้สะดวกในการรับข้อมูลสถานะของน้ำและสามารถปรับค่าของน้ำหรือการให้ปุ๋ยของผักไฮโดรโปนิกส์ได้ผ่านทางหน้า NETPIE Freeboard โดยไม่จำเป็นมาที่แปลงผักไฮโดรโปนิกส์ผัก

ดังนั้นการพัฒนาระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยสมองกลฝังตัวผ่าน NETPIE จะเข้ามาเป็นทางเลือกเพื่อช่วยเกษตรกรไฮโดรโปนิกส์ในเรื่องความสะดวกสบายในการทำงาน และยังลดเวลาการทำงานในการดูแลแปลงผักไฮโดรโปนิกส์ของเกษตรได้ สามารถรู้สถานะของน้ำในแปลงผักไฮโดรโปนิกส์ และสถานะของอุปกรณ์ต่าง ๆ ว่าทำงานอยู่หรือไม่ ทั้งนี้การพัฒนาระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยสมองกลฝังตัวผ่าน NETPIE ยังเป็นการนำเอาเกษตรแบบเดิมเข้าสู่เกษตรสมัยใหม่ที่เน้นการบริหารจัดการ และใช้เทคโนโลยี หรือที่เรียกกันว่า Smart Farm

1. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดคอนโทรลเลอร์และพัฒนาระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยเทคโนโลยี IoT
2. เพื่อทดลองใช้ชุดคอนโทรลเลอร์และพัฒนาระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยเทคโนโลยี IoT
3. เพื่อศึกษาผล ประเมินผล และวัดประสิทธิภาพของการพัฒนาระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยสมองกลฝังตัวผ่าน NETPIE

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พงศธร แสนหัน (2561) มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ พัฒนาระบบควบคุมโรงเพาะชำด้วยบอร์ด ราสเบอรี่พาย โดยการทำงานหลักคือการวัดและปรับอุณหภูมิความชื้นในโรงเรือนที่ได้จำลองไว้ แล้วแสดงค่าการทำงานของอุปกรณ์และโมดูลต่าง ๆ ผ่านเว็บไซต์ เพื่อให้ผู้ดูแล หรือผู้ที่เกี่ยวข้องได้รับรู้การทำงานของระบบที่เกิดขึ้นได้สะดวก ซึ่งอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา โดยผลการวิจัยพบว่าสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในที่หลากหลาย โดยเฉพาะเรื่องของการควบคุมของอุณหภูมิในการดูแลพันธุ์ไม้ต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับผู้ใช้จะนำเอาไปพัฒนาใช้ในด้านใด

มุหัมมัด มั่นศรัทธา และ มูฆอฟฟัล มูดอ (2560) มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ ได้นำเสนอการเปรียบการใช้ระบบเปิด - ปิดไฟในห้องน้ำโดยใช้โครงข่ายไร้สายไรสาย NodeMCU ESP8266 งานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบควบคุมแสงสว่างภายในห้องน้ำอัตโนมัติ โดยใช้การตรวจแบบอินฟราเรด (RIP Sensor) ตรวจจับการเคลื่อนไหวเมื่อจับการเคลื่อนไหวได้ จะส่งค่าไปยัง NodeMCU ESP8266 เป็นตัวประมวลผลและควบคุมวงจรรีเลย์ เพื่อปิด - เปิดหลอดไฟ และแสดงสถานะแบบ Real – Time บนหน้าเว็บแอพพลิเคชั่น การทดสอบมีระยะเวลา ตั้งแต่ 1 มีนาคม 2559 ถึง 31 พฤษภาคม ผลจากการทดสอบระบบ และเปรียบเทียบการใช้พลังงานภายในห้องน้ำก่อน และหลังติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติ พบว่าสามารถลดการใช้พลังงานภายในอาคาร 6 ชั้นของคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ธนทร ทิชนันท์ (2557) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ออกแบบและการการพัฒนาระบบเพื่อควบคุมความเป็นกรดด่างของสารละลายธาตุอาหาร (pH) ให้เหมาะสมกับพืชที่ทำการเพาะปลูก โดยทำการออกแบบชุดทำความเย็นเพื่อควบคุมอุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหารหรือเฟอติไลเซอร์ให้เหมาะสมกับพืชที่ทำการเพาะปลูก ซึ่งทำงานร่วมกับ เซ็นเซอร์วัดค่าอุณหภูมิและความเป็นกรดด่าง ทั้งนี้ยังได้พัฒนาโมเดลต้นแบบ เพื่อใช้ประกอบการวิจัย ซึ่งโมเดลดังกล่าวพัฒนาจากเทคนิคการปลูกพืชไร้ดินแบบกึ่งน้ำลึกและการปลูกพืชในระบบรากแขวนลอย โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการควบคุมปั๊มน้ำให้ฉีดพ่นสารละลายธาตุอาหารเข้าสู่รากพืชโดยตรงและทำการพัฒนาระบบรางท่อให้สารละลายธาตุอาหารหมุนเวียนกลับเข้าสู่ถังเก็บ เพื่อแก้ไขปัญหาสารละลายขาดความสมดุลและการตกตะกอน เนื่องจากการดูดซึมธาตุอาหารแต่ละชนิดของพืชไม่เท่ากัน ประกอบกับได้ติดตั้งระบบอัตโนมัติเพื่อ ควบคุมแสงสว่าง โดยทำการเชื่อมต่อเซ็นเซอร์เพื่อทำการวัดค่าแสงสว่างเข้ากับหลอดส่องสว่าง เพื่อให้พืชได้รับแสงสว่างเพียงพอกับการเจริญเติบโตและทำการติดตั้งเซ็นเซอร์เพื่อใช้ตรวจสอบ สภาพภูมิอากาศบริเวณที่ทำการเพาะปลูก ผู้วิจัยยังได้ทำการพัฒนาส่วนติดต่อผู้ใช้งานให้ทำงานบน อุปกรณ์สมาร์ทโฟน เพื่อลดขั้นตอนการในการทำงานควบคุมระบบ ซึ่งทำให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุมการทำงานของระบบและตรวจสอบสภาพแวดล้อมของพืชที่ทำการเพาะปลูกได้โดยง่าย

เมธา โล่กันภัย (2556) จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้พัฒนาระบบสาระสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ โดยมุ่งเน้นการประมวลผลในด้านการวางแผนและติดตามการผลิตผักเพื่อให้สามารถใช้สารสนเทศดังกล่าวช่วยเหลือ และสนับสนุนกระบวนการวางแผนและติดตามการผลิตผักได้อย่างเหมาะสม ภายใต้เงื่อนไขทางด้าน เวลาและปริมาณ ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ ระบุปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ปัญหา และแนวทาง แก้ไขในการปลูกผัก ซึ่งมีแนวคิดในการออกแบบระบบใช้เว็บแอปพลิเคชันในการประมวลผลเพื่อวางแผนการปลูกผัก และได้นำเทคนิคการแสดงความรู้ด้วยกฎ (Rule-Based Representation) มาใช้ในการ ประมวลผล ซึ่งเทคนิคดังกล่าวมีความเหมาะสม สามารถจำแนก และวิเคราะห์

เงื่อนไขในการวางแผน และติดตามการผลิต จากนั้นพัฒนาระบบสารสนเทศขึ้นมา เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับ สนับสนุนแนวความคิด

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาความเป็นไปได้ และกำหนดปัญหาการพัฒนาระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยสมองกลฝังตัวผ่าน NETPIE

1.2 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในขั้นที่ 1 โดยวิเคราะห์กลไกล ระบบ และหลักการทำงานของระบบชุดควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยเทคโนโลยี IoT

1.3 ออกแบบระบบโดยทำการออกแบบชุดควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยเทคโนโลยี IoT

1.4 พัฒนาระบบโดยเริ่มจากการออกแบบและสร้างชุดควบคุมและเชื่อมต่อระบบทางด้านฮาร์ดแวร์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดตามที่ได้ออกแบบ จากนั้นจึงพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อควบคุมกลไกของระบบ พร้อมทั้งทดสอบประสิทธิภาพของระบบตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.5 เก็บรวบรวมข้อมูล สรุป วิเคราะห์ และจัดทำคู่มือการใช้งานระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยสมองกลฝังตัวผ่าน NETPIE

2. เครื่องมือการวิจัย

2.1 ด้านฮาร์ดแวร์ คือ คอมพิวเตอร์ Laptop, บอร์ด Arduino Uno R3, บอร์ด NodeMCU v2 ESP- 12E, pH Meter V1.1, TDS Meter V1, Relay 5V 4 ช่อง, Dosing Pump 12V 3 ตัว, Water Pump 12V 1 ตัว, Switching Power Supply 12V 3 Amp., จอ LCD แบบ I2C, หลอดไฟ LED, Selector switch

2.2 **ด้านซอฟต์แวร์ คือ** ระบบปฏิบัติการ Windows 10, โปรแกรม Arduino IDE, NETPIE IoT Cloud Platform, ภาษา C และ JavaScript

2.3 แบบประเมินคุณภาพระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยสมองกลฝังตัวผ่าน NETPIE

2.4 แบบสอบถามความพึงพอใจระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยสมองกลฝังตัวผ่าน NETPIE

3. ประชาการและกลุ่มตัวอย่าง

3.1 ประชากรคือกลุ่มเกษตรกรปลูกผักไฮโดรโปนิกส์

3.2 กลุ่มตัวอย่างคือกลุ่มเกษตรกรและผู้เชี่ยวชาญด้านการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์**จำนวน** 5 **คน** โดยมีวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างจากกลุ่มผู้ปลูกผักไฮโดรโปนิกส์จากพื้นที่ใกล้เคียงในจังหวัดบุรีรัมย์ **จำนวน** 20 **คน**

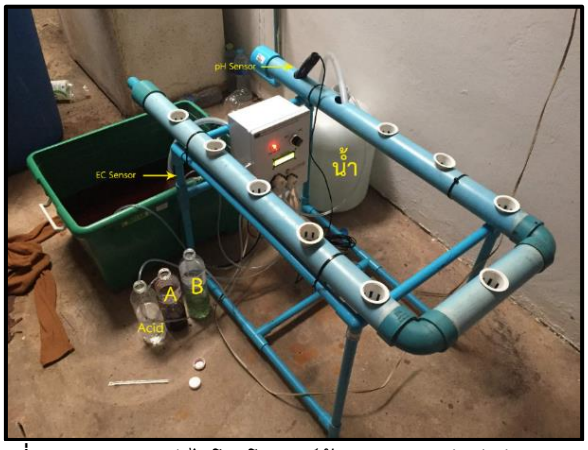
4. สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบค่าสถิติ (Dependent t-test) โดยนำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมิน (พิสุทธา อารีราษฎร์, 2550) ดังนี้

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 – 5.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 – 4.49 หมายความว่า ระดับมาก
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 – 3.49 หมายความว่า ระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 – 2.49 หมายความว่า ระดับน้อย
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 – 1.49 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

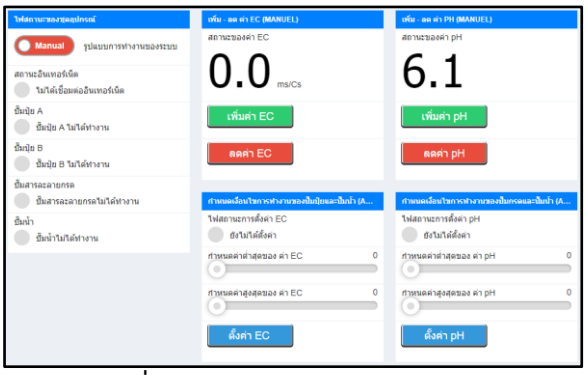
1. ผลการพัฒนาระบบ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยสมองกลฝังตัวผ่าน NETPIE ตามขั้นตอนการวิจัยในระยะที่ 1 โดยนำข้อมูลจากการศึกษา และวิเคราะห์ มาจัดทำระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยสมองกลฝังตัวผ่าน NETPIE และเครื่องมือของกิจกรรม แสดงดังภาพที่ 1 และภาพที่ 2



ภาพที่ 1 ระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยสมองกลฝังตัวผ่าน NETPIE

จากภาพที่ 1 ระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยสมองกลฝังตัวผ่าน NETPIE จะเห็นได้ว่าชุดคอนโทรลเลอร์ได้ติดตั้งเข้ากับแปลงผักไฮโดรโปนิกส์แล้ว โดยวางตำแหน่งไว้ใกล้กับถังพักน้ำ เซ็นเซอร์ TDS จะถูกวางไว้ในถังพักน้ำเพื่อวัดค่า EC ส่วนเซ็นเซอร์ pH จะถูกวางไว้บนแปลงผักไฮโดรโปนิกส์ เพื่อวัดค่า pH ชุดคอนโทรลเลอร์จะมีจอแสดงสถานะ ค่า EC และค่า ส่วนปั๊มแต่ละตัวจะมีสายยางเพื่อดูดสารมาใส่ในถังพักน้ำ โดยปั๊มแต่ละตัวจะถูกกำหนดไว้แล้ว ปั๊มตัวที่ 1 จะใช้สูบปุ๋ย A ปั๊มตัวที่ 2 จะใช้สูบปุ๋ย B ปั๊มตัวที่ 3 จะใช้สูบสารละลายกรด และ ปั๊มตัวที่ 4 จะใช้สูบน้ำ ปริมาณน้ำในถังพักน้ำประมาณ 20 – 30 ลิตร แล้วจะมีปั๊มน้ำที่ต่อกับสายยางที่ใช้สำหรับสูบน้ำขึ้นไปบนแปลงผักไฮโดรโปนิกส์ เพื่อนำไปเลี้ยงผักในแปลงไฮโดรโปนิกส์



ภาพที่ 2 หน้าจอภาพ NETPIE Freeboard

จากภาพที่ 2 เป็นหน้า NETPIE Freeboard ที่แสดง Widget ทั้งหมด มีรายละเอียดดังนี้

ส่วนที่ 1 แสดงสถานะของอุปกรณ์ **ประกอบด้วย การแสดง**รูปแบบการทำงานของระบบ สถานะของการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต สถานะของการทำงานปั๊มปุ๋ย A สถานะของการทำงานปั๊มปุ๋ย B สถานะของการทำงานปั๊มสารละลายกรด สถานะของการทำงานปั๊มน้ำ

ส่วนที่ 2 การปรับเพิ่ม – ลดค่า EC แบบ Manuel **ประกอบด้วย** สถานะของค่า EC ปุ่มเพิ่มค่า EC ปุ่มลดค่า EC

ส่วนที่ 3 การปรับเพิ่ม – ลดค่า แบบ Manuel **ประกอบด้วย** 1) สถานะของค่า pH ปุ่มเพิ่มค่า pH ปุ่มลดค่า pH

ส่วนที่ 4 การสร้างเงื่อนไขการทำงานของปั๊มปุ๋ยและปั๊มน้ำ แบบ Auto **ประกอบด้วย การแสดง**ไฟแสดงสถานะของการตั้งค่า EC การกำหนดค่าสูงสุดของ ค่า EC การกำหนดค่าต่ำสุดของ ค่า EC ปุ่มยืนยันการตั้งค่า EC

ส่วนที่ 5 การสร้างเงื่อนไขการทำงานของปั๊มน้ำและปั๊มสารละลายกรด แบบ Auto **ประกอบด้วย** ไฟแสดงสถานะของการตั้งค่า EC การกำหนดค่าสูงสุดของ ค่า EC การกำหนดค่าต่ำสุดของ ค่า EC **และ**ปุ่มยืนยันการตั้งค่า EC

โดยประสิทธิภาพการเขียนโปรแกรมควบคุมในแต่ละส่วนจะตรวจสอบเงื่อนไขให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่กำหนดไว้เป็นสำคัญ และมีการทดสอบทั้งทดสอบฟังก์ชันย่อยต่าง ๆ ทั้งหมด และการทดสอบทั้งระบบตามหลักสากลทางด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ เพื่อให้ได้ซอฟต์แวร์คุณภาพ

2. ผลการศทดลองใช้

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองใช้และศึกษาระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยสมองกลฝังตัวผ่าน NETPIE โดยแยกเป็นจำนวนผู้เชี่ยวชาญด้านการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ 5 คน และเกษตรกรปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ 20 คน โดยมีการสอบถามความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ และเกษตรกรปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ ที่มีผลต่อระบบจากนั้นนำผลมาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติพื้นฐานเทียบกับเกณฑ์และสรุปผล แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการใช้งานระบบในส่วนของผู้เชี่ยวชาญ และเกษตรกรไฮโดรโปนิกส์

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
ด้านเว็บแอพพลิเคชั่น (NETPIE Freeboard)			
1. หน้า NETPIE Freeboard มีการออกแบบให้ใช้งานง่าย	4.38	0.80	มาก
2. แสดงข้อมูลบนหน้า NETPIE Freeboard มีความถูกต้อง	4.00	0.63	มาก
3. แสดงข้อมูลบนหน้า NETPIE Freeboard มีความถูกต้อง	4.33	0.80	มาก
4. การใช้งานหน้าเว็บแอพพลิเคชั่น (NETPIE Freeboard) ทำได้ง่าย	4.45	0.76	มาก
5. หน้า NETPIE Freeboard มีการตอบสนองอย่างรวดเร็ว	4.29	0.78	มาก
ด้านชุดคอนโทรลเลอร์			
เหมาะสมในการนำมาติดตั้งใช้งาน	4.48	0.60	มาก
หน้าจอแสดงผลมีเหมาะสมต่อการใช้งาน	4.33	0.73	มาก
อุปกรณ์ที่ใช้ในการเติมมีความเหมาะสม	4.19	0.51	มาก
เซ็นเซอร์การวัดค่า EC และ pH ทำงานได้แม่นยำ	4.29	0.72	มาก
ความแม่นยำในการเติมสารต่าง ๆ	4.05	0.74	มาก
ความทดทานต่อสภาพแวดล้อม	3.86	1.01	มาก
ชุดคอนโทรลเลอร์สามารถเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ง่าย	4.24	0.77	มาก
ด้านภาพรวมของระบบ			
เทคโนโลยีมีความทันสมัย	4.67	0.48	มากที่สุด
ช่วยลดเวลาการทำงานของเกษตรกร	4.67	0.66	มากที่สุด
สามารถใช้ได้ทั้ง Windows Android และ iOS	4.57	0.68	มากที่สุด
ความคุ้มค่าของระบบเมื่อนำมาใช้งาน	4.33	0.73	มาก

ยินดีที่จะนำไปติดตั้งระบบเพื่อใช้งาน	4.10	0.83	มาก
ระบบสอดคล้องกับการทำงานจริงมากน้องเพียงใด	4.57	0.60	มาก
โดยรวม	**4.32**	**0.71**	**มาก**

จากตารางที่ 1 ผลการทดสอบการใช้งานระบบในส่วนของผู้เชี่ยวชาญ และเกษตรกรไฮโดรโปนิกส์ มีค่าเฉลี่ยที่ 4.32 อยู่ในเกณฑ์ระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.32, S.D. = 0.71)

อภิปรายผลการวิจัย

1. ระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยสมองกลฝังตัวผ่าน NETPIE มีเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพของระบบประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ ด้านเว็บแอพพลิเคชั่น (NETPIE Freeboard) ด้านชุดคอนโทรลเลอร์ และด้านภาพรวมของระบบ ซึ่งความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อความเหมาะสมของระบบโดยรวมอยู่ในระดับมาก

2. ผลการประเมินระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยสมองกลฝังตัวผ่าน NETPIE พบว่า ผู้ใช้งานระบบมีความรู้ความเข้าใจและมีความพึงใจต่อระบบโดยรวมอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ พงศธร แสนหัน (2561) มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ที่พัฒนาระบบควบคุมโรงเพาะชำด้วยบอร์ด ราสเบอรี่ ที่มีข้อเสนอแนะว่า**สามารถ**นำเครื่องมือ เช่น ราสเบอรี่ หรือเน็ตไพ ไปประยุกต์ใช้ในหลายด้าน เช่น การปลูกผัก การเกษตร หรือการควบคุมโรงเพาะชำ ในเชิงระบบอัตโนมัติต่าง ๆ ทำให้ระบบนั้นมีความสะดวก มีประสิทธิภาพ รวมถึงการจัดการที่ง่ายอีกด้วย

3. ผลการประเมินระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยสมองกลฝังตัวผ่าน NETPIE มีความเป็นอัตโนมัติและสามารถทำการเกษตรได้ง่าย สอดคล้องกับงานวิจัยของ ธนทร ทิชนันท์ (2557) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ได้ออกแบบและการการพัฒนาระบบ เพื่อควบคุมความเป็นกรดด่างของสารละลายธาตุอาหาร (pH) ให้เหมาะสมกับพืช และเมธา โล่กันภัย (2556) จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้พัฒนาระบบสาระสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ ซึ่งสอดคล้องในประเด็นความง่ายในการจัดการในเชิงระบบอัตโนมัติต่าง ๆ ทำให้ระบบนั้นมีความสะดวก มีประสิทธิภาพ รวมถึงการจัดการที่ง่ายอีกด้วย

ข้อเสนอแนะ

ระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยสมองกลฝังตัวผ่าน NETPIE มีองค์ประกอบหลักคือระบบควบคุมอุปกรณ์ที่ใช้บริการผ่าน NETPIE IoT Cloud Platform ทำให้สามารถนำเอาแนวคิด หลักการ หรือระเบียบวิธีการของระบบนี้ไปพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพให้มากขึ้นได้ตามวัตถุประสงค์และการประยุกต์ใช้ในงานต่าง ๆ ได้ ตัวอย่างเช่น

1. นำไปพัฒนาเป็นแอปพลิเคชั่นให้มีขนาดเล็กลงเพื่อจัดจำหน่าย
2. พัฒนาด้านปัญญาประดิษฐ์ให้มีความเป็นอัตโนมัติสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

ธนทร ทิชนันท์. (2557). **ระบบไฮโดรโปนิกส์อัจฉริยะ.** วิทยานิพนธ์. วท.บ. (เทคโนโลยสีารสนเทศ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ถ่ายเอกสาร.

ประภาส สุวรรณเพชร. (2557**). เรียนรู้และลองเล่น Arduino เบื้องต้น.** (Online). แหล่งที่มา : http://www.thephyllconnect.com/images/Arduino/KruPraphasArduinoBook.pdf (สืบค้นวันที่ 15 สิงหาคม 2561)

พงศธร แสนหัน. (2561). **ระบบควบคุมโรงเพาะชำด้วยบอร์ดราสเบอรี่พาย.** วิทยานิพนธ์. วท.บ. (วิทยาการคอมพิวเตอร์). บุรีรัมย์: บัณฑิตวิยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์. ถ่ายเอกสาร.

เมธา โล่กันภัย. (2556**). ระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์.** วิทยานิพนธ์. วส.บ. (เทคโนโลยสีารสนเทศ). นครราชศรีมา: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. ถ่ายเอกสาร.

มุหัมมัด มั่นศรัทธา และมูฆอฟฟัล มูดอ. (2560) **ระบบเปิดปิดไฟภายในห้องน้ำโดยใช้ดครงข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ESP 8266/NodeMCU.** วิทยานิพนธ์. วศ.บ. (วิศวะกรรมไฟฟ้า). นราธิวาส: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์. ถ่ายเอกสาร.

สิตาวีร์ ธีรวิรุฬห์. (2559). **สมาร์ทฟาร์ม (Smart Farm) การทำเกษตรที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม.** (Online). แหล่งที่มา : https://library2.parliament.go.th/ebook/content-issue/2559/hi2559-093.pdf (สืบค้นวันที่ 5 เมษายน 2562)