

การพัฒนาเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิล
โดยใช้อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐาน
DEVELOPMENT OF SMART AGRICULTURAL TECHNOLOGY
FOR TILAPIA FARMING BY USING THE INTERNET OF THINGS

¹ภัครพล อาจาอาษา, ²วิโรจน์ อภินันท์ธนากร

³ประมุข ศรีชัยวงศ์และ ⁴วิระพงศ์ จันทร์สนาม

¹Phukkaraphon Ardarsa, ²Wirote Apinantanakon,

³Pramuk Srichaiwong and ⁴Wirapong Chansanam

มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ, ประเทศไทย

Chaiyaphum Rajabhat University, Thailand.

¹tiwa@cpru.ac.th

Received September 10,2021; Revised November 2, 2021; Accepted December 1,2021

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิลโดยใช้อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐาน 2) เพื่อประเมินคุณภาพของเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิลโดยใช้ อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐาน 3) เพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้เทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิลโดยใช้ อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐาน 4) เพื่อประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรที่มีต่อเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิลโดยใช้ อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐาน โดยมีกลุ่มเป้าหมายคือ กลุ่มเกษตรกรเพาะเลี้ยงปลานิลกระชัง เชื้อนลำปะทาว จำนวน 50 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิลโดยใช้อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐาน แบบประเมินคุณภาพของเทคโนโลยี แบบประเมินผลการใช้เทคโนโลยี และแบบสอบถามความพึงพอใจ ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) ผลการพัฒนาเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิลโดยใช้

¹ นักศึกษา, คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร., คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร., คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

⁴ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.,คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐานโดยระบบจะทำการรับข้อมูลจากอุปกรณ์เซนเซอร์ 3 ตัว คือ อุปกรณ์เซนเซอร์วัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ อุปกรณ์เซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิของน้ำ อุปกรณ์เซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรดเป็นเบสของน้ำ เชื่อมต่อผ่าน ไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อรวบรวมข้อมูลและทำการประมวลผลข้อมูลที่ได้รับมาจากเซนเซอร์ จากนั้นส่งข้อมูลไปแสดงผลบนหน้าเว็บเบราว์เซอร์ที่ผ่านระบบ 3G/4G เพื่อแสดงผลข้อมูลคุณภาพน้ำที่ทำการตรวจวัดค่าด้วยเซนเซอร์ทั้ง 3 ตัวแบบเรียลไทม์ พร้อมแสดงผลสถานะของเครื่องเติมอากาศและเครื่องให้อาหารปลา ส่วนการควบคุม จะเป็นการควบคุมเครื่องเติมอากาศและเครื่องให้อาหารปลา โดยสามารถปรับระบบได้ทั้งแบบอัตโนมัติและแบบควบคุมด้วยตนเอง 2) ผลประเมินคุณภาพของเทคโนโลยีอยู่ในระดับดี ($\bar{x}=4.23$, S.D.= 0.58) 3) ผลการประเมินผลการใช้เทคโนโลยีอยู่ในระดับดี ($\bar{x}=4.44$, S.D.=0.62) 4) ผลการสอบถามความพึงพอใจของเกษตรกรอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}=4.46$, S.D.= 0.61)

คำสำคัญ : เกษตรอัจฉริยะ, อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง, ฟาร์มปลานิล, ไมโครคอนโทรลเลอร์, เซนเซอร์

Abstract

The purposes of this research were: 1) to develop smart agricultural technology for Tilapia Farming by using the Internet of Things; 2) to assess the quality of smart agricultural technology for Tilapia Farming by using the Internet of Things; 3) to assess the efficiency of smart agricultural technology for Tilapia Farm using the Internet of Things; 4) to assess the satisfaction of farmers on smart agricultural technology for Tilapia Farming by using the Internet of Things. The target group was 50 farmers cultivating tilapia at Lam Pathao Dam. The research instruments included: smart agricultural technology for tilapia farming by using the Internet of all things; technology quality assessment form; technology application evaluation form; and satisfaction questionnaire. The results of the research could be summarized as follows. 1) The development of smart agricultural technology for tilapia farming by using the internet as a base, the system would receive data from 3 sensors including: dissolved oxygen quantity sensor, water temperature sensor, and pH sensor connected via microcontroller for collecting information and processing the data received from the sensors, then sending the data to be displayed via a web browser through 3G / 4G to display real-time water quality data measured by all the 3 sensors. It was also ready to display the status of aerator and fish feeder. The controlling part would control aeration and fish feeders. The system could be adjusted both automatically and manually. 2) The quality assessment of technology was at a high level ($\bar{X}=4.23$, S.D. = 0.58). 3) The assessment of the use of technology

was at a high level ($\bar{X}$ =4.44, S.D. = 0.62). 4) The satisfaction of the farmers on smart agricultural technology for Tilapia Farming by using the Internet of Things was at a high level. ($\bar{X}$ =4.46 , S.D.=0.61).

Keywords : Smart Farming, Internet of Things, Tilapia Farming, Microcontroller, Sensors

บทนำ

ดิจิทัลไทยแลนด์ เป็นการที่ประเทศไทยสามารถสร้างสรรค์ และใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีดิจิทัลได้อย่างเต็มศักยภาพในด้านการพัฒนานวัตกรรม เพื่อผลักดันการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ไปสู่ความมั่นคง มั่งคั่งและยั่งยืนอย่างเป็นรูปธรรม (กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2559) ภายใต้แผนยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 ที่กำหนดกรอบการพัฒนาประเทศโดยเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของภาคเกษตร โดยอาศัยความรู้ทางวิชาการ และการเกษตรร่วมกับเทคโนโลยีและนวัตกรรม เพื่อเพิ่มความแม่นยำของระบบจัดการผลผลิตและการตลาด (สำนักนายกรัฐมนตรี, 2559) สู่การเป็น start up ไปสู่เศรษฐกิจดิจิทัล ตามวิสัยทัศน์ของแผนพัฒนาการเกษตรในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 “ภาคเกษตรก้าวไกลด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม ตลาดนำการผลิตชีวิตเกษตรกรมีคุณภาพ ทรัพยากรการเกษตรมีความสมดุลและยั่งยืน”(กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2559)

ปลานิลเป็นปลาเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งที่มีคุณภาพสูง เป็นปลาที่สามารถสร้างงานสร้างอาชีพ และรายได้แก่เกษตรกรอย่างยั่งยืน ปัจจุบันแนวโน้มกระแสความนิยมในการบริโภคปลานิล มีการขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแถบประเทศสหรัฐอเมริกาและสหภาพยุโรป (ประคุณ ศาสิทธิ์ และโสเมสกาเว เพชรานนท์, 2018) ในรอบหลายปีที่ผ่านมา กลุ่มเกษตรกรเลี้ยงปลาในกระชัง บ้านท่ากอก เขื่อนลำปะทาว จังหวัดชัยภูมิ ได้ประสบปัญหาปลาตายเนื่องจากน้ำเน่าเสียและสภาพอากาศแปรปรวนส่งผลต่อคุณภาพน้ำ ทำให้ปลาเกิดอาการปลาน็อกน้ำที่เกิดจากผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างฉับพลัน ทำให้เกิดความเสียหายแก่เกษตรกรเป็นจำนวนมาก ในขณะที่ (Truong และคณะ, 2020) ได้กล่าวไว้ว่า สภาวะแวดล้อมนั้นมีผลกระทบอย่างรุนแรงต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของเกษตรกร (พัชรวัลย์ ศรียะศักดิ์และคณะ, 2014) กล่าวไว้ว่า ฤดูกาล อากาศและสภาพภูมิอากาศมีผลต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ รวมทั้งได้อธิบายถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปลาว่าเกิดจากอิทธิพลของสภาพอากาศและฤดูกาลที่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำ เช่น อุณหภูมิของน้ำ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ เป็นต้น ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตรารอด และความเสี่ยงในการเกิดโรคของปลาที่มีผลต่อการบริหารจัดการด้านธุรกิจและรายได้ของกลุ่มเกษตรกร

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีได้เติบโตแบบก้าวกระโดด โดยเฉพาะเรื่องของเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะที่รัฐบาลกำลังขับเคลื่อน โดยอาศัยระบบเทคโนโลยี สื่อคอมพิวเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์และเซ็นเซอร์เข้าช่วยในกระบวนการผลิตหรือกระบวนการต่างๆ ด้านการเกษตร โดยเน้นการประยุกต์ใช้ระบบอัตโนมัติในการตอบสนองความต้องการของผู้ผลิต ผู้บริโภค รวมถึงการตลาด (Ek-Anong, Pibulcharoensit และ Phongsatha, 2019) ได้อธิบายกระบวนการทำงานอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง (IoT) ว่าเป็นกระบวนการทำงานร่วมกันของ เซ็นเซอร์ เครือข่ายและปัญญาประดิษฐ์ เพื่อสนับสนุนการใช้เทคโนโลยีที่กำลังพัฒนาสำหรับการทำฟาร์มในประเทศไทยเพื่อเพิ่มผลผลิต การนำเสนอนเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง (IoT) จึงเป็นแนวคิดใหม่ที่สนับสนุนสำหรับปัญหาในการดำเนินการและบริหารจัดการระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ รวมถึงการเพาะเลี้ยงปลาในกระชัง ที่ต้องอาศัยเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะเข้ามาช่วย เพื่อให้ทราบถึง คุณภาพน้ำที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการอยู่รอดของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องอย่างยิ่งที่จะต้องทราบถึงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำเพื่อให้เกษตรกรได้เตรียมพร้อมในการหาวิธีป้องกันได้ทันทั่วทั้งที่ (Tawfeeq, 2019) กล่าวว่า การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยส่วนใหญ่ เช่น สภาวะแวดล้อม รวมถึงปัจจัยทางชีวภาพ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโต การอยู่รอด ที่มีผลต่อรายได้จากผลกำไร โดยค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ จะต้องถูกตรวจสอบและควบคุม

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะการพัฒนาเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาโดยใช้ อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐาน เพื่อควบคุมและทราบสภาวะแวดล้อมของการเลี้ยงปลา รวมถึงกระบวนการให้อาหารของการเลี้ยงปลาในกระชังเพื่อเป็นต้นแบบ ให้มีเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต กับสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เพื่อเป็นแรงผลักดันให้เกษตรกรไทยหันมาใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมเข้ามาช่วยในด้านการเกษตรมากขึ้น ที่จะส่งผลให้ได้ผลผลิตตามที่คาดหวัง ผลผลิตเพิ่มขึ้น สร้างความน่าเชื่อถือให้กับกลุ่มเกษตรกรและสร้างภาพรวมเศรษฐกิจของจังหวัดและประเทศให้ดีขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาโดยใช้ อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐาน
2. เพื่อประเมินคุณภาพของเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาโดยใช้ อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐาน
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้เทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาโดยใช้ อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐาน

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาเรื่องการพัฒนาเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิล โดยใช้อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐาน มีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เกษตรกร บ้านท่ากอก เขื่อนลำปะทาว จังหวัดชัยภูมิ กลุ่มตัวอย่างในการเก็บข้อมูล ได้แก่ เกษตรกร กลุ่มเลี้ยงปลาในกระชัง บ้านท่ากอก เขื่อนลำปะทาว จังหวัดชัยภูมิ โดยได้มาด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Specific purposive Sampling) จำนวน 50 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

2.1 เทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิลโดยใช้อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐาน

2.2 แบบประเมินคุณภาพของเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิลโดยใช้ อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐาน

2.3 แบบประเมินประสิทธิภาพการใช้เทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิลโดยใช้ อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐาน

2.4 แบบประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรที่มีต่อเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิลโดยใช้ อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐาน

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปโดยแบบมาตราวัดประเมินค่า (Rating Scale) โดยสถิติที่ใช้คือ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

ผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิล โดยใช้อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐาน โดยมีผลการวิจัยดังนี้

1. ผลการพัฒนาเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิลโดยใช้อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐาน

การติดตั้งระบบบนฟาร์มของเกษตรกรเพื่อเป็นต้นแบบของเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิลโดยใช้อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐาน ซึ่งทำการติดตั้งบนทุ่นลอยน้ำเพื่อเป็นพื้นที่ในการจัดเก็บอุปกรณ์ต่างๆ และติดตั้งระบบโซลาเซลล์เพื่อเป็นพลังงานให้กับระบบ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ภาพรวมของการติดตั้งระบบ

ในการพัฒนาและติดตั้งระบบในงานวิจัยนี้ใช้อุปกรณ์เซ็นเซอร์จำนวน 3 ตัวคือ อุปกรณ์เซ็นเซอร์วัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ อุปกรณ์เซ็นเซอร์วัดค่าอุณหภูมิของน้ำ อุปกรณ์เซ็นเซอร์วัดค่าความเป็นกรดเป็นเบสของน้ำ เชื่อมต่อเข้ากับบอร์ด ไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับตรวจวัดคุณภาพน้ำและในขณะเดียวกันบอร์ด ไมโครคอนโทรลเลอร์ เชื่อมต่อกับรีเลย์เพื่อทำการควบคุมการเปิดปิดระบบของเครื่องเติมอากาศในกรณีที่ค่าออกซิเจนละลายในน้ำที่ได้จากการวัดค่าจากเซ็นเซอร์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือผู้ควบคุมสั่งเปิดปิดด้วยระบบควบคุมด้วยตนเอง และการสั่งเปิดปิดระบบให้อาหารอัตโนมัติตามเวลาที่ตั้งไว้หรือทำการเปิดปิดด้วยระบบควบคุมด้วยตนเอง ซึ่งข้อมูลทั้งหมดจะถูกส่งค่าผ่านอุปกรณ์ NB-IoT ผ่านระบบเครือข่าย 3G/4G เพื่อนำข้อมูลไปแสดงผลยังหน้าเว็บแอปพลิเคชันที่สามารถเข้าถึงได้ที่ <http://35.213.141.41/fishsy> ที่ออกแบบไว้ในส่วนของซอฟต์แวร์และในขณะเดียวกันก็ทำการรับค่าการควบคุมอุปกรณ์ ผ่านทางหน้าเว็บแอปพลิเคชัน ในการสั่งการให้ระบบเติมอากาศและระบบเครื่องให้อาหารปลาทำงานผ่านการควบคุมด้วยรีเลย์ ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ชุดควบคุมและเซ็นเซอร์

2. ผลการประเมินคุณภาพของการพัฒนาเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิลโดยใช้อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐาน

ตารางที่ 1 : ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพของการพัฒนาเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิลโดยใช้อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐาน

รายการประเมิน	($\bar{X}$)	S.D.	คุณภาพเทคโนโลยี
ด้านการออกแบบระบบระบบ			
1. ความเหมาะสมกับการใช้งาน	4.00	0.00	เหมาะสมดี
2. รูปแบบการใช้งานระบบ มีความง่ายในการเข้าถึงข้อมูล	4.67	0.58	เหมาะสมดีมาก
3. ความสะดวกในการใช้งาน	3.67	0.58	เหมาะสมดี
4. การประมวผลของแอปพลิเคชัน	4.00	1.00	เหมาะสมดี
ด้านเทคโนโลยี (Internet of Things)			
5. การเชื่อมต่อแบบไร้สายจากระบบ IoT ไปยังแอปพลิเคชันการแสดงผลและการควบคุม	4.33	0.58	เหมาะสมดี
6. แพลตฟอร์มการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ IoT กับ cloud server	4.67	0.58	เหมาะสมดีมาก
7. มีความรวดเร็วในการทำงาน	4.33	0.58	เหมาะสมดี
8. การวิเคราะห์ค่าของเซนเซอร์ต่างๆ มีประสิทธิภาพ	4.67	0.58	เหมาะสมดีมาก
ด้านองค์ประกอบโครงสร้างด้านฮาร์ดแวร์			
9. โครงสร้างฐานติดตั้งอุปกรณ์อุปกรณ์	4.33	0.58	เหมาะสมดี
10. ระบบโซลาร์เซลล์	4.33	0.58	เหมาะสมดี
11. ระบบเติมอากาศ	4.00	0.00	เหมาะสมดี
12. ระบบให้อาหารปลา	4.00	1.00	เหมาะสมดี
13. อุปกรณ์เซนเซอร์	3.33	0.58	เหมาะสมดี
ด้านองค์ประกอบโครงสร้างด้านซอฟต์แวร์			
14. แพลตฟอร์มในการติดตั้งระบบ	4.33	0.58	เหมาะสมดี
15. ซอร์ฟแวร์ในการพัฒนาระบบ Internet of Things	4.00	1.00	เหมาะสมดี
16. ซอร์ฟแวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบแอปพลิเคชันการแสดงผลและควบคุมการทำงาน	4.67	0.58	เหมาะสมดีมาก
ด้านแอปพลิเคชันการแสดงผลควบคุมการทำงาน			
17. การกำหนดสิทธิในการเข้าใช้งานเหมาะสม	4.33	0.58	เหมาะสมดี
18. ความรวดเร็วในการเข้าถึงข้อมูล	4.33	0.58	เหมาะสมดีมาก
19. ส่วน Dashboard การแสดงผล	4.33	0.58	เหมาะสมดีมาก
20. ส่วน ควบคุมอุปกรณ์เติมอากาศ และให้อาหารปลา	4.33	0.58	เหมาะสมดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.23	0.58	เหมาะสมดี

จากตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.23 และได้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.58 แสดงว่าข้อมูลที่วิเคราะห์ได้นั้นมีความเหมาะสมในระดับดี

3. ผลการประเมินประสิทธิภาพเทคโนโลยีพัฒนาเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิลโดยใช้อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐาน

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์การประเมินผลการใช้เทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิลโดยใช้อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐาน

รายการประเมิน	($\bar{X}$)	S.D.	ผลการประเมิน
ด้านการใช้งานระบบ			
1. ความง่ายต่อการใช้งานรองรับการใช้งานได้หลากหลายช่องทาง	4.48	0.50	เหมาะสมดี
2. ความเหมาะสมในการใช้งานระบบ	4.48	0.49	เหมาะสมดี
3. มีความรวดเร็ว และน่าเชื่อถือในการทำงาน	4.34	0.50	เหมาะสมดี
4. การตอบสนองการควบคุมอุปกรณ์	4.36	0.49	เหมาะสมดี
5. ระบบมีถูกต้อง แม่นยำใช้งานได้มีประสิทธิภาพ	4.34	0.50	เหมาะสมดี
ด้านวัสดุอุปกรณ์ในการติดตั้ง			
6. การติดตั้งอุปกรณ์มีความมั่นคงถาวรและมีความปลอดภัย	4.34	0.47	เหมาะสมดี
7. ประสิทธิภาพในการทำงานมีความคงทนใช้งานได้ยาวนาน	4.54	0.56	เหมาะสมดีมาก
8. การทำงานของระบบโซล่าเซลล์และแบตเตอรี่เพียงพอต่อการทำงานของระบบ	4.48	0.66	เหมาะสมดี
9. การวิเคราะห์ค่าของเซนเซอร์ต่างๆ มีประสิทธิภาพ	4.42	0.67	เหมาะสมดี
10. การเชื่อมต่อระบบเครือข่ายมีประสิทธิภาพ	4.42	0.68	เหมาะสมดี
ด้านการรักษาความปลอดภัยและการเข้าถึงข้อมูลของระบบ			
11. การกำหนดระบบรักษาความปลอดภัยในการเข้าใช้งาน	4.58	0.66	เหมาะสมดีมาก
12. การประมวลผลของระบบมีความรวดเร็ว	4.44	0.67	เหมาะสมดี
13. ระบบมีเสถียรภาพสามารถเข้าใช้งานได้ตลอดเวลา	4.36	0.85	เหมาะสมดี
14. อุปกรณ์มีความปลอดภัยในการใช้งาน	4.46	0.72	เหมาะสมดี
15. สามารถดูข้อมูลย้อนหลังได้	4.56	0.67	เหมาะสมดีมาก
ด้านการใช้ประโยชน์ต่อเกษตรกร			
16. ระบบสามารถใช้งานได้จริงและมีความน่าเชื่อถือ	4.52	0.54	เหมาะสมดีมาก
17. ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน	4.48	0.68	เหมาะสมดี
18. ความสามารถของระบบในการนำไปใช้ประโยชน์	4.34	0.73	เหมาะสมดี
19. ระบบมีความทันสมัย	4.66	0.48	เหมาะสมดีมาก
20. ข้อมูลที่ได้จากระบบสามารถช่วยแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว	4.38	0.77	เหมาะสมดี
ค่าเฉลี่ยรวม	4.44	0.62	เหมาะสมดี

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ผลการประเมินผลการใช้เทคโนโลยีพัฒนาเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิลโดยใช้อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐานพบว่า ผลการประเมินผลการใช้เทคโนโลยีมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.44 และได้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.62 แสดงว่าข้อมูลทีวิเคราะห์ได้นั้นมีความเหมาะสมในระดับดี

4. ผลการสอบถามความพึงพอใจของเกษตรกรที่มีต่อเทคโนโลยีพัฒนาเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิลโดยใช้อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐาน

จากการสอบถามความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเทคโนโลยีพัฒนาเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิลโดยใช้อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐาน โดยใช้แบบวัดความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบ่งระดับคุณภาพออกเป็น 5 ระดับ คือ พึงพอใจมากที่สุด พึงพอใจมาก พึงพอใจปานกลาง พึงพอใจน้อย พึงพอใจน้อยที่สุด ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิลโดยใช้อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐาน

รายการประเมิน	($\bar{X}$)	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านการติดต่อกับผู้ใช้งาน			
1. ส่วนแสดงผลและส่วนควบคุมใช้งานง่าย	4.33	0.58	พึงพอใจมาก
2. ความสะดวกในการใช้งานระบบ	4.34	0.66	พึงพอใจมาก
3. ความเร็วในการตอบสนองในการสั่งงาน	4.42	0.50	พึงพอใจมาก
4. ระบบมีความทันสมัย	4.52	0.50	พึงพอใจมากที่สุด
5. รูปแบบอักษรหรือสัญลักษณ์ในระบบมีความเหมาะสม	4.44	0.50	พึงพอใจมาก
ด้านการทำงานของระบบ			
6. ระบบทำงานได้ถูกต้องแม่นยำ	4.56	0.49	พึงพอใจมากที่สุด
7. มีเสถียรภาพสามารถใช้งานได้ตลอดเวลา	4.44	0.59	พึงพอใจมาก
8. ความพึงพอใจต่อระบบเดิมอากาศ	4.46	0.56	พึงพอใจมาก
9. ความพึงพอใจต่อระบบให้อาหารปลา	4.54	0.62	พึงพอใจมากที่สุด
10. การเชื่อมต่อระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	4.58	0.44	พึงพอใจมากที่สุด
ด้านอุปกรณ์			
11. ความพึงพอใจที่มีต่อเซนเซอร์ในการตรวจวัดคุณภาพน้ำ	4.56	0.72	พึงพอใจมากที่สุด
12. ความพึงพอใจที่มีต่อโซลาเซลล์ในการจ่ายไฟเลี้ยงอุปกรณ์	4.48	0.50	พึงพอใจมาก
13. ความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องเติมอากาศ	4.38	0.77	พึงพอใจมาก
14. ความพึงพอใจที่มีต่อระบบกล้อวงจรจับ	4.46	0.67	พึงพอใจมาก
15. ความพึงพอใจที่มีต่อแพตติตั้งอุปกรณ์	4.52	0.62	พึงพอใจมากที่สุด
ด้านการใช้ประโยชน์ต่อเกษตรกร			
16. นำข้อมูลที่ได้รับไปใช้ประโยชน์	4.54	0.54	พึงพอใจมากที่สุด
17. ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน	4.52	0.62	พึงพอใจมากที่สุด

18. ความสามารถในการนำไปใช้งานจริง	4.48	0.67	พึงพอใจมาก
19. ประโยชน์ที่ได้จากการใช้งาน	4.36	0.73	พึงพอใจมาก
20. ความพึงพอใจในภาพรวมต่อการใช้งานระบบ	4.34	0.77	พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	0.46	0.61	เหมาะสมดี

จากตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเทคโนโลยีพัฒนาเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิลโดยใช้อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐานพบว่า ความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับมาก โดยที่ค่าเฉลี่ยรวมของระดับความพึงพอใจอยู่ที่ 4.46 และได้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.61

อภิปรายผล

การพัฒนาเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิล โดยใช้อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐาน ผู้วิจัยได้นำผลที่พบจากการวิจัยมาอภิปรายเชื่อมโยงทฤษฎีแนวความคิดงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเด็นต่อไปนี้

1. ในการพัฒนาระบบ ได้ทำการออกแบบการพัฒนาเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิลโดยใช้อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐาน โดยระบบจะทำการรับข้อมูลจากอุปกรณ์เซนเซอร์ 3 ตัว คืออุปกรณ์เซนเซอร์วัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ อุปกรณ์เซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิของน้ำ อุปกรณ์เซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรดเป็นเบสของน้ำ เชื่อมต่อผ่าน ไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อรวบรวมข้อมูล และทำการประมวลผลข้อมูลที่รับมาจากเซนเซอร์ จากนั้นส่งข้อมูลไปแสดงผลผ่านหน้าเว็บเบราว์เซอร์ที่ออกแบบไว้ผ่านอุปกรณ์ NB-IoT ซึ่งส่งข้อมูลผ่านระบบ 3G/4G เพื่อแสดงผลข้อมูลคุณภาพน้ำที่ทำการตรวจวัดค่าด้วยเซนเซอร์ทั้ง 3 ตัวแบบเรียลไทม์ พร้อมแสดงผลสถานะของเครื่องเติมอากาศและเครื่องให้อาหารปลา ที่เชื่อมต่อดัวยรีเลย์มายังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

ในกรณีที่อุปกรณ์เซนเซอร์วัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ วัดค่าได้ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในระบบหรือการสั่งการผ่านหน้าเว็บแอปพลิเคชันด้วยระบบควบคุมด้วยตนเอง ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้เครื่องเติมอากาศทำงานผ่านทางอุปกรณ์รีเลย์ที่เชื่อมต่อยกขึ้นระหว่างบอร์ดกับปั๊มของระบบเติมอากาศ ในกรณีที่เซนเซอร์วัดค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ วัดค่าได้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้เครื่องเติมอากาศหยุดทำงานผ่านทางอุปกรณ์รีเลย์หรือการสั่งการผ่านหน้าเว็บแอปพลิเคชันด้วยระบบควบคุมด้วยตนเอง และในส่วนของการให้อาหารปลา จะทำงานผ่านการเชื่อมต่อดัวยรีเลย์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยจะทำงานตามระยะเวลาที่กำหนดในการปล่อยอาหารลงในบ่อ หรือในกรณีที่การสั่งการผ่านหน้าเว็บแอปพลิเคชันด้วยระบบควบคุมด้วยตนเอง เช่นเดียวกับระบบเติมอากาศ

ในส่วนของระบบซอฟต์แวร์แสดงผลผ่านหน้าเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งสามารถแสดงผลได้ทั้งบนระบบคอมพิวเตอร์และสมาร์ทโฟนโดยแยกการทำงานออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกคือส่วนของการแสดงผลแบบเรียลไทม์ ส่วนที่ 2 คือส่วนของการควบคุม ในส่วนการควบคุมจะเป็นการควบคุมเครื่องเติมอากาศและเครื่องให้อาหารปลา โดยสามารถปรับระบบได้ทั้งแบบอัตโนมัติและแบบควบคุมด้วยตนเอง ถ้าเป็นการปรับระบบแบบอัตโนมัติ ระบบจะทำงานตามค่าที่ตั้งไว้ในระบบ แต่ในกรณีที่ปรับมาเป็นโหมดควบคุมด้วยตนเอง (manual) ผู้ใช้งานต้องทำการตั้งค่าเวลาในการเปิดปิดด้วยตนเองทั้งในส่วนเครื่องเติมอากาศและเครื่องให้อาหารปลา

2. ผลประเมินคุณภาพของการพัฒนาเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิลโดยใช้อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐาน พบว่า คุณภาพการพัฒนาเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิลโดยใช้อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐาน อยู่ในระดับความเหมาะสมดี ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ โดยที่ค่าเฉลี่ยรวมของคุณภาพของเทคโนโลยีอยู่ที่ 4.23 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.58 สามารถวิเคราะห์เป็นรายด้านดังนี้ ด้านการออกแบบระบบระบบ ค่าเฉลี่ยรวมของคุณภาพเทคโนโลยีอยู่ที่ 4.08 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.54 ด้านเทคโนโลยี (Internet of Things) ค่าเฉลี่ยรวมของคุณภาพเทคโนโลยีอยู่ที่ 4.50 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58 ด้านองค์ประกอบโครงสร้างด้านฮาร์ดแวร์ ค่าเฉลี่ยรวมของคุณภาพเทคโนโลยีอยู่ที่ 4.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 ด้านองค์ประกอบโครงสร้างด้านซอฟต์แวร์ ค่าเฉลี่ยรวมของคุณภาพเทคโนโลยีอยู่ที่ 4.33 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.72 ด้านแอปพลิเคชันการแสดงผลควบคุมการทำงาน ค่าเฉลี่ยรวมของคุณภาพเทคโนโลยีอยู่ที่ 4.33 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58

3. ผลการประเมินผลการใช้เทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิลโดยใช้อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐาน พบว่า การพัฒนาเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิลโดยใช้อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐาน อยู่ในระดับดี เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ โดยที่ค่าเฉลี่ยรวมของการประเมินผลการใช้เทคโนโลยีอยู่ที่ 4.44 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.62 สามารถวิเคราะห์เป็นรายด้านดังนี้ ด้านการใช้งานระบบ ค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.40 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50 ด้านวัสดุอุปกรณ์ในการติดตั้ง ค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.44 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.61 ด้านการรักษาความปลอดภัยและการเข้าถึงข้อมูลของระบบ ค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.48 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.71 ด้านการใช้ประโยชน์ต่อเกษตรกร ค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.47 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.64

4. ผลการสอบถามความพึงพอใจของเกษตรกรที่มีต่อเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิลโดยใช้อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐาน ซึ่งเป็นไปตาม

สมมุติฐานที่ตั้งไว้ พบว่า ความพึงพอใจของเกษตรกรอยู่ในระดับมาก โดยที่ค่าเฉลี่ยรวมของระดับความพึงพอใจอยู่ที่ 4.46 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.61 สามารถวิเคราะห์เป็นรายด้านดังนี้ ด้านการติดต่อกับผู้ใช้งาน ค่าเฉลี่ยรวมของความพึงพอใจของเกษตรกรอยู่ที่ 4.41 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.57 ด้านการทำงานของระบบ ค่าเฉลี่ยรวมของความพึงพอใจของเกษตรกรอยู่ที่ 4.51 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.54 ด้านอุปกรณ์ ค่าเฉลี่ยรวมของความพึงพอใจของเกษตรกรอยู่ที่ 4.48 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.66 ด้านการใช้ประโยชน์ต่อเกษตรกร ค่าเฉลี่ยรวมของความพึงพอใจของเกษตรกรอยู่ที่ 4.44 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.67

องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษา

ในการพัฒนาระบบเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิลโดยใช้อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งเป็นฐาน โดยระบบจะทำการรับข้อมูลจากอุปกรณ์เซนเซอร์ 3 ตัว คือ อุปกรณ์เซนเซอร์วัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ อุปกรณ์เซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิของน้ำ อุปกรณ์เซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรดเป็นเบสของน้ำเชื่อมต่อผ่าน ไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อรวบรวมข้อมูล และแสดงผลข้อมูลผ่านหน้าเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งสามารถแสดงผลได้ทั้งบนระบบคอมพิวเตอร์และสมาร์ตโฟน โดยแบ่งส่วนการควบคุม ออกเป็น 2 ส่วนคือ ควบคุมเครื่องเติมอากาศและเครื่องให้อาหารปลา โดยสามารถสั่งการระบบได้ทั้งแบบอัตโนมัติและแบบควบคุมด้วยตนเอง ในกรณีที่ ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้ในระบบ เครื่องเติมอากาศจะทำงานอัตโนมัติจนกว่าค่าจะอยู่ในเกณฑ์ที่ตั้งไว้

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2559). *แผนพัฒนาการเกษตรในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12* (พ.ศ.2560-2564).
- กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. (2559). *แผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม*: พฤษภาคม 2559.
- พัชรพล ศรียศศักดิ์ นิวุฒิ หวังชัย ชนกันต์ จิตมนัส (2014). *ผลกระทบจากสภาพอากาศและฤดูกาลต่อคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ*. KKU Res. J., 19, 743-751.
- ประคุณ ศาลิกร โสมสกา เพชรานนท์. (2018). *การลงทุนเลี้ยงปลานิลเพื่อการพาณิชย์ในจังหวัดนครปฐม*. (1), 40-54%V 43.
- สำนักงานรัฐมนตรี. (2559). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12*.

- Abir Tawfeeq, H. A. S. A. W., K.Vijayalakshmi. (2019). IoT based Aquaculture system with Cloud analytics *International Journal of Applied Engineering Research*, 14, 4136-4142.
- Duang-Ek-Anong, S., Pibulcharoensit, S., & Phongsatha, T. (2019). *Technology Readiness for Internet of Things (IoT) Adoption in Smart Farming in Thailand. International journal of simulation: systems, science & technology*. doi:10.5013/IJSSST.a.20.05.12
- Truong, T. M., Phan, C. H., Van Tran, H., Duong, L. N., Van Nguyen, L., & Ha, T. T. (2020, 2020//). To Develop a Water Quality Monitoring System for Aquaculture Areas Based on Agent Model. Paper presented at the Fourth International Congress on Information and Communication Technology, Singapore.

