

เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อม

สำหรับการเพาะปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์

IOT Technology for Cultivation of Rice with Organic Agriculture

ไพโรจน์ สมุทรักษ์^{1*}, อำนาจ สวัสดิ์นะที² และ สายชล ทองคำ³

Phairoj Samutrak^{1*}, Amnat Sawatnatee² and Saichon Tongkum³

สาขาวิชา 멀티มีเดียและอีสปอร์ต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม^{1, 2}

และ สาขาวิชาการประกอบอาหารและการจัดการงานครัว คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม³

Department of Multimedia and E-Sports, Faculty of Science ChandrakasemRajabhat University ^{1, 2}

and Department of Culinary arts and kitchen management, Faculty of Science ChandrakasemRajabhat ³

E-Mail phairoj.s@chandra.ac.th, amnat.s@chandra.ac.th and saichon.t@chandra.ac.th

(Received: May 12, 2024; Revised: June 27, 2024; Accepted: June 28, 2024)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อมสำหรับการเพาะปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์ 2) เผยแพร่และประยุกต์ใช้งานการเรียนรู้ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อมสำหรับการเพาะปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์ กรอบแนวคิดในการวิจัยคือ การใช้เทคโนโลยีการเก็บข้อมูลการปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์ในจังหวัดชัยนาท ตั้งแต่เริ่มกระบวนการปลูกข้าว การเตรียมแปลง จนถึงการเก็บเกี่ยวผลผลิต และการวางแผนในการเพาะปลูกในฤดูกาลถัดไป โดยใช้การสัมภาษณ์กลุ่มเกษตรกรปลูกข้าวอินทรีย์ กระบวนการสังเคราะห์ข้อมูลจากสารสนเทศกลุ่มที่เกี่ยวกับองค์ความรู้ ภูมิปัญญา ปัญหา และวิธีการแก้ไข รวมถึงปัจจัยสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตในแต่ละฤดูกาล การศึกษาและการใช้เทคโนโลยีและการเก็บบันทึกข้อมูลในรูปแบบดิจิทัลสำหรับการปลูกข้าวอินทรีย์ของกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์ อำเภอนาคูและอำเภอนาโพธิ์ จังหวัดชัยนาท การสัมภาษณ์เกษตรกรจำนวน 30 คน และสัมภาษณ์เชิงลึกข้อมูลสำคัญจำนวน 10 คน ใช้กระบวนการสังเกตอย่างมีส่วนร่วมและการศึกษาเอกสารเป็นส่วนประกอบ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อม 2) แบบประเมินประสิทธิภาพของระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อม 3) แบบประเมินความพึงพอใจของการใช้งานชุดการเรียนรู้ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วยค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยจากการ พบว่า 1) ชุดการเรียนรู้ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อม ประกอบด้วย บอร์ดควบคุม เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศและเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน โดยมีผลการประเมินประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า ด้านเนื้อหาของชุดการเรียนรู้ ด้านการออกแบบชุดการเรียนรู้ และด้านการนำไปใช้ประโยชน์ ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.20 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.76 โดยหัวข้อชุดการเรียนรู้มีประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจด้านเกษตรอินทรีย์ได้ค่าเฉลี่ยสูงสุด และผลการประเมินความพึงพอใจของชุดการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน พบว่า ด้านการนำไปใช้ประโยชน์อยู่ในระดับมาก ดังนั้นชุดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการเก็บข้อมูลในพื้นที่ปลูกข้าวเกษตรอินทรีย์อำเภอนาคู จังหวัดชัยนาท โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อม และใช้ข้อมูล

ดิจิทัลอุณหภูมิตั้งแต่ความชื้นในนาข้าวมาช่วยการตัดสินใจการจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้งในนาข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ หรือประยุกต์ใช้กับการเกษตรอินทรีย์แบบต่าง ๆ ได้ รวมถึงการเกษตรแบบยั่งยืนซึ่งจะช่วยให้เกิดการพัฒนายอด ช่วยเป็นเครื่องมือให้เกษตรกรช่วยตัดสินใจวางแผนการเพาะปลูกเกษตรอินทรีย์ได้สะดวกมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: ข้าวเกษตรอินทรีย์, อินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง, ข้อมูลดิจิทัล

ABSTRACT

The objectives of this research were 1) to study and develop the model of a learning package for integrated internet technology of small digital devices for organic rice cultivation 2) to disseminate and apply the learning package of integrated internet technology of small digital devices for organic rice cultivation. The conceptual framework for this research is collecting data on organic rice cultivation in Chainat province since the beginning of the rice cultivation process plot preparation until the harvest and planning for planting in the next season. There were interviews with farmers organic rice. There is a process of synthesizing information from group discussions about knowledge, wisdom, problems and solutions. Including various environmental factors that affect productivity in each season. Education and use of technology and digital record keeping in order to grow organic rice efficiently by choosing an organic farming group Hankha district and Noen Kham district, Chainat province is a case study of data collection methods. By interviewing 30 community residents and in-depth interviews with 10 key informants using participatory observation and documentary studies. The tools used in the research are: 1) Interoperable Internet of Small Digital Devices technology 2) Performance assessment form of the interoperable Internet of small digital devices technology system 3) Satisfaction assessment form of using the system learning kit. Internet technology integrates small digital devices. Statistics used to analyze data contains percentages, average and standard deviations.

The results of the research found that 1) the learning kit for the internet technology system that integrates small digital devices consists of a control board, a temperature and humidity sensor in the air, and a soil moisture sensor. The results of evaluating the effectiveness of the learning from 5 experts found that the content of the learning design of learning sets and utilization, the overall mean was 4.20 and the standard deviation was 0.76, with the learning set topic useful for those interested in organic agriculture having the highest mean and the results of evaluating the satisfaction of the learning set among a sample of 30 people found that the usability aspect was at a high level. Therefore, the developed learning set can be useful in collecting data in the organic rice growing area Hankha district Chainat province, using internet of thing technology and digital

data on temperature and humidity in paddy fields to help decisions making on effective alternate wetting and drying (AWD) water management in rice fields or can be applied to various types of organic agriculture, including sustainable agriculture, which will help further development. It is a tool for farmers to help them decide on planning organic farming more conveniently.

Keywords: Organic agriculture, Internet of things, Digital Data

บทนำ

การทำเกษตรที่มีการใช้สารเคมีและการบริโภคผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่มีสารเคมีตกค้างเกิดปัญหาภาวะสุขภาพ วิธีการเกษตรแบบอินทรีย์จึงเป็นนโยบายของภาครัฐ [1] ที่มีการส่งเสริมอย่างต่อเนื่องให้กับกลุ่มเกษตรกรแต่การปรับเปลี่ยนพื้นที่ในการทำเกษตรที่มีการรับรองการเกษตรแบบอินทรีย์ต้องมียอดความรู้ [2] มีการจัดการตั้งแต่การเตรียมตัวจนถึงการเก็บผลผลิตที่เป็นการปลอดสารเคมีทั้งหมด ส่งผลให้เกิดการเปรียบเทียบกับการทำเกษตรแบบเดิม รวมถึงปัญหาภาวะภัยแล้งในประเทศไทยที่เกิดขึ้นมีแนวโน้มรุนแรงเพิ่มมากขึ้น การป้องกันและแก้ไขปัญหาวิกฤตภัยแล้ง โดยที่ปริมาณน้ำที่เก็บกักในเขื่อนที่ใช้การได้ทั้งประเทศมีแนวโน้มลดลงและหากเกิดฝนทิ้งช่วงที่ยาวนานกว่าที่คาดการณ์ไว้ บางพื้นที่มีน้ำใช้สำหรับการทำเกษตรไม่เพียงพอตลอดฤดูกาล ส่งผลให้เกิดการขาดแคลนน้ำในการเพาะปลูกในช่วงฤดูแล้ง เกษตรกรที่ทำเกษตรปลูกและไม่ได้มีข้อมูลในการคาดการณ์วางแผนล่วงหน้าจะได้รับความเสียหายจากการขาดแคลนน้ำ การบันทึกข้อมูลพื้นฐานในพื้นที่การทำเกษตรเป็นเครื่องมือหนึ่งที่จะช่วยลดความเสี่ยงจากภัยแล้งลดลง การทำเกษตรโดยนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่ง (Internet of Things : IoT) มาช่วยในการเก็บข้อมูลในระยะยาว และนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์อย่างถูกต้อง จะเป็นการสร้างความแม่นยำในการผลิตทางการเกษตรและเป็นวิธีการช่วยลดต้นทุนในการทำเกษตรด้านอื่น ๆ ได้อีก ตัวอย่างเช่น ข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณน้ำที่ใช้ในตลอดฤดูการปลูกข้าว ปริมาณปุ๋ย เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต การลดต้นทุน การเพิ่มคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร รวมไปถึงการป้องกันกำจัดศัตรูพืชปัจจัยที่เกี่ยวข้องทางการเกษตรในการผลิตข้าวอินทรีย์ ประกอบด้วย ความรู้ พื้นที่การเพาะปลูก เมล็ดพันธุ์ ปริมาณน้ำ การรื้อซึ่มและการระเหยของน้ำ ปริมาณแร่ธาตุในดิน อุณหภูมิ ศัตรูพืช โรคพืช การเจริญเติบโต การจัดจำหน่าย เป็นต้น การลดความเสียหายของผลผลิตจากสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว หน่วยงานภาครัฐสามารถให้การส่งเสริมตามหลักเกษตร 4.0 [3] จะช่วยเพิ่มโอกาสให้กับเกษตรกรในหลากหลายกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้ผลิตสินค้าเกษตรที่มีมูลค่าเพิ่มหรือเจาะตลาดเฉพาะกลุ่ม (Niche Market) กลุ่มผู้ผลิตสินค้าตามเงื่อนไขเกษตรพันธสัญญา (Contract Farming) เกษตรอินทรีย์ และกลุ่มผู้ประกอบการธุรกิจร้านอาหารที่ควบคุมห่วงโซ่การผลิตวัตถุดิบทางการเกษตรจากการสร้างสถานะแวดล้อมทางเทคโนโลยีที่เหมาะสม[4] ทำให้เกิดการประยุกต์การใช้งานข้อมูลดังที่กล่าวมา

คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจพัฒนาชุดการเรียนรู้ระบบการบริหารจัดการน้ำเพื่อเพาะปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์ เกษตรกรจำเป็นจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในการจัดการน้ำใช้ในนาข้าวให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด [5] และลดปริมาณการสูญเสียที่ไม่เกิดประโยชน์ก็จะช่วยให้เกษตรกรเกิดความรู้สึกระหนักหน่วงต่อปัญหาการขาดแคลน

น้ำในการปลูกข้าวที่อาจเกิดขึ้น การวิจัยนี้จะสามารถเป็นต้นแบบส่งเสริมให้เกษตรกรไทยได้เรียนรู้การใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีดิจิทัลให้ก้าวสู่ยุคเกษตรที่ยั่งยืนตลอดไป เพื่อสนับสนุนและตรงต่อการยกระดับศักยภาพของประเทศ การใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่ง[6] จะทำให้มีการเก็บข้อมูลตามช่วงเวลาที่กำหนด บันทึกข้อมูลตรวจสอบข้อมูลในระหว่างฤดูกาลเพาะปลูก ทำให้สามารถนำมาคำนวณให้เกิดความแม่นยำในการบริหารจัดการน้ำในแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ ช่วยในการตัดสินใจข้อมูลการปลูกข้าวอินทรีย์ในฤดูกาลต่อไปได้

1. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่งอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อมสำหรับการเพาะปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์
2. เพื่อเผยแพร่และประยุกต์ใช้งานการเรียนรู้ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่งอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อมสำหรับการเพาะปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การทำเกษตรอินทรีย์

การทำเกษตรอินทรีย์เป็นการเพาะปลูกตามวิถีธรรมชาติ[2] โดยไม่ใช้สารเคมีสังเคราะห์หรือสิ่งที่ผ่านการตัดต่อพันธุกรรม เพื่อรักษาความสมดุลของระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ให้ได้ผลผลิตที่อุดมคุณค่าทางอาหารและปลอดภัยต่อผู้บริโภค การใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีกำจัดศัตรูพืชนั้นทำลายสมดุลธาตุอาหารและสิ่งมีชีวิตที่เป็นประโยชน์ในดิน ส่งผลให้พืชผลผลิตขาดคุณค่าทางอาหารและความต้านทานโรค จนต้องใช้สารเคมีเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เกิดเป็นวงจรที่สร้างความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพอย่างรุนแรง นอกจากนี้การพึ่งพาปัจจัยการผลิตจากสารเคมีสังเคราะห์ยังทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ส่งผลให้เกษตรกรประสบปัญหาขาดทุนและภาระหนี้สินเพิ่มมากขึ้น การทำเกษตรอินทรีย์จึงเป็นแนวทางที่ช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้ ทั้งในด้านลดต้นทุนการผลิต รักษาสมดุลสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ รวมถึงได้รับผลผลิตที่มีคุณภาพและปลอดภัยต่อผู้บริโภค มาตรฐานเกษตรอินทรีย์[2] ได้รับการพัฒนาและกำหนดใช้ในหลายประเทศและองค์กรทั่วโลก เช่น สหรัฐอเมริกาประกาศใช้พระราชบัญญัติผลิตภัณฑ์อาหารอินทรีย์ (Organic Food Production Act) ตั้งแต่ปี 1990 และแก้ไขเพิ่มเติมในปี 1996 ส่วนสหภาพยุโรปมีข้อกำหนดผลิตผลเกษตรอินทรีย์ตาม EEC No. 2092/91 เพื่อควบคุมการนำเข้าอาหารอินทรีย์จากประเทศอื่นให้เป็นไปตามมาตรฐานการผลิตและมาตรการตรวจสอบเดียวกันสำหรับประเทศญี่ปุ่น รัฐบาลประกาศใช้มาตรฐานเกษตรอินทรีย์ในปี 2001 โดยอ้างอิงตามกฎหมายมาตรฐานเกษตรญี่ปุ่น หรือ JAS ในขณะที่ประเทศไทยกำหนดใช้มาตรฐานการผลิตพืชอินทรีย์ในปี 2000 ซึ่งผ่านการปรับปรุงและเห็นชอบจากคณะกรรมการบริหารงานวิจัยและพัฒนาเกษตรอินทรีย์ กรมวิชาการเกษตร นอกจากนี้สมาพันธ์เกษตรอินทรีย์นานาชาติ หรือ IFOAM ได้จัดทำเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำสำหรับตรวจสอบรับรองเกษตรอินทรีย์ซึ่งเป็นที่ยอมรับในกลุ่มประเทศยุโรป ขณะที่สมาคมดินแห่งสหราชอาณาจักรเป็นองค์กรที่พัฒนาและให้การรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ที่เป็นที่ยอมรับในประเทศ องค์กรเครือข่าย PNA ของสหราชอาณาจักรและเนเธอร์แลนด์ กำลังดำเนินการเคลื่อนไหวเพื่อให้มาตรฐานเกษตรอินทรีย์สากลเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ มาตรฐานการผลิตพืชอินทรีย์ของประเทศไทย มีประเด็นหลักสำคัญ

ดังนี้ ที่ดินไม่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่ต่ำกว่ามาตรฐานกำหนด พื้นที่ปลูกต้องไม่มีสารเคมีสังเคราะห์ตกค้าง ไม่ใช่สารเคมีสังเคราะห์ในกระบวนการผลิต ไม่ใช่เมล็ดพันธุ์ที่คลุกสารเคมีสังเคราะห์ ไม่ใช่สิ่งที่ได้จากการตัดต่อทางพันธุกรรม ไม่ใช่วัสดุสัตว์ที่เลี้ยงอย่างผิดมาตรฐาน ปัจจัยการผลิตจากภายนอกต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน กระบวนการผลิตต้องปราศจากสิ่งปนเปื้อนสารเคมีสังเคราะห์ ส่งเสริมความหลากหลายทางชีวภาพ และสิ่งแวดล้อม ต้องได้รับการรับรองมาตรฐานอย่างเป็นทางการ การผลิตพืชอินทรีย์ เลือกพื้นที่ที่ไม่เคยทำการเกษตรเคมีมาไม่น้อยกว่า 3 ปี เป็นพื้นที่ที่ค่อนข้างดอนและโล่งแจ้งอยู่ห่างจากโรงงานอุตสาหกรรม อยู่ห่างจากแปลงที่ใช้สารเคมีและปุ๋ยเคมี ห่างจากถนนหลวงหลัก มีแหล่งน้ำที่ปลอดภัย [2]

2.2 อินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง

IoT หรือ Internet of Things (อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง) หมายถึง วัตถุ อุปกรณ์ พาหนะ สิ่งของเครื่องใช้ และสิ่งอำนวยความสะดวกในชีวิตอื่น ๆ ที่มนุษย์สร้างขึ้นโดยมีการฝังตัวของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ [6] ซอฟต์แวร์ เซ็นเซอร์ และการเชื่อมต่อกับเครือข่าย ซึ่งวัตถุสิ่งของเหล่านี้ สามารถเก็บบันทึกและแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้ อีกทั้งยังสามารถรับรู้สภาพแวดล้อมและถูกควบคุมได้จากระยะไกล ผ่านโครงสร้างพื้นฐานการเชื่อมต่อเข้ากับสมาร์ตโฟนเท่านั้น แต่ IoT สามารถประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ทุกอย่างที่ถูกออกแบบมาให้เชื่อมโยงกันได้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อที่จะสามารถสื่อสารกันได้สรรพสิ่ง (Things) ในความหมายของ IoT "สรรพสิ่ง" หมายถึง อุปกรณ์ สิ่งของ เครื่องใช้ที่แตกต่างกันหลากหลาย การศึกษาวิจัยนี้เป็นการพัฒนาองค์ความรู้จากภูมิปัญญาท้องถิ่นในการปลูกข้าวของคนไทยตั้งแต่ดั้งเดิมที่ต้องใช้แรงงานชาวนาแล้วนำมาปรับปรุงกระบวนการโดยใช้ระบบ IoT มาลดกระบวนการเก็บข้อมูลในนาข้าว ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญสำหรับการทำนา การปลูกข้าวให้ได้ผลผลิตอย่างสม่ำเสมอรวมทั้งการใช้พลังงานจากแผงโซลาร์เซลล์ตามกระบวนการของชุดการเรียนรู้ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดเล็กสำหรับการเพาะปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์ โดยมีการสื่อสารในรูปแบบของสื่อออนไลน์ที่สามารถเผยแพร่ได้หลากหลายช่องทาง เพื่อสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้และการใช้เป็นข้อมูลสำหรับส่งเสริมการใช้ระบบ IoT โครงการพัฒนาสื่อเพื่อการเรียนรู้การทำนาข้าวอินทรีย์ในอำเภอหันคา จังหวัดชัยนาท ตัวอย่างการพัฒนากระบวนการเทคโนโลยี IoT ที่เชื่อมโยงอุปกรณ์ต่าง ๆ มีการบันทึกค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นในอากาศ [6] รวมถึงค่าความชื้นในดิน ผ่านอุปกรณ์เซ็นเซอร์ มีการพัฒนาระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติ ผ่านเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อไร่ น้ำ โดยสิทธิโชค พรค์พิทักษ์ และคณะ [7] มีการพัฒนาระบบควบคุมการให้น้ำโดยใช้การอ่านค่าจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์วัดค่าความชื้นในดิน และวัดค่าอุณหภูมิ ผ่านไปยังอุปกรณ์ควบคุม MCU Esp8266 มีระบบควบคุมการเปิด-ปิด บัมพ์น้ำ ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ และมีการบันทึกผลและแสดงผลค่าตัวเลขดังกล่าว ผลการวิจัยพบว่าระบบมีความแม่นยำในการบันทึกค่า การสั่งการทำงาน มีความเสถียรในการทำงาน และทำให้เกษตรกรมีเวลาในการทำเกษตรอย่างอื่นได้เพิ่มมากขึ้น มีการใช้ปริมาณน้ำลดน้อยลงเป็นการลดต้นทุน พรรณี สวนเพลง และ พิษญา แจ่มจันทร์ [8] เสนองานวิจัยเรื่อง A Smart Farm Prototype with an Internet of Things (IoT) Case Study: Thailand การออกแบบสำหรับฟาร์มอัจฉริยะต้นแบบโดยใช้เซ็นเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิ และความชื้นโดยใช้ Internet of Things (IoT) ระบบได้รับการออกแบบ ระบบควบคุมน้ำอัตโนมัติโดยใช้อุปกรณ์ IoT มีส่วนประกอบหลักสองส่วน ได้แก่ ฮาร์ดแวร์และแอปพลิเคชันบนเว็บ ระบบฮาร์ดแวร์ประกอบด้วยสองอุปกรณ์หลักซึ่งรวมถึงบอร์ด Raspberry Pi ที่ติดตั้งในกล่องควบคุมเพื่อรวบรวมข้อมูลจากฟิสิกส์โดยใช้ DHT22 เซ็นเซอร์ ใช้เพื่อรวบรวมอุณหภูมิและความชื้น

ข้อมูลจากสภาพแวดล้อมของพืชที่ส่งโดยชุดควบคุมในกล่องควบคุม ส่วนประกอบที่สองคือไฟล์เว็บแอปพลิเคชันที่ออกแบบและนำไปใช้งานรวบรวมและแสดงข้อมูลเรียลไทม์ที่เป็นประโยชน์สำหรับผู้ใช้งาน ระบบควบคุมน้ำอัตโนมัติเนื่องจากใช้ในการรวบรวมข้อมูลที่สำคัญสำหรับการควบคุมปริมาณน้ำที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของพืช ระบบได้รับการทดสอบและทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในนาข้าวในจังหวัดสุพรรณบุรีประเทศไทย ผลการวิจัยพบว่า ระบบมีประโยชน์สำหรับเกษตรกรซึ่งเทคโนโลยีสามารถช่วยให้เกษตรกรสามารถเพิ่มผลผลิตได้ในขณะที่ลดต้นทุนลงอย่างมาก ณัฐพงศ์ พลสมย [9] ทำการพัฒนาระบบควบคุมและป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในครัวเรือนโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอทีผ่านแอปพลิเคชันบนมือถือ โดยมีวัตถุประสงค์ พัฒนาระบบควบคุมและป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในครัวเรือนโดยใช้เทคโนโลยี IoT ผ่านแอปพลิเคชันบนมือถือ ประเมินความเหมาะสมของระบบ ถ่ายทอดระบบสู่ชุมชน กลุ่มเป้าหมายผู้เชี่ยวชาญด้าน IoT และเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว ระบบควบคุมและป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้า แบบประเมินความเหมาะสม แบบสอบถามความพึงพอใจ แบบทดสอบประสิทธิภาพ แบบสอบถามผลกระทบ ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาระบบควบคุมและป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้า ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก แอปพลิเคชันควบคุมโครงสร้างสมองกลฝังตัว แพลตฟอร์ม IoT ผลการประเมินความเหมาะสม อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ผลการถ่ายทอดสู่ชุมชน ทดสอบประสิทธิภาพ ระบบทำงาน 100% ความพึงพอใจ อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ผลกระทบระบบตัดไฟเมื่อกระแสไฟฟ้าเกิน 2-6 ครั้ง การพัฒนาระบบควบคุมและป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในครัวเรือนโดยใช้เทคโนโลยี IoT ผ่านแอปพลิเคชันบนมือถือ ประสบความสำเร็จ ระบบได้รับการประเมินว่ามีความเหมาะสม มีการถ่ายทอดระบบสู่ชุมชน และได้รับผลตอบแทนเชิงบวก

วิธีดำเนินการวิจัย

1. เครื่องมือการวิจัย

- 1.1 ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่งอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อม สำหรับการเพาะปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์
- 1.2 แบบประเมินประสิทธิภาพของระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่งอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อม
- 1.3 แบบประเมินความพึงพอใจของการใช้งานชุดการเรียนรู้ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่งอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อม

2. กลุ่มเป้าหมาย

- 2.1 ประชากรเป็นนักศึกษาและบุคคลผู้ทั่วไปที่สนใจการเกษตรอินทรีย์
- 2.2 กลุ่มตัวอย่าง คัดเลือกจากประชากร คือ นักศึกษาและบุคคลผู้ทั่วไปที่สนใจการเกษตรอินทรีย์ จำนวน 30 คน กลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้เป็นบุคคลทั่วไปที่สนใจการเกษตรอินทรีย์ จำนวน 30 คน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย

3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

คณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบขั้นตอนการวิจัยเป็น 3 ระยะ คือ ระยะเตรียมการ ระยะพัฒนา และระยะเผยแพร่ แบ่งเป็น 5 ขั้นตอนโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

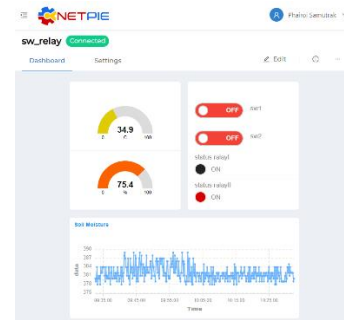
ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนการเตรียมการออกแบบชุดการเรียนรู้ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและการสัมภาษณ์เกษตรกรด้วยวิธีการสัมภาษณ์เชิงลึกในเรื่องการเพาะปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์ โดยเป็นผู้ที่มีประสบการณ์สามารถบอกเล่าเรื่องราวการเพาะปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์ เพื่อใช้ข้อมูลในการนำมาพัฒนาชุดการเรียนรู้ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรฟสิ่งอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อมสำหรับการเพาะปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนการพัฒนาชุดการเรียนรู้ จัดเตรียมอุปกรณ์ชุดการเรียนรู้ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรฟสิ่งอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อมสำหรับการเพาะปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์ การเชื่อมต่ออุปกรณ์การพัฒนาชุดคำสั่งในการทำงาน การอธิบายชุดคำสั่ง

IoT-Sensor Data Collect

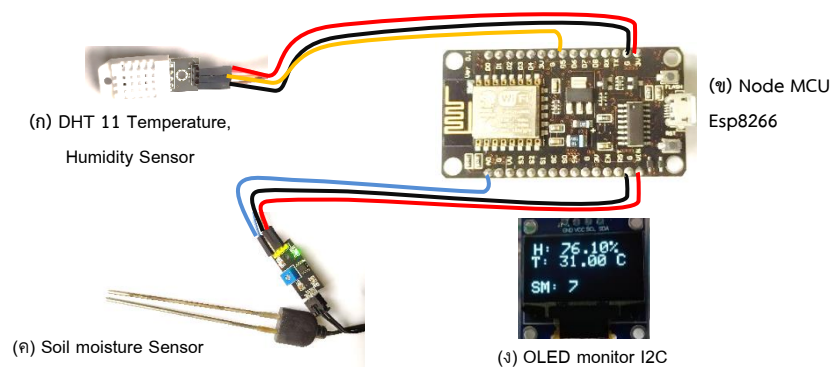


IoT-Platform Analysis Prediction



(ก) แปลงนาทดลองที่ใช้ทดสอบการเก็บข้อมูลจากเซนเซอร์ (ข) การอัปโหลดข้อมูลไปยัง Netpie2020

ภาพที่ 1 สถาปัตยกรรมโดยรวมของระบบ



ภาพที่ 2 อุปกรณ์ IoT ชุดการเรียนรู้

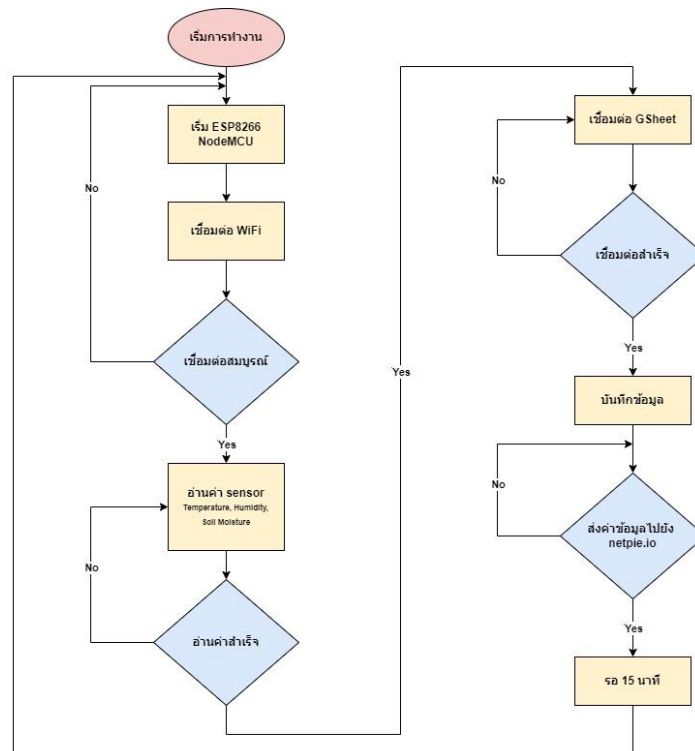
ขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนการตรวจสอบชุดการเรียนรู้ การตรวจสอบชุดการเรียนรู้ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรฟสิ่งอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อมสำหรับการเพาะปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์ ตรวจสอบผลการทำงานของ

ชุดการเรียนรู้ หาข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น และนำไปปรับแก้เพื่อให้ชุดการเรียนรู้สามารถแสดงผลได้ถูกต้อง และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นตอนการทดสอบชุดการเรียนรู้ก่อนเผยแพร่ ทำการทดสอบชุดการเรียนรู้ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่งอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อมสำหรับการเพาะปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์ โดยผู้เชี่ยวชาญ จะตรวจสอบผลการทำงานของชุดการเรียนรู้ และให้ข้อเสนอแนะใน รวมถึงการนำไปใช้งานและวัดผลเพื่อสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นตอนการเผยแพร่และวัดผลชุดการเรียนรู้ ทำการอบรมเชิงปฏิบัติการชุดการเรียนรู้ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่งอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อมสำหรับการเพาะปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์ เพื่อให้ผู้เข้าร่วมอบรมได้รับความรู้และทักษะในการใช้งาน รวมถึงการนำไปใช้ประโยชน์และข้อเสนอแนะของผู้เข้าร่วมอบรม

การออกแบบโปรแกรมเซนเซอร์ตรวจวัดความชื้นและอุณหภูมิในอากาศ (เซนเซอร์ DHT11 หรือเซนเซอร์ DHT22 แสดงดังภาพที่ 2 (ก) และเซนเซอร์การวัดความชื้นในดิน (Soil Moisture) แสดงดังภาพที่ 2 (ค) การศึกษาการนำอุปกรณ์เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่งอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อม (IoT) [6]-[9] อุปกรณ์ประมวลผล แสดงดังภาพที่ 2 (ข) นำอุปกรณ์ควบคุม node MCU Esp8266 มาต่อกับอุปกรณ์เซนเซอร์ตรวจวัดความชื้นและอุณหภูมิในอากาศ เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน และหน้าจอแสดงผล ดังแสดงในภาพที่ 2 อุปกรณ์ในการจ่ายกระแสไฟฟ้าหรือแบตเตอรี่ที่มีแรงดันเหมาะสมกับอุปกรณ์และเซนเซอร์วัดค่า การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการอ่านค่าเซนเซอร์ในแต่ละประเภทโดยการใช้งานผ่านโปรแกรม Arduino ide สามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ www.arduino.cc ทำการติดตั้งโปรแกรมลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ ตั้งค่าโปรแกรมให้สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ได้ สร้างโปรแกรมภาษาซี กำหนดค่าเริ่มต้นการทำงานของอุปกรณ์ สร้างการเชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ต อ่านข้อมูลจากเซนเซอร์ค่าความชื้นในอากาศ ค่าอุณหภูมิในอากาศ ค่าความชื้นในดิน วิเคราะห์ข้อมูล ส่งค่าข้อมูลไปบันทึกในไฟล์ Google Sheet จะมีการเก็บข้อมูลทุก 15 นาที และนำข้อมูลที่อ่านจากเซนเซอร์แสดงผลผ่านหน้าจอทำการบันทึกค่าผ่านระบบคลาวด์ netpie.io



ภาพที่ 3 ผังขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

ผังขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมภาพที่ 3 เริ่มการทำงานโดยการนำอุปกรณ์ควบคุม node MCU Esp8266 เชื่อมต่อกับเซนเซอร์ สร้างตัวแปรและส่งค่าผ่านไลบรารีของเซนเซอร์ในแต่ละประเภท ทำการประมวลผลข้อมูล บันทึกค่าที่ได้ผ่านหน่วยบันทึกความจำ และส่งค่าข้อมูลไปยังไฟล์ Google Sheet และระบบคลาวด์ netpie.io ผ่านอุปกรณ์ส่งสัญญาณระบบอินเทอร์เน็ต ทำการจัดเก็บข้อมูลในระบบฐานข้อมูล กระบวนการทดสอบและแก้ไขเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและประสิทธิภาพของข้อมูล การออกแบบโปรแกรมเซนเซอร์ตรวจวัดความชื้นและอุณหภูมิในอากาศ สามารถใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างรวดเร็วซึ่งจะส่งผลให้การทำการเกษตรอินทรีย์มีการใช้ข้อมูลช่วยในการตัดสินใจ มีความแม่นยำและความถูกต้องของข้อมูลมากขึ้น นำข้อมูลดิจิทัลที่มีการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นในนาข้าวทุก 15 นาที มาช่วยการตัดสินใจการจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้งในนาข้าว โดยกำหนดให้เกิดเหตุการณ์นาข้าวมีปริมาณน้ำลดลงช่วงระยะแตกกออายุข้าวประมาณ 30-60 วัน ระยะเวลาห่างกัน 15 วัน ทำได้ 2 ครั้ง จากข้อมูลที่จัดเก็บไปใช้ในการออกแบบระบบโดยใช้เซนเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ และรายละเอียดโปรแกรมภาษาซีในการอ่านค่าเซนเซอร์ การบันทึกข้อมูลจากเซนเซอร์ผ่านโปรแกรม Google Sheet และมีการแจ้งเตือนผ่านโปรแกรม Line Notify ทำการสร้าง Line Token และการสร้าง Google Script ผ่านไฟล์ Google Sheet นำค่า Line Token และ Script ID ที่สร้างขึ้น มากำหนดค่าในโปรแกรมภาษาซี เพื่อให้บอร์ดควบคุมสามารถทำการบันทึกข้อมูลลงในไฟล์และทำการแจ้งเตือนได้ โดยโครงสร้างของตารางในการเก็บข้อมูลประกอบแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 โครงสร้างของตารางในการเก็บข้อมูล

ชื่อตาราง	Temp_Humi_SoilMoisture			
คำอธิบาย	ค่าอุณหภูมิในอากาศ ค่าความชื้นในอากาศ ค่าความชื้นในดิน			
ตารางอื่นที่เกี่ยวข้อง	-			
ชื่อฟิลด์	ความหมาย	ชนิด	ความยาว(Byte)	คีย์
id	ลำดับ	INT	3	PK
Time	เวลาในการบันทึก	Date-Time	-	
Temperature	ค่าอุณหภูมิในอากาศ	Varchar	20	
Humidity	ค่าความชื้นในอากาศ	Varchar	20	
Soil Moisture	ค่าความชื้นในดิน	Varchar	20	

4. สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบค่าสถิติ [6] โดยนำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

- ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 – 5.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด
- ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 – 4.50 หมายความว่า ระดับมาก
- ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.51 – 3.50 หมายความว่า ระดับปานกลาง
- ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.51 – 2.50 หมายความว่า ระดับน้อย
- ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.01 – 1.50 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาและพัฒนาระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่งอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อม

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาและพัฒนาระบบการเรียนรู้ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่งอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อม ตามขั้นตอนการวิจัยในระยะที่ 1 โดยนำข้อมูลจากการศึกษาและวิเคราะห์มาจัดทำระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่งอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อมและเครื่องมือของกิจกรรม จากการออกแบบการเรียนรู้และการประชุมชี้แจงโครงการและรับฟังความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิและเกษตรกรในพื้นที่และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. องค์ประกอบของ IoT การเรียนรู้การวัดอุณหภูมิในอากาศ และการวัดความชื้นในอากาศ ประกอบด้วย การเชื่อมต่ออุปกรณ์เซนเซอร์ DHT22 กับอุปกรณ์ควบคุม node MCU Esp8266 (ข้อมูลเข้าตำแหน่ง D5 และแหล่งจ่ายพลังงาน vcc จากบอร์ด) และแหล่งจ่ายพลังงาน 5 โวลต์เข้ากับบอร์ด การอธิบายชุดคำสั่งเบื้องต้น การตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์เซนเซอร์ การอ่านค่าและแสดงผลวัดอุณหภูมิในอากาศ และการวัดความชื้นในอากาศ

2. องค์ประกอบของ IoT การเรียนรู้การวัดความชื้นในดิน ประกอบด้วย การเชื่อมต่ออุปกรณ์เซนเซอร์ Soil Moisture Sensor Module กับอุปกรณ์ควบคุม node MCU Esp8266 (ข้อมูลเข้าตำแหน่ง D5 และแหล่ง

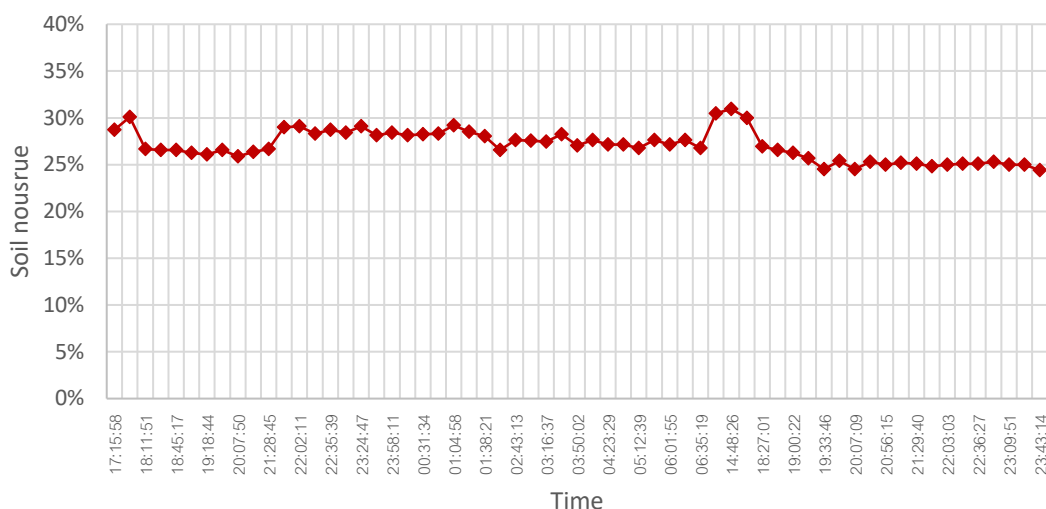
พลังงาน vcc จากบอร์ด) และแหล่งจ่ายพลังงาน 5 โวลต์เข้ากับบอร์ด การอธิบายชุดคำสั่งเบื้องต้น การตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์เซนเซอร์ การอ่านค่าและการแสดงผลความชื้นในดิน

3. องค์ประกอบของ IoT การเรียนรู้การควบคุมการเปิดและปิดปั๊มน้ำ ประกอบด้วย การเชื่อมต่ออุปกรณ์สวิตช์ relay กับอุปกรณ์ควบคุม node MCU Esp8266 และแหล่งจ่ายพลังงาน การตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์เซนเซอร์ การอธิบายชุดคำสั่งเบื้องต้น การอ่านค่า การควบคุมและการแสดงผลการทำงานของปั๊มน้ำ

ผลการศึกษารูปแบบการเรียนรู้ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรปลั๊กอินดิิจิทัลขนาดย่อมสำหรับการเพาะปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์ ในพื้นที่ของตำบลเด่นใหญ่ อำเภอนาคู จังหวัดชัยนาท มีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่มกับเนินสูงและเนินเตี้ย มีคลองชลประทานจากคลองมะขามเฒ่า-อุทุมพร(รับน้ำมาจากแม่น้ำเจ้าพระยา)ไหลผ่านพื้นที่การเกษตรบางส่วน สามารถใช้น้ำเพื่อการเกษตรและการอุปโภค-บริโภค ประกอบอาชีพการทำนาเป็นหลัก มีการปลูกพืชสวนบางส่วนรวมทั้งการปลูกพืชผักสวนครัวปลอดสารพิษ การใช้น้ำเพื่อการเพาะปลูกพืชชนิดต่าง ๆ มีความสำคัญมากในพื้นที่ของตำบลเด่นใหญ่ [10]-[12] โดยมีข้อมูลจากการสัมภาษณ์จากกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวอินทรีย์ จำนวน 30 ราย แบ่งเป็นผู้ชายจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 26.66 ผู้หญิงจำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 73.33 กลุ่มเกษตรกรที่เข้าร่วมให้สัมภาษณ์มีอายุในช่วง 30-60 ปี ซึ่งเป็นผู้ประกอบการอาชีพในการทำนาแบบเกษตรอินทรีย์ ตั้งแต่ช่วง 1 ถึง 3 ปีขึ้นไป ระดับการศึกษาตั้งแต่ชั้นระดับประถมศึกษาถึงระดับปริญญาตรี ในปัจจุบันมีการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีแอปพลิเคชันในการทำงานได้หลากหลาย เกษตรกรนั้นมีกลุ่มที่เรียกว่ากลุ่มเกษตรกรรุ่นใหม่ เข้ามาทำอาชีพเกษตรกรรมผสมผสาน ไม่ใช่เพียงแต่การทำนาปลูกข้าวอย่างเดียว แต่มีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำเกษตรอินทรีย์เข้ามาช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งระบบการใช้สารเคมีในนาข้าว การคำนึงถึงสุขภาพของตนเองและกลุ่มผู้บริโภคข้าว และพืชผักปลอดสารพิษมากยิ่งขึ้น เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงทั้งสภาพเศรษฐกิจและสังคมอย่างรวดเร็ว จึงมีการนำเรื่องเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทในการทำงานที่รวดเร็วขึ้น ช่วยให้เกษตรกรลดปัญหาการจัดการน้ำในนาข้าวลงได้ และมีการจัดทำพื้นที่ในการกักเก็บน้ำไว้ใช้ หากฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล ซึ่งเกษตรกรยังคงต้องใช้ประสบการณ์ที่สั่งสมมาและได้รับการถ่ายทอดมาจากบรรพบุรุษในอดีตเพื่อมาจัดการกับการทำเกษตรอินทรีย์ควบคู่กันไปด้วย ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวสามารถนำมาใช้ในการออกแบบชุดการเรียนรู้ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรปลั๊กอินดิิจิทัลขนาดย่อมสำหรับการเพาะปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การเรียนรู้การวัดอุณหภูมิในอากาศ และการวัดความชื้นในอากาศ ผู้ฝึกปฏิบัติสามารถทำการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ และความชื้นในอากาศ ในพื้นที่ที่ศึกษา กำหนดระยะเวลาทุก 15 นาที และทำการบันทึกข้อมูลลงในตารางเก็บข้อมูลผ่านไฟล์ Google Sheet และระบบคลาวด์ netpie.io

2. การเรียนรู้การวัดความชื้นในดิน ผู้ฝึกปฏิบัติสามารถบันทึกข้อมูลความชื้นในดินในพื้นที่ที่ศึกษา กำหนดระยะเวลาทุก 15 นาที และทำการบันทึกข้อมูลลงในตารางเก็บข้อมูลผ่านไฟล์ Google Sheet และระบบคลาวด์ netpie.io ตัวอย่างข้อมูลความชื้นในดินแสดงในภาพที่ 4



IoT sensor data for Soil Moisture (@15 minute 02/08/2022- 03/08/2022)

ภาพที่ 4 ตัวอย่างข้อมูลจากอุปกรณ์ IoT ตรวจวัดความชื้นในดินแปลงปลูกข้าวทุก 15 นาที 02/08/2022

3. การเรียนรู้การควบคุมการเปิดและปิดปั๊มน้ำ ผู้ฝึกปฏิบัติสามารถทำการควบคุมการเปิดและปิดปั๊มน้ำ โดยมีข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ และความชื้นในดินในพื้นที่ศึกษา ระยะเวลาทุก 15 นาที ที่มีการนำข้อมูลมาจากรางเก็บข้อมูลผ่านระบบคลาวด์ (อยู่ระหว่างออกแบบการดำเนินการ)

จากผลการวิจัยในการใช้งานการเรียนรู้ระบบเทคโนโลยี อินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดเล็ก สำหรับการเพาะปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์การให้ความสำคัญการเก็บข้อมูลในการเพาะปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์ในจังหวัดชัยนาท ตั้งแต่เริ่มกระบวนการเพาะปลูกข้าว การเตรียมแปลง จนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิต และการวางแผนในการเพาะปลูกในฤดูกาลถัดไป โดยมีการสัมภาษณ์กลุ่มเกษตรกรปลูกข้าวอินทรีย์ มีกระบวนการสังเคราะห์ข้อมูลจากการสนทนากลุ่มที่เกี่ยวกับองค์ความรู้ ภูมิปัญญา ปัญหา และวิธีการแก้ไข รวมถึงปัจจัยสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตในแต่ละฤดูกาล การศึกษาและการใช้เทคโนโลยีและการเก็บบันทึกข้อมูลในรูปแบบดิจิทัลเพื่อให้การปลูกข้าวอินทรีย์ได้มีประสิทธิภาพ การสัมภาษณ์ของชาวชุมชนตำบลเด่นใหญ่ จะพบว่า มีผู้ทำอาชีพการทำนาข้าวเป็นส่วนมากแต่มีกลุ่มที่ผลิตข้าวอินทรีย์ที่มีความพัฒนาตนเองจากการสนับสนุนจากการเกษตรตำบลในการปรับปรุงข้าวให้มีพื้นที่ปลูกข้าวอินทรีย์เพิ่มมากขึ้นมีการทำแนวกันด้วยการปลูกพืชเพื่อป้องกันสารเคมีที่ไหลจากบริเวณอื่น รวมทั้งการทำร่องน้ำบริเวณรอบแปลงนา ใช้น้ำจากการหมักชีวภาพที่เป็นผลดีกับพื้นที่ ผู้ที่ต้องทำนาข้าวอินทรีย์ต้องมีการศึกษาและมีการเรียนรู้จากหน่วยงานทั้งของภาครัฐและเอกชน (อุดม ดอกแดง. สัมภาษณ์. 2565) [13] รวมทั้งกลุ่มเกษตรกรที่อยู่ในพื้นที่ตำบลบ้านเขย่น มีการรวมกลุ่มการทำงานเกษตรอินทรีย์ เป็นเกษตรกรรุ่นใหม่ที่ได้รับการสนับสนุนและเป็นศูนย์การเรียนรู้เช่นเดียวกับที่บ้านเด่นใหญ่สโรว์โลฟ (สาธิต แสงฉวี. สัมภาษณ์. 2565)[14] การส่งเสริมและการฝึกทักษะการใช้ประโยชน์จากข้อมูลด้านการปลูกข้าวสำหรับคนในชุมชนที่มีอาชีพในภาคการเกษตรต่อไป

2. ผลการถ่ายทอดสู่ชุมชนการใช้ระบบข้อมูลจากเซนเซอร์เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่งอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อม

คณะผู้วิจัยดำเนินการอบรมเชิงปฏิบัติการกับกลุ่มเกษตรกรผู้สนใจ และนักศึกษา จำนวน 30 คน ดังภาพที่ 5 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานการเรียนรู้ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มเกษตรกร และบุคคลทั่วไปที่สนใจ ทำการประเมินความพึงพอใจการใช้งานหลังจากผ่านการอบรมเชิงปฏิบัติการ และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปรผลระดับความคิดเห็น โดยมีช่วงอายุ 40 – 60 ปี และ 20-39 ปี ค่าร้อยละ 40 และช่วงอายุน้อยกว่า 20 ปี ค่าร้อยละ 20 ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์จำนวน 30 คน ในตำบลหันคา จังหวัดชัยนาท พบว่าด้านเนื้อหาของระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต หัวข้ออุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อมมีความน่าสนใจในการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ระดับมาก ค่าเฉลี่ย 3.60 รองลงมาส่งเสริมความรู้เกี่ยวกับการเพาะปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์ ค่าเฉลี่ย 3.40 และสื่ออุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อมเข้าใจง่าย ค่าเฉลี่ย 3.26 ส่วนด้านการออกแบบชุดการเรียนรู้ หัวข้อการออกแบบชุดการเรียนรู้ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่งอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อมมีความน่าสนใจและมีประสิทธิภาพ มีค่าเฉลี่ย 3.36 การออกแบบชุดการเรียนรู้ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่งอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อมเข้าใจได้ง่าย มีค่าเฉลี่ย 3.03 ตามลำดับ และด้านการนำไปใช้ จากผลการประเมินความพึงพอใจ พบว่าประโยชน์ของชุดการเรียนรู้และความน่าสนใจของเทคโนโลยีและอุปกรณ์ มีค่าเฉลี่ยสูง ตามลำดับ ผลสรุป คือ ด้านเนื้อหาของชุดการเรียนรู้และด้านการนำไปใช้ประโยชน์ อยู่ในระดับดีมาก และด้านการออกแบบชุดการเรียนรู้ คุณภาพอยู่ในระดับดี รายละเอียดแสดงในตารางที่ 2

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการออกแบบและพัฒนาการเรียนรู้ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่งอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อม ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ 1) การเชื่อมต่ออุปกรณ์ 2) การพัฒนาโปรแกรมสำหรับวัดค่าข้อมูลจากเซนเซอร์ตรวจวัด และ 3) การจัดเก็บข้อมูลและการแสดงผลข้อมูลผ่านเว็บไซต์แอปพลิเคชัน สอดคล้องกับพรณี สวนเพลง และ พิษญา แจ่มจันทร์ [8] ได้วิจัยเรื่อง การออกแบบสำหรับฟาร์มอัจฉริยะต้นแบบโดยใช้เซ็นเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิ และความชื้นโดยใช้ Internet of Things (IoT) พบว่า ระบบมีประโยชน์สำหรับเกษตรกรซึ่งเทคโนโลยีสามารถช่วยให้เกษตรกรสามารถเพิ่มผลผลิตได้ในขณะที่ลดต้นทุนลงอย่างมาก

2. ผลการถ่ายทอดสู่ชุมชนการใช้ระบบข้อมูลจากเซนเซอร์เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่งอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อม พบว่าด้านการนำไปใช้ประโยชน์ อยู่ในระดับมาก และด้านเนื้อหาของชุดการเรียนรู้และด้านการออกแบบชุดการเรียนรู้ คุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง สอดคล้องกับ Sangtong Boonying [15] ทำวิจัยเรื่อง A Smart Water Management in a Paddy Field Using IOT Technology and Machine Learning พบว่า การประเมินจากเกษตรกรในการใช้งานต้นแบบ ผลการให้คะแนนมีความพึงพอใจในหลาย ๆ ด้าน ความสะดวกการใช้งานเครื่องมือและการใช้งานนั้นง่ายต่อการใช้งาน อยู่ในระดับสูงสุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.79



ภาพที่ 5 การถ่ายทอดสู่ชุมชนการอบรมเชิงปฏิบัติการใช้ระบบข้อมูลจากเซนเซอร์

เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อม

ตารางที่ 2 ผลประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการพัฒนาชุดการเรียนรู้ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อมสำหรับการเพาะปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์

รายการ	$\bar{X}$	SD.	ระดับความคิดเห็น
1. ด้านเนื้อหาของระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต			
1.1 ส่งเสริมความรู้เกี่ยวกับการเพาะปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์	3.40	0.48	ปานกลาง
1.2 สื่ออุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อมเข้าใจง่าย	3.26	0.44	ปานกลาง
1.3 อุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อมมีความน่าสนใจในการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง	3.60	0.48	มาก
2. ด้านการออกแบบชุดการเรียนรู้			
2.1 การออกแบบชุดการเรียนรู้ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อมมีความน่าสนใจ	3.36	0.48	ปานกลาง
2.2 การออกแบบชุดการเรียนรู้ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อมเข้าใจได้ง่าย	3.03	0.70	ปานกลาง
2.3 การออกแบบชุดการเรียนรู้ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อมมีประสิทธิภาพ	3.36	0.48	ปานกลาง
3. ด้านการนำไปใช้ประโยชน์			
3.1 การสร้างความเข้าใจในขั้นตอนการเรียนรู้การเพาะปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์	3.26	0.71	ปานกลาง
3.2 ความน่าสนใจในการการเพาะปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์	3.58	0.48	มาก
3.3 มีประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจเรียนรู้การเพาะปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์	3.78	0.40	มาก
รวม	3.40	0.20	ปานกลาง

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้จะนำผลการวิจัยไปใช้ โดยนำซอฟต์แวร์การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้มีความเหมาะสมกับอุปกรณ์ในปัจจุบัน และการคาดการณ์แนวโน้มในอนาคตของอุปกรณ์ที่จะมีการพัฒนาเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้ได้ผลงานที่สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความน่าสนใจอย่างต่อเนื่อง รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลการเกษตรอินทรีย์ ขั้นตอนและกระบวนการที่มีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันได้รับความร่วมมือจากกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ รวมถึงระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางไปยังพื้นที่วิจัยของตำบลเด่นใหญ่ อำเภอดงหลวง จังหวัดชัยนาท ควรมีการวางแผนที่ดีและเหมาะสมจะทำให้การปฏิบัติมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และคณะผู้วิจัยมีการสร้างกลุ่มไลน์ในการ

แลกเปลี่ยนข้อมูลการพัฒนากระบวนเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดย่อม สำหรับการเพาะปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์ รวมถึงการให้คำปรึกษาในอุปกรณ์ที่กลุ่มเกษตรกรสนใจ และการติดตามผลยังพื้นที่ศึกษาเป็นระยะ ๆ ซึ่งจะเป็นการติดตามผลในเรื่องของการนำเทคโนโลยีที่ได้รับการอบรมไปใช้ประโยชน์และเผยแพร่ไปยังเกษตรกรที่สนใจเพิ่มเติม เพื่อการทำการเกษตรอินทรีย์เพิ่มขึ้น นำข้อมูลและเทคโนโลยีมาช่วยในการทำการเกษตรได้อย่างยั่งยืน

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป การสร้างรูปแบบชุดการเรียนรู้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการเกษตรอินทรีย์แบบต่าง ๆ ได้ รวมถึงวิธีการเกษตรประณีต หรือการเกษตรแบบยั่งยืน ซึ่งจะช่วยให้เกิดการพัฒนาต่อยอด และช่วยเป็นเครื่องมือให้เกษตรกรได้ตระหนักถึง และสามารถทำการเกษตรอินทรีย์ได้สะดวกมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2564). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11*. http://www.nesdb.go.th/main.php?filename=develop_issue.
- [2] ชวิศร์ สวัสดิสาร. (2564). *คู่มือเกษตรอินทรีย์ (สำหรับเกษตรกร)*. สุราษฎร์ธานี: สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร.
- [3] สำนักงานส่งเสริมการใช้ประโยชน์, สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน). (2560). *การผลิตข้าวครบวงจรโดยเกษตรกรมีส่วนร่วม*. <https://www.arda.or.th>
- [4] กรมการข้าว. (2556). *ข้าว: เทคโนโลยีการปลูกและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักงานส่งเสริมการผลิตข้าว, กรมการข้าว.
- [5] ธาณี ศรีวงศ์ชัย และสรารุณ รุ่งเมฆารัตน์. (2558). *การปลูกข้าว* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [6] ธวัช อาริราษฎร์ และวรภา อาริราษฎร์. (2563). ระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือนให้มีผลผลิตที่สมบูรณ์. *วารสารวิชาการการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ*, 6(1), 7–17.
- [7] สิทธิโชค พรค์พิทักษ์, กาญจนา ดงสงคราม, ศศิธร อ่อนเหลา, กฤตภาส ยุทธอาจ, และอุดมศักดิ์ พิมพ์พาศรี. (2565). การพัฒนาระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติผ่านเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยคั้นน้ำ. *วารสารวิชาการการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ*, 7(2), 17-30.
- [8] พรณิ สวนเพลง และพิชญา แจ่มจันทร์. (2019). A Smart Farm Prototype with an Internet of Things (IoT) Case Study: Thailand (2562). *Journal of Advanced Agricultural Technologies*, 6(4), 241-245.
- [9] ณัฐพงศ์ พลสม. (2567). การพัฒนาระบบควบคุมและป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในครัวเรือนโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอทีผ่านแอปพลิเคชันบนมือถือ. *วารสารวิชาการการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ*, 9(2), 122-139.
- [10] องค์การบริหารส่วนตำบลเด่นใหญ่. (2565). *องค์การบริหารส่วนตำบลเด่นใหญ่*. <https://www.denyai.go.th/home>
- [11] สำนักงานการเกษตรและสหกรณ์ จังหวัดชัยนาท. (2564). *ข้อมูลพื้นฐานด้านการเกษตรของจังหวัดชัยนาท ประจำปี 2564*. <https://www.opsmoac.go.th/chainat-dwl-preview-431491791860>
- [12] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2561). *สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 7*. http://www.oae.go.th/ewt_news.php?%20nid=24035&filename=news.
- [13] อุดม ดอกแดง. (23 พฤษภาคม 2565). *การทำนาข้าวเกษตรอินทรีย์ตำบลเด่นใหญ่ อำเภอนาคู จังหวัดชัยนาท*. สัมภาษณ์.
- [14] สาธิท แสงฉวี. (2 มิถุนายน 2565). *การทำนาข้าวเกษตรอินทรีย์กลุ่ม Young Smart Farmer ตำบลบ้านเขว้า ตำบลหันคา*. สัมภาษณ์.

[15] Sangtong Boonying. (2021). A Smart Water Management in a Paddy Field Using IOT Technology and Machine Learning. *Information Technology Journal*, 17(2), 1-10.