



การสร้างแบบจำลองของระบบฟาร์มกุ้งอัจฉริยะ 4 in 1 ดีน้ำ ให้อาหาร วัดน้ำ ใช้
พลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อการพัฒนาเกษตรอัจฉริยะ

Modeling a 4-in-1 Smart Shrimp Farm System: Watering, Feeding, and
Measuring Water Using Solar Energy for the Development of Smart
Agriculture

รชนท์ สุขกลับ สวกัทร ไทยยัง
ฐปนวัฒน์ ชุกกลิ่น¹

โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย นครศรีธรรมราช อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80280

Email: 6706369@pccnst.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างแบบจำลองระบบฟาร์มกุ้งอัจฉริยะแบบ 4 in 1 ซึ่งบูรณาการระบบดีน้ำ ระบบให้อาหารอัตโนมัติ ระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำ และระบบพลังงานแสงอาทิตย์เข้าไว้ในแพลตฟอร์มเดียว เพื่อแก้ปัญหาการเลี้ยงกุ้งด้วยแรงงานคนที่มีความเสี่ยงต่อความผิดพลาด เช่น การให้อาหารไม่สม่ำเสมอ การเติมออกซิเจนไม่เพียงพอ และต้นทุนค่าไฟฟ้าที่สูงจากการเปิดเครื่องดีน้ำตลอด 24 ชั่วโมง ระบบใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ร่วมกับเซนเซอร์วัดค่า pH และอุณหภูมิน้ำ เพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำแบบเรียลไทม์ และควบคุมการทำงานของเครื่องดีน้ำและเครื่องให้อาหารโดยอัตโนมัติ ขณะที่แผงโซลาร์เซลล์ทำหน้าที่จ่ายไฟให้ระบบทั้งหมดแบบพึ่งพาตนเอง พร้อมทั้งพัฒนาแอปพลิเคชันต้นแบบเพื่อแสดงผลข้อมูลและควบคุมอุปกรณ์ผ่านระบบออนไลน์ ผลการทดสอบพบว่าระบบสามารถทำงานได้ครบตามฟังก์ชันที่ออกแบบไว้ ตรวจวัดค่าคุณภาพน้ำได้อย่างต่อเนื่องและแม่นยำ ควบคุมเครื่องดีน้ำและระบบให้อาหารได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์สามารถผลิตและเก็บพลังงานเพียงพอต่อการใช้งาน ส่งผลให้ลดภาระของผู้ดูแลฟาร์ม ลดต้นทุนด้านแรงงานและพลังงาน และช่วยรักษาสภาพแวดล้อมในบ่อเลี้ยงให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของแบบจำลองนี้ในการนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นต้นแบบระบบเกษตรอัจฉริยะสำหรับฟาร์มขนาดเล็กถึงกลาง เพื่อสนับสนุนการพัฒนาเกษตรกรรมสมัยใหม่ที่มีประสิทธิภาพ ประหยัดต้นทุน และยั่งยืนต่อไปในอนาคต

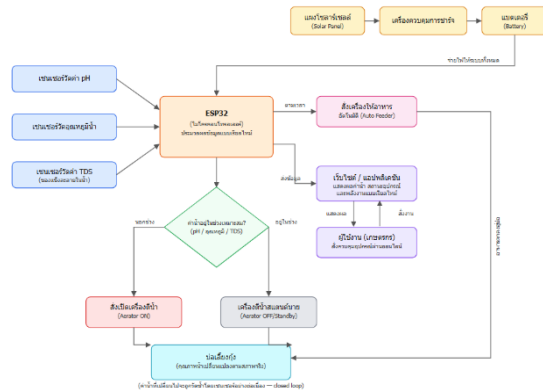
คำสำคัญ: ฟาร์มกุ้งอัจฉริยะ, IoT, ระบบอัตโนมัติ, พลังงานแสงอาทิตย์, เกษตรอัจฉริยะ

1. บทนำ

การเพาะเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม่เพียงแต่เป็นแหล่งรายได้สำคัญของประเทศ แต่จากการลงพื้นที่สอบถามชาวบ้านผู้เลี้ยงกุ้งอย่างใกล้ชิดพบว่า ปัญหาหลักคือความยากลำบากในการควบคุมปัจจัยแวดล้อม ทั้งค่าความเป็นกรดเบส อุณหภูมิ และปริมาณออกซิเจนในน้ำ ข้อจำกัดของการใช้แรงงานคนมักทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน เช่น การให้อาหารไม่สม่ำเสมอ หรือการตรวจสอบสภาพน้ำที่ล่าช้า ส่งผลให้กุ้งเครียด อ่อนแอ และเกิดโรคระบาดได้ง่าย นอกจากนี้ชาวบ้านยังต้องแบกรับภาระต้นทุน

ค่าไฟฟ้าที่สูงมากจากการเปิดเครื่องดีน้ำตลอดทั้งวัน คณะผู้จัดทำจึงตระหนักถึงปัญหาจริงของชุมชนและได้พัฒนาแบบจำลองฟาร์มกุ้งอัจฉริยะแบบสี่ในหนึ่งเดียว ซึ่งประกอบด้วยระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำอย่างต่อเนื่อง ระบบดีน้ำอัตโนมัติ ระบบให้อาหารอัตโนมัติ และระบบผลิตพลังงานแสงอาทิตย์นวัตกรรมนี้จะช่วยชาวบ้านลดต้นทุนค่ากระแสไฟฟ้า ลดความผิดพลาดจากแรงงานคน เพิ่มอัตราการรอดและคุณภาพของผลผลิตกุ้ง พร้อมทั้งยกระดับอาชีพการทำฟาร์มกุ้งให้มีความมั่นคงและยั่งยืนอย่างแท้จริง

2. วิธีดำเนินงาน



2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการ

ส่วนฮาร์ดแวร์หลักประกอบด้วย แผงโซลาร์เซลล์ อุปกรณ์ควบคุมการชาร์จประจุไฟฟ้า และแบตเตอรี่ ซึ่งทำหน้าที่เป็นแหล่งพลังงานหลักในการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่ระบบทั้งหมด ชุดประมวลผลหลักใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ร่วมกับเซนเซอร์ตรวจวัดคุณภาพน้ำจำนวนสามชนิด ได้แก่ เซนเซอร์ตรวจวัดค่าความเป็นกรดด่าง เซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิของน้ำ และเซนเซอร์ตรวจวัดปริมาณสารละลายรวมในน้ำ สำหรับอุปกรณ์ปฏิบัติการประกอบด้วย อุปกรณ์เติมน้ำออกซิเจน และเครื่องให้อาหารสัตว์น้ำอัตโนมัติ ในส่วนของซอฟต์แวร์ใช้โปรแกรมสำหรับการเขียนคำสั่งควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ร่วมกับการพัฒนาเว็บไซต์และแอปพลิเคชันต้นแบบเพื่อใช้ในการแสดงผลและควบคุมระบบ

2.2 การออกแบบกรอบแนวคิดของระบบ

ระบบถูกออกแบบให้ทำงานในลักษณะระบบควบคุมแบบวงปิด เพื่อให้สามารถประมวลผลและตอบสนองได้แบบทันทีทันใด โดยมีลำดับขั้นตอนการทำงานดังนี้

ระบบบริหารจัดการพลังงาน: แผงโซลาร์เซลล์ทำการผลิตกระแสไฟฟ้าและส่งผ่านไปยังอุปกรณ์ควบคุมการชาร์จประจุเพื่อจัดเก็บพลังงานไว้ในแบตเตอรี่ จากนั้นแบตเตอรี่จะทำหน้าที่กระจายกำลังไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์ทุกส่วนในระบบ

การตรวจวัดข้อมูลและการประมวลผล: เซนเซอร์ทั้งสามชนิดทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งอย่างต่อเนื่อง จากนั้นส่งสัญญาณข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เพื่อทำการประมวลผลค่าน้ำแบบเรียลไทม์

การควบคุมอุปกรณ์อัตโนมัติ:

อุปกรณ์เติมน้ำเพิ่มออกซิเจน: ไมโครคอนโทรลเลอร์จะตรวจสอบค่าน้ำในบ่อได้แก่ ค่าความเป็นกรดด่าง อุณหภูมิ และปริมาณสารละลายรวมในน้ำ ว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้หรือไม่ หากค่าน้ำดังกล่าวอยู่นอกเหนือช่วงเกณฑ์มาตรฐาน ระบบจะสั่งการเปิดใช้งานอุปกรณ์เติมน้ำทันที แต่หากค่าน้ำอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่เหมาะสม อุปกรณ์เติมน้ำจะหยุดทำงานและเข้าสู่สถานะเตรียมพร้อมใช้งาน

เครื่องให้อาหารสัตว์น้ำอัตโนมัติ: ระบบจะสั่งการให้เครื่องให้อาหารทำงานโดยอัตโนมัติตามระยะเวลาที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า การแสดงผลและการควบคุมโดยผู้ใช้งาน: ข้อมูลคุณภาพน้ำสถานะการทำงานของอุปกรณ์ และสถานะระบบพลังงาน จะถูกส่งไปแสดงผลบนเว็บไซต์และแอปพลิเคชันอย่างเรียลไทม์ ทำให้เกษตรกรผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบข้อมูลและสั่งคำสั่งควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านระบบออนไลน์ได้โดยตรง ข้อมูลค่าน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปในบ่อเลี้ยงกุ้งจะถูกตรวจวัดโดยเซนเซอร์และส่งกลับเข้าสู่ระบบประมวลผลอย่างต่อเนื่องหมุนเวียนเป็นระบบวงปิด

2.3 การเก็บข้อมูลและการทดสอบ

คณะผู้จัดทำทดสอบระบบเปรียบเทียบระหว่างการควบคุมด้วยมือ (manual) และระบบอัตโนมัติ (auto) เป็นเวลา 7 วัน โดยบันทึกค่า pH และอุณหภูมิในทุกวัน รวมถึงทดสอบประสิทธิภาพของระบบพลังงานแสงอาทิตย์โดยวัดปริมาณพลังงานที่ผลิตได้เทียบกับปริมาณพลังงานที่ระบบใช้ในแต่ละช่วงเวลาของวัน จากนั้นนำผลที่ได้มาวิเคราะห์และปรับปรุงระบบทั้งด้านซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์

3. ผลการทดลอง

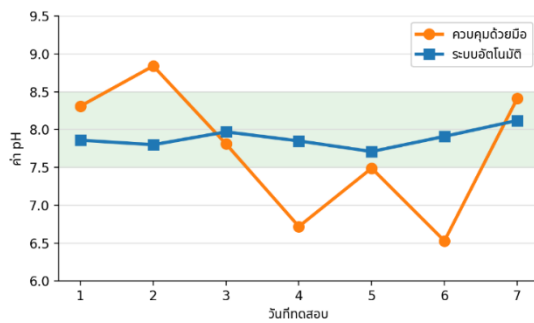
3.1 ผลการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำระหว่างระบบควบคุมด้วยมือและระบบอัตโนมัติ

จากการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพการควบคุมคุณภาพน้ำเป็นระยะเวลาเจ็ดวัน พบว่าระบบอัตโนมัติสามารถรักษาค่าความเป็นกรดด่างให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมระหว่าง 7.5 ถึง 8.5 รักษาอุณหภูมิของน้ำให้อยู่ในช่วง 28 ถึง 32 องศาเซลเซียส และควบคุมปริมาณสารละลายรวมในน้ำให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้งได้อย่างสม่ำเสมอ ในขณะที่การควบคุมด้วยมือของเกษตรกรมีความผันผวนของค่าน้ำสูงกว่าอย่างชัดเจน ซึ่งรายละเอียดการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีคุณภาพน้ำทั้งสามประเภทปรากฏดังตารางที่ 1 และรูปที่ 1-3

รายการ	มือ (mean±SD)	อัตโนมัติ (mean±SD)
ค่า pH	7.73±0.87	7.89±0.13
อุณหภูมิ(°C)	29.69±3.43	30.13±0.45
ปริมาณสารละลาย รวมในน้ำ(mg/L)	3,124.50 ± 385.12	3,350.20 ± 42.85

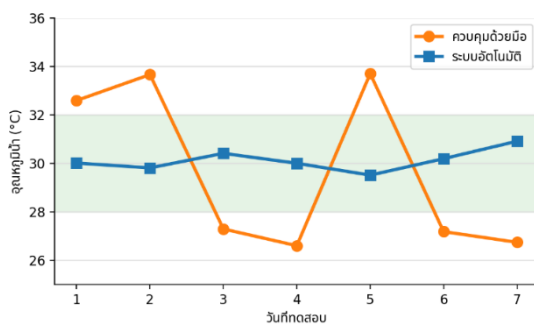
ตารางที่ 1

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความเป็นกรดต่าง อุณหภูมิ และปริมาณสารละลายรวมในน้ำ ระหว่างการควบคุมด้วยมือและระบบอัตโนมัติ ตลอดระยะเวลาการทดสอบเจ็ดวัน



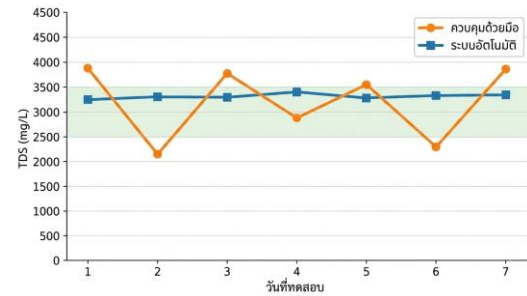
รูปที่ 1 กราฟเปรียบเทียบค่า pH

ของน้ำระหว่างระบบควบคุมด้วยมือและระบบอัตโนมัติ



รูปที่ 2

กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำระหว่างระบบควบคุมด้วยมือและระบบอัตโนมัติ



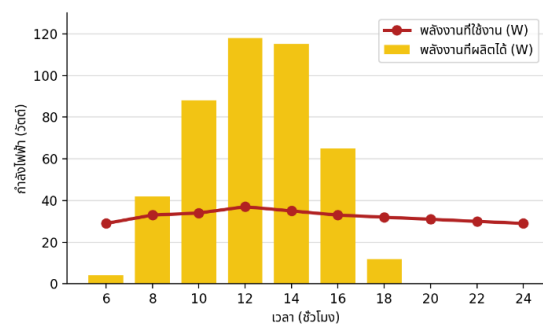
รูปที่ 3

กราฟเปรียบเทียบปริมาณสารละลายรวมในน้ำระหว่างระบบควบคุมด้วยมือและระบบอัตโนมัติ

ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าระบบอัตโนมัติสามารถลดความผันผวนของคุณภาพน้ำที่เกิดจากความล่าช้าในการตรวจสอบและควบคุมด้วยมือ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่ออัตราการรอดชีวิตและการเจริญเติบโตของกุ้ง

3.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบพลังงานแสงอาทิตย์

จากการทดสอบระบบโซลาร์เซลล์ตลอดทั้งวัน พบว่าในช่วงเวลา 10.00–16.00 น. แผงโซลาร์เซลล์ผลิตพลังงานได้มากกว่าปริมาณที่ระบบใช้งาน ทำให้สามารถกักเก็บพลังงานส่วนเกินไว้ในแบตเตอรี่สำหรับใช้ในช่วงกลางคืนหรือเวลาที่ไม่มีแสงแดด ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3

กราฟเปรียบเทียบพลังงานที่ผลิตได้จากแผงโซลาร์เซลล์กับพลังงานที่ระบบใช้งานในแต่ละช่วงเวลา



เมื่อประเมินค่าไฟฟ้ารายเดือน พบว่าระบบพลังงานแสงอาทิตย์สามารถลดการพึ่งพาไฟฟ้าจากภายนอกได้อย่างมีนัยสำคัญ ดังสรุปในตารางที่ 2

รายการ	ก่อนติดตั้ง	หลังติดตั้ง
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย (บาท/เดือน)	620	321
สัดส่วนที่ลดลง	-	≈ 51.77%

ตารางที่ 2

เปรียบเทียบค่าไฟฟ้าโดยประมาณก่อนและหลังใช้
ระบบพลังงานแสงอาทิตย์

3.3 ผลการทดสอบระบบแสดงผลแอปพลิเคชัน

แอปพลิเคชันต้นแบบสามารถแสดงค่าคุณภาพน้ำแบบเรียลไทม์ สถานะการทำงานของเครื่องต้นน้ำและระบบให้อาหาร รวมถึงระดับพลังงานจากแผงโซลาร์เซลล์ได้อย่างถูกต้อง ผู้ใช้งานสามารถส่งควบคุมอุปกรณ์ผ่านระบบออนไลน์ได้อย่างสะดวกและตอบสนองอย่างรวดเร็ว

4. สรุปและอภิปรายผล

4.1 อภิปรายผลการทดลอง

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT ร่วมกับระบบอัตโนมัติสามารถเพิ่มความแม่นยำในการควบคุมคุณภาพน้ำ ลดความผิดพลาดจากการควบคุมด้วยมนุษย์ และลดต้นทุนด้านพลังงานได้อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม ระบบยังเป็นแบบจำลองระดับต้นแบบ ซึ่งอาจต้องปรับปรุงความแม่นยำของเซนเซอร์และความเสถียรของระบบก่อนนำไปใช้งานในฟาร์มขนาดใหญ่จริง

4.2 สรุปผลการทดลอง

การพัฒนาแบบจำลองฟาร์มกึ่งอัจฉริยะ 4 in 1 ให้ผลลัพธ์ที่น่าพอใจ โดยระบบสามารถทำงานได้ครบตามฟังก์ชันที่ออกแบบไว้ ได้แก่ การตีน้ำ การให้อาหาร การวัดคุณภาพน้ำ และการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการฟาร์มกึ่งอัตโนมัติ และสนับสนุนแนวคิดเกษตรอัจฉริยะได้อย่างเป็นรูปธรรม

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการทดสอบระบบในบ่อเลี้ยงกุ้งจริงเพื่อประเมินความเสถียรในระยะยาว และเพิ่มเซนเซอร์วัดค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO) และความเค็มเพื่อให้ระบบมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณครูรูปนวัฒน์ ชุกกลิ่น อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ และโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย นครศรีธรรมราช ที่ให้คำแนะนำ อุปกรณ์ และสถานที่ในการดำเนินโครงการจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมประมง. (2565). มาตรฐานการจัดการคุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. กรุงเทพฯ: กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ชัยวัฒน์ ศรีทอง. (2564). ระบบอัตโนมัติและไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับงานเกษตรอัจฉริยะ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ณัฐพงษ์ วัฒนศิริ. (2563). การประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในภาคการเกษตร. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2566). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT และ Smart Farming ในประเทศไทย. สืบค้นจาก <https://www.nstda.or.th>
- สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2565). พลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกในภาคเกษตรกรรม. สืบค้นจาก <https://www.eppo.go.th>
- Boyd, C. E. (2020). Water Quality: An Introduction. Cham: Springer.
- Boyd, C. E., & Tucker, C. S. (2018). Pond Aquaculture Water Quality Management. Boston: Springer.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2021). Sustainable Aquaculture Development. Retrieved from <https://www.fao.org>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). Smart Technologies for Aquaculture. Retrieved from <https://www.fao.org>
- Texas Instruments. (2022). Microcontroller Applications for Automation Systems. Retrieved from <https://www.ti.com>