

การออกแบบและพัฒนาประสิทธิภาพตู้เลี้ยงปลาควบคุมด้วยระบบ “IoT” (Internet of things) ผ่านกระบวนการเรียนรู้ แบบโครงงานเป็นฐาน Design and Develop the Efficiency of a Fish Tank Controlled by an "IoT" (Internet of Things) System through a Project-based Learning Process

Received : 25 ก.ย. 2568 Revised : 4 ธ.ค. 2568 Accepted : 4 ธ.ค. 2568

ภานุภัทร พงษ์ยศ¹ เอกพันธ์ บัวบาน² ศิริพงษ์ บุญมา³ จักรชัย ปิงเมือง⁴ ศุภณรี ณ มา⁵ สุขฤทัย วงศ์ชัยคำ⁶

Phanuphat Phongyot¹ Akkaphan Burban² Sririphong Boonma³ Jakchai Phingmung⁴ Suphanari N ma⁵ Sukruathai Wornghachaiham⁶

¹⁻³ สาขาวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการเกษตร วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยี จังหวัดพะเยา 56000

¹⁻³ Agricultural Technology and Innovation Program Phayao College of Agriculture and Technology, Phayao Province 56000

⁴ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

⁴ Electronics Program Phayao Technical College, Phayao Province 56000

⁵⁻⁶ สาขาวิชาพืชศาสตร์ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยี จังหวัดพะเยา 56000

⁵⁻⁶ Plant Science Program Phayao College of Agriculture and Technology, Phayao Province 56000

* Corresponding Author: E-mail: phongyot20@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและศึกษาประสิทธิภาพของการพัฒนาตู้เลี้ยงปลาควบคุมด้วยระบบ IoT (Internet of things) ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน 2) ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ตู้เลี้ยงปลาควบคุมด้วยระบบ IoT (Internet of things) ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ขอบเขตการวิจัยครอบคลุมนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการเกษตรและสาขาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 กับครูของวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีพะเยา โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน โดยการสุ่มตัวอย่างอย่างเจาะจง (Purposive Sampling) การดำเนินการวิจัยประกอบด้วย การออกแบบและพัฒนาตู้เลี้ยงปลาควบคุมด้วยระบบ IoT (Internet of things) ทดลองใช้งานโดยกลุ่มตัวอย่างและประเมินผลการใช้งาน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบบทดสอบประสิทธิภาพ และแบบทดสอบความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังการใช้งานตู้ปลา

ผลการวิจัยพบว่า การทดสอบประสิทธิภาพมีค่าเฉลี่ยที่วัดได้คือร้อยละ 96 โดยหัวข้อที่ได้ค่าความถูกต้องมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 100 คือ เปลี่ยนถ่ายน้ำและเติมน้ำ และเปิด/ปิดปั๊มอากาศ และหัวข้อที่ได้ค่าความถูกต้องมาก ในระดับร้อยละ 95 คือ วัด/แสดงผลหน้าจอ/แจ้งเตือนค่าความขุ่นและวัด/แสดงผลอุณหภูมิ น้ำ, เปิด/ปิดฮีตเตอร์ ส่วนหัวข้อที่ได้ ค่าความถูกต้องในระดับร้อยละ 90 คือ ให้อาหารปลา และจากการศึกษาความพึงพอใจ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถาม มีความคิดเห็นในภาพรวม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.95$, S.D.=0.16) โดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยในระดับมากที่สุด ได้แก่ ความสะดวกและเหมาะสมในการใช้งาน

ระบบเข้าใจได้ง่ายและเหมาะสม ความเหมาะสมในการเลี้ยงปลาสวยงาม และการดูแลรักษา ตู้เลี้ยงปลาควบคุมด้วยระบบ IOT ได้พัฒนาขึ้นเพื่อแก้ปัญหาเลี้ยงปลาสวยงามให้แก่เกษตรกร ซึ่งจะเป็นการลดต้นทุนและลดเวลาในการดูแลปลาให้กับเกษตรกร

คำสำคัญ : ตู้เลี้ยงปลาควบคุมด้วยระบบ IOT, อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง, การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

Abstract

This research aimed to: (1) develop and study the efficiency of a fish tank controlled by an Internet of Things (IoT) system through a project-based learning process and (2) investigate users' satisfaction with the fish tank controlled by an IoT system developed through a project-based learning. The scope of the study covered the first-year students of the higher vocational certificate in Agricultural Technology and Innovation and Aquaculture Program together with teachers from Phayao College of Agriculture and Technology, during the first semester of the academic year 2024. A purposive sampling method was employed to select ten participants.

The research procedures included designing and developing the IoT control- fish tank. Then, the developed fish tank was tested for its operation by the participants who evaluated the performance and reported users' satisfaction. The research instruments included an efficiency test and a satisfaction questionnaire. The data were analyzed by mean and standard deviation to compare the efficiency of the fish tank before and after the development.

The results revealed that the developed fish tank achieved an average efficiency of 96%. The highest accuracy (100%) was rated for the functions of water changing/refilling and air pump control (on/off). The functions of 95% accuracy were turbidity and temperature display/alert and heater control (on/off) while the fish feeding function achieved 90% accuracy. Regarding the users' satisfaction, the overall satisfaction level was rated very high ($\bar{x}$ = 4.95, S.D. = 0.16). The aspects with the highest rate included ease and appropriateness of use, user-friendly system, suitability for ornamental fish raising, and ease of maintenance. The IoT control-fish tank was developed to address the challenges faced by ornamental fish farmers, aiming to reduce costs and save time in fish care and maintenance.

Keywords: IoT control-fish tank, Internet of Things, project-based learning

1. บทนำ

ปัจจุบันการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและระบบ Internet of Things (IoT) ในภาคเกษตรกรรมได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการ ลดต้นทุน และเพิ่มความสะดวกสบายในการปฏิบัติงาน การเลี้ยงปลาเป็นหนึ่งในกิจกรรมทางการเกษตรและการบริโภคที่สำคัญ ซึ่งต้องอาศัยการควบคุมคุณภาพน้ำ การให้อาหาร และการตรวจสอบสภาพแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง หากขาดการดูแล

ที่เหมาะสมอาจทำให้ปลาอัตราการเจริญเติบโตต่ำหรือตายก่อนถึงวัยจำหน่าย การพัฒนาตู้เลี้ยงปลาควบคุมด้วยระบบ IOT ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการดังกล่าวได้

วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีพะเยา ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ 1 หมู่ 6 ตำบลแม่่นาเรื่อ อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา ซึ่งประชาชนส่วนใหญ่ในจังหวัดประกอบอาชีพเกษตรกรรม เช่น การทำสวน เพาะเลี้ยงปลา เป็นต้น ในการเลี้ยงปลาสวยงาม จากการสำรวจพบว่า ผู้เลี้ยงปลาส่วนใหญ่ยังคงประสบปัญหาในการควบคุมปัจจัยแวดล้อมของน้ำ เช่น อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) และออกซิเจนละลายน้ำ อีกทั้งการให้อาหารมักอาศัยแรงงานคน ทำให้ไม่สม่ำเสมอและสิ้นเปลืองเวลา ส่งผลกระทบต่อสุขภาพและการเติบโตของปลา แนวทางในการแก้ไขปัญหาคือการพัฒนาตู้เลี้ยงปลาที่ติดตั้งระบบ IoT สามารถตรวจวัดคุณภาพน้ำแบบเรียลไทม์ พร้อมทั้งมีระบบให้อาหารอัตโนมัติและควบคุมผ่านสมาร์ทโฟน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เลี้ยงสามารถจัดการตู้ปลาได้แม้อยู่ในระยะไกล

ด้วยเหตุนี้คณะผู้ประดิษฐ์จึงได้คิดค้นและการพัฒนาตู้เลี้ยงปลาควบคุมด้วยระบบ IOT ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบ ไม่เพียงแต่เป็นการสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจริง แต่ยังเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริงตามแนวคิด Project-Based Learning (PBL) ซึ่งช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การทำงานเป็นทีม และการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในเชิงสร้างสรรค์ ผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้จึงมีความสำคัญทั้งในด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการเลี้ยงปลา การต่อยอดองค์ความรู้ด้าน IoT และการยกระดับการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาและศึกษาประสิทธิภาพของการพัฒนาตู้เลี้ยงปลาควบคุมด้วยระบบ IOT ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project Based learning : PBL)

2.2 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ตู้เลี้ยงปลาควบคุมด้วยระบบ IOT ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project Based learning : PBL) โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 พัฒนาตู้เลี้ยงปลาควบคุมด้วยระบบ IOT ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน



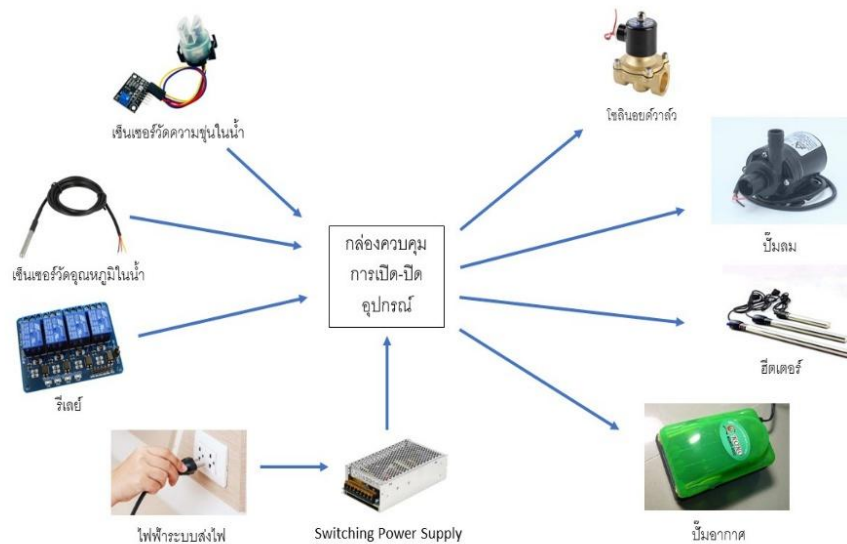
ภาพที่ 1 ผังกระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

3.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย



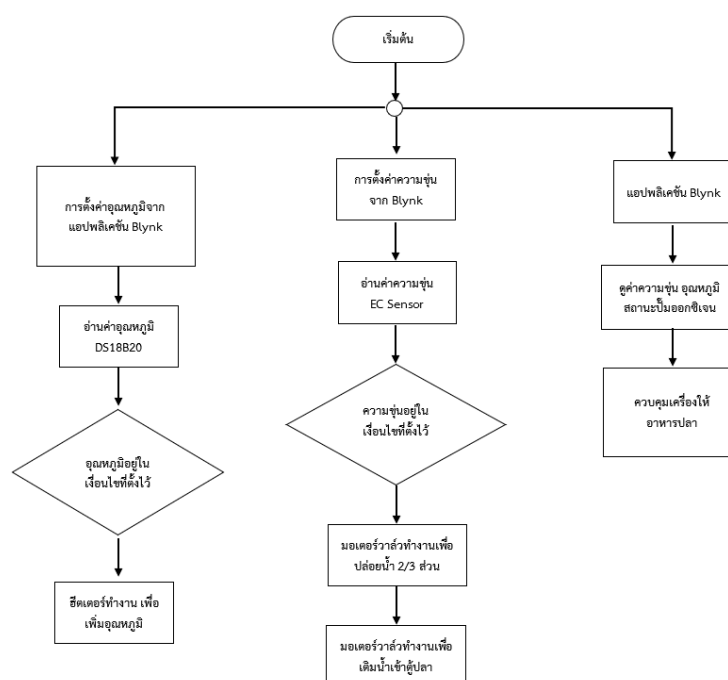
ภาพที่ 2 ผังโครงสร้างการดำเนินการวิจัย

1) การออกแบบตู้เลี้ยงปลาควบคุมด้วยระบบ IOT ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลความต้องการของผู้ใช้และมาตรฐานการเลี้ยงปลา ออกแบบโครงสร้างตู้ วงจรควบคุม และระบบการเชื่อมต่อ IoT และกำหนดฟังก์ชัน เช่น การตรวจวัดอุณหภูมิ การตรวจวัดค่าความขุ่น การให้อาหารอัตโนมัติ และระบบแจ้งเตือน



ภาพที่ 3 ผังการต่ออุปกรณ์และระบบควบคุม

หลักการทำงานทางวิศวกรรม ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (เช่น ESP32) เชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์ประมวลผล และส่งงานอุปกรณ์ เช่น ปั๊มน้ำ ปั๊มออกซิเจน ฮีตเตอร์ เครื่องให้อาหาร ส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเข้าสู่แอปพลิเคชัน Blynk สามารถแสดงผลและควบคุมผ่านระยะไกลได้



ภาพที่ 4 ผังการทำงานของระบบ

2) การพัฒนาโดยการสร้างต้นแบบ (Prototype) ประกอบตู้เลี้ยงปลาและติดตั้งวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เขียนโปรแกรมควบคุมด้วย IoT และทดสอบการเชื่อมต่อ ตรวจสอบความแข็งแรง ความปลอดภัย และความสะดวกต่อการใช้งาน

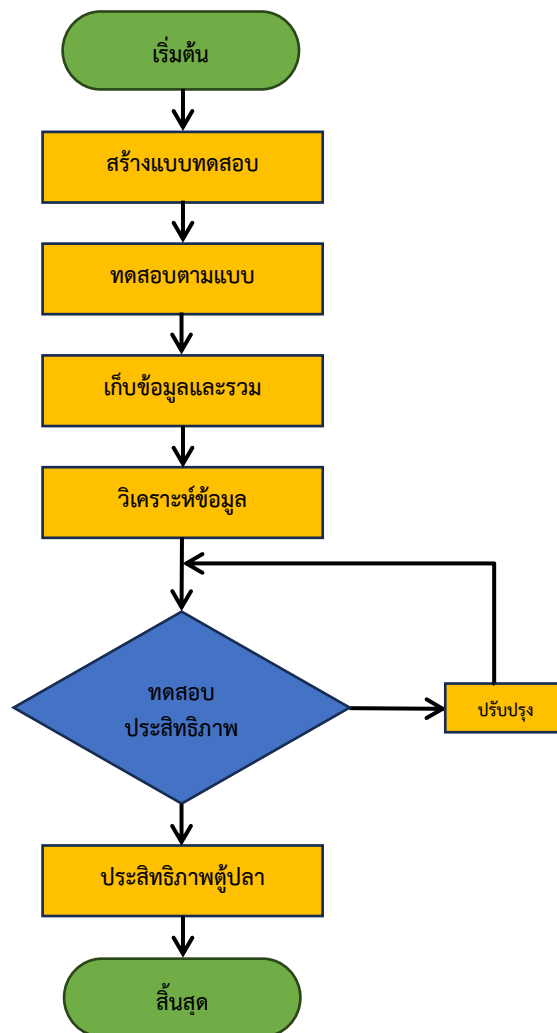


ภาพที่ 5 ขั้นตอนการพัฒนาโดยการสร้างต้นแบบ (Prototype)

3) การทดสอบเชิงเทคนิค ได้นำตู้เลี้ยงปลาควบคุมด้วยระบบ IOT ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน ไปทดสอบการทำงานจริง ระยะเวลา 2 วัน โดยได้ข้อสรุปตามตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบเชิงเทคนิคการทำงานของตู้เลี้ยงปลาควบคุมด้วยระบบ IOT

ข้อที่	การทดสอบ	ทดสอบทั้งหมด (ครั้ง)	จำนวนที่ได้ (ครั้ง)	ค่าความถูกต้อง (%)
1	วัด/แสดงผลหน้าจอ/แจ้งเตือนค่าความขุ่น	8	8	100
2	วัด/แสดงผลอุณหภูมิน้ำ,เปิด/ปิดฮีตเตอร์	8	6	75
3	เปลี่ยนถ่ายน้ำและเติมน้ำ	4	4	100
4	เปิด/ปิดปั๊มอากาศ	4	4	100
5	ให้อาหารปลา	4	3	75
ค่าเฉลี่ย				90



ภาพที่ 4 แผนผังกระบวนการศึกษาหาประสิทธิภาพตู้เลี้ยงปลาควบคุมด้วยระบบ IOT

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ด้านคุณภาพ

1.1 ประชากร คือ กลุ่มประชาชน อายุระหว่าง 17-23 ปี มีพื้นฐานด้านวิชาช่างแต่ยังไม่มีประสบการณ์ในการใช้งานตู้เลี้ยงปลาควบคุมด้วยระบบ IOT ซึ่งเป็นผู้มีประสบการณ์ด้านการเลี้ยงปลาสวยงาม

1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการเกษตรและสาขาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 กับครูของวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีพะเยา โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน เพื่อควบคุมตัวแปรให้เหมาะสม โดยใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

2) ด้านประสิทธิภาพ

2.1 ประชากร คือ ประสิทธิภาพของตู้เลี้ยงปลาควบคุมด้วยระบบ IOT จำนวน 10 วัน

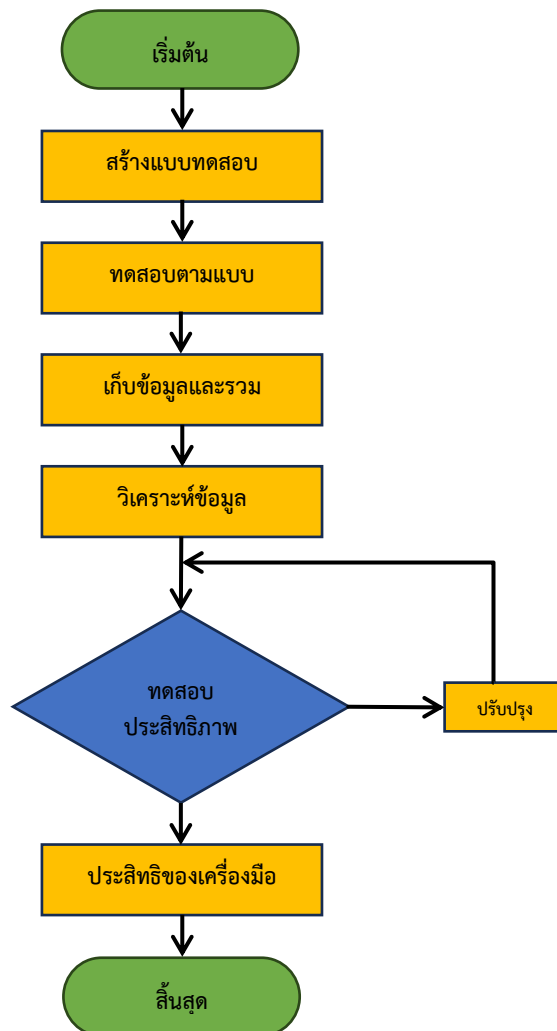
2.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ ตู้เลี้ยงปลาควบคุมด้วยระบบ IOT

3) ด้านความพึงพอใจ

3.1 ประชากร คือ ประชากรในวัยเรียน และประชาชนทั่วไปที่ไม่เคยมีประสบการณ์การเลี้ยงปลาสวยงาม

3.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการเกษตรและสาขาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จำนวน 10 คน

3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย(ภาพแสดงการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือการวิจัย)



ภาพที่ 5 แผนผังแสดงการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) การหาคุณภาพ

1.1 ประสานกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่1 สาขาวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการเกษตรและสาขาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จำนวน 10 คน

1.2 ชี้แจงทำความเข้าใจการใช้แบบประเมินคุณภาพ

1.3 ตอบข้อซักถามหากมีข้อสงสัย

1.4 ให้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการเกษตรและสาขาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จำนวน 10 คน ตอบแบบสอบถาม

1.5 รวบรวมและตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนของแบบประเมิน

2) การหาประสิทธิภาพ

2.1 ผู้วิจัยเตรียมความพร้อมการจัดหาอุปกรณ์และพื้นที่ที่ใช้ในการทดสอบ

2.2 หาประสิทธิภาพของตู้เลี้ยงปลาควบคุมด้วยระบบ IOT จำนวน 10 วัน

3) การหาความพึงพอใจ

3.1 ประชากรกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการเกษตรและสาขาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จำนวน 10 คน

3.2 ชี้แจงทำความเข้าใจการใช้แบบประเมินความพึงพอใจ

3.3 ตอบข้อซักถามหากมีข้อสงสัย

3.4 ให้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียน นักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการเกษตรและสาขาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จำนวน 10 คน ตอบแบบประเมิน

3.5 รวบรวมและตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนของแบบประเมิน

3.6 สรุปวิเคราะห์ข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1) ข้อมูลเกี่ยวกับการหาคุณภาพตู้เลี้ยงปลาควบคุมด้วยระบบ IOT วิเคราะห์โดยหาค่า ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) นำเสนอเป็นตารางประกอบความเรียงตามเกณฑ์ Best กำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายค่าเฉลี่ยดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 อยู่ในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 อยู่ในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 อยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 อยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 อยู่ในระดับน้อยที่สุด

2) ข้อมูลเกี่ยวกับการประสิทธิภาพตู้เลี้ยงปลาควบคุมด้วยระบบ IOT วิเคราะห์โดยหาค่าร้อยละ เกณฑ์ต้องไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 80 นำเสนอเป็นตารางประกอบความเรียง

3) ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจตู้เลี้ยงปลาควบคุมด้วยระบบ IOT วิเคราะห์โดยหาค่า เฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำเสนอเป็นตารางประกอบความเรียง ตามเกณฑ์ของ Best กำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายค่าเฉลี่ยดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 อยู่ในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 อยู่ในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 อยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 อยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 อยู่ในระดับน้อยที่สุด

4. ผลการวิจัย

4.1 จากกระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (PBL) นักศึกษาสามารถดำเนินงานครบทั้ง 6 ขั้นตอน ได้แก่ การกำหนดปัญหา การออกแบบ การวางแผน การปฏิบัติงาน การทดสอบปรับปรุง และการนำเสนอ ทำให้สามารถพัฒนาตู้เลี้ยงปลาควบคุมด้วยระบบ IOT ที่มีประสิทธิภาพและสามารถทำงานได้จริงตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่ากระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (PBL) ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถสร้างนวัตกรรมได้อย่างเป็นระบบ

4.2 กระบวนการศึกษาหาประสิทธิภาพตู้เลี้ยงปลาควบคุมด้วยระบบ IOT ได้นำตู้เลี้ยงปลาควบคุมด้วยระบบ IOT ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ไปทดสอบการทำงานจริง ระยะเวลา 10 วัน โดยได้ข้อสรุปตามตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 การแสดงค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพของตู้เลี้ยงปลาควบคุมด้วยระบบ IOT

ข้อที่	การทดสอบ	ทดสอบทั้งหมด (ครั้ง)	จำนวนที่ทำได้ (ครั้ง)	ค่าความถูกต้อง (%)
1	วัด/แสดงผลหน้าจอ/แจ้งเตือนค่าความขุ่น	40	38	95
2	วัด/แสดงผลอุณหภูมิน้ำ,เปิด/ปิดฮีตเตอร์	40	38	95
3	เปลี่ยนถ่ายน้ำและเติมน้ำ	15	15	100
4	เปิด/ปิดปั๊มอากาศ	60	60	100
5	ให้อาหารปลา	20	18	90
ค่าเฉลี่ย				96

จากข้อมูลตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพของตู้เลี้ยงปลาควบคุมด้วยระบบ IOT วิเคราะห์โดยหาค่าร้อยละเกณฑ์ต้องไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 80 ผลปรากฏว่าค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพที่วัดได้คือร้อยละ 96 โดยหัวข้อที่ได้ค่าความถูกต้องมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 100 คือ เปลี่ยนถ่ายน้ำและเติมน้ำ และเปิด/ปิดปั๊มอากาศ และหัวข้อที่ได้ค่าความถูกต้องมาก ในระดับร้อยละ 95 คือ วัด/แสดงผลหน้าจอ/แจ้งเตือนค่าความขุ่นและวัด/แสดงผลอุณหภูมิน้ำ,เปิด/ปิดฮีตเตอร์ ส่วนหัวข้อที่ได้ค่าความถูกต้องในระดับร้อยละ 90 คือ ให้อาหารปลา

4.3 กระบวนการศึกษาความพึงพอใจของประชากรนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการเกษตรและสาขาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ตารางที่ 3 ตารางเก็บรวบรวมข้อมูลผลแสดงค่าเฉลี่ย ความพึงพอใจตู้เลี้ยงปลาควบคุมด้วยระบบ IOT ของประชากรนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการเกษตรและสาขาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ข้อที่	รายการทดสอบ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1	ความสะดวกและเหมาะสมในการใช้งาน	5.00	0.00	มากที่สุด
2	ระบบเข้าใจได้ง่ายและเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
3	การใช้วัสดุอุปกรณ์และจัดวางตำแหน่งเหมาะสม	4.80	0.30	มากที่สุด
4	ความปลอดภัยในการใช้งาน	5.00	0.00	มากที่สุด
5	ความเหมาะสมในการเลี้ยงปลาสวยงาม	5.00	0.00	มากที่สุด
6	การเชื่อมต่อระบบกับอุปกรณ์แสดงผล/แจ้งเตือน	4.90	0.60	มากที่สุด
7	การดูแลรักษา	5.00	0.00	มากที่สุด
8	การผลิตเชิงพาณิชย์	4.90	0.40	มากที่สุด
ผลรวมเฉลี่ย		4.95	0.16	มากที่สุด

จากข้อมูลตารางที่ 3 ตารางเก็บรวบรวมข้อมูลผลแสดงค่าเฉลี่ย ความพึงพอใจผู้เลี้ยงปลาควบคุมด้วยระบบ IOT โดยกลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นในภาพรวม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.95$, S.D.=0.16) โดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยในระดับมากที่สุด ได้แก่ ความสะดวกและเหมาะสมในการใช้งาน ระบบเข้าใจได้ง่ายและเหมาะสม ความเหมาะสมในการเลี้ยงปลาสวยงาม และการดูแลรักษา

5. สรุปผลการวิจัย

1) ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญและผู้เรียนยืนยันว่าระบบมีความเสถียร ใช้งานง่าย และมีประสิทธิภาพในการควบคุมสภาพแวดล้อมโดยรวม นอกจากนี้กระบวนการเรียนรู้แบบ PBL ยังช่วยส่งเสริมทักษะการทำงานเป็นทีม การคิดแก้ปัญหาเชิงระบบ และการใช้เทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ สรุปได้ว่างานวิจัยนี้ไม่เพียงแต่พัฒนาวิศวกรรมด้านเทคนิคเท่านั้น แต่ยังเสริมสร้างสมรรถนะผู้เรียนตามแนวทางการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อย่างเป็นรูปธรรม

2) ผลกระบวนการศึกษาหาประสิทธิภาพผู้เลี้ยงปลาควบคุมด้วยระบบ IOT โดยค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพของผู้เลี้ยงปลา วิเคราะห์โดยหาค่าร้อยละเกณฑ์ต้องไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 80 ผลปรากฏว่าค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพที่วัดได้คือร้อยละ 96 โดยหัวข้อที่ได้ค่าความถูกต้องมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 100 คือ เปลี่ยนถ่ายน้ำและเติมน้ำ และเปิด/ปิดปั๊มอากาศ และหัวข้อที่ได้ค่าความถูกต้องมาก ในระดับร้อยละ 95 คือ วัด/แสดงผลหน้าจอด/แจ้งเตือนค่าความขุ่นและวัด/แสดงผลอุณหภูมิน้ำ,เปิด/ปิดฮีตเตอร์ส่วนหัวข้อที่ได้ค่าความถูกต้องในระดับร้อยละ 90 คือให้อาหารปลา จากผลกระบวนการศึกษาความพึงพอใจผู้เลี้ยงปลาควบคุมด้วยระบบ IoT โดยกลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นในภาพรวม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.95$, S.D.=0.16) โดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยในระดับมากที่สุด ได้แก่ ความสะดวกและเหมาะสมในการใช้งาน ระบบเข้าใจได้ง่ายและเหมาะสม ความเหมาะสมในการเลี้ยงปลาสวยงาม และการดูแลรักษา

6. อภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าผู้เลี้ยงปลาควบคุมด้วยระบบ IOT ที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพจากการทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานและความพึงพอใจจากการใช้งานจริงของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน ปรากฏว่ามีความเห็นระดับมากที่สุด ได้แก่ ความสะดวกและเหมาะสมในการใช้งาน ระบบเข้าใจได้ง่ายและเหมาะสม ความเหมาะสมในการเลี้ยงปลาสวยงาม และการดูแลรักษา ซึ่งตรงกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยการศึกษาได้สะท้อนแนวคิดจากการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ตามผลที่เกิดขึ้น มีความสัมพันธ์กับวิธีการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน 6 ขั้นตอน [1] ที่นำมาบูรณาการใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ผู้เรียนผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ตั้งแต่ขั้นที่ 1 ขั้นการให้ความรู้พื้นฐาน มีการทำความเข้าใจวิธีการเรียนการสอนโดยการใช้โครงงาน รูปแบบกิจกรรมที่จะลงปฏิบัติ รวมทั้งการแบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็น 3 กลุ่มย่อยกลุ่มละ 4 คน จากนั้นใช้กระบวนการกลุ่มในการเลือกหัวหน้ากลุ่ม และเลขากลุ่ม เพื่อพัฒนาทักษะด้านความร่วมมือและการทำงานเป็นทีม ขั้นที่ 2 ขั้นกระตุ้นความสนใจ ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มระดมสมองแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับหัวข้อที่จะศึกษาในโครงงานการประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในงานเกษตร โดยการกระตุ้นจากผู้สอนให้เกิดความสนใจและอยากที่จะเรียนรู้ ผู้สอนเสนอคำถามให้ชวนคิดว่า “ถ้าหากเราจะเพิ่มประสิทธิภาพของการเลี้ยงปลาสวยงามในตู้ปลาโดยประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลจะทำอย่างไรได้บ้าง” จากนั้นร่วมกันสรุปหัวข้อในการเรียนรู้ เป็น 2 หัวข้อ ประกอบด้วย 1) ปัจจัยที่มีผลต่อการเลี้ยงปลาในตู้ปลา 2) การพัฒนาระบบควบคุมอัตโนมัติในการเลี้ยงปลาในตู้ปลา ขั้นที่ 3 ขั้นจัดกลุ่มร่วมมือ เป็นการเข้ากลุ่มย่อยเพื่อวางแผนการเก็บรวบรวม

ข้อมูลของแต่ละกลุ่ม มีการกำหนดโครงสร้างหัวข้อย่อย แนวคำถาม สิ่งที่ต้องสังเกต การมอบหมายความรับผิดชอบรายบุคคล ขั้นที่ 4 ขั้นแสวงหาความรู้ เป็นการลงมือศึกษาข้อมูล การแสวงหาความรู้จากแหล่งต่างๆ โดยใช้กระบวนการเป็นทีม ภาวะผู้นำ ทักษะต่างๆของรายบุคคล และดำเนินการสร้างต้นแบบ ทดสอบ สรุปผล ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้ แต่ละกลุ่มเข้ากลุ่มย่อยตามที่กำหนด เพื่อและนำเสนอและร่วมกันอภิปรายผลการเก็บรวบรวมข้อมูลในแต่ละหัวข้อ โดยเลขากลุ่มทำหน้าที่ในการสรุปสาระความรู้ในแต่ละครั้ง ขั้นที่ 6 ขั้นนำเสนอผลงาน แต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสรุปสาระความรู้ตามหัวข้อในขั้นตอนที่ 2 โดยการนำเสนอในรูปแบบนิทรรศการ โดยมีตัวแทนนำเสนอผลงานกลุ่มละ 15 นาที [2] เริ่มต้นเรียนรู้และพัฒนาอุปกรณ์ Internet of Things (IoT) กับ NodeMCU ทำให้ผู้พัฒนาได้รู้ถึงแนวทางการพัฒนาตู้เลี้ยงปลาควบคุมด้วยระบบ IOT อย่างเป็นรูปแบบ ทั้งทางด้านการใช้งาน เซ็นเซอร์ การเขียนโปรแกรมชุดคำสั่งใน NodeMCU ESP32 เพื่อประมวลผลและส่งค่าที่ประมวลผลแล้วไปยังแอปพลิเคชัน Blynk โดยได้อ้างอิงข้อมูลมาตรฐานการเลี้ยงปลาสวยงาม) [3] “คู่มือการเพาะเลี้ยงปลาทองในประเทศไทย” ซึ่งกล่าวไว้ว่าปลาทองที่มีขนาด 10-15 เซนติเมตร ให้อาหารเม็ด วันละ 1-2 ครั้ง ใช้ตู้ปลาขนาด 20 แกลลอน 75 ลิตร ขึ้นไป อุณหภูมิของน้ำอยู่ที่ 18-22 องศาเซลเซียส

7. ประโยชน์ที่ได้

7.1 ใช้งานง่าย สามารถใช้ได้กับปลาสวยงามชนิดต่างๆ โดยสามารถปรับตั้งค่า อุณหภูมิ ค่าความขุ่น หรือการวัดค่าความขุ่น ให้เหมาะสมกับปลาแต่ละชนิดได้

7.2 เกิดความสะดวกในการดูสถานะผ่านหน้าจอมือถือ และไม่ต้องกังวลในการคอยดูและปลาตลอดเวลา

7.3 สามารถนำข้อมูลแจ้งเตือนที่ได้นำไปประกอบการพัฒนาการเลี้ยงปลาได้

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะสำหรับวิธีนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1) การออกแบบและพัฒนาประสิทธิภาพตู้เลี้ยงปลาควบคุมด้วยระบบ “IoT” (Internet of things) ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน สามารถนำไปส่งเสริมให้เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลาสวยงามในเชิงธุรกิจต่อไปได้

8.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1) ระบบ Software ทำงานได้ไม่เต็มที่ เนื่องจากระบบแสดงข้อมูลน้อยเกินไป

2) ระบบมีจุดบกพร่องเรื่องการใช้อินเตอร์เน็ตในการเชื่อมต่อหากเป็นสถานที่ที่ไม่มีอินเทอร์เน็ตก็ไม่สามารถทำงานได้

3) ข้อจำกัดและแนวทางพัฒนาเนื่องจากการพัฒนามีระยะเวลาในการทดสอบสั้น ตลอดถึงระบบยังไม่ได้มีการวัดค่า PH ซึ่งเป็นค่าความเป็นกรดและด่างในน้ำที่จำเป็นต่อการเลี้ยงปลา ซึ่งจะเป็นแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงต่อยอดต่อไป

8.4 ควรมีการกระจายความรู้สู่เกษตรกรไปจนถึงภาคอุตสาหกรรมหรือฟาร์มขนาดใหญ่เพื่อสอบถามข้อบกพร่องของสิ่งประดิษฐ์เพิ่มเติม

เอกสารอ้างอิง

- [1] ดุษฎี โยเหลา และ คณะ. (2557). การศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ที่ได้จาก โครงการสร้างชุดความรู้เพื่อสร้าง เสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็ก และเยาวชน: จากประสบการณ์ความสำเร็จของโรงเรียนไทย. กรุงเทพฯ : หจก. ทิพย์วิสุทธิ.
- [2] สุเทพ แป้นเกิด และสุชี ดวงใส (2566). “เครื่องควบคุมตู้ปลาอัตโนมัติด้วยไอโอที” วารสารวิจัย UTK ราชชมงคลกรุงเทพ
- [3] อรุณี รอดลอย (2565). [ออนไลน์]. คู่มือการเพาะเลี้ยงปลาทองในประเทศไทย [สืบค้นเมื่อวันที่ 10 มีนาคม 2568]. จากhttps://www4.fisheries.go.th/local/index.php/main/view_activities/1378/139242