ระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบหมุนเวียนอัตโนมัติ สำหรับฟาร์มปลานิล

AUTOMATED RECIRCULATION AQUACULTURE SYSTEM FOR TILAPIA

ธนวัฒน์ คุณารักษ์

ภณกวินทร์ ทองแท้

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบหมุนเวียนอัตโนมัติ สำหรับฟาร์มปลานิล

AUTOMATED RECIRCULATION AQUACULTURE SYSTEM FOR TILAPIA

T149418

ธนวัฒน์ คุณารักษ์
ภณกวินทร์ ทองแท้

.b 12884431
.i
เลขหมู่
เลขทะเบียน 149418
วัน,เดือน,ปี - 7 มี.ค. 2561

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2559

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบหมุนเวียนอัตโนมัติ สำหรับฟาร์มปลานิล

AUTOMATED RECIRCULATION AQUACULTURE SYSTEM FOR TILAPIA

ผู้จัดทำ

1. นายธนวัฒน์ คุณารักษ์ รหัสนักศึกษา 56010552

2. นายภณกวินทร์ ทองแท้ รหัสนักศึกษา 56011219

อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ. ดร. เกริญ วงษ์ชุ่มเย็น)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ดร. ปกรณ์ วัฒนจตุรพร)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ดร. ชมพูนุท จินจาคาม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบหมุนเวียนอัตโนมัติ สำหรับฟาร์มปลานิล

นายธนวัฒน์	คุณารักษ์	56010552
นายภณกวินทร์	ทองแท้	56011219
รศ. ดร. เจริญ	วงษ์ชุ่มเย็น	อาจารย์ที่ปรึกษา
ดร. ปกรณ์	วัฒนจตุรพร	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ดร. ชมพูนุท	จินจาคาม	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ปีการศึกษา 2559

บทคัดย่อ

เนื่องจากในปัจจุบันนี้มีการเลี้ยงปลานิลกันอย่างแพร่หลายในการประกอบธุรกิจด้านการเกษตรของประเทศไทยทั้งผู้ประกอบการรายย่อยและรายใหญ่ ผู้จัดทำจึงได้คิดค้นระบบหมุนเวียนแบบอัตโนมัติสำหรับการเลี้ยงปลานิลขึ้นมา เพื่อช่วยส่งเสริมการเลี้ยงปลานิลของเกษตรกรไทยและพัฒนาอุสาหกรรมการเกษตรของไทย โดยการนำเทคโนโลยีมาพัฒนาระบบการเลี้ยงปลานิลในระบบหมุนเวียนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ระบบฟาร์มอัตโนมัติสำหรับการเลี้ยงปลานิล มีการเก็บข้อมูลและตั้งค่าสภาพแวดล้อมในการเลี้ยงปลา เพื่อให้ผู้ใช้สามารถนำข้อมูลไปปรับปรุงการเลี้ยงปลาได้ และมีเว็บไซต์สำหรับใช้ติดตามข้อมูลของระบบผ่านเว็บไซต์ได้ การทำงานเริ่มจากการวัดค่าอุณหภูมิในระบบ ที่นำไปประมวลผลบน Node MCU หากมีค่าที่ผิดปกติก็จะสั่งการให้ทำการปรับค่าให้เหมาะสม แล้วทำการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้ ซึ่งการทำงานทั้งหมดจะถูกเก็บค่าไว้บน Firebase Server และนำข้อมูลไปแสดงผลบนเว็บไซต์ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Automated Recirculation Aquaculture System For Tilapia

Mr. Tanawat	Kunarak	56010552
Mr. Phanakawin	Thongthae	56011219
Assoc. Prof. Dr. Charoen	Vongchumyen	Advisor
Dr. Pakorn	Watanachaturaporn	Co-Advisor
Dr. Chompoonuch	Jinjakam	Co-Advisor

Academic Year 2016

ABSTRACT

Nowadays, aquaculture of the Tilapia is very common in Thailand's agri-business, both in major businesses and SME's. Therefore, our group decided to invent an automated-recirculation aquaculture system to help the Tilapia aquaculturists and to expand aquacultural industry of Thailand. Through the use of technology, we are now able to develop the automated-recirculation system that presents higher effectiveness.

There's a data collection and setting in automated system, the users can utilize it for improving their aquacultural farm, and also it provides a website for data monitoring. The work starts with measuring the temperature in the system. Processed on a Node MCU. If there are abnormal values, it will be ordered to make adjustments. Then alert the user. All work will be stored on the Firebase Server and displayed on website.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดีด้วยคำแนะนำ คำปรึกษา และการดูแลจากหลายฝ่ายโดยเฉพาะอย่างยิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.เจริญ วงษ์ชุ่มเย็น ที่ให้โอกาสข้าพเจ้าได้ทำรายงานฉบับนี้ขึ้นมา ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมทั้ง ดร.ปกรณ์ วัฒนจตุรพร และ ดร.ชมพูนท จินจาคาม ที่ได้ชี้แนะแนวทางการปฏิบัติ พร้อมให้คำแนะนำในหลายๆด้าน อีกทั้งอาจารย์ในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ทุกท่านที่อบรมสั่งสอนข้าพเจ้ามาตลอด

ขอขอบคุณนวลจันทร์ฟาร์ม และไพศาลพันธุ์ปลาที่ได้ให้ความรู้ในการเลี้ยงปลานิล ชี้แนะแนวทางการจัดการกับปัญหา และการสนับสนุนพันธุ์ปลา

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และห้องวิจัยฮาร์ดแวร์ซึ่งอำนวยความสะดวกสบายในสถานที่ทำโครงงาน และช่วยจัดหาอุปกรณ์สำหรับทำโครงงานจนโครงงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อนๆ น้องๆ ในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ที่เป็นที่ปรึกษาด้านเทคนิคเพิ่มเติม และให้กำลังใจกันเสมอมา

ธนวัฒน์ คุณารักษ์

ภณกวินทร์ ทองแท้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

ระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบหมุนเวียนอัตโนมัติ สำหรับฟาร์มปลานิล I
Automated Recirculation Aquaculture System For Tilapia II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VI
สารบัญรูป VII
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 3
1.3 ขอบเขตของโครงงาน 3
1.4 วิธีดำเนินการ 4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 5
2.1 การเลี้ยงปลานิล 5
2.2 ระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบหมุนเวียน 7
2.3 คุณภาพน้ำ 8
2.4 การปรับปรุงคุณภาพน้ำ 9
2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 12
2.6 Node MCU 13
2.7 DS18B20 15
2.8 Firebase 18
บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนาระบบ 24
3.1 ความต้องการของระบบ 24
3.2 ภาพรวมของระบบ 25
3.3 การทำงานภายในระบบ 31
3.4 แบบจำลอง 35
3.5 การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งาน 40
บทที่ 4 การทดลองระบบ 46
4.1 ทดลองการไหลเวียนของน้ำระหว่างบ่อเลี้ยงปลาและถังกรอง 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ทดลองการเก็บอุณหภูมิตามช่วงเวลา 48
4.3 ทดลองการแจ้งเตือนอุณหภูมิ 52
4.4 ทดลองการให้อาหารอัตโนมัติโดยการตั้งเวลา 55
4.5 ทดลองการเลี้ยงปลานิล 58
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 63
5.1 บทสรุป 63
5.2 ปัญหาและอุปสรรคที่พบ 67
5.3 แนวทางการแก้ไข 67
5.4 แนวทางการพัฒนาต่อ 68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

ตารางที่ 2.1 ตารางค่าที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลานิลที่สำคัญ 6
ตารางที่ 4.2 ผลลัพธ์ข้องมูลอุณหภูมิที่ได้จากกราฟในรูปที่ 4.2 49
ตารางที่ 4.3 ผลลัพธ์ข้องมูลอุณหภูมิที่ได้จากกราฟในรูปที่ 4.3 51
ตารางที่ 4.4 ตารางผลการทดลอง 61
ตารางที่ 4.5 ตารางสรุปผลการทดลองที่ 4.5 62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป **หน้า**

รูปที่ 1.1 ตัวอย่างเกษตรกรไทย 1
รูปที่ 1.2 การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ 2
รูปที่ 2.1 ปลานิล 5
รูปที่ 2.2 ระบบน้ำหมุนเวียน 7
รูปที่ 2.3 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ 8
รูปที่ 2.4 วัสดุกรองกายภาพต่างๆ 9
รูปที่ 2.5 วงจรของ Nitrogen ในน้ำ 10
รูปที่ 2.6 วัสดุกรองชีวภาพ ได่แก่ หินคีรีก้า, หินพัมมิส, เซรามิกริงแบบรูพรุน และ เปลือกหอย ... 11
รูปที่ 2.7 NodeMCU Devkit V1.0 13
รูปที่ 2.8 NodeMCU Pin Map 14
รูปที่ 2.9 เซนเซอร์ DS18B20 15
รูปที่ 2.10 ขาและตัวถัง TO-92 ของไอซี DS18B20 16
รูปที่ 2.11 Circuit Diagram 17
รูปที่ 2.12 Firebase 18
รูปที่ 3.1 การทำงานโดยรวม 25
รูปที่ 3.2 Use Case Diagram 26
รูปที่ 3.3 การไหลของน้ำที่ผ่านการทำงานภายในระบบ 27
รูปที่ 3.4 Design Diagram 28
รูปที่ 3.5 Feeder Design Diagram 29
รูปที่ 3.6 Block Diagram 30
รูปที่ 3.7 Flow Chart Sensors 31
รูปที่ 3.8 แบบจำลอง 35
รูปที่ 3.9 Fish Tank 36
รูปที่ 3.10 Brush Gutter Tank 36
รูปที่ 3.11 Filter Tank 37
รูปที่ 3.12 Moving Bed Tank 37
รูปที่ 3.13 UV Filter Tank 38
รูปที่ 3.14 Feeder Design 39
รูปที่ 3.15 หน้าต่างเข้าสู่ระบบ 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.16 หน้าต่างแรก 41
รูปที่ 3.17 กราฟแสดงข้อมูลอุณหภูมิ (Show by Day) 42
รูปที่ 3.18 กราฟแสดงข้อมูลอุณหภูมิ (Show by Hour) 43
รูปที่ 3.19 หน้าต่างแสดงผลรวมของระบบ 44
รูปที่ 3.20 หน้าต่างแสดงการตั้งค่าของระบบ 45
รูปที่ 4.1 ข้อต่อระหว่างบ่อเลี้ยงปลาและถังกรอง 47
รูปที่ 4.2 ผลกราฟแสดงอุณหภูมิในวันที่ 2017-3-27 ในช่วง 7 โมงเช้า 48
รูปที่ 4.3 ผลกราฟแสดงอุณหภูมิในวันที่ 2017-3-24 50
รูปที่ 4.4 การจุ่มเซนเซอร์ลงในน้ำเย็น 52
รูปที่ 4.5 การจุ่มเซนเซอร์ลงในแก้วน้ำร้อน 52
รูปที่ 4.6 กราฟแสดงผลบนเว็บไซต์ ในช่วงเวลาที่ทดลอง ณ จุดที่ลดอุณหภูมิ 53
รูปที่ 4.7 กราฟแสดงผลบนเว็บไซต์ ในช่วงเวลาที่ทดลอง ณ จุดที่เพิ่มอุณหภูมิ 53
รูปที่ 4.8 การแจ้งเตือนบนเพจเฟสบุ๊คผ่าน IFTTT 54
รูปที่ 4.9 รูปแสดงน้ำหนักอาหารที่ได้ในการทดลองที่ 1 55
รูปที่ 4.10 รูปแสดงเก็บข้อมูลการให้อาหารในการทดลองที่ 1 55
รูปที่ 4.11 รูปแสดงการแจ้งเตือนในการทดลองที่ 1 56
รูปที่ 4.12 รูปแสดงน้ำหนักอาหารที่ได้ในการทดลองที่ 2 56
รูปที่ 4.13 รูปแสดงเก็บข้อมูลการให้อาหารในการทดลองที่ 2 56
รูปที่ 4.14 รูปแสดงการแจ้งเตือนในการทดลองที่ 2 57
รูปที่ 4.15 บ่อปลาเมื่อเริ่มเลี้ยง วันที่ 27 เมษายน พ.ศ. 2560 58
รูปที่ 4.16 การทดลองชั่งน้ำหนักปลานิล 58
รูปที่ 4.17 ระบบในวันที่ 24 พฤษภาคม พ.ศ. 2560 59
รูปที่ 4.18 หน้าจอแสดงผลบนชุดคอนโทรลเลอร์ 59
รูปที่ 4.19 การสุ่มจับปลานิลเพื่อนำมาชั่งน้ำหนัก 60
รูปที่ 4.20 การชั่งน้ำหนักปลานิล ในวันที่ 24 พฤษภาคม พ.ศ. 2560 61
รูปที่ 5.1 การวิจัยจากกรมประมง 63
รูปที่ 5.2 การมอนิเตอร์ผ่านเว็บไซต์ 64
รูปที่ 5.3 ส่วนประมวลผล 64
รูปที่ 5.4 ระบบหมุนเวียน 65
รูปที่ 5.5 ฮีตเตอร์ 65
รูปที่ 5.6 การแจ้งเตือนบน Facebook 66
รูปที่ 5.7 การตั้งค่าบนเว็บไซต์ 66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.8 การขยายบ่อเลี้ยงปลา..... 68
รูปที่ 5.9 เซนเซอร์ pH และ เซนเซอร์ DO..... 68
รูปที่ 5.10 การพัฒนา Application..... 68

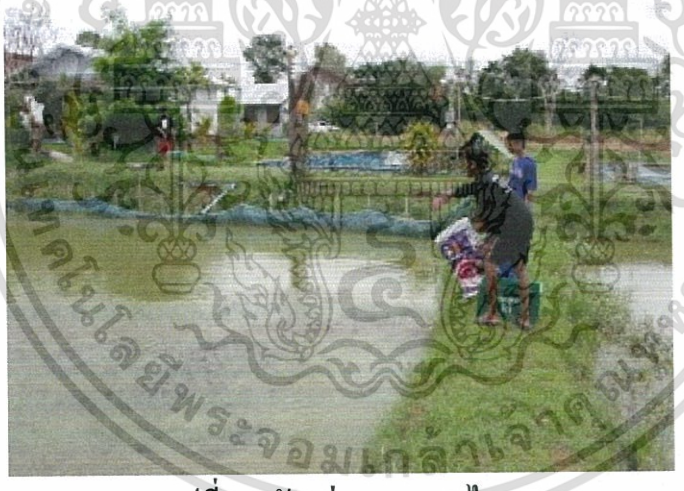
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ภาคการเกษตรของไทยถือเป็นแหล่งวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมการเกษตรของประเทศ แม้มีสัดส่วนมูลค่าเพียงร้อยละ 8.40 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศแต่มีความสำคัญต่อแรงงานในภาคการเกษตรที่มีจำนวนกว่า 16.70 ล้านคนหรือประมาณ ร้อยละ 25.90 ของประชากรทั้งประเทศ มีความสำคัญในมิติการเป็นฐานการผลิตอาหารและด้านพลังงานทดแทนให้กับประเทศ รวมถึงสร้างรายได้ให้กับภาคครัวเรือนของเกษตรกรกว่า 5.80 ล้านครัวเรือน อย่างไรก็ตามภาคการเกษตรกลับประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงานมาโดยตลอด และมีจำนวนแรงงานในภาคเกษตรปัจจุบันเมื่อเทียบกับ 10 ปีก่อน ลดลงถึง 1.50 ล้านคน หรือร้อยละ 1 ต่อปี ขณะที่คนทำงานในภาคการเกษตรมีรายได้ต่ำที่สุด เนื่องจากผลผลิตไม่แน่นอน ราคาผลผลิตตกต่ำและผันผวน ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องจากสภาพเศรษฐกิจในปัจจุบัน



รูปที่ 1.1 ตัวอย่างเกษตรกรไทย

นโยบายการปรับขึ้นค่าจ้างแรงงานขั้นต่ำวันละ 300 บาท ที่มีผลบังคับใช้ทั่วประเทศตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2556 ที่ผ่านมา ซึ่งได้มุ่งเน้นไปที่แรงงานในภาคอุตสาหกรรม ขณะนี้ได้เริ่มส่งผลกระทบต่อโรงงานอุตสาหกรรมที่แบกรับภาระต้นทุนที่เพิ่มขึ้นไม่ไหวจนต้องมีการปลดพนักงานออก ในส่วนของภาคเกษตรถึงแม้ไม่ได้รับผลโดยตรงแต่ก็ไม่สามารถหลีกเลี่ยงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นทางอ้อมได้เพราะภาคการเกษตรไทยใช้เทคโนโลยีที่ช่วยผ่อนแรงน้อย ยังคงใช้แรงงานเป็นหลัก ค่าแรงจึงเป็นต้นทุนสำคัญที่เพิ่มภาระ ในขณะที่ผู้ประกอบการในภาคการเกษตรซึ่งส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายเล็กรายย่อยไม่มีศักยภาพในการจ่ายค่าจ้างพื้นฐานที่ปรับสูงขึ้นเป็น 300 บาทต่อวัน ประกอบกับสภาพการทำงานที่หนักและเหนื่อย รวมทั้งไม่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวัสดิการในการทำงาน จึงไม่จูงใจคนให้เข้ามาทำงานในภาคการเกษตร สุดท้ายแล้วเกษตรกรต้องเผชิญกับปัญหาต้นทุนการผลิตสูง อีกทั้งต้องการขาดแคลนแรงงานในภาคการเกษตร

รูปที่ 1.2 การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ซึ่งในธุรกิจด้านการเกษตรนั้นสามารถสร้างรายได้มหาศาลให้แก่ประเทศได้ จากการส่งออกของไทยที่สามารถประสบความสำเร็จในระดับนานาชาติได้ สังเกตจากมีทั้งผู้ประกอบการด้านการเกษตรเป็นจำนวนมาก ทั้งผู้ประกอบการรายเล็กและรายใหญ่ และในปัจจุบันนี้มีการเลี้ยงปลานิลกันอย่างแพร่หลาย

ดังนั้นการพัฒนาระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบหมุนเวียนอัตโนมัติสำหรับฟาร์มปลานิล จะส่งผลให้เกิดประโยชน์อย่างมาก สามารถนำใช้ในอุตสาหกรรมการเกษตร ช่วยแบ่งเบาภาระของเกษตรกรในการเลี้ยงดูปลานิล รวมไปถึงการเก็บข้อมูลที่สามารถนำไปวิเคราะห์การเจริญเติบโตของปลานิลในสภาวะต่างๆ เพื่อที่จะปรับปรุงการเลี้ยงปลานิลในอนาคต ซึ่งเป็นการส่งเสริมเศรษฐกิจไทยและเป็นการลดการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1) ศึกษาและพัฒนาระบบเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอัตโนมัติ เพื่อการเลี้ยงปลานิลที่มีคุณภาพ
2) เพื่อนำเทคโนโลยีมาช่วยในการพัฒนาระบบให้สามารถแก้ไขปัญหาในภาคการเกษตรได้
3) เพื่อทำการเก็บข้อมูลจากระบบ และนำข้อมูลมาคำนวณเพื่อการแสดงผล
4) พัฒนาระบบหมุนเวียนน้ำอัตโนมัติ เพื่อนำไปใช้งานในอุตสาหกรรมเกษตร
5) พัฒนาระบบหมุนเวียนน้ำอัตโนมัติที่มีราคาย่อมเยากว่าการนำเข้าจากต่างประเทศ

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1) ระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบหมุนเวียนอัตโนมัติที่สามารถสังเกตการณ์ผ่านเว็บไซต์ได้
2) ระบบการตรวจวัดค่าคุณภาพน้ำที่มีการเก็บค่าข้อมูลและนำไปทำการประมวลผล
3) กระบวนการกรองน้ำในระบบหมุนเวียนแบบอัตโนมัติที่ทำงานได้อย่างต่อเนื่อง
4) กระบวนการในการปรับปรุงคุณภาพน้ำของระบบเมื่อน้ำมีสถานะที่ไม่เหมาะสม
5) การแจ้งเตือนจากระบบเมื่อเกิดสถานะของน้ำที่ไม่เหมาะสมในบ่อเลี้ยงปลานิล
6) มีส่วนของผู้ใช้บนเว็บไซต์ที่สามารถทำการจัดการกับระบบฟาร์มปลานิลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 วิธีดำเนินการ

1) เขียน Requirement และใบเสนอโครงงาน
2) ศึกษาการเลี้ยงปลานิลและระบบหมุนเวียนน้ำ
3) ศึกษาข้อมูลอุปกรณ์และเซนเซอร์
4) ออกแบบระบบการเลี้ยงปลานิลแบบหมุนเวียน
5) จัดหาอุปกรณ์และเซนเซอร์
6) สร้างระบบการเลี้ยงปลานิลแบบหมุนเวียน
7) เขียนโปรแกรมในการควบคุมสภาพน้ำ
8) ทดสอบการควบคุมสภาพน้ำ และปรับปรุงแก้ไข
9) พัฒนาเครื่องให้อาหารปลา
10) ทดลองการเลี้ยงปลานิลในระบบ
11) แก้ไขปัญหาต่างๆ และปรับปรุงแก้ไขโปรแกรม
12) สร้างเว็บสำหรับน้ำค่าของระบบมาแสดงผล
13) จัดทำเอกสารรายงานและเอกสารคู่มือ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

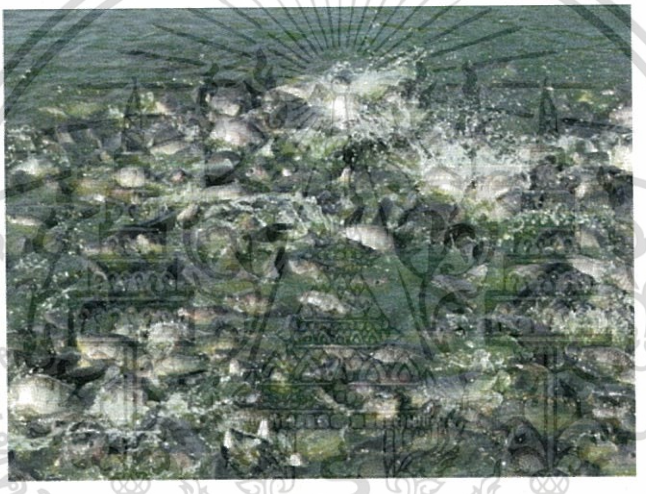
1) เป็นการพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตรให้มีคุณภาพมากขึ้น โดยการประยุกต์เข้ากับ IoT
2) เกษตรกรสามารถพัฒนาและปรับปรุงการเลี้ยงปลาได้ จากการเก็บข้อมูลในระบบมาวิเคราะห์
3) แก้ไขปัญหาด้านทรัพยากรและการขาดแคลนแรงงานในภาคการเกษตรของไทย
4) ส่งเสริมเศรษฐกิจไทยให้มีกำลังมากขึ้น และมีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วย
5) ลดการนำเข้าของระบบทางอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเลี้ยงปลานิล

ปลานิลนั้นเป็นปลาน้ำจืดที่เกษตรกรนิยมเลี้ยงกันมากที่สุด เนื่องจากความต้องการของผู้บริโภคมีสูง ด้วยเหตุว่าปลานิลนั้นมีเนื้ออร่อยและเนื้อแน่นทำให้ปลานิลเป็นที่นิยมของผู้บริโภค ปลานิลสามารถเลี้ยงในที่แคบได้และยังมีการเจริญเติบโตที่ดีอีกด้วย ปลานิลที่เลี้ยงกันทั่วไปนั้นจะมีอยู่ 2 ประเภทคือ ปลานิลหมันและ ปลานิลตามธรรมชาติ



รูปที่ 2.1 ปลานิล

จากวงจรชีวิตของปลานิลที่สามารถผสมพันธุ์กันได้เร็วมาก ซึ่งเมื่อมีการเลี้ยงปลานิลตามธรรมชาติ โดยในบ่อนั้นจะมีทั้งปลานิลตัวผู้และปลานิลตัวเมีย เมื่อเลี้ยงปลานิลได้มาซักระยะปลาตัวผู้จะทำการผสมกับปลาตัวเมีย เมื่อตัวเมียตั้งท้องจะทำให้ขนาดของปลาตัวเมียไม่เจริญเติบโตขึ้นซึ่งทำให้เวลาจับปลาออกขายก็จะทำให้ปลานิลไม่ได้ขนาด เมื่อเลี้ยงต่อไปปลานิลเพศเมียก็จะโตช้า ในการเลี้ยงปลานิลเพศเมียเป็นเวลานานจะทำให้เปลืองค่าใช้จ่ายทั้งค่าอาหารและการดูแล ทำให้เกิดการคิดจะทำให้ปลานิลกลายเป็นเพศผู้ให้หมดซึ่งเราเรียกว่า “ปลานิลหมัน” เนื่องจากปลานิลเพศผู้จะกินเก่งโตไวและได้น้ำหนักดี วิธีการที่จะทำให้ปลานิลเป็นเพศผู้ทั้งหมดก็สามารถทำได้โดยทำตั้งแต่ปลานิลยังอยู่ในช่วงอนุบาล ซึ่งในเวลาขนาดนั้นลูกปลานิลจะยังไม่มีเพศที่แน่นอน โดยให้กินฮอร์โมนเพศผู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 ตารางค่าที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลานิลที่สำคัญ

ดัชนี	ค่ามาตรฐาน	การแก้ไขเมื่อค่าต่ำกว่ามาตรฐาน	การแก้ไขเมื่อค่าเกินกว่ามาตรฐาน
ออกซิเจนที่ละลายได้ในน้ำ	ไม่ต่ำกว่า 3 mg/L	เพิ่มการไหลของอากาศเข้าไปในระบบ	-
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	6.5 – 8.5	เติมปูนขาว, เติมปุ๋ยไนเตรท	เพิ่มระดับน้ำ, เปลี่ยนถ่ายน้ำ
อุณหภูมิ	25 – 34 °C	ลดระดับน้ำ, ฮีตเตอร์	เพิ่มการถ่ายเทน้ำ

ตารางที่ 2.1 ตารางค่าที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลานิลที่สำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบหมุนเวียน

ระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบหมุนเวียนน้ำเป็นการหมุนเวียนน้ำผ่านตัวกรองชนิดต่างๆ เพื่อกำจัดของเสียจากกระบวนการสร้าง (Metabolic Product) และสลายของเสียอื่นๆ ในการเลี้ยงปลานั้นระบบน้ำหมุนเวียนจะมีบทบาทสำคัญในการผลิตปลาที่แข็งแรงและมีขนาดเหมาะสมสำหรับการเลี้ยงในกระชังหรือคอกต่อไป อย่างไรก็ตามระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบน้ำหมุนเวียนเป็นเทคโนโลยีใหม่สำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในประเทศไทย

รูปที่ 2.2 ระบบน้ำหมุนเวียน

ระบบน้ำหมุนเวียนสามารถเลี้ยงสัตว์น้ำได้หลายชนิด ขึ้นอยู่กับการใช้ระบบกรองแบบไหน หมุนเวียนอย่างไร บำบัดมากน้อยแค่ไหน การหมุนเวียนของระบบน้ำดีหรือไม่ จะเลี้ยงปลาอย่างไร ชนิดไหนจะเหมาะสมที่สุด ขนาดของบ่อที่ใช้เลี้ยง เหมาะสมกับจำนวนปลาที่เลี้ยงหรือไม่ เพราะวิธีการเหล่านี้จะทำให้สัตว์น้ำ มีการเจริญเติบโตที่ดี เพราะว่าการเลี้ยงแบบหมุนเวียนไม่จำเป็นต้องถ่ายน้ำบ่อย ถ้าน้ำที่ใช้เลี้ยงปลามีคุณภาพดีและเป็นการประหยัดค่าไฟฟ้า ในการสูบน้ำเข้าอีกด้วย

2.2.2 ข้อดีของระบบน้ำหมุนเวียน

1) รักษาสิ่งแวดล้อมและกระตุ้นให้เกิดการทำลายปรสิตและเชื้อโรคอย่างต่อเนื่อง
2) น้ำที่ใช้เลี้ยงสามารถน้ำกลับมาใช้เลี้ยงสัตว์น้ำใหม่ได้ดีอย่างเดิม
3) ลดการใช้น้ำ ไม่ทำให้สภาพของแหล่งน้ำเสื่อมโทรมเร็ว
4) สามารถเลี้ยงสัตว์น้ำได้ในพื้นที่ที่สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม
5) สามารถนำไปดัดแปลงเลี้ยงกับสัตว์น้ำชนิดอื่น ๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 คุณภาพน้ำ

สัตว์น้ำจำเป็นต้องอาศัยในการดำรงชีวิต คุณสมบัติน้ำจะแตกต่างกันตามสภาพแวดล้อมและที่ตั้งต่างกัน เช่น แม่น้ำ ลำธารคลอง จะมีคุณสมบัติของน้ำแตกต่างจาก หนอง บึง บ่อเก็บน้ำ ซึ่งเป็นแหล่งน้ำนิ่งรวมถึงบาดาลที่มีคุณสมบัติแตกต่างจากแหล่งน้ำผิวดินอื่นๆ การตรวจวัดคุณภาพจึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อที่จะได้ปรับปรุงให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมกับการอยู่อาศัยของสัตว์น้ำ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำให้ประสบความสำเร็จ

2.3.1 ค่า pH

ความเป็นกรด-ด่าง (pH) คือ ความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน ที่มีอยู่ในน้ำในบ่อเลี้ยงปลาจะมีการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง ในน้ำทั้งในช่วงกลางวันและกลางคืน ทั้งนี้เนื่องจากแพลงก์ตอนพืช และพืชน้ำมีการสังเคราะห์แสงในตอนกลางวัน ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง สูงขึ้นและค่อยๆ ลดในตอนกลางคืน ทำให้มีผลต่อการเลี้ยงปลาโดยตรง คือทำให้ปลาไม่เติบโต และตายได้

ช่วงความเป็นกรด-ด่าง ที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงปลานิลอยู่ในช่วง 6.5-8.5 การตรวจหาค่าความเป็นกรด-ด่าง สามารถวัดได้โดยใช้กระดาษวัดพีเอช จุ่มลงไปในน้ำแล้วนำไปเทียบสีบนกล่องกระดาษวัดพีเอชน้ำที่เป็นกรดสามารถแก้ได้ด้วยการใส่ปูนขาว หรือปุ๋ยที่มีสภาพเป็นด่าง เช่น ปุ๋ยไนเตรท ส่วนน้ำที่เป็นด่างจะเติมปุ๋ยกรด เช่น แอมโมเนียซัลเฟต โดยปกติน้ำที่เป็นด่างจะพบได้น้อยกว่าน้ำที่เป็นกรด

2.3.2 ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) ปลาต้องการออกซิเจนในการหายใจ เมื่อออกซิเจนในน้ำลดลง ปลาจะโผล่มาหายใจที่ผิวน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลานิล ไม่ควรต่ำกว่า 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งควรต้องระมัดระวังมากในช่วงเช้า ซึ่งมักจะพบปรากฏการณ์ของปลาลอยหัวในตอนเช้า ซึ่งแสดงว่า ปริมาณออกซิเจนในบ่อเลี้ยงกำลังลดลง จึงต้องมีการเปิดเครื่องตีน้ำเพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำ

2.3.3 อุณหภูมิ

อุณหภูมิ (Temperature) ปลานิลเป็นสัตว์เลือดเย็น ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิในร่างกายให้คงที่ได้เมื่อน้ำมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างกะทันหัน จะทำให้ปลาช็อกตายได้ อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลานิลจะอยู่ในช่วง 25-32 องศาเซลเซียส

รูปที่ 2.3 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การปรับปรุงคุณภาพน้ำ

การปรับปรุงคุณภาพน้ำจะต้องมีระบบกรอง ซึ่งระบบกรองทั่วไป จะแบ่งเป็นสามประเภทใหญ่ๆ คือ กรองกายภาพ, กรองเคมี และกรองชีวภาพ นอกจากระบบกรองนั้นยังมีการใช้โปรตีนสกิมเมอร์ด้วย

2.4.1 ระบบกรองกายภาพ

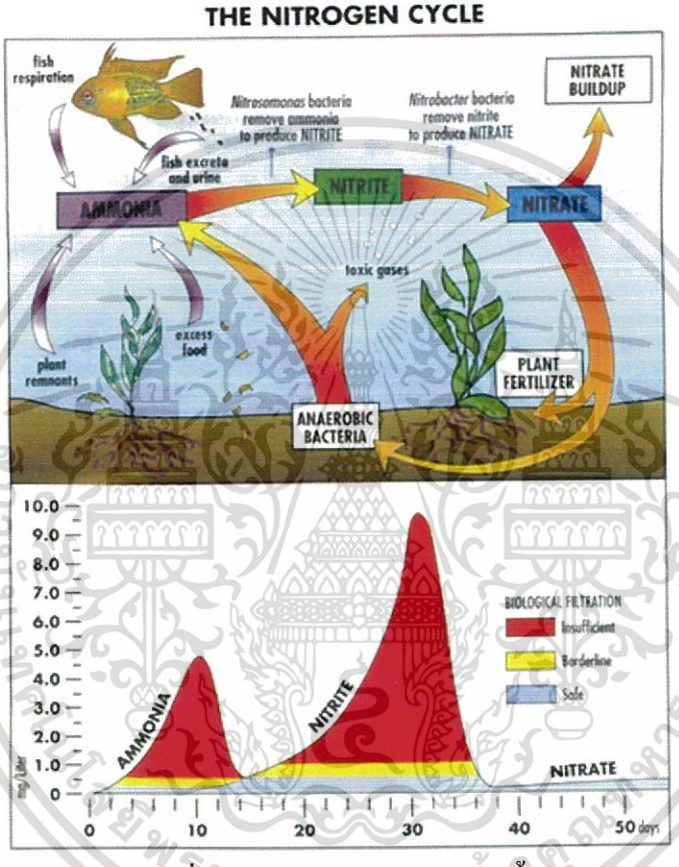
ระบบกรองกายภาพ มีหน้าที่ในการดักจับเศษตะกอน ฝุ่นผง เศษอาหาร ทำให้น้ำใสขึ้น วัสดุกรองประเภทนี้ได้แก่ ใยแก้ว ใยกรองหยาบ ใยกรองละเอียด รวมถึงไบโอบอลด้วย ซึ่งไบโอบอลนั้น มีหลายแบบครับ ไบโอบอลหน้าที่หลักในการกักเก็บเศษตะกอน เศษอาหารขนาดใหญ่,เพิ่มการกระจายน้ำในระบบกรองทำให้ออกซิเจนหมุนเวียนในระบบมากขึ้น และบางชนิดก็ทำมาให้มีรูพรุน เพื่อให้เป็นที่อยู่ของแบคทีเรีย ก็ยังไม่ดีเท่ากับวัสดุกรองชนิดอื่น

รูปที่ 2.4 วัสดุกรองกายภาพต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 ระบบกรองชีวภาพ

ระบบกรองชีวภาพ คือ ระบบกรองส่วนที่มีหน้าที่กำจัดของเสีย ขี้ปลา อาหารและการเน่าเสียของสารอินทรีย์อื่นๆ ในตู้จะทำให้เกิดแอมโมเนีย (NH4) ซึ่งเป็นพิษกับปลา ทำให้ปลาตายได้ โดยในระบบกรองชีวภาพจะมีแบคทีเรียที่มีประโยชน์ ที่จะทำหน้าที่เปลี่ยนแอมโมเนีย (NH4) ให้เป็นไนไตรท์ (NO2) ซึ่งก็ยังเป็นพิษกับปลาอยู่ดี ซึ่งก็จะมีแบคทีเรียอีกพวกทำหน้าที่เปลี่ยนไนไตรท์ (NO2) ให้เป็นไนเตรด (NO3) ซึ่งไนเตรด (NO3) จะเป็นพิษกับปลาน้อยมาก และยังเป็นอาหารกับพืชได้



รูปที่ 2.5 วงจรของ Nitrogen ในน้ำ

สำหรับระบบกรองชีวภาพ ต้องประกอบด้วย ที่อยู่อาศัยที่เหมาะสม และอาหารที่เหมาะสม สภาพที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมสำหรับ แบคทีเรียที่ทำหน้าที่ย่อยสลายไนโตรเจนนั้น จะไม่ค่อยแตกต่างจากสภาพน้ำสำหรับปลาทั่วไป นั่นคือ ถ้าปลาอยู่ได้ แบคทีเรียก็อยู่ได้ ซึ่งสภาพน้ำที่เหมาะสมหลักๆ จะประกอบไปด้วย ค่า pH หรือความเป็นกรด เป็นด่างของน้ำ ควรอยู่ในสภาพ เป็นกลาง หรือ เป็นกรด หรือด่างอย่างอ่อน ถ้าสภาพน้ำเป็นกรด หรือด่างแก่ จะทำให้ Nitrifying Bacteria เจริญเติบโตไม่ได้ หรือหยุดการเจริญเติบโตไป ปริมาณออกซิเจนที่เพียงพอ เนื่องจาก Nitrifying Bacteria เป็นแบคทีเรียในกลุ่มที่อาศัยอยู่ในที่ ที่มีออกซิเจน และใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายไนโตรเจน ปริมาณออกซิเจนที่เพียงพอจึงมีความจำเป็นอย่างมากในการทำให้ Nitrifying Bacteria เกิดขึ้น และเจริญเติบโตขึ้นมาได้ ที่อยู่อาศัย (ของแบคทีเรีย) ที่เหมาะสม โดยทั่วไปในแหล่งน้ำธรรมชาติ แบคทีเรียเหล่านี้ จะอาศัยอยู่ได้ตาม พื้นดิน พื้นหิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอนไม้จมน้ำ ฯลฯ หรือจะเรียกว่าอยู่ในทุกๆ ที่ ที่สภาพแวดล้อมพอเหมาะสมอยู่ได้ ก็ว่าได้ แต่สำหรับ ในตู้ปลา หรือบ่อปลา ด้วยความที่ว่า พื้นที่ในการเลี้ยงปลาของเราส่วนใหญ่มีความหนาแน่นกว่าในธรรมชาติมาก การที่จะปล่อยให้แบคทีเรีย เหล่านี้ เกิดขึ้นเอง คงจะมีจำนวนไม่เพียงพอสำหรับบำบัดสารพิษในน้ำ เราจึงต้องมีการสร้างชุมชนแออัดให้แบคทีเรียขึ้น ชุมชนแออัดที่พูดถึงก็คือ วัสดุกรองในระบบกรอง วัสดุกรองที่เหมาะสำหรับเป็นที่อยู่ของแบคทีเรียคือ วัสดุที่มีลักษณะเป็นรูพรุนมากๆ ยิ่งมีรูพรุนมาก ก็แสดงว่า มีพื้นที่ผิวให้แบคทีเรียได้อยู่อาศัยได้มาก วัสดุกรองที่นิยมนำมาใช้ได้แก่ หินพัมมีส, ปะการัง, เซรามิค-ริงค์ชนิดรูพรุน เป็นต้น ส่วนอาหารของ Nitrosomonas คือ แอมโมเนีย แอมโมเนียในตู้ปลาเกิดจาก การย่อยสลายของของเสียในตู้ปลา อันได้แก่ เศษอาหาร และของเสียจากตัวปลา ซึ่งในระยะเริ่มต้นของการระบบกรองนั้นควรควบคุมปริมาณแอมโมเนีย (ของเสียจากปลา หรืออาหารปลา) ไม่ให้มากจนเกินไป เพราะจะทำให้ น้ำเสีย จน Nitrifying Bacteria ไม่สามารถอาศัยอยู่ได้

รูปที่ 2.6 วัสดุกรองชีวภาพ ได่แก่ หินคิรีก้า, หินพัมมิส, เซรามิกริงแบบรูพรุน และ เปลือกหอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อได้ข้อมูลมาแล้ว ก็จะมีการดำเนินการกับข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การแยกประเภท การสังเขป การหาข้อสรุปเกี่ยวกับลักษณะต่างๆ ของข้อมูล การพิจารณาหาว่า ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้ มีความสัมพันธ์กับข้อมูลอื่นหรือไม่อย่างไร ตลอดจนอาจทำการพยากรณ์เหตุการณ์ในอนาคต จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้

2.5.1 น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (Daily Weight Gain, DWG; กรัมต่อวัน)

$$DWG = \frac{(W_2 - W_1)}{(T_2 - T_1)}$$

โดยที่ W_2 คือ ปริมาณน้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) เมื่อเวลา (วัน) ที่ T_2 (สิ้นสุดการทดลอง)

W_1 คือ ปริมาณน้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) เมื่อเวลา (วัน) ที่ T_1 (สิ้นสุดการทดลอง)

2.5.2 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate, SGR; เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)

$$SGR = \frac{\ln \text{น้ำหนักปลาสิ้นสุดการการทดลอง} - \ln \text{น้ำหนักปลาเริ่มต้น}}{\text{ระยะเวลาที่เลี้ยง}}$$

2.5.3 อัตราการรอดชีวิต (Survival Rate; เปอร์เซ็นต์)

$$SR = \frac{\text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนปลาเริ่มต้นการทดลอง}} \times 100$$

2.5.4 อัตราการแลกเนื้อ (Feed Conversion Ratio; FCR)

$$FCR = \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่ปลากิน}}{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น}}$$

2.5.5 อัตราการกินอาหาร (Daily Feed Intake; เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)

$$DF = \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่ปลากินเฉลี่ยต่อวัน}}{(\text{น้ำหนักปลาเริ่มต้น} + \text{น้ำหนักปลาสิ้นสุด})/2} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 Node MCU

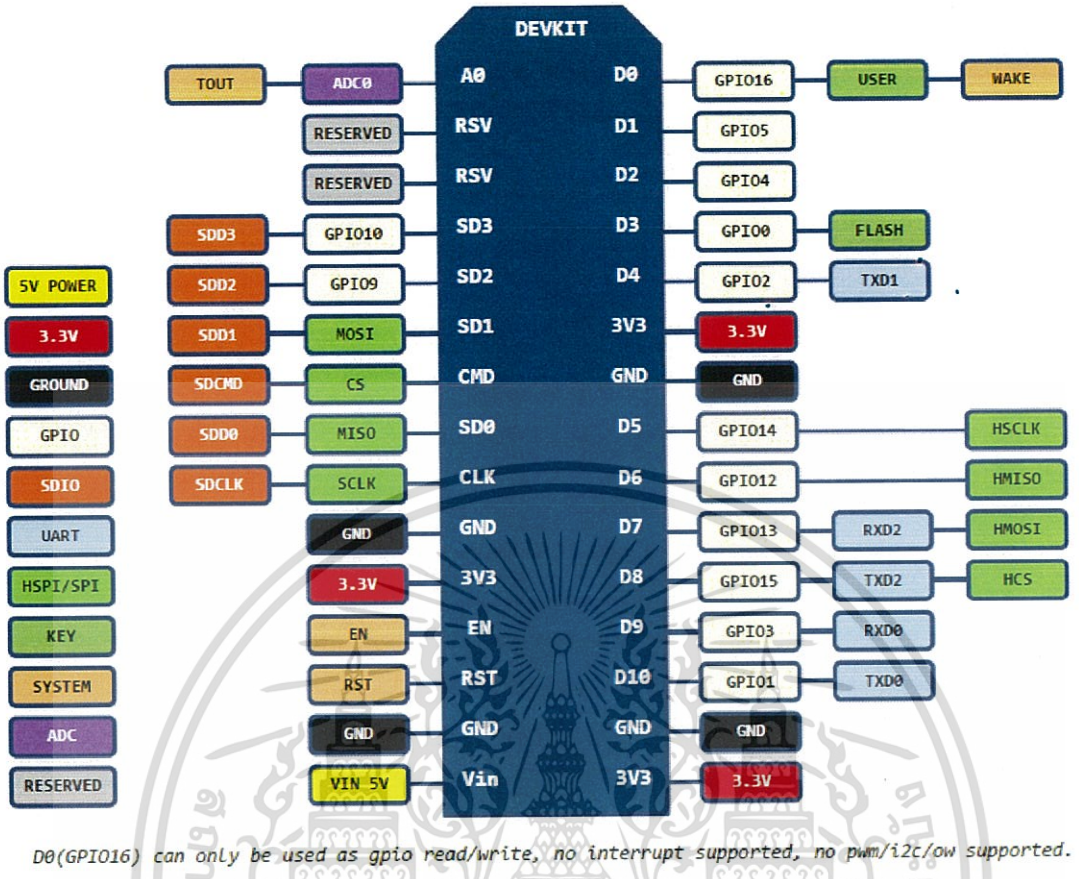
ทางผู้พัฒนาตั้งใจจะออก Node MCU ให้เป็น Platform ที่ออกแบบทุกอย่างเป็น Node การทำงานย่อยๆ และ ใช้ภาษา Lua ในการเขียนโปรแกรม แต่ด้วย Platform ที่สะดวกในการใช้งาน ทางกลุ่มนักพัฒนาของ ESP8266 ก็เลยนำ Node MCU (ESP8266) มาบรรจุในเป็นบอร์ดหนึ่งของ ARDUINO IDE (ESP8266) ด้วยเลย ได้จึงได้มีการพัฒนาต่อให้สามารถเขียนในภาษา C++หลังจากที่บอร์ด Node MCU (ESP8266) นี้มีการพัฒนาบน ARDUINO IDE เรียบร้อยแล้ว หากเป็นผู้ที่นิยมเล่นไมโครคอนโทรลเลอร์อยู่ก่อนจะนิยมเล่นเป็นภาษา C/C++ ซึ่งภาษานี้สามารถไปได้กว้างเล่นได้หลายอย่างกว่า Lua

2.6.1 ข้อดีของบอร์ด Arduino ESP8266

- เป็นแบบ Open Source Project มี Source code ให้ได้เรียนรู้อยู่บน Git Hub ตามลิงค์ https://github.com/esp8266/Arduino
- สามารถกด Upload Sketch ได้ เชื่อมต่อบอร์ด USB กับคอมพิวเตอร์ใช้งานง่าย ขนาดของบอร์ดต่อลง Protoboard ได้
- ชิบภายใน ESP8266 มี CPU ขนาด 32 bit แตกต่างจาก Arduino ที่เป็น CPU 8 bit
- ถึงแม้ขา I/O จะไม่มากเท่าของ Arduino แต่เราสามารถเขียนโปรแกรมลงบนขา GPIO ได้ทุกขาพอๆกัน เป็นข้อดีที่เพิ่มมาจากความต้องการใช้ WIFI เชื่อมต่อเมื่อต้องการเล่น Arduino ทำให้ต้องซื้อ Module WiFi เพิ่ม นั่นคือ Node MCU (ESP8266) มีต้นทุนต่ำกว่ามาก
- มีอุปกรณ์หลายอย่างที่ใช้งานที่แรงดัน +3.3 V เป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นเราสามารถนำ Node MCU (ESP8266) มาใช้เชื่อมต่อได้โดยตรง

รูปที่ 2.7 NodeMCU Devkit V1.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 NodeMCU Pin Map

- NodeMCU V1.0 มีลักษณะยาวขึ้นแต่แคบลง สามารถเสียบลงบนบอร์ดทดลองได้
- ชิฟแปลง USB2Serial ของ V0.9 เป็น CH340 แต่ของV1.0 เป็น CP2102 ในเวอร์ชั่นแรก ไดรเวอร์จะมีปัญหา OS ค่อนข้างมาก แต่ใน CP2102 จะใช้บน MacOS และมีปัญหาน้อยกว่า
- ชิฟ WIFI ของ V0.9 เป็น ESP-12 แต่ใน V1.0 เป็น ESP-12E ทำให้มีจำนวนพินที่มากขึ้น และ พื้นที่ Flash มากขึ้น
- ใช้ชิป Flash ความจุ 32Mbits (4Mbytes)
- มีปุ่ม RST (รีเซตการทำงาน) และ ปุ่ม Flash (สำหรับโปรแกรมเฟิร์มแวร์ใหม่)
- มีขา A0 รับอินพุตแรงดันแบบแอนะล็อกสำหรับวงจร ADC (ขนาด 10 บิต) อ่านค่า 0V ถึง 1V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 DS18B20

ในปัจจุบัน มีไอซีสำหรับวัดอุณหภูมิให้เลือกใช้อยู่หลายแบบ แบ่งตามรูปแบบของเอาต์พุตได้เป็นสองประเภทคือ ไอซีที่ให้เอาต์พุตแบบแอนะล็อก และแบบดิจิทัล โดยทั่วไปไอซีแบบดิจิทัล จะมีวงจรประเภท ADC (Analog to Digital Converter) รวมอยู่ภายใน บางตระกูลหรือบางรุ่น สามารถโปรแกรมหรืออ่านค่ารีจิสเตอร์ภายในได้ เช่น เพื่อกำหนดค่าที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของไอซี ในส่วนการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ มักจะเป็นการสื่อสารข้อมูลแบบ SPI หรือ I2C เพื่อประหยัดขา I/O ในการเชื่อมต่อ จุดเด่นของไอซีในตระกูลนี้คือ การสื่อสารข้อมูลด้วยสัญญาณเพียงเส้นเดียว นำอุปกรณ์หรือไอซีมาต่อกันหลายตัวเป็นบัส (Bus) ได้ โดยใช้โปรโตคอลสื่อสารที่เรียกว่า 1-Wire (OneWire)

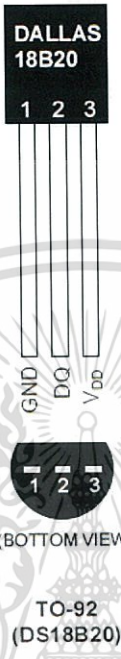
รูปที่ 2.9 เซนเซอร์ DS18B20

2.7.1 ข้อมูลเชิงเทคนิคเกี่ยวกับไอซี DS18B20

- ใช้แรงดันไฟเลี้ยง Vdd (หรือ Vcc) ได้ในช่วง 3.0V ถึง 5.5V
- มี 3 ขา (สำหรับตัวถัง TO-92) คือ Gnd (Pin 1), DQ (Pin 2), Vdd (Pin 3)
- ใช้งานได้สองแบบ: Normal Mode (ใช้ทั้ง 3 ขา) และ Parasite Power Mode (ใช้เพียง 2 ขา คือ DQ และ GND ในขณะที่ขา Vdd จะต่อกับขา Gnd)
- สามารถนำไอซีมาพ่วงต่อกันในบัสเดียว (เส้นสัญญาณ DQ) ได้หลายอุปกรณ์
- ในการใช้งาน จะต้องต่อ Pull-Up 4.7k Ω (หรือน้อยกว่าได้เล็กน้อย) ที่ขา DQ กับแรงดันไฟเลี้ยง
- วัดอุณหภูมิได้ในช่วง -55 °C ถึง +125 °C
- มีความแม่นยำ ±0.5 °C สำหรับอุณหภูมิในช่วง -10°C ถึง +85°C
- มีความละเอียดของค่าที่อ่านได้ 12 บิต (Resolution)
- ใช้เวลาในการแปลงข้อมูลสำหรับ ADC ไม่เกิน 750 ms. (มิลลิวินาที) สำหรับข้อมูล 12 บิต
- ไอซีแต่ละตัวมีหมายเลขเฉพาะตัว ขนาด 64 บิต (64-Bit Serial Code)
- สำหรับตระกูล DS18B20 มีค่าไบต์สำหรับ 8-bit family code ตรงกับ 28h (0x28) เป็นไบต์แรกของหมายเลขอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

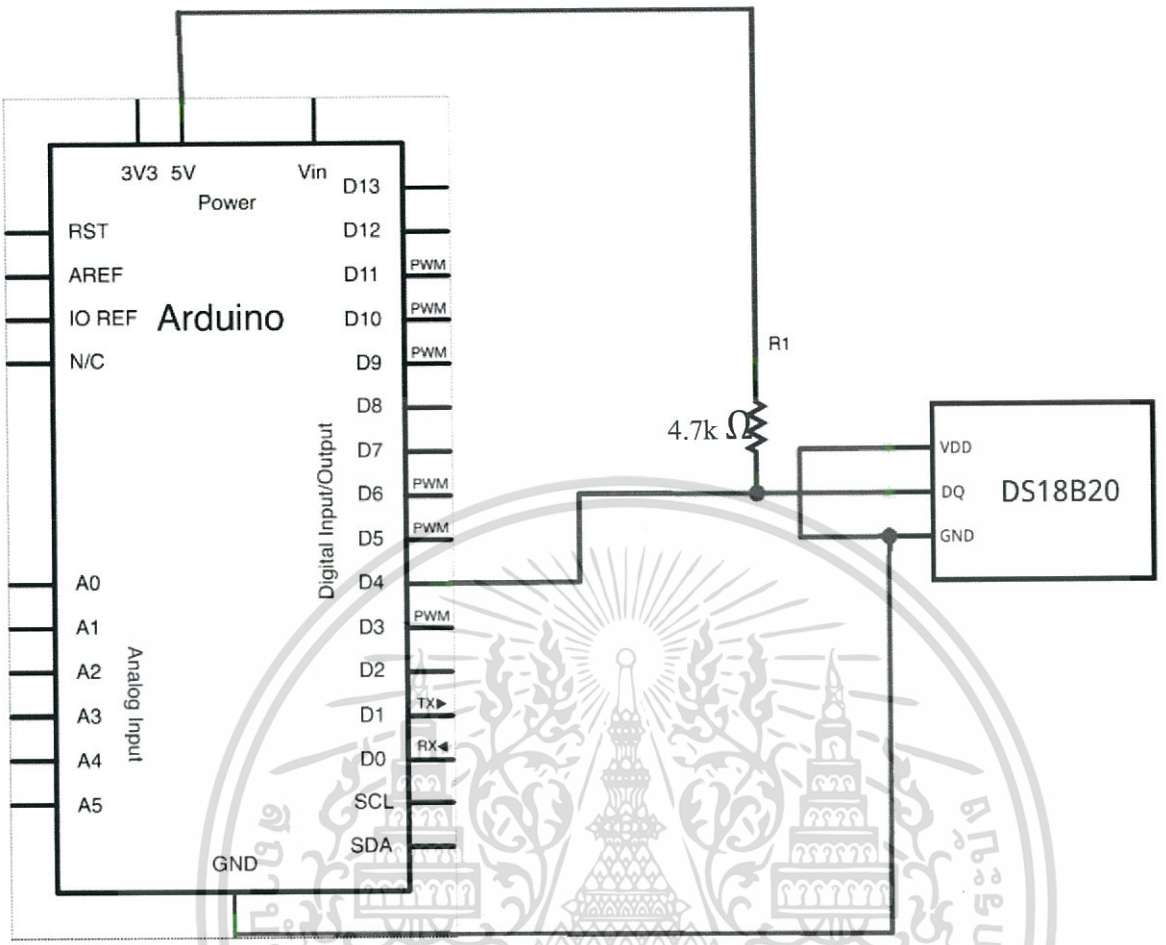
ภายในไอซี DS18B20 มีหน่วยความจำแบบ SRAM ขนาดความจุ 9 ไบต์ (Byte 0 ถึง Byte 9) และเรียกว่า Scratchpad ส่วนหนึ่งของหน่วยความจำนี้ จะใช้สำหรับเก็บค่าอุณหภูมิที่ได้จากการอ่านและแปลงเป็นข้อมูลดิจิทัลในแต่ละครั้ง (ใช้ 2 ไบต์ และเก็บไว้ใน Byte 0 และ Byte 1) และยังมีการคำนวณค่า CRC (Checksum) ขนาดหนึ่งไบต์ด้วย (เก็บไว้ใน Byte 8)



รูปที่ 2.10 ขาและตัวถัง TO-92 ของไอซี DS18B20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.11 Circuit Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

149418

2.8 Firebase

Firebase Real-Time Database เป็น NoSQL Cloud Database ที่เก็บข้อมูลในรูปแบบของ JSON และมีการ Sync ข้อมูลแบบ Real-time กับทุก Devices ที่เชื่อมต่อแบบอัตโนมัติในเสี้ยววินาที รองรับการทำงานเมื่อ Offline (ข้อมูลจะถูกเก็บไว้ใน Local จนกระทั่งกลับมา Online ก็จะทำการ Sync ข้อมูลให้อัตโนมัติ) รวมถึงมี Security Rules ให้เราสามารถออกแบบเงื่อนไขการเข้าถึงข้อมูลทั้งการ Read และ Write ได้ดังใจ ทั้ง Android, iOS และ Web

รูปที่ 2.12 Firebase

2.7.1 การเขียนข้อมูล

การ Write, Update หรือ Delete ข้อมูลใน Firebase Realtime Database จะรองรับค่าหลายประเภท ทั้ง String, Long, Double, Boolean, Map<String, Object> และ List<Object> โดยการ Write จะมีด้วยกัน 4 รูปแบบดังนี้

1. setValue() เป็นการ Write หรือ Update ข้อมูล ไปยัง Path ที่เราอ้างถึงได้ เช่น users/<user-id>/<username>

```
mUsersRef.child("id-12345").setValue("Jirawatee");
```

2. push() เป็นการเพิ่มชุดของข้อมูล ในที่นี้ผมจะสร้าง Model Object ชื่อ FriendlyMessage ซึ่งจะบรรจุ Text และ Username ไว้ โดยการ Push นั้น Firebase จะสร้าง Unique Key ของชุดข้อมูลนั้นๆ เพื่อใช้อ้างอิงต่อไปได้ เช่น messages/<message-id>/<data-model>

```
FriendlyMessage friendlyMessage = new FriendlyMessage("Hello World!", "Jirawatee");
mMessageRef.push().setValue(friendlyMessage);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. updateChildren() เป็นการ Write หรือ Update ข้อมูลบางส่วน (บาง Key) ตาม Path ที่เราอ้างถึง โดยไม่ต้องทำการ Replace ข้อมูลทั้งชุด และสามารถทำพร้อมๆกันได้หลาย Object ตัวอย่างจะเป็นการสร้าง Post ใหม่ขึ้นมา โดยจะ Write ข้อมูลไป 2 ที่คือ /user-messages/Jirawatee/$postid และ /messages/$postid

```
// push เป็นการ generate $postid ของ object ชื่อ posts ออกมาก่อนเพื่อใช้ใน // /user-
posts/$userid/$postid
String key = mMessagesRef.push().getKey();
HashMap<String, Object> postValues = new HashMap<>();
postValues.put("username", "Jirawatee");
postValues.put("text", "Hello World!");
Map<String, Object> childUpdates = new HashMap<>();
childUpdates.put("/messages/" + key, postValues);
childUpdates.put("/user-messages/Jirawatee/" + key, postValues);
rootRef.updateChildren(childUpdates);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. runTransaction() เป็นการอัพเดทข้อมูล ที่มี Concurrent เยอะ ๆ ที่อาจเกิดชนกัน เกิดข้อผิดพลาดได้ ตัวอย่างเช่น การกด Like และกด Unlike ที่โพสเดียวกัน เวลาเดียวกัน จะต้องมีการนับยอด Like ตลอดเวลา ว่าช่วงเวลานั้นเป็นเท่าไร

```
postRef.runTransaction(new Transaction.Handler() { @Override
    public Transaction.Result doTransaction(MutableData mutable) {
      Post p = mutable.getValue(Post.class);
      if (p == null) { return Transaction.success(mutable);
      }
      if (p.stars.containsKey(getUid())) {     // Unlike the post and remove self from likes
        p.starCount = p.starCount - 1;
        p.stars.remove(getUid());
      } else {              // Like the post and add self to likes
        p.starCount = p.starCount + 1;
        p.stars.put(getUid(), true);
      }
      // Set value and report transaction success
      mutable.setValue(p);
      return Transaction.success(mutable);
    } @Override
    public void onComplete(DatabaseError databaseError, boolean b, DataSnapshot dataSnapshot)
{
        if (databaseError != null) {
          databaseError.getMessage()
          Log.w(TAG, databaseError.getMessage());
        } else { Log.d(TAG, "Transaction successful");}
    }
});
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 การลบข้อมูล

การลบข้อมูลนั้น ให้เราระบุ Path ที่เราต้องการจะลบ จากนั้นก็เรียกคำสั่ง removeValue() ตัวอย่างเช่น ต้องการลบข้อความทั้งหมดใน Object ชื่อ messages

```
mMessageRef.removeValue();
```

นอกจากนั้นเรายังสามารถลบข้อมูล ได้ด้วยการส่งค่า null ไปที่ setValue(null) และสามารถใช้ค่า null กับเทคนิค updateChildren() เพื่อลบข้อมูลหลายๆ Object ได้ด้วย

```
// ลบแบบ setValue()
mMessageRef.setValue(null);
// ลบแบบ updateChildren();
childUpdates.put("/messages/", null);
```

2.7.2 การอ่านข้อมูล

```
DatabaseReference mRootRef =
FirebaseDatabase.getInstance().getReference();
```

เริ่มด้วยการประกาศตัวแปร DatabaseReference รับค่า Instance และอ้างถึง Path ที่เราต้องการ

การอ่านข้อมูลใน Firebase Realtime Database จะมี 2 ประเภทแยกตาม Listener ดังนี้

1. ValueEventListener จะอ่านข้อมูลตั้งแต่เริ่ม และ จะอ่านข้อมูลทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลทั้งหมดภายใต้ Path ที่เราอ้างถึง วิธีการคือใช้ Object ที่เราอ้างถึงมา addValueEventListener โดยจะมี callback

2 แบบ

- onDataChange จะถูกเรียกตอนเริ่ม และถูกเรียกทุกครั้งที่ข้อมูลภายใต้ path มีการเปลี่ยนแปลง
- onCancelled จะถูกเรียกเมื่อไม่สามารถอ่านข้อมูลจาก Database ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
mRootRef.addValueEventListener(new ValueEventListener() {
    @Override
    public void onDataChange(DataSnapshot dataSnapshot) {
        String value = dataSnapshot.getValue(String.class);
        mTextView.setText(value);
    }
    @Override
    public void onCancelled(DatabaseError error) {
        mTextView.setText("Failed: " + databaseError.getMessage());
    }
});
```

2. ChildEventListenerจะคอยรับข้อมูลจาก การเพิ่ม, การเปลี่ยนแปลง, การลบ และ การย้าย เฉพาะของ Child ที่เราอ้างถึง วิธีการคือใช้ Object ที่เราอ้างถึงมา addChildEventListener โดยจะมี Callback 5 แบบ

- onChildAdded() จะถูกเรียกเมื่อมีการเพิ่มชุดข้อมูลเข้ามาใน Child
- onChildChanged() จะถูกเรียกเมื่อข้อมูลใน Child มีการเปลี่ยนแปลง
- onChildRemoved() จะถูกเรียกเมื่อข้อมูลใน Child ถูกลบ
- onChildMoved() จะถูกเรียกเมื่อมีการเรียงลำดับของข้อมูลใน Child เกิดขึ้น
- onCancelled() จะถูกเรียกเมื่อโหลดข้อมูลจาก Child ไม่สำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ChildEventListener childEventListener = new ChildEventListener() {
  @Override
  public void onChildAdded(DataSnapshot dataSnapshot, String previousChildName) {
    Comment comment = dataSnapshot.getValue(Comment.class);
  }@Override
  public void onChildChanged(DataSnapshot dataSnapshot, String previousChildName) {
    Comment newComment = dataSnapshot.getValue(Comment.class);
    String commentKey = dataSnapshot.getKey();
  }@Override
  public void onChildRemoved(DataSnapshot dataSnapshot) {
    String commentKey = dataSnapshot.getKey();
  }@Override
  public void onChildMoved(DataSnapshot dataSnapshot, String previousChildName) {
    Comment movedComment = dataSnapshot.getValue(Comment.class);
    String commentKey = dataSnapshot.getKey();
  }@Override
  public void onCancelled(DatabaseError databaseError) {
    Toast.makeText(mContext, "Failed to load comments.",
        Toast.LENGTH_SHORT).show();
  }
};
ref.addChildEventListener(childEventListener);
@Override
protected void onStop() {
  super.onStop();
  if (mValueEventListener != null) {
    mRootRef.removeEventListener(mValueEventListener);
  }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและพัฒนาระบบ

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบและการพัฒนาระบบ โดยจะแบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 ส่วน คือ ภาพรวมของระบบ, ความต้องการของระบบ, การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งาน และการทำงานภายในระบบ

ในโครงงานนี้จะเป็นระบบเพาะเลี้ยงปลานิล ที่มีการปรับสภาพของน้ำให้เหมาะสมกับการเลี้ยงปลานิลโดยใช้การหมุนเวียนน้ำ และการควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งมีระบบสำหรับการให้อาหารอัตโนมัติ ที่ผู้ใช้สามารถปรับปรุงการให้อาหารทั้งปริมาณอาหาร และเวลาการให้อาหาร

ระบบฟาร์มอัตโนมัติสำหรับการเลี้ยงปลานิล มีการเก็บข้อมูลและตั้งค่าสภาพแวดล้อมในการเลี้ยงปลา เพื่อให้ผู้ใช้สามารถนำข้อมูลไปปรับปรุงการเลี้ยงปลาได้ และมีเว็บไซต์สำหรับใช้ติดตามข้อมูลของระบบผ่านเว็บไซต์ได้ โดยที่การทำงานจะเริ่มจากการวัดค่าอุณหภูมิในระบบ ที่นำไปประมวลผลบน Node MCU หากมีค่าที่ผิดปกติไปจากที่ผู้ใช้ได้กำหนดไว้ก็จะสั่งการให้ทำการปรับค่าให้เหมาะสม แล้วทำการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้ ซึ่งการทำงานทั้งหมดจะถูกเก็บค่าไว้บน Firebase Server และนำข้อมูลไปแสดงผลบนเว็บไซต์ด้วย

3.1 ความต้องการของระบบ

3.2.1 Input

1) ข้อมูลจากเซนเซอร์อุณหภูมิที่ตรวจวัดค่าในระบบ
2) เวลาที่จะทำการให้อาหารปลาในฟาร์ม
3) ข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องการสังเกตการณ์
4) ช่วงเวลาที่ใช้ในการเปรียบเทียบ

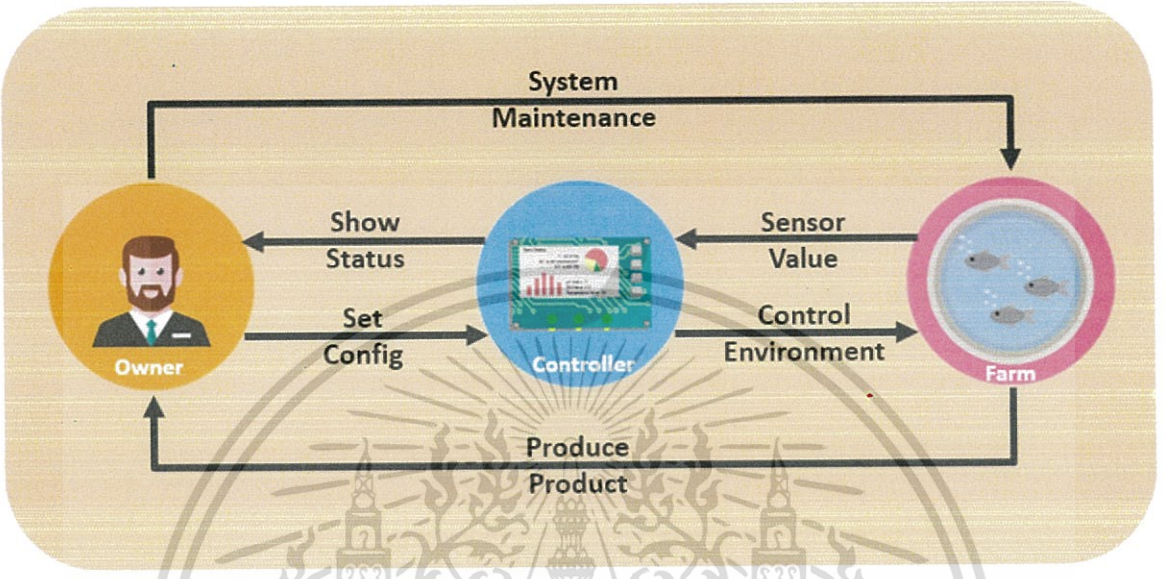
3.2.2 Output

1) การปรับค่าของสภาพแวดล้อมในระบบให้เหมาะสม
2) การให้อาหารปลานิลในฟาร์มตามที่กำหนดไว้
3) กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในฟาร์ม
4) รายงานแจ้งเตือนเมื่อมีความผิดปกติในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ภาพรวมของระบบ

3.2.1 การทำงานโดยรวม

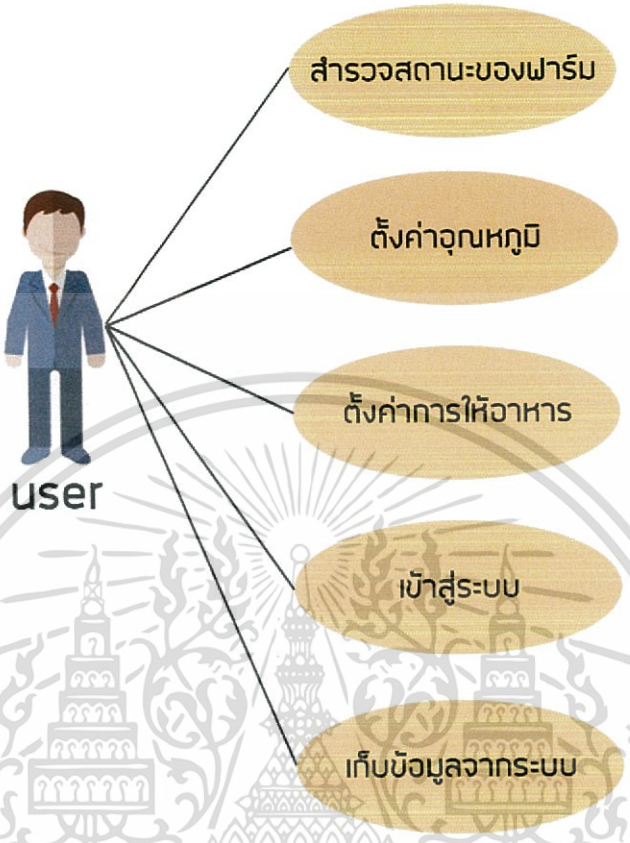


รูปที่ 3.1 การทำงานโดยรวม

1) System Maintenance : ผู้ใช้ดูแลและบำรุงระบบ
2) Set Config : ผู้สามารถตั้งค่าภายในระบบ
3) Show Status : ส่วนแสดงผลข้อมูลและการวิเคราะห์ของระบบ
4) Give Product : การให้ผลผลิตจากระบบ
5) Sensor Value : การเก็บค่าที่วัดได้จากระบบเพื่อนำไปวิเคราะห์
6) Control Environment : ปรับสภาพแวดล้อมของระบบให้เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 Use Case Diagram



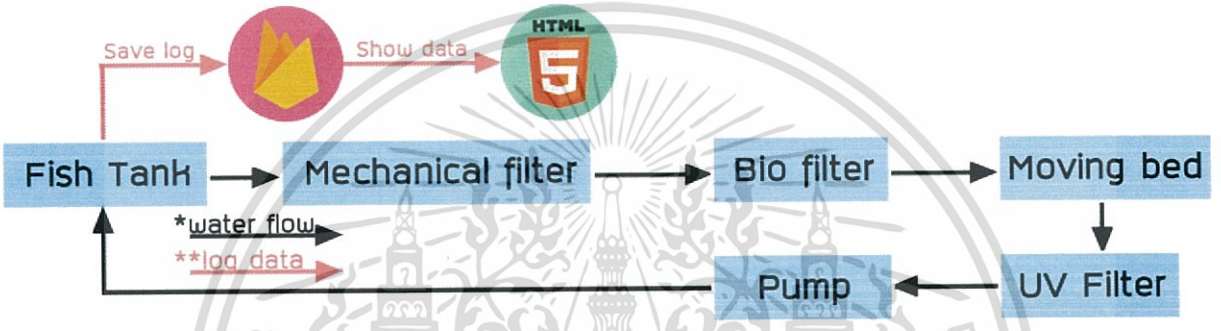
รูปที่ 3.2 Use Case Diagram

ในระบบผู้ใช้สามารถทำการสำรวจบ่อเลี้ยงปลาได้ พร้อมกับสามารถทำการตั้งค่ามาตรฐานของค่าอุณหภูมิ และปริมาณการให้อาหารของบ่อนั้นได้ด้วย แล้วสามารถเข้าไปตรวจสอบสถานะของฟาร์มของผู้ใช้และข้อมูลสถานะของระบบได้ โดยต้องผ่านการเข้าสู่ระบบก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 ระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบหมุนเวียนอัตโนมัติ

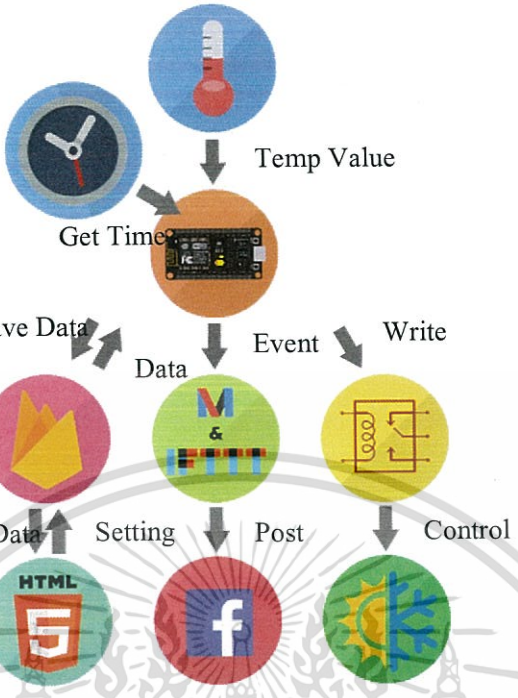
ระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบหมุนเวียนอัตโนมัติสำหรับฟาร์มปลานิล จากที่ปลาจะนำ Oxygen ไปใช้หายใจ แล้วปล่อยของเสียออกมา ทำให้น้ำมีค่า DO ลดลง มีโปรตีนจากเมือกปลาและแอมโมเนีย ซึ่งเป็นของเสียเพิ่มมากขึ้น ส่งผลเสียต่อการดำรงชีวิตของปลา เราจึงมีวิธีการบำบัดและปรับปรุงน้ำ โดยการเพิ่ม Oxygen ในบ่อเลี้ยงด้วยปั๊มอากาศ ส่วนน้ำที่มีของเสียจะถึงส่งไปบำบัดที่บ่อกรองของเสีย เริ่มจากกรองกายภาพเพื่อดักจับตะกอนจากนั้นไปยังกรองชีวภาพเพื่อกำจัดแอมโมเนียและฉายแสง UV เพื่อลดการเกิดตะไคร่ แล้วปั๊มน้ำกลับไปยังบ่อเลี้ยงปลา



รูปที่ 3.3 การไหลของน้ำที่ผ่านการทำงานภายในระบบ

ระบบเซนเซอร์ที่ถังเลี้ยงปลาจะเก็บข้อมูลค่า อุณหภูมิ มาเก็บไว้ใน Firebase และนำข้อมูลนั้นมาคำนวณและทำการแสดงผลในส่วนแสดงผล หากค่าที่ได้ไม่เหมาะสม ส่วนประมวลผลกลางก็จะสั่งการไปยังระบบปรับสภาพน้ำทำงาน ให้ค่าของน้ำกลับสู่ปกติ และส่วนแสดงผลนี้สามารถ Monitor เข้าไปตรวจสอบได้ผ่านทางเว็บไซต์ของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



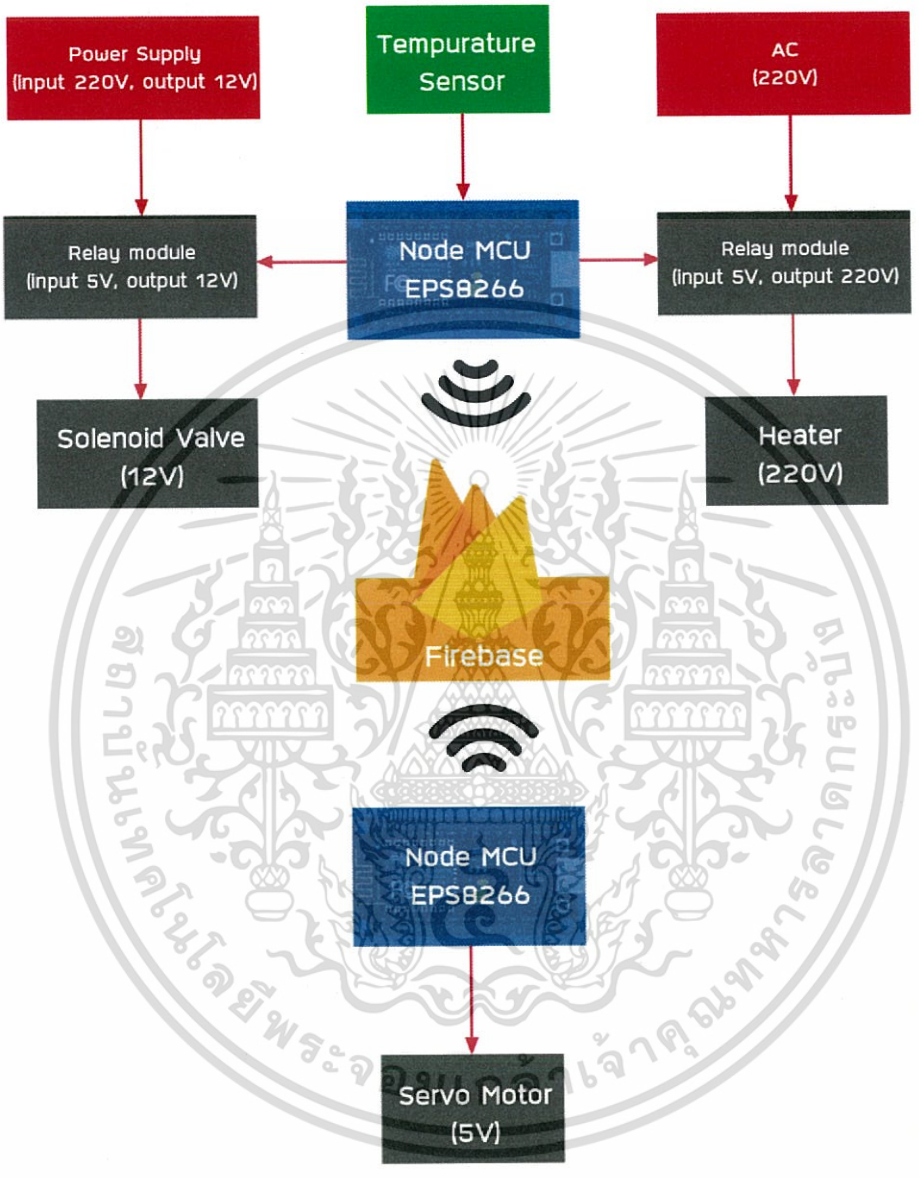
รูปที่ 3.4 Design Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.5 Feeder Design Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 Block Diagram



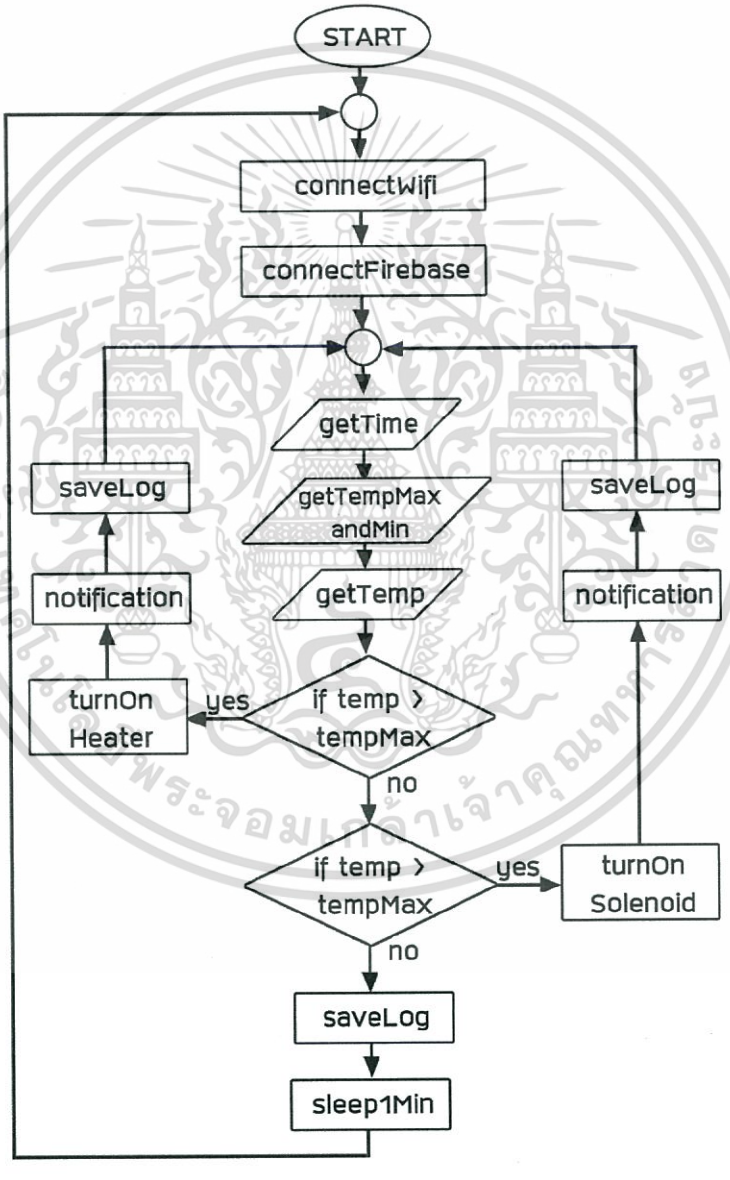
รูปที่ 3.6 Block Diagram

ในระบบจะประกอบไปด้วยเซนเซอร์ ที่จะรับข้อมูลเข้ามาในระบบผ่านตัว Node MCU และหากมีสถานะที่ไม่เหมาะสมขึ้นมา ระบบก็จะทำการปรับสถานะให้เหมาะสม ซึ่งระบบจะทำการเก็บข้อมูลสถานะและการทำงานไว้ใน Firebase ที่สามารถให้ผู้ใช้เรียกดูได้ โดยผ่านส่วนแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การทำงานภายในระบบ

การทำงานของระบบที่ทำการรับค่ามากจากเซนเซอร์ทุกๆ 2 นาที แล้วนำค่าไปเก็บใน Firebase และนำค่ามาวิเคราะห์ว่ามีสถานะปกติหรือไม่ หากไม่ปกติ ระบบจะทำการปรับค่านั้นให้เหมาะสม แล้วทำการเก็บข้อมูล และทำการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้



รูปที่ 3.7 Flow Chart Sensors

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void setup(void)
{
connectWifi();
configTime(timezone, dst, "time.navy.mi.th", "ntp.ku.ac.th",
"time.uni.net.th");
Serial.println(timeString());
setPinMode();
Firebase.begin(FIREBASE_HOST, FIREBASE_AUTH);
OLED.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C);
sensors.begin();
}
```

ในการ Setup จะทำการเชื่อมต่อกับ WiFi เพื่อเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต แล้วจะทำการคอนฟิกเวลากับ NTP Server ที่ได้กำหนดไว้ ต่อไปจะทำการตั้งค่า Pin บนบอร์ดที่ใช้ควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ แล้วทำการเชื่อมต่อกับ Firebase, OLED และ Sensors

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
String timeString() {
  time_t now = time(nullptr);
  struct tm* tt = localtime(&now);
  String tmp = "";
  tmp += String(tt->tm_year + 1900); tmp += "-";
  tmp += String(tt->tm_mon + 1); tmp += "-";
  tmp += String(tt->tm_mday); tmp += " ";
  tmp += String(tt->tm_hour); tmp += ":";
  tmp += String(tt->tm_min); tmp += ":";
  tmp += String(tt->tm_sec);
  return tmp;
}
```

จากการคอนฟิกเวลากับ NTP Server จะทำให้สามารถเรียก Object เวลาที่มีเวลาปัจจุบันออกมาใช้งานได้ และในฟังก์ชั่นนี้จะทำการดึงเวลาออกมาแสดงตามรูปแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

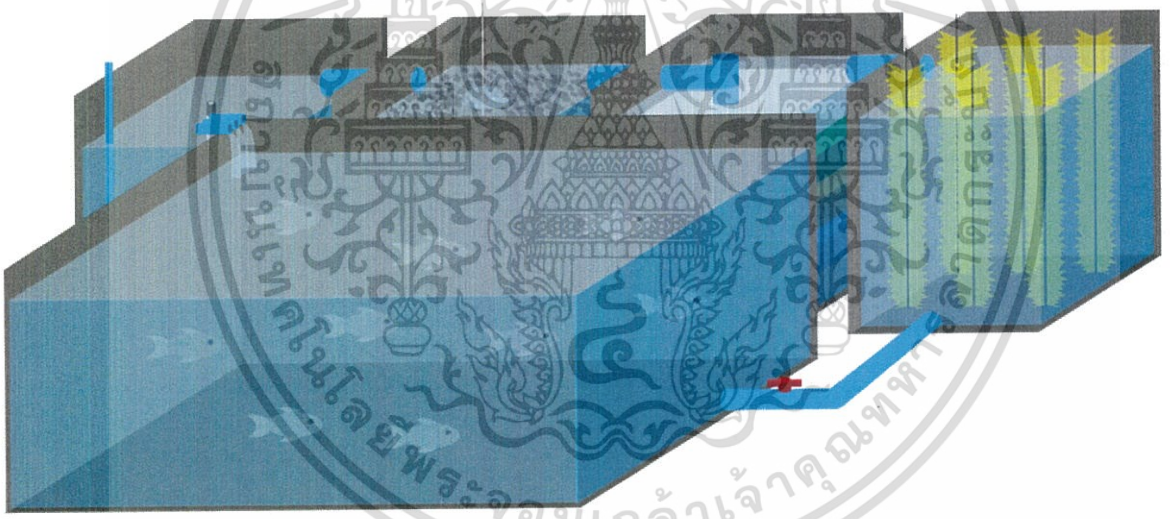
```
void loop(void)
{
  getRange();
  sensors.requestTemperatures();
  if (temp > maxTemp) {
    onPump();
    send_event(High_Event);
    save_log();
  }
  else if (temp < minTemp) {
    onHeeater
    send_event(Low_Event);
    save_log();
  }
  else {
    save_log();
  }
}
```

ระบบจะทำการวนลูปรับค่าช่วงของอุณหภูมิที่ผู้ใช้กำหนดไว้จาก Firebase และรับค่าอุณหภูมิจากเซนเซอร์ในบ่อปลา แล้วทำการเปรียบเทียบ หากอุณหภูมิสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้ ก็จะทำการปั้มน้ำเพื่อเพิ่มการไหลเวียนน้ำเพิ่ม ซึ่งถ้าอุณหภูมิมีค่าต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้ ก็จะทำการเปิดฮีตเตอร์เพื่อปรับอุณหภูมิ โดยเมื่อเกิดความผิดปกติขึ้นก็จะทำการส่ง Event เพื่อทำการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้ และเก็บข้อมูลการทำงานทั้งหมดไว้บน Firebase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

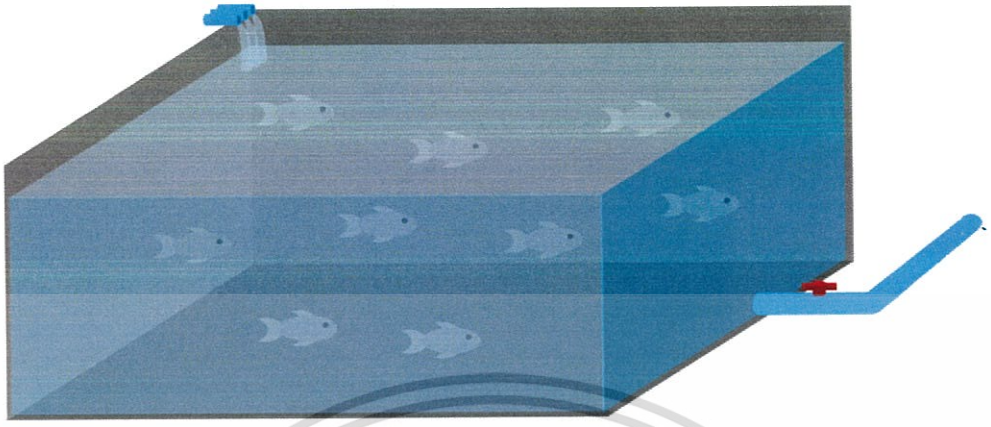
3.4 แบบจำลอง

- ขนาดถังเลี้ยงปลาทดลอง : 100 x 100 x 60 cm มีปริมาตร 600 ลิตร และปริมาตรน้ำในถัง : 400 ลิตร
- จากทฤษฎีระบบหมุนเวียนน้ำควรจะหมุนเวียนน้ำในระบบ 3 รอบต่อชั่วโมง จึงทำให้ต้องใช้ระบบกรองที่มีขนาดมากกว่า 1 / 3 ของบ่อเลี้ยงปลา
- น้ำในระบบกรองอย่างน้อย : 200 ลิตร (1 / 3 ของบ่อเลี้ยงปลา) ใช้ถัง 60 x 40 x 35 cm จำนวน 4 ถัง มีปริมาตร 336 ลิตร
- การเลี้ยงปลานิลควรมีพื้นที่อย่างน้อย 5 ลูกบาตรเดซิเมตร ต่อปลานิล 1 ตัว จึงทดลองเลี้ยงปลาจำนวน 60 ตัว ในระบบนี้



รูปที่ 3.8 แบบจำลอง

- **Fish Tank**



รูปที่ 3.9 Fish Tank

- Controller : ใช้รับค่าจากเซนเซอร์ และนำค่ามาประมวณผล เพื่อควบคุมการทำงานต่างๆ รับทั้งเก็บข้อ
- Sensor : ใช้เพื่อตรวจค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำ, ปริมาณความเข้มข้นของ Oxygen ในน้ำ และอุณหภูมิของน้ำ
- Feed Hopper : ใช้ปล่อยอาหารปลาตามปริมาณความต้องการของปลา เมื่อถึงเวลาที่กำหนด

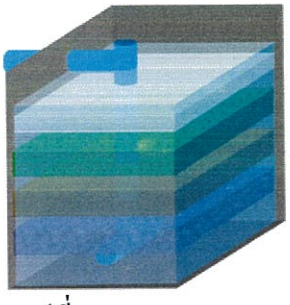
- **Brush Gutter Tank**

รูปที่ 3.10 Brush Gutter Tank

- Brush Gutte Filter : ใช้แปรงพู่พลาสติก เพื่อดักจับตะกอนเข้าไปเก็บในขนของแปรงพู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

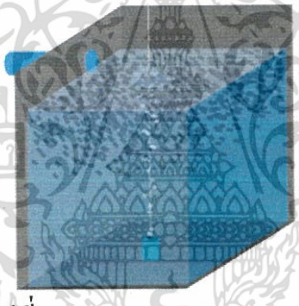
- **Filter Tank**



รูปที่ 3.11 Filter Tank

- Bio Filter : เป็นที่อยู่อาศัยของจุลินทรีย์และแบคทีเรียที่ใช้ในการย่อยกำจัดแอมโมเนีย ใช้วัสกรองที่มีรูพรุเช่น ไบโอบอล
- Mechanical Filter : ใช้ดักเศษตะกอน ฝุ่นผง เศษอาหาร ใช้วัสกรองที่มีรูผ่านขนาดเล็ก เช่น ผ้าอวน ใย

- **Moving Bed Tank**

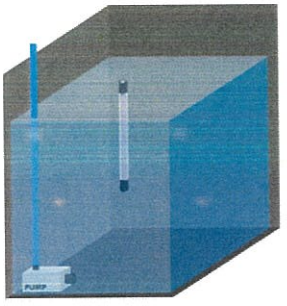


รูปที่ 3.12 Moving Bed Tank

- Moving Bed : ใส่ Moving bed ในพื้นที่น้ำเข้าแล้วออกควรมีขนาดเล็กกว่า Moving Bed แล้วใช้แรงดันจากปั๊มอากาศทำให้ Moving bed ที่เคลื่อนไหว ขณะ Moving bed เคลื่อนไหวในน้ำ แบคทีเรียใน Moving bed จะทำการย่อยและกำจัดแอมโมเนียซึ่งส่งผลเสียต่อปลา
- Air Pump : ใช้ปั๊มอากาศเข้าไปเพื่อเพิ่ม Oxygen และสร้างแรงดันขับเคลื่อน Moving Bed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **UV Filter Tank**

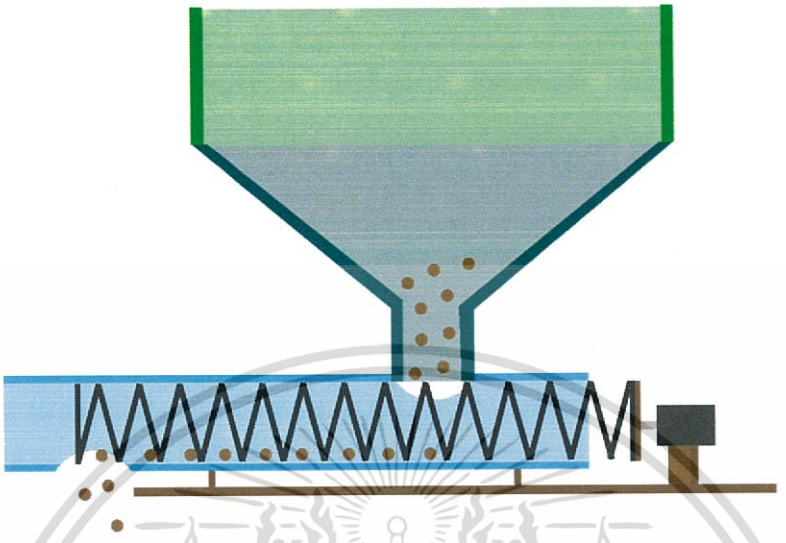


รูปที่ 3.13 UV Filter Tank

- UV Filter : ใช้หลอด UV ฉายแสง เพื่อลดการเกิดตะไคร่น้ำ
- Heater : ใช้ปรับอุณหภูมิน้ำให้อุ่นขึ้น
- Water Pump : ปั๊มน้ำกลับไปใช้ในบ่อปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 Feeder Design



รูปที่ 3.14 Feeder Design

กลไกการทำงาน ใช้มอเตอร์ (Motor) หมุนสปริงเหล็กเพื่อดันอาหารที่ตกลงมาจากถังเก็บอาหารออกมาที่ช่องปล่อยอาหาร

ระบบการให้อาหารอัตโนมัติ รับค่าปริมาณอาหารจาก Firebase แล้วบังคับมอเตอร์(Motor) เพื่อให้อาหารตามปริมาณที่ผู้ใช้กำหนดไว้ และเช็คเวลาเพื่อให้อาหารในเวลาที่กำหนด

ข้อจำกัด

- สามารถให้อาหารได้น้อยที่สุดประมาณ 10 กรัม
- กักตุนอาหารไว้ในเครื่องได้ตามขนาดของถังเก็บอาหาร
- ถ้าใช้อาหารมีเม็ดใหญ่เกิน 5 มิลลิเมตร อาจจะทำให้เครื่องติดขัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งาน

3.5.1 หน้าเข้าสู่ระบบ

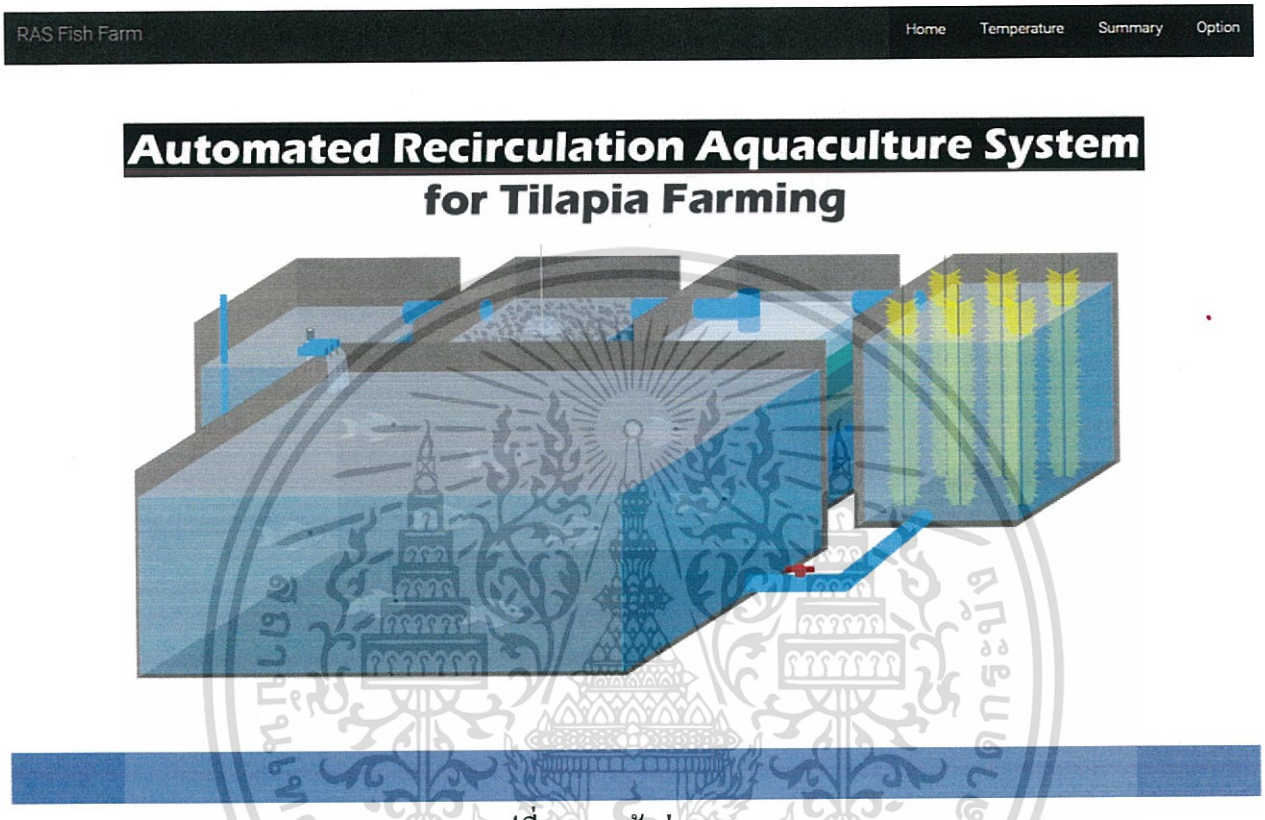
หน้าต่างสำหรับให้ผู้ใช้งานเข้าสู่ระบบด้วย User Name และ Password บนเว็บไซต์

รูปที่ 3.15 หน้าต่างเข้าสู่ระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 หน้าต่างแรก

หน้าแรกเมื่อผู้ใช้ทำการสู่ระบบสำเร็จ โดยจะมีแถบด้านขวาบน ให้ผู้ใช้ได้ทำการเลือกหน้าที่จะนำมาแสดงบนเว็บไซต์ต่อไป

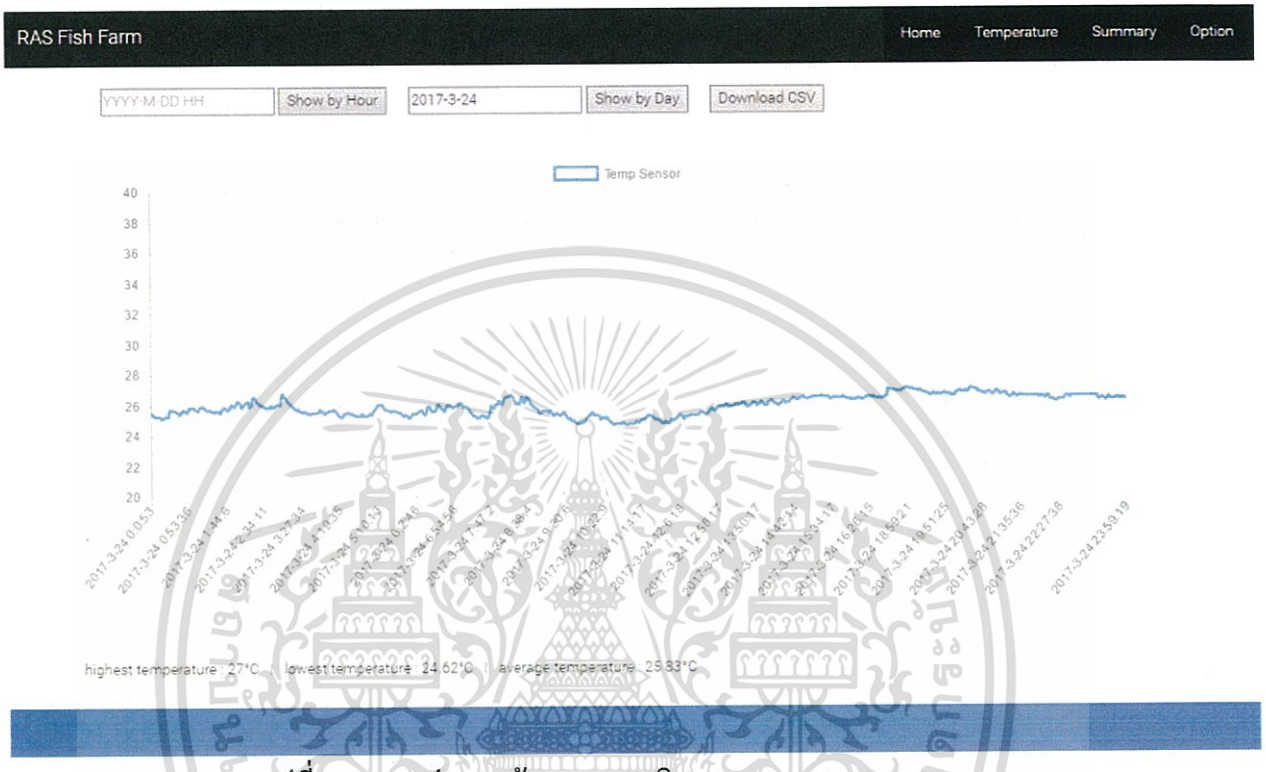


รูปที่ 3.16 หน้าต่างแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

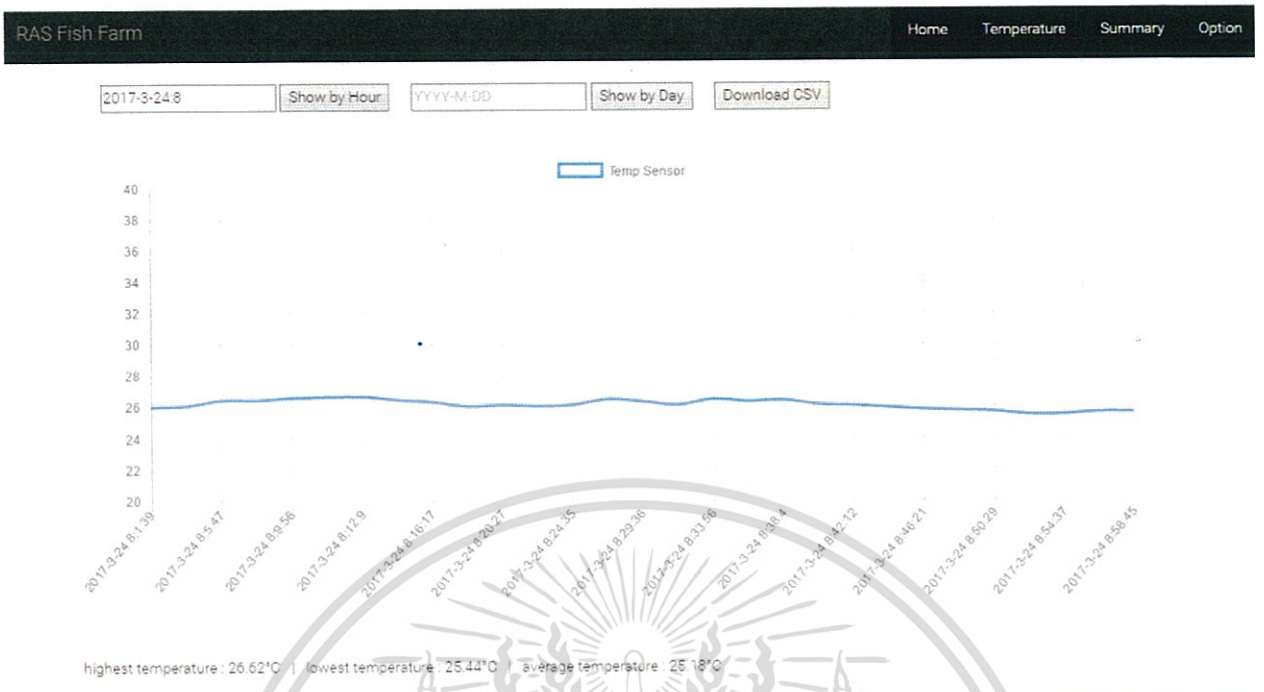
3.5.3 หน้าต่างแสดงข้อมูลอุณหภูมิ

หน้าต่างที่แสดงกราฟอุณหภูมิ ในหน้าต่างนี้สามารถเลือกค่าอุณหภูมิแสดงจากการเลือกช่วงวันที่ต้องการ หรือการเลือกช่วงชั่วโมงที่ต้องการให้แสดงผลในกราฟ



รูปที่ 3.17 กราฟแสดงข้อมูลอุณหภูมิ (Show by Day)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

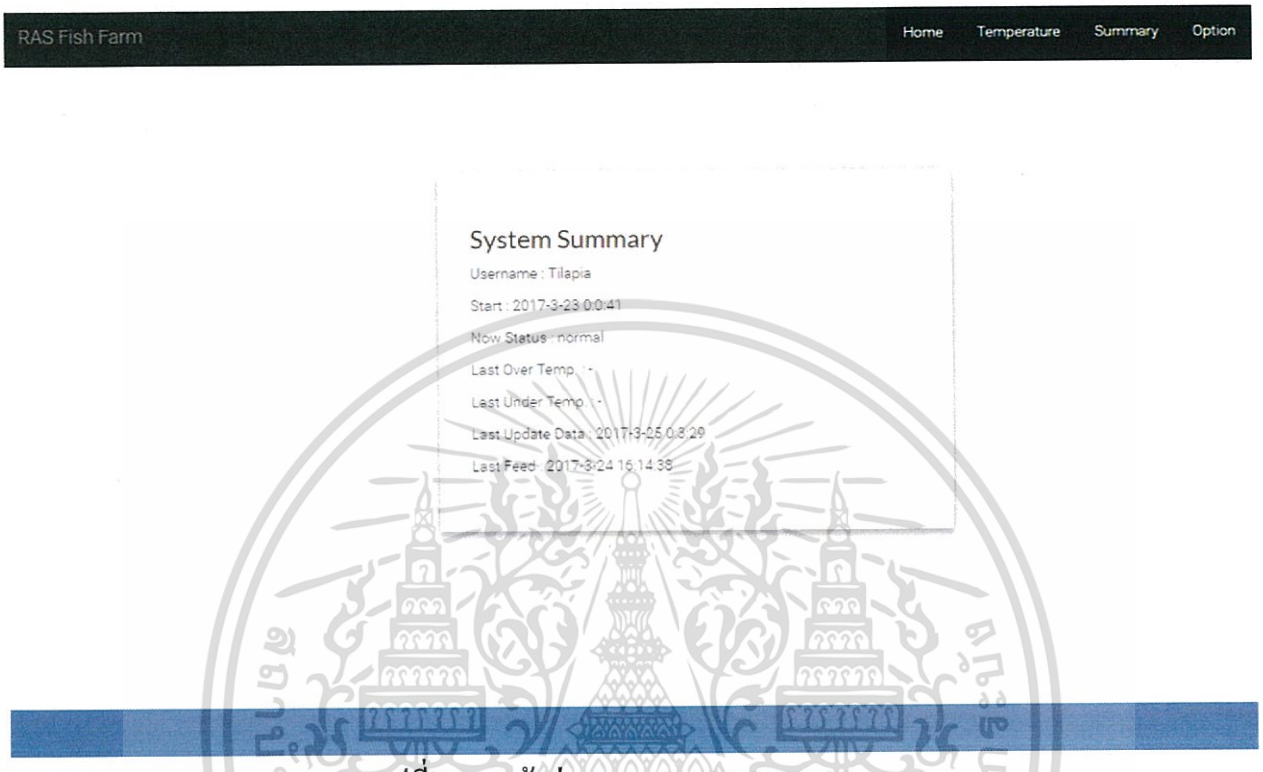


รูปที่ 3.18 กราฟแสดงข้อมูลอุณหภูมิ (Show by Hour)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.4 หน้าต่างแสดงผลรวม

เป็นหน้าต่างที่แสดงผลรวมของข้อมูลที่เกิดขึ้นภายในระบบ

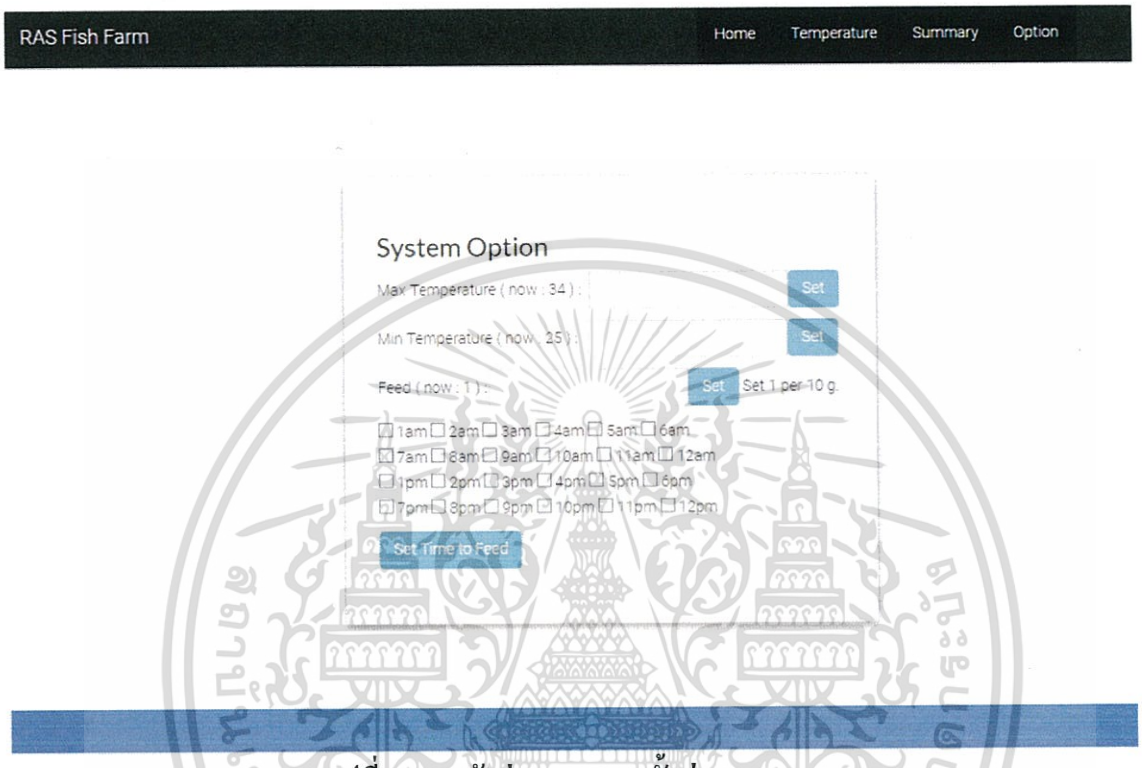


รูปที่ 3.19 หน้าต่างแสดงผลรวมของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.5 หน้าต่างตั้งค่า

ในหน้าต่างนี้มีการตั้งค่าในระบบ ให้ผู้ใช้สามารถตั้งค่าอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และทำการตั้งค่าปริมาณการให้อาหารต่อมื้อ



รูปที่ 3.20 หน้าต่างแสดงการตั้งค่าของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองระบบ

โครงงานนี้เป็นการหาวิธีเป็นการเลี้ยงปลาในระบบน้ำหมุนเวียนและควบคุมอุณหภูมิน้ำให้เหมาะสมผ่านไมโครคอนโทลเลอร์ การทดสอบแบ่งได้เป็นสี่ประเภทคือ ทดลองการไหลเวียนของน้ำระหว่างบ่อเลี้ยงปลาและถังกรอง ทดลองการให้อาหารอัตโนมัติโดยการตั้งเวลา ทดลองการปรับสภาพน้ำเมื่ออุณหภูมิไม่เหมาะสม และทดลองการเก็บข้อมูล

4.1 ทดลองการไหลเวียนของน้ำระหว่างบ่อเลี้ยงปลาและถังกรอง

4.1.1 จุดประสงค์การทดลอง

การทดลองนี้จะทดลองการไหลเวียนน้ำระหว่างบ่อเลี้ยงปลาและถังกรอง เพื่อทดลองว่าน้ำไหลเวียนไปมาได้อย่างต่อเนื่องหรือไม่

4.1.2 วิธีการทดลอง

การทดลองนี้จะทำการปล่อยน้ำเข้าไปในบ่อแต่ละบ่อ และทำการเปิดปั๊มน้ำ (Pump) จากบ่อกรองเข้าสู่บ่อเลี้ยงปลาและให้น้ำจากบ่อเลี้ยงปลาไหลล้นกลับไปที่ถังกรองได้เท่ากัน

4.1.3 ผลการทดลอง

การทดลองครั้งที่ 1 ได้ผลลัพท์ที่ได้ คือ น้ำในบ่อเลี้ยงปลามีปริมาณ ค่อยๆเพิ่มขึ้น ในขณะที่น้ำในถังกรองค่อยๆลดลง

สรุปผลการทดลอง อัตราการไหลของน้ำจากบ่อเลี้ยงปลาเข้าสู่ถังกรองน้อยกว่าอัตราการไหลของน้ำจากถังกรองกลับสู่บ่อเลี้ยงปลา ส่งผลให้ให้น้ำในบ่อเลี้ยงปลามีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่ปริมาณน้ำในถังกรองลดลงเรื่อยๆ

ปัญหาเกิดจาก ท่อที่เชื่อมต่อระหว่างบ่อเลี้ยงปลาและถังกรอง ซึ่งมีช่วงที่ท่อมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่าปกติ ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1 ข้อต่อระหว่างบ่อเลี้ยงปลาและถังกรอง

การแก้ไข โดยการเพิ่มปั้มน้ำในบ่อเลี้ยงปลาเพื่อเพิ่มอัตราการไหลของน้ำเข้าสู่ถังกรอง

การทดลองครั้งที่ 2 หลังจากการแก้ไขในการทดลองที่ 1 น้ำในบ่อเลี้ยงปลาและถังกรองหลังจากการเปิดปั๊มน้ำ (Pump) ประมาณ 5-7 นาที ระดับน้ำในบ่อเลี้ยงปลาและถังกรองคงที่

4.1.4 สรุปผลการทดลอง

ระดับน้ำทั้งในบ่อเลี้ยงปลาและถังกรองมีความสูงคงที่ แสดงว่าอัตราการไหลเวียนของน้ำระหว่างบ่อเลี้ยงปลาและบ่อกรองมีความเร็วที่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ทดลองการเก็บอุณหภูมิตามช่วงเวลา

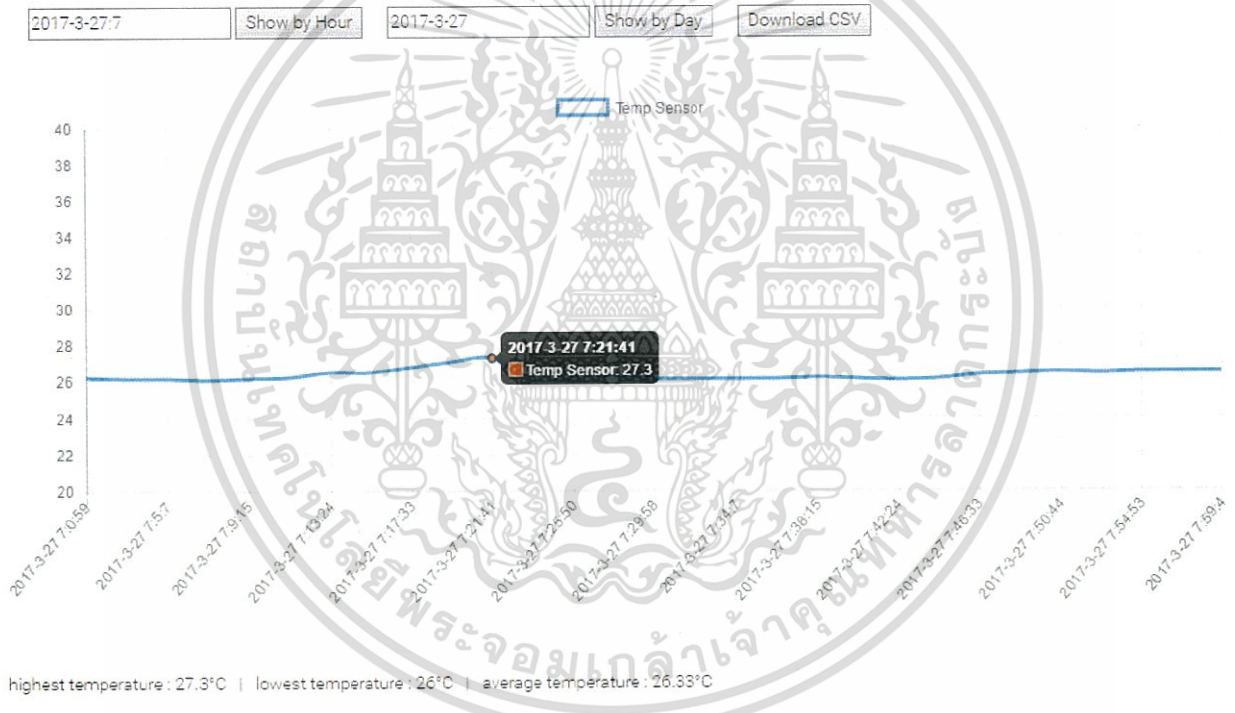
4.2.1 จุดประสงค์การทดลอง

ทำการสังเกตการณ์ข้อมูลอุณหภูมิในช่วงเวลาที่ต้องการ เพื่อให้สามารถนำข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบ CSV เพื่อนำมาวิเคราะห์ต่อไปไปวิเคราะห์ต่อไป

4.2.2 วิธีการทดลอง

ทำการสืบค้นข้อมูลอุณหภูมิผ่านหน้า Temperature บนเว็บไซต์ของระบบ ตามช่วงเวลาที่ต้องการข้อมูล แล้วสังเกตความสัมพันธ์ของกราฟ และดาวน์โหลดไฟล์ข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบ CSV เพื่อนำไปเปรียบเทียบ

4.2.3 ผลการทดลอง



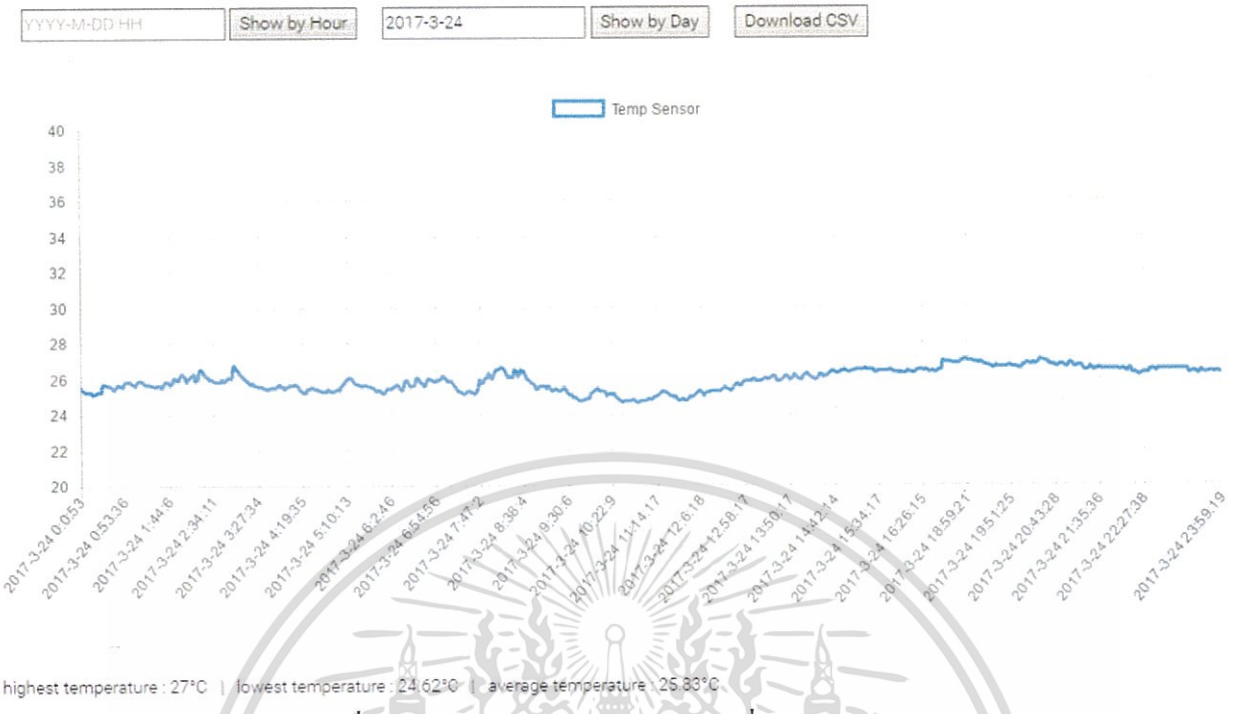
รูปที่ 4.2 ผลกราฟแสดงอุณหภูมิในวันที่ 2017-3-27 ในช่วง 7 โมงเช้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Date-Time	Temperature(C)
27/3/2017 7:00	26.25
27/3/2017 7:03	26.2
27/3/2017 7:05	26.19
27/3/2017 7:07	26.12
27/3/2017 7:09	26.19
27/3/2017 7:11	26.25
27/3/2017 7:13	26.5
27/3/2017 7:15	26.53
27/3/2017 7:17	26.78
27/3/2017 7:19	27.07
27/3/2017 7:21	27.3
27/3/2017 7:23	26.2
27/3/2017 7:25	26.12
27/3/2017 7:27	26.19
27/3/2017 7:29	26.12
27/3/2017 7:32	26.12
27/3/2017 7:34	26.12
27/3/2017 7:36	26.12
27/3/2017 7:38	26.19
27/3/2017 7:40	26.12
27/3/2017 7:42	26.06
27/3/2017 7:44	26.12
27/3/2017 7:46	26.31
27/3/2017 7:48	26.37
27/3/2017 7:50	26.44
27/3/2017 7:52	26.37
27/3/2017 7:54	26.44
27/3/2017 7:56	26.44
27/3/2017 7:59	26.44

ตารางที่ 4.2 ผลลัพธ์ข้องมูลอุณหภูมิที่ได้จากกราฟในรูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ผลกราฟแสดงอุณหภูมิในวันที่ 2017-3-24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Date-Time	Tempe																
1	Date-Time	Tempe	122	24/3/2017 4:11	25.69	243	24/3/2017 8:22	26.06	482	24/3/2017 16:40	26.31	362	24/3/2017 12:31	25.37				
2	24/3/2017 0:00	25.56	123	24/3/2017 4:13	25.62	244	24/3/2017 8:24	26.12	483	24/3/2017 16:42	26.31	363	24/3/2017 12:33	25.5				
3	24/3/2017 0:02	25.5	124	24/3/2017 4:15	25.56	245	24/3/2017 8:26	26.44	484	24/3/2017 16:45	26.37	364	24/3/2017 12:35	25.5				
4	24/3/2017 0:05	25.37	125	24/3/2017 4:17	25.37	246	24/3/2017 8:29	26.31	485	24/3/2017 16:47	26.44	365	24/3/2017 12:37	25.44				
5	24/3/2017 0:07	25.31	126	24/3/2017 4:19	25.31	247	24/3/2017 8:31	26.12	486	24/3/2017 16:49	26.5	366	24/3/2017 12:39	25.37				
6	24/3/2017 0:09	25.25	127	24/3/2017 4:21	25.19	248	24/3/2017 8:33	26.44	487	24/3/2017 18:32	26.94	367	24/3/2017 12:41	25.31				
7	24/3/2017 0:11	25.25	128	24/3/2017 4:23	25.19	249	24/3/2017 8:35	26.31	488	24/3/2017 18:34	26.87	368	24/3/2017 12:43	25.44				
8	24/3/2017 0:13	25.25	129	24/3/2017 4:25	25.44	250	24/3/2017 8:38	26.37	489	24/3/2017 18:36	26.87	369	24/3/2017 12:45	25.56				
9	24/3/2017 0:15	25.12	130	24/3/2017 4:28	25.44	251	24/3/2017 8:40	26.12	490	24/3/2017 18:38	26.87	370	24/3/2017 12:47	25.69				
10	24/3/2017 0:17	25.12	131	24/3/2017 4:30	25.5	252	24/3/2017 8:42	26	491	24/3/2017 18:40	26.87	371	24/3/2017 12:49	25.69				
11	24/3/2017 0:19	25.19	132	24/3/2017 4:32	25.5	253	24/3/2017 8:44	25.87	492	24/3/2017 18:42	26.81	372	24/3/2017 12:52	25.56				
12	24/3/2017 0:21	25.25	133	24/3/2017 4:34	25.44	254	24/3/2017 8:46	25.75	493	24/3/2017 18:44	26.81	373	24/3/2017 12:54	25.62				
13	24/3/2017 0:23	25.25	134	24/3/2017 4:36	25.44	255	24/3/2017 8:48	25.69	494	24/3/2017 18:46	26.81	374	24/3/2017 12:56	25.75				
14	24/3/2017 0:25	25.31	135	24/3/2017 4:38	25.37	256	24/3/2017 8:50	25.62	495	24/3/2017 18:48	26.81	375	24/3/2017 12:58	25.87				
15	24/3/2017 0:27	25.69	136	24/3/2017 4:40	25.37	257	24/3/2017 8:52	25.44	496	24/3/2017 18:51	26.81	376	24/3/2017 13:00	25.87				
16	24/3/2017 0:29	25.69	137	24/3/2017 4:42	25.31	258	24/3/2017 8:54	25.44	497	24/3/2017 18:53	26.94	377	24/3/2017 13:02	25.81				
17	24/3/2017 0:32	25.69	138	24/3/2017 4:44	25.25	259	24/3/2017 8:56	25.56	498	24/3/2017 18:55	26.94	378	24/3/2017 13:04	25.87				
18	24/3/2017 0:34	25.62	139	24/3/2017 4:47	25.31	260	24/3/2017 8:58	25.56	499	24/3/2017 18:57	27	379	24/3/2017 13:06	25.94				
19	24/3/2017 0:36	25.62	140	24/3/2017 4:49	25.31	261	24/3/2017 9:00	25.56	500	24/3/2017 18:59	27	380	24/3/2017 13:08	26				
20	24/3/2017 0:38	25.5	141	24/3/2017 4:51	25.44	262	24/3/2017 9:02	25.56	501	24/3/2017 19:01	26.94	381	24/3/2017 13:10	25.87				
21	24/3/2017 0:40	25.44	142	24/3/2017 4:53	25.31	263	24/3/2017 9:05	25.44	502	24/3/2017 19:03	26.94	382	24/3/2017 13:12	25.81				
22	24/3/2017 0:42	25.5	143	24/3/2017 4:55	25.31	264	24/3/2017 9:07	25.56	503	24/3/2017 19:05	26.94	383	24/3/2017 13:14	25.81				
23	24/3/2017 0:44	25.69	144	24/3/2017 4:57	25.31	265	24/3/2017 9:09	25.44	504	24/3/2017 19:07	26.87	384	24/3/2017 13:17	25.87				
24	24/3/2017 0:47	25.62	145	24/3/2017 4:59	25.37	266	24/3/2017 9:11	25.31	505	24/3/2017 19:09	26.87	385	24/3/2017 13:19	25.94				
25	24/3/2017 0:49	25.62	146	24/3/2017 5:01	25.44	267	24/3/2017 9:13	25.37	506	24/3/2017 19:11	26.87	386	24/3/2017 13:21	26				
26	24/3/2017 0:51	25.56	147	24/3/2017 5:03	25.37	268	24/3/2017 9:15	25.44	507	24/3/2017 19:13	26.81	387	24/3/2017 13:23	26				
27	24/3/2017 0:53	25.75	148	24/3/2017 5:05	25.5	269	24/3/2017 9:17	25.37	508	24/3/2017 19:16	26.87	388	24/3/2017 13:25	25.94				
28	24/3/2017 0:55	25.81	149	24/3/2017 5:07	25.69	270	24/3/2017 9:19	25.25	509	24/3/2017 19:18	26.81	389	24/3/2017 13:27	26				
29	24/3/2017 0:58	25.81	150	24/3/2017 5:08	25.75	271	24/3/2017 9:21	25.25	510	24/3/2017 19:20	26.75	390	24/3/2017 13:29	26.06				
30	24/3/2017 1:00	25.75	151	24/3/2017 5:10	26	272	24/3/2017 9:23	25.44	511	24/3/2017 19:22	26.75	391	24/3/2017 13:31	26.12				
31	24/3/2017 1:02	25.69	152	24/3/2017 5:12	26	273	24/3/2017 9:25	25.5	512	24/3/2017 19:24	26.69	392	24/3/2017 13:33	26.06				
32	24/3/2017 1:04	25.62	153	24/3/2017 5:14	26.06	274	24/3/2017 9:28	25.37	513	24/3/2017 19:26	26.69	393	24/3/2017 13:35	25.87				
33	24/3/2017 1:06	25.75	154	24/3/2017 5:16	26	275	24/3/2017 9:30	25.12	514	24/3/2017 19:28	26.62	394	24/3/2017 13:37	25.81				
34	24/3/2017 1:08	25.94	155	24/3/2017 5:18	25.81	276	24/3/2017 9:32	25.06	515	24/3/2017 19:30	26.56	395	24/3/2017 13:39	25.87				
35	24/3/2017 1:10	25.94	156	24/3/2017 5:20	25.69	277	24/3/2017 9:34	25.06	516	24/3/2017 19:32	26.62	396	24/3/2017 13:41	25.94				
36	24/3/2017 1:12	25.87	157	24/3/2017 5:22	25.69	278	24/3/2017 9:36	24.94	517	24/3/2017 19:34	26.69	397	24/3/2017 13:44	26.06				
37	24/3/2017 1:14	25.75	158	24/3/2017 5:24	25.62	279	24/3/2017 9:38	24.94	518	24/3/2017 19:36	26.62	398	24/3/2017 13:46	26.12				
38	24/3/2017 1:16	25.69	159	24/3/2017 5:26	25.62	280	24/3/2017 9:40	24.87	519	24/3/2017 19:38	26.62	399	24/3/2017 13:48	26.06				
39	24/3/2017 1:18	25.69	160	24/3/2017 5:28	25.56	281	24/3/2017 9:42	24.81	520	24/3/2017 19:41	26.62	400	24/3/2017 13:50	25.94				
40	24/3/2017 1:20	25.69	161	24/3/2017 5:31	25.62	282	24/3/2017 9:44	24.75	521	24/3/2017 19:43	26.62	401	24/3/2017 13:52	25.94				
41	24/3/2017 1:23	25.62	162	24/3/2017 5:33	25.62	283	24/3/2017 9:46	24.75	522	24/3/2017 19:45	26.62	402	24/3/2017 13:54	26.06				
42	24/3/2017 1:25	25.62	163	24/3/2017 5:35	25.56	284	24/3/2017 9:48	24.81	523	24/3/2017 19:47	26.62	403	24/3/2017 13:56	26.19				
43	24/3/2017 1:27	25.56	164	24/3/2017 5:37	25.56	285	24/3/2017 9:50	24.81	524	24/3/2017 19:49	26.69	404	24/3/2017 13:58	26.06				
44	24/3/2017 1:29	25.62	165	24/3/2017 5:40	25.5	286	24/3/2017 9:52	24.87	525	24/3/2017 19:51	26.69	405	24/3/2017 14:00	26				
45	24/3/2017 1:31	25.62	166	24/3/2017 5:42	25.5	287	24/3/2017 9:54	24.87	526	24/3/2017 19:53	26.62	406	24/3/2017 14:02	25.94				
46	24/3/2017 1:33	25.62	167	24/3/2017 5:44	25.44	288	24/3/2017 9:57	25.06	527	24/3/2017 19:55	26.62	407	24/3/2017 14:04	25.94				
47	24/3/2017 1:35	25.5	168	24/3/2017 5:46	25.31	289	24/3/2017 9:59	25.19	528	24/3/2017 19:57	26.62	408	24/3/2017 14:06	26.12				
48	24/3/2017 1:37	25.75	169	24/3/2017 5:48	25.37	290	24/3/2017 10:01	25.25	529	24/3/2017 19:59	26.56	409	24/3/2017 14:09	26.19				
49	24/3/2017 1:39	25.87	170	24/3/2017 5:50	25.25	291	24/3/2017 10:03	25.44	530	24/3/2017 20:01	26.56	410	24/3/2017 14:11	26.25				
50	24/3/2017 1:42	25.87	171	24/3/2017 5:52	25.19	292	24/3/2017 10:05	25.44	531	24/3/2017 20:03	26.56	411	24/3/2017 14:13	26.12				
51	24/3/2017 1:44	25.75	172	24/3/2017 5:54	25.12	293	24/3/2017 10:07	25.31	532	24/3/2017 20:05	26.69	412	24/3/2017 14:15	26.06				
52	24/3/2017 1:46	25.69	173	24/3/2017 5:56	25.31	294	24/3/2017 10:09	25.25	533	24/3/2017 20:08	26.75	413	24/3/2017 14:17	26				
53	24/3/2017 1:48	25.81	174	24/3/2017 5:58	25.44	295	24/3/2017 10:11	25.31	534	24/3/2017 20:10	26.81	414	24/3/2017 14:19	25.94				
54	24/3/2017 1:50	26.06	175	24/3/2017 6:00	25.44	296	24/3/2017 10:13	25.19	535	24/3/2017 20:12	26.81	415	24/3/2017 14:21	25.94				
55	24/3/2017 1:52	26	176	24/3/2017 6:02	25.44	297	24/3/2017 10:15	25	536	24/3/2017 20:14	26.75	416	24/3/2017 14:23	26.06				
56	24/3/2017 1:54	25.94	177	24/3/2017 6:04	25.5	298	24/3/2017 10:17	25.06	537	24/3/2017 20:16	26.75	417	24/3/2017 14:25	26.19				
57	24/3/2017 1:56	26.06	178	24/3/2017 6:06	25.56	299	24/3/2017 10:20	25.12	538	24/3/2017 20:18	26.81	418	24/3/2017 14:27	26.19				
58	24/3/2017 1:58	26.25	179	24/3/2017 6:08	25.62	300	24/3/2017 10:22	25.06	539	24/3/2017 20:20	26.75	419	24/3/2017 14:29	26.06				
59	24/3/2017 2:00	26.25	180	24/3/2017 6:11	25.62				540	24/3/2017 20:22	26.81	420	24/3/2017 14:31	26.12				

ตารางที่ 4.3 ผลลัพธ์ข้องมูลอุณหภูมิที่ได้จากกราฟในรูปที่ 4.3

4.2.4 สรุปผลการทดลอง

จากผลการสืบค้นข้อมูลอุณหภูมิบนเว็บไซต์ และสังเกตกราฟที่แสดงผลออกมา ซึ่งนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้ดาวน์โหลดมาในรูปแบบ CSV นั้น ได้ว่ามีความสัมพันธ์กัน แล้วสามารถนำข้อมูลไปประมวลผลต่อได้จากไฟล์รูปแบบ CSV ที่ได้ดาวน์โหลดมาจากเว็บไซต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

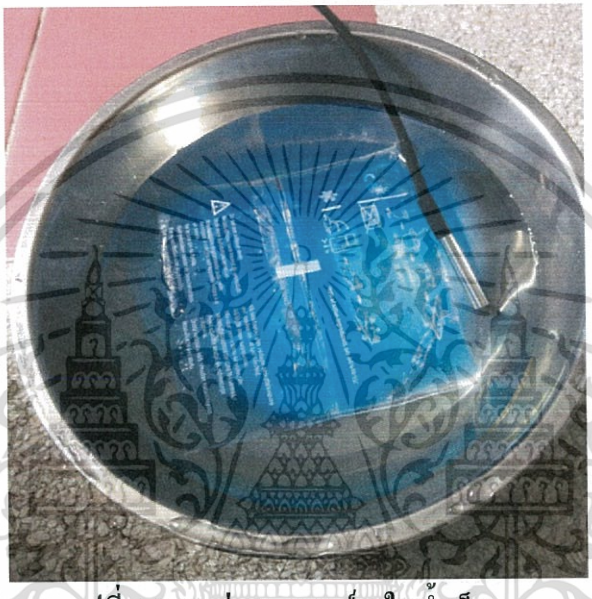
4.3 ทดลองการแจ้งเตือนอุณหภูมิ

4.3.1 จุดประสงค์การทดลอง

การทดลองนี้จะทำการทดลองเพิ่มและลดสภาพแวดล้อมบริเวณเซนเซอร์ ให้มีอุณหภูมิเกินค่าที่ตั้งไว้เพื่อให้ได้รับการแจ้งเตือน

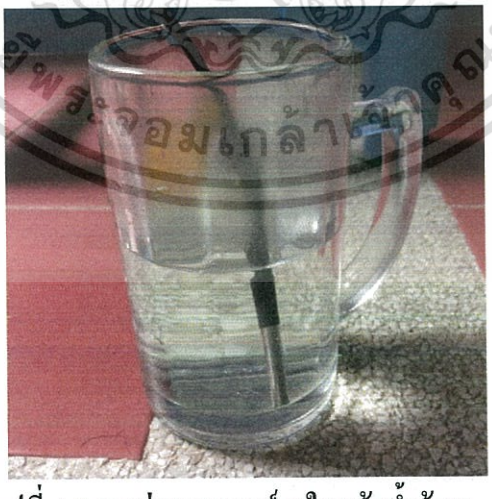
4.3.2 วิธีการทดลอง

1. ทดลองลดอุณหภูมิโดยการจุ่มเซนเซอร์ลงในถ้วยน้ำเย็น



รูปที่ 4.4 การจุ่มเซนเซอร์ลงในน้ำเย็น

2. ทดลองเพิ่มอุณหภูมิโดยการจุ่มเซนเซอร์ลงในแก้วน้ำร้อน

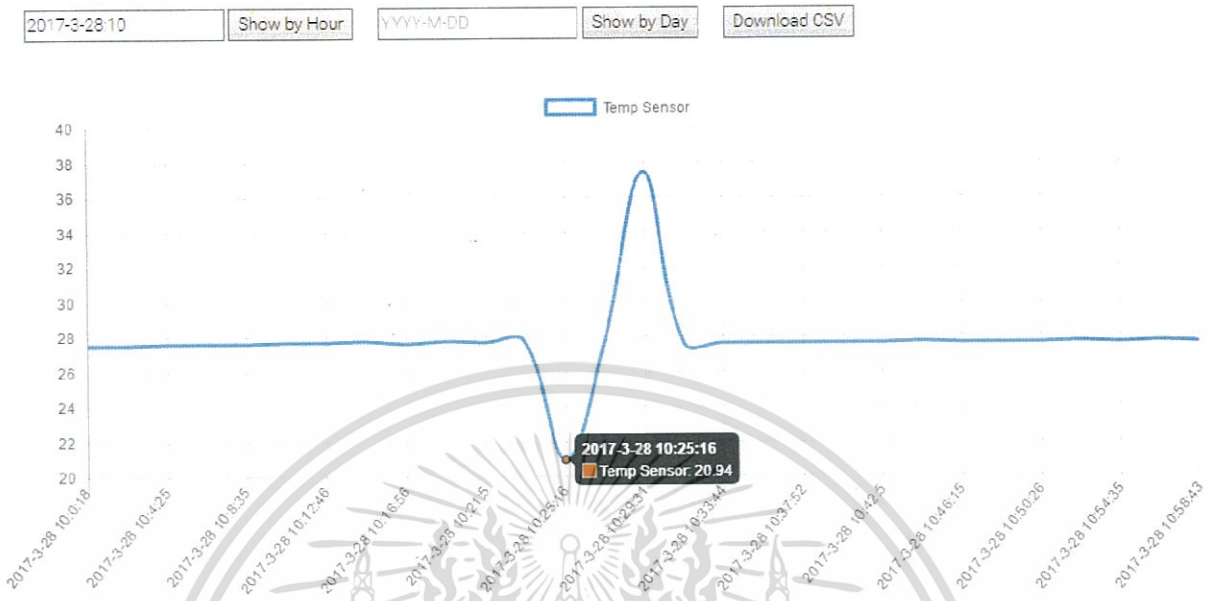


รูปที่ 4.5 การจุ่มเซนเซอร์ลงในแก้วน้ำร้อน

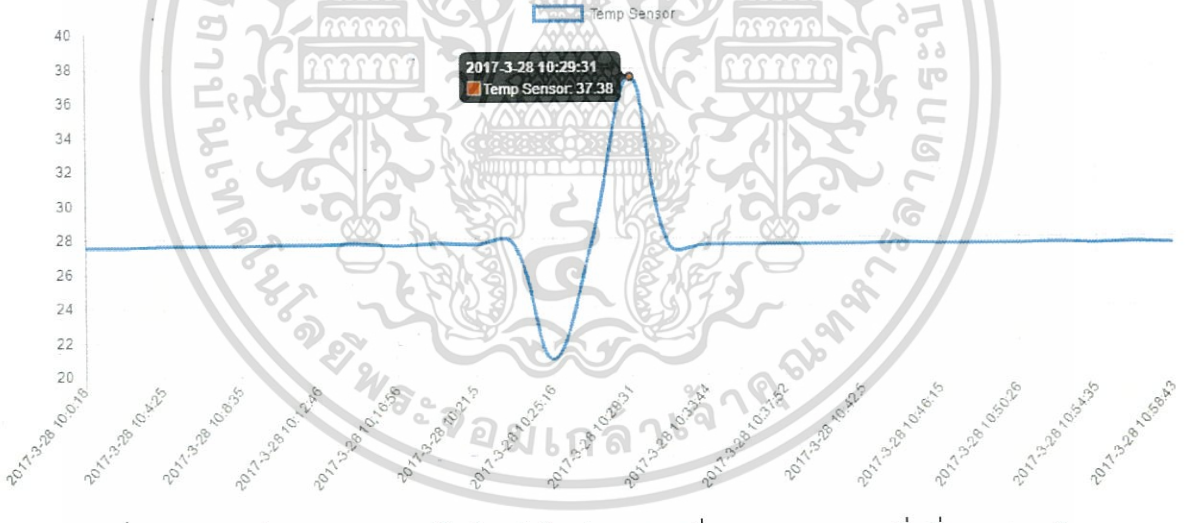
3. สังเกตการแจ้งเตือนบนเพจเฟสบุ๊ค และบนเว็บไซต์ของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 ผลการทดลอง



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงผลบนเว็บไซต์ ในช่วงเวลาที่ทดลอง ณ จุดที่ลดอุณหภูมิ



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงผลบนเว็บไซต์ ในช่วงเวลาที่ทดลอง ณ จุดที่เพิ่มอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.8 การแจ้งเตือนบนเพจเฟสบุ๊คผ่าน IFTTT

4.3.4 สรุปผลการทดลอง

จากกราฟที่แสดงผลบนเว็บไซต์มีระยะเวลาที่ทดลองลด - เพิ่ม ห่างกัน 4 นาที และการแจ้งเตือนบนเพจเฟสบุ๊คก็มีเวลาห่างกัน 4 นาทีเช่นกัน จากผลการทดลองทั้งสองได้เวลาสัมพันธ์กัน แสดงว่าการแจ้งเตือนของระบบเป็นไปการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ทดลองการให้อาหารอัตโนมัติโดยการตั้งเวลา

4.4.1 จุดประสงค์การทดลอง

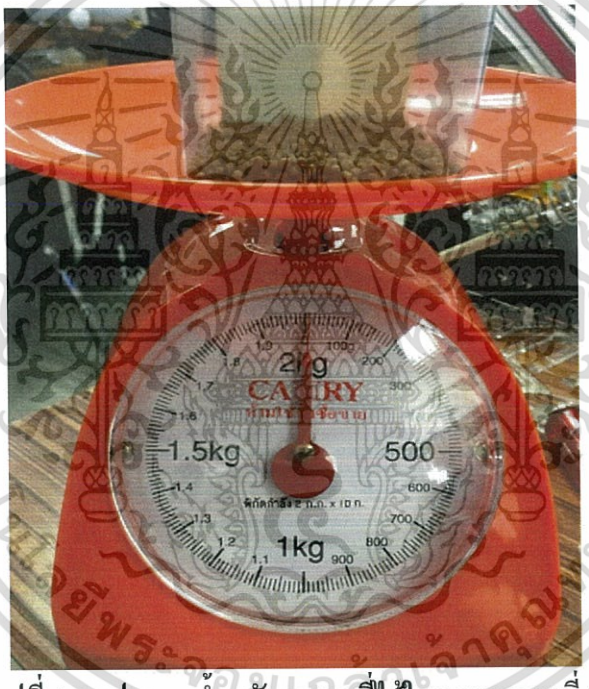
การทดลองนี้จะทดลองการให้อาหารโดยใส่จำนวนอาหารผ่านทางเว็ปไซต์ (Website) ตามเวลาที่กำหนด เพื่อทดลองว่าได้อาหารตามที่กำหนดไว้และแจ้งเตือนมาที่ผู้ใช้หรือไม่

4.4.2 วิธีการทดลอง

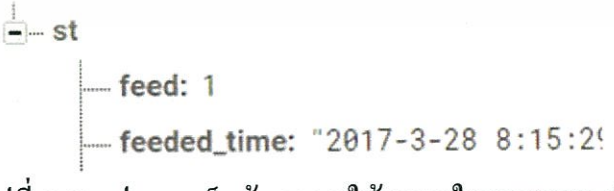
ทดสอบจำนวน 2 รอบ โดยกำหนดปริมาณอาหารคือ 10กรัมและ 30กรัม แล้วกำหนดให้เวลาให้อาหารผ่านในเวลาที่กำหนด

4.4.3 ผลการทดลอง

การทดลองครั้งที่ 1 ให้อาหาร 10 กรัม ภายในเวลา 8 นาฬิกา



รูปที่ 4.9 รูปแสดงน้ำหนักอาหารที่ได้ในการทดลองที่ 1



รูปที่ 4.10 รูปแสดงเก็บข้อมูลการให้อาหารในการทดลองที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.11 รูปแสดงการแจ้งเตือนในการทดลองที่ 1

การทดลองครั้งที่ 2 ให้อาหาร 30 กรัม ภายในเวลา 10 นาฬิกา

รูปที่ 4.12 รูปแสดงน้ำหนักอาหารที่ได้ในการทดลองที่ 2

รูปที่ 4.13 รูปแสดงเก็บข้อมูลการให้อาหารในการทดลองที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.14 รูปแสดงการแจ้งเตือนในการทดลองที่ 2

4.4.4 สรุปผลการทดลอง

น้ำหนักอาหารที่ได้มีความคลาดเคลื่อนโดยประมาณ 1-2 กรัม ,การให้อาหารอยู่ภายในเวลาที่ได้กำหนดไว้ และทำการแจ้งเตือนโดยระบบบนเพจเฟสบุ๊คในเวลาต่อมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

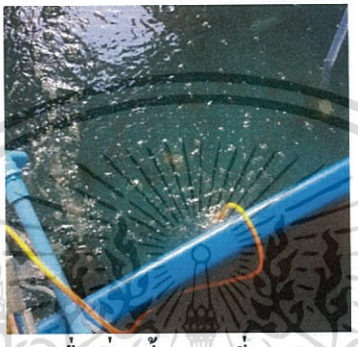
4.5 ทดลองการเลี้ยงปลานิล

4.5.1 จุดประสงค์การทดลอง

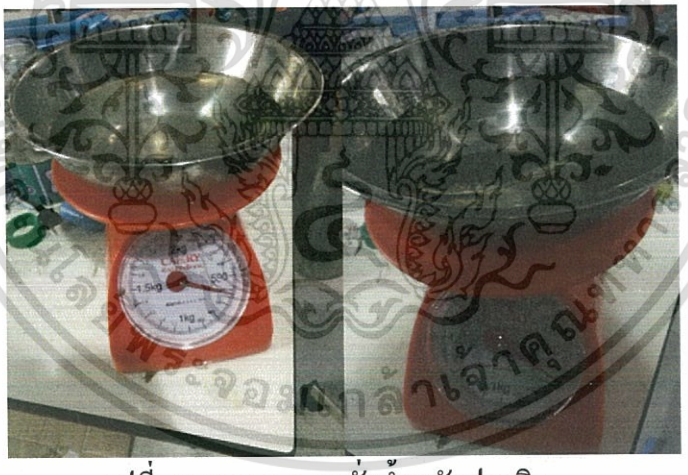
ทดสอบการทำงานของระบบเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และการเจริญเติบโตของปลานิล

4.5.2 วิธีการทดลอง

ทำการทดลองเลี้ยงปลานิลจากฟาร์มเพาะพันธุ์ปลา โดยเริ่มเลี้ยงตั้งแต่วันที่ 27 มีนาคม พ.ศ. 2560 และสังเกตุการเจริญเติบโตของปลานิล โดยวัดจากความยาวและน้ำหนักของปลานิล



รูปที่ 4.15 บ่อปลาเมื่อเริ่มเลี้ยง วันที่ 27 เมษายน พ.ศ. 2560

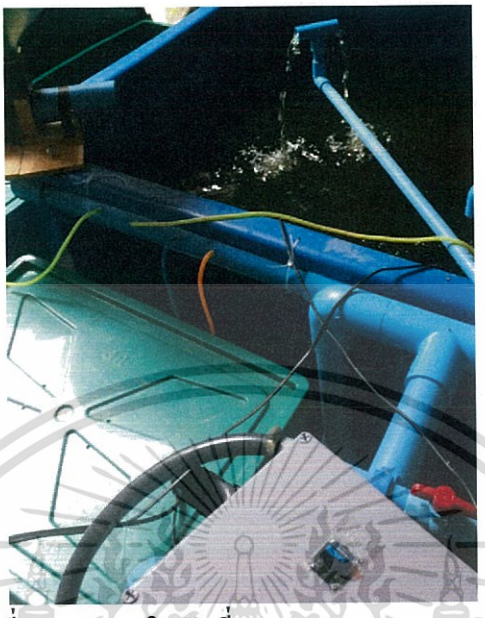


รูปที่ 4.16 การทดลองชั่งน้ำหนักปลานิล

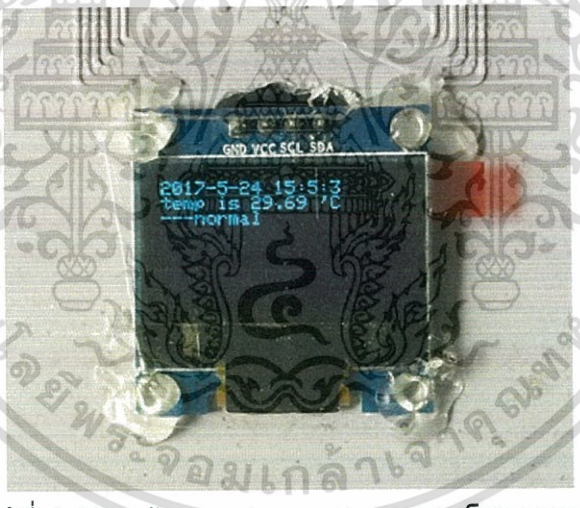
จากที่ได้ทดลองชั่งน้ำหนักโดยตาชั่งในฝั่งซ้าย ชั่งน้ำหนักได้ 620 กรัม ส่วนตาชั่งในฝั่งซ้ายเมื่อนำปลามาชั่งได้น้ำหนัก 660 กรัม ทำให้ได้น้ำหนักปลานิล 40 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.3 ผลการทดลอง



รูปที่ 4.17 ระบบในวันที่ 24 พฤษภาคม พ.ศ. 2560



รูปที่ 4.18 หน้าจอแสดงผลบนชุดคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.19 การสุ่มจับปลานิลเพื่อนำมาชั่งน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.20 การชั่งน้ำหนักปลานิล ในวันที่ 24 พฤษภาคม พ.ศ. 2560

การทดลองเลี้ยงปลานิล	เริ่มต้นการทดลอง	สิ้นสุดการทดลอง
จำนวนปลานิล	60 ตัว	58 ตัว
ขนาดความยาว	10-13 เซนติเมตร	15-20 เซนติเมตร
น้ำหนักปลานิลเฉลี่ย	40 กรัม	195.28 กรัม
ระยะเวลาทดลอง (วัน)	59 วัน	

ตารางที่ 4.4 ตารางผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.4 สรุปผลการทดลอง

ปลานิลมีความแข็งแรง ทนต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดี แล้วยังเป็นปลาที่มีอัตราการกินอาหารสูง มีการเจริญเติบโตเร็ว จึงทำให้เป็นที่นิยมเลี้ยงในการเกษตรกรรม ซึ่งจากเริ่มแรกลูกปลาที่นำมาจากฟาร์มในตอนแรกมีส่วนที่อ่อนแออยู่จึงทำให้ตายไปในสัปดาห์แรก แต่ภาหลังจากสัปดาห์แรกไปก็มีอัตราการรอด 100 %

ระยะเวลาทดลอง	59 วัน
ความยาวเพิ่มต่อวัน	0.085-0.12 เซนติเมตร / วัน
น้ำหนักเพิ่มต่อวัน	2.63 กรัม / วัน
อัตราการรอดชีวิต	96.67 %
อัตราการแลกเนื้อ	4.52

ตารางที่ 4.5 ตารางสรุปผลการทดลองที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบหมุนเวียนอัตโนมัติที่คณะผู้จัดทำได้พัฒนาขึ้น เป็นระบบที่สามารถตรวจสอบและตั้งค่าสถานของระบบผ่านทางเว็บไซต์ได้ โดยใช้การจัดเก็บข้อมูลไว้ใน Firebase (NoSQL cloud database) ที่เก็บข้อมูลในรูปแบบ JSON ซึ่งมีการซิงค์ข้อมูลกับตัว Node MCU ที่เป็นตัวประมวลผลของระบบหมุนเวียนอัตโนมัติ และเก็บข้อมูลอุณหภูมิจากเซนเซอร์ DS18B20 ที่ติดตั้งไว้ในบ่อเลี้ยงปลา แล้วระบบจะนำค่ามาแสดงบนเว็บไซต์ของระบบ ในรูปแบบกราฟเส้น ซึ่งผู้ใช้สามารถสืบค้นข้อมูลได้จากช่วงวันและชั่วโมงที่ต้องการ และสามารถดาวน์โหลดไฟล์ข้อมูลออกมาในรูปแบบ CSV ได้ เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

โครงงานนี้เหมาะสำหรับใช้ในการเพาะพันธุ์สัตว์น้ำที่ต้องทำการควบคุมสภาพแวดล้อมในระบบต้องการน้ำที่สะอาดเหมาะสม

5.1 บทสรุป

จากการพัฒนาระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบหมุนเวียนอัตโนมัติสำหรับฟาร์มปลานิลจนถึงปัจจุบัน สามารถใช้งานได้ ตามวัตถุประสงค์ที่พัฒนา

1) ปลานิลในระบบมีอัตราการเจริญเติบโตที่มากกว่าอัตราการเจริญเติบโตของปลานิลที่เลี้ยงในบ่อดิน จากการวิจัยของกรมประมง

การเจริญเติบโตของปลานิล

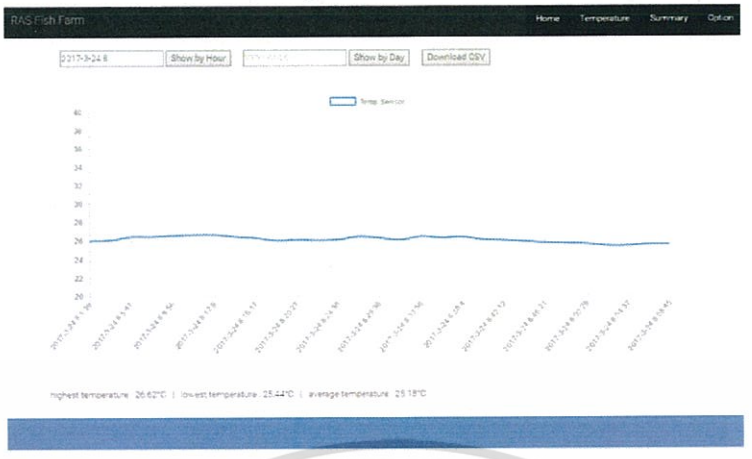
อายุปลา (เดือน)	ความยาว(ซม.)	หนัก(กรัม)
3	10	30
6	20	200
9	25	350
12	30	500

รูปที่ 5.1 การวิจัยจากกรมประมง

จากการทดลองในระบบ ปลานิลมีอัตราการเจริญเติบโต 2.63 กรัม / วัน ซึ่งมากกว่า การวิจัยของกรมประมง ที่มีอัตราการเจริญเติบโต 1.89 กรัม / วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบหมุนเวียนอัตโนมัติที่สามอนิเตอร์ผ่านเว็บไซต์ได้



รูปที่ 5.2 การมอนิเตอร์ผ่านเว็บไซต์

ในส่วนของหน้าแสดงข้อมูลอุณหภูมินั้น สามารถสืบค้นข้อมูลมาแสดงจากในวันที่ และในชั่วโมงได้ โดยแสดงในรูปแบบกราฟเส้น ซึ่งผู้ใช้สามารถดาวน์โหลดข้อมูลที่แสดง เป็นไฟล์ CSV ได้

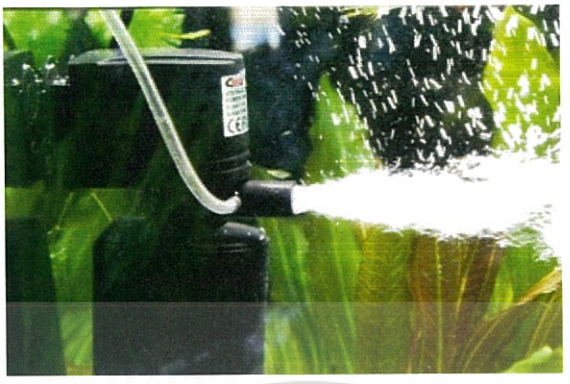
3) ระบบการตรวจวัดค่าคุณภาพน้ำที่มีการเก็บค่าข้อมูลและนำไปทำการประมวลผล

รูปที่ 5.3 ส่วนประมวลผล

เมื่อระบบตรวจวัดค่าข้อมูล และประมวลผลแล้ว ระบบจะทำการส่งข้อมูลไปต่อที่ Firebase Server เพื่อทำการเก็บข้อมูลไว้ เพื่อให้ส่วนแสดงมารับค่าต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) กระบวนการกรองน้ำในระบบหมุนเวียนแบบอัตโนมัติที่ทำงานได้อย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 5.4 ระบบหมุนเวียน

ระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบหมุนเวียนน้ำเป็นการหมุนเวียนน้ำไปผ่านตัวกรองชนิดต่างๆ เพื่อกำจัดของเสียในน้ำ แล้วเวียนน้ำกลับไปใช้ในบ่อเลี้ยงปลา

5) กระบวนการในการปรับปรุงคุณภาพน้ำของระบบเมื่อน้ำมีสถานะที่ไม่เหมาะสม

รูปที่ 5.5 ฮีตเตอร์

เมื่ออุณหภูมิในน้ำมีค่าผิดปกติไปจากที่กำหนดไว้นั้น ระบบจะทำการสั่งการไปยังฮีตเตอร์ หรือโซลินอยด์วาล์ว เพื่อทำการปรับค่าของอุณภูมิในน้ำให้มีค่าที่เหมาะสม

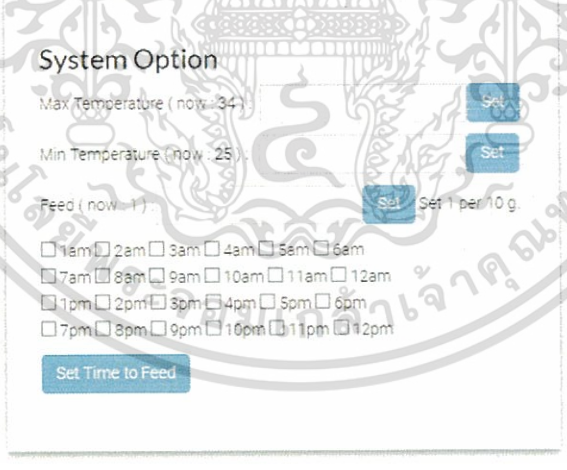
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) การแจ้งเตือนจากระบบเมื่อเกิดสถานะของน้ำที่ไม่เหมาะสมในบ่อเลี้ยงปลานิล

รูปที่ 5.6 การแจ้งเตือนบน Facebook

ระบบจะทำการแจ้งเตือนไปยัง Facebook เมื่ออุณหภูมิในน้ำมีค่าผิดปกติไปจากที่ผู้ใช้ได้ทำการกำหนดไว้บนเว็บของระบบ

7) มีส่วนของผู้ใช้บนเว็บไซต์ที่สามารถทำการจัดการกับระบบฟาร์มปลานิลได้



รูปที่ 5.7 การตั้งค่าบนเว็บไซต์

ในส่วนของการตั้งค่าในระบบ ผู้ใช้สามารถกำหนดขอบเขตของอุณหภูมิได้ และกำหนดปริมาณการให้อาหารในแต่ละครั้งได้ ซึ่งผู้ใช้จะต้องกำหนดเวลาที่จะให้อาหารในแต่ละครั้งด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหาและอุปสรรคที่พบ

1) การเชื่อมต่อกับ Firebase เป็นเวลานาน และมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลมาก จะทำให้เมมโมรี่เต็ม ส่งผลให้บอร์ดหยุดทำงานไปชั่วขณะ จึงต้องทำการ Sleep บอร์ด
2) ลูกปลาบางส่วนตายหลังจากนำมาเลี้ยงครั้งแรก เพราะน้ำที่ปะปายังหลงเหลือสารคลอรีน(Cl)อยู่บางส่วน ทำให้น้ำยังมีควาเป็นกรด ปลาที่ไม่สามารถปรับตัวได้ จะจมอยู่ที่ก้นอ่าง และตายในที่สุด
3) ถ้าไฟฟ้าดับจะทำให้ทุกระบบจะหยุดทำงาน ถ้าไฟดับเป็นเวลานาน เมื่อปั๊มน้ำและปั๊มลมหยุดทำงานเป็นเวลานาน จะทำให้น้ำไม่ไหลเวียนและออกซิเจน (O2) ภายในน้ำลดลง ส่งผลให้ปลาต้องลอยหัว และอาจทำให้เกิดความเสียหายได้
4) บางเวลาที่เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตไม่ได้จะไม่สามารถทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับ Firebase ได้

5.3 แนวทางการแก้ไข

1) การทำ Deep Sleep บน Node MCU เพื่อให้บอร์ดเริ่มการทำงานใหม่หลังจากครบเวลา Sleep ที่ตั้งไว้
2) พักน้ำไว้ก่อน 24 ชั่วโมงเพื่อให้สารคลอรีน (Cl) ระเหยไป หรือใช้น้ำยาลดสารคลอรีนเพื่อให้สารคลอรีนระเหยไปเร็วขึ้น
3) สำรองไฟปั๊มอากาศ และปั๊มน้ำไว้ เพื่อให้รักษาสภาพแวดล้อมสำหรับบ่อปลาให้เป็นปกติก่อน
4) ปรับปรุงระบบเครือข่ายให้มีความเสถียร และมั่นคง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 แนวทางการพัฒนาต่อ

1) สามารถเพิ่มและขยายจำนวนบ่อเลี้ยงปลา เพื่อรองรับกับปลาจำนวนมากขึ้น

รูปที่ 5.8 การขยายบ่อเลี้ยงปลา

2) เพิ่มจำนวนเซนเซอร์ เช่น วัดค่าความเป็นกรด-เบส (pH), วัดค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) เป็นต้น เพื่อให้ตรวจสอบสภาพน้ำได้มากยิ่งขึ้น

รูปที่ 5.9 เซนเซอร์ pH และ เซนเซอร์ DO

3) พัฒนา Application เพื่อให้สะดวกแก่การใช้งานมากขึ้น

รูปที่ 5.10 การพัฒนา Application

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ไพศาล พันธ์ชาตรี (ไพศาลพันธุ์ปลา) . 2557. **การเลี้ยงปลานิล.** [Online]. Available : http://www.phaisarnpanpa.com/article/2042014.pdf

MAEJO POLL. ฉบับที่ 19 เดือน สิงหาคม 2558. **ปัญหาค่าจ้างแรงงานภาคการเกษตรสูง.** [Online]. Available : http://www.mju.ac.th/prmaejo/pdf3/58_07_27-31%20วิถีเกษตรกร%20กับค่าจ้างแรงงานในวันนี้.pdf

Southern Regional Agricultural Center and the Texas Aquaculture Extension Service. 2548. **Tank Culture Of Tilapia.** [Online]. Available : http://www.thefishsite.com/articles/136/tank-culture-of-tilapia/

Atom Aquaupa. 2555. **ระบบกรองชีวภาพ.** [Online]. Available : http://aquaupa.blogspot.co.id/2012/06/blog-post.html

ปรีชา กัณหา. **บำบัดน้ำก่อนสิ่งแวดล้อมจะยิ่งไปกันใหญ่.** สัตว์น้ำเศรษฐกิจ 2546. ปีที่ 2 ฉบับที่ 8 หน้า 45-50

Cage Culture of Sex Reversal of Nile Tilapia, Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758), with High Stocking Densities. 2556. **Data Analysis**. Technical Paper No. 9/2013 page. 9-10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้