สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับการเลี้ยงสัตว์น้ำ

WIRELESS SENSOR NETWORK FOR AQUACULTURE

T139332

โดย

ชนัญชิดา เกตุแก้ว

CHANANCHIDA KETKAEW

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. โชติพัชร์ ภรณวลัย

วพ.
ท145ร
2556

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....139332
วัน.เดือน.ปี.....30 มี.ค. 2558

.b.....
.i.....

ง.12/7/2024

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาการศึกษาอิสระ 2
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WIRELESS SENSOR NETWORK FOR AQUACULTURE

CHANANCHIDA KETKAEW

A REPORT SUBMITED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE

REQUIREMENTS OF THE COURSE

INDEPENDENT STUDY 2

MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN INFORMATION TECHNOLOGY

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2/2013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2014

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อ	ระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับการเลี้ยงสัตว์น้ำ
นักศึกษา	นางสาวชนัญชิดา เกตุแก้ว
รหัสนักศึกษา	55660723
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	เทคโนโลยีเครือข่ายและระบบ
ปีการศึกษา	2556
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.โชติพัชร์ ภรณวลัย

บทคัดย่อ

คุณภาพของน้ำถือเป็นสิ่งที่สำคัญเป็นอย่างมากในการเลี้ยงสัตว์น้ำ สภาพแวดล้อมและสภาพอากาศในแต่ละช่วงเวลาจะส่งผลให้ค่าดัชนีชี้วัดต่างๆ ของน้ำมีการเปลี่ยนแปลง บางครั้งอาจมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วจึงเป็นสิ่งที่ยากต่อการควบคุม และอาจก่อให้เกิดความเสียหายได้ ดังนั้น คุณภาพน้ำจึงเป็นสิ่งที่ต้องดูแลให้มีค่าที่เหมาะสม ปัญหาดังกล่าว เป็นที่มาของการค้นคว้าและการพัฒนาระบบต้นแบบในการวัดคุณภาพน้ำ โดยระบบจะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนเซนเซอร์วัดคุณภาพน้ำ และส่วนบันทึกข้อมูล การทำงานของส่วนเซนเซอร์วัดคุณภาพน้ำทำหน้าที่วัดค่าและส่งข้อมูลคุณภาพน้ำไปยังส่วนบันทึกข้อมูล เมื่อส่วนบันทึกข้อมูลได้รับค่า จะส่งข้อมูลคุณภาพน้ำไปยังเซิร์ฟเวอร์เพื่อบันทึกข้อมูล และทำการพัฒนาระบบที่ใช้แสดงผลคุณภาพน้ำผ่านทางอินเทอร์เน็ต เพื่อให้ผู้ใช้เข้าถึงข้อมูลได้สะดวกยิ่งขึ้นและสามารถติดตามคุณภาพน้ำได้ตลอดเวลา หากข้อมูลมีความผิดปกติ จะช่วยให้ทราบถึงปัญหาและใช้ข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Wireless Sensor Network for Aquaculture
Student	Miss Chananchida Ketkaew
Student ID	55660723
Degree	Master of Science
Program	Information Technology
Major	Network and System Technology
Academic Year	2013
Advisor	Assoc. Prof. Dr. Chotipat Pornavalai

ABSTRACT

The quality of water is very important in aquaculture. Environment and weather in each period will result in the changes of indicators of water quality such as pH and temperature. Sometimes these indicators may change quickly, so it is difficult to control and may cause effect. This development tries to solve this problem by developing a prototype system to measure water quality. The system is divided into two parts: measuring water quality by sensors, and the recording data in the server. The function of measure water quality sensors serves to measure and transmit water quality data to the recording data part. When the recording data part received value will send water quality data to the server to save the data. We also developed a system for displaying of water quality over the Internet to enable users to access information more easily and keep track of water quality at any time. If the values of water quality are out of the normal range, users will know and solve quickly.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานในวิชาการค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จได้เป็นอย่างดี เนื่องจากได้รับความกรุณาและความช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่าน ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. โชติพัชร์ ภรณวลัย ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่กรุณาให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อให้โครงงานนี้ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และคณาจารย์คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ข้าพเจ้า

ขอขอบคุณ กรมประมง สำหรับข้อมูลต่างๆ ที่ใช้ในการทำโครงงาน และขอขอบพระคุณ ฟาร์มเกตุแก้วเป็นอย่างสูง ที่เอื้อเฟื้อสถานที่สำหรับทำการวิจัย รวมถึงให้ข้อมูลและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่คอยให้ความสนับสนุนและเป็นกำลังใจสำคัญ รวมถึงเพื่อนๆ นักศึกษาคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่คอยให้ความช่วยเหลือ ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำโครงงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันเกิดมาจากโครงงานฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการสนับสนุนและให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี

ชนัญชิดา เกตุแก้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญรูป VII

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 คุณภาพน้ำ 3

2.2 การตรวจสอบคุณภาพน้ำ 3

2.3 มาตรฐานการตรวจวัดคุณภาพน้ำ 5

2.4 ช่วงเวลาและความถี่ในการวัดคุณภาพน้ำ 11

2.5 เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย 12

2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 14

2.7 ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR 15

2.8 เทคโนโลยีซิกบี (ZigBee) 17

บทที่ 3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ 19

3.1 วิเคราะห์ความต้องการของระบบ 19

3.2 หลักการทำงานของระบบ 19

3.3 ยูสเคสไดอะแกรม 20

3.4 แผนภาพกิจกรรม 22

3.5 พจนานุกรมข้อมูล 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การดำเนินการและการทำงานของระบบ 30

4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ 30

4.2 การติดตั้งอุปกรณ์ 32

4.3 ส่วนติดต่อประสานงานกับผู้ใช้ 34

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 40

บรรณานุกรม 41

ภาคผนวก ก. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ 42

ประวัติผู้เขียน 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 มาตรฐานสีของน้ำ 4

2.2 ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ส่งผลต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ 7

2.3 ค่าออกซิเจนละลายในน้ำที่ส่งผลต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ 8

2.4 ค่าความเค็มของน้ำ 10

2.5 ช่วงเวลาและความถี่ในการวัดคุณภาพน้ำ 11

3.1 MEMBER 28

3.2 LOCATION 28

3.3 SENSOR 28

3.4 PROCESS_DATA 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 Secchi Disc 5

2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่าอุณหภูมิ 6

2.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง 8

2.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่าออกซิเจนละลายในน้ำ 9

2.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่าความกระด้างของน้ำ 9

2.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่าความเค็มของน้ำ 11

2.7 ขาต่างๆ ของ ATmega328 16

2.8 ประเภทของ ZigBee ตามลักษณะการทำงาน 18

3.1 ภาพรวมของระบบ 20

3.2 ยูสเคสของระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับการเลี้ยงสัตว์น้ำ 21

3.3 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส login 22

3.4 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Edit User 23

3.5 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Read Data (Water Quality Standard) 24

3.6 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Get Historical Data (Water Quality) 25

3.7 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Get Current Data (Water Quality) 26

3.8 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Read Data From Sensor (Water Quality) 27

4.1 อุปกรณ์ส่วนเซนเซอร์วัดคุณภาพน้ำ 30

4.2 Claribrate Probe ของ pH Sensor 31

4.3 อุปกรณ์ส่วนที่บันทึกข้อมูลคุณภาพน้ำ 32

4.4 การติดตั้งอุปกรณ์ส่วนเซนเซอร์วัดคุณภาพน้ำ 32

4.5 การติดตั้งอุปกรณ์ส่วนเซนเซอร์วัดคุณภาพน้ำ 33

4.6 อุปกรณ์ส่วนที่บันทึกข้อมูลคุณภาพน้ำ 33

4.7 หน้าจอล็อกอิน 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.8 หน้าจอหลัก 34
4.9 หน้าจอมาตรฐานคุณภาพน้ำ 35
4.10 หน้าจอมาตรฐานความเป็นกรด-ด่าง 35
4.11 หน้าจอมาตรฐานอุณหภูมิ 36
4.12 หน้าจอคุณภาพน้ำที่วัดได้ล่าสุด 36
4.13 หน้าจอเลือกฟาร์มและบ่อเลี้ยง 37
4.14 หน้าจอเลือกวันที่และช่วงเวลา 37
4.15 แสดงข้อมูลคุณภาพน้ำย้อนหลัง 38
4.16 หน้าจอข้อมูลส่วนตัว 38
4.17 หน้าจอแก้ไขข้อมูลส่วนตัว 39
4.18 หน้าจอแก้ไขข้อมูลส่วนตัว 39
ก.1 บอร์ด Arduino UNO w/ATmega 328 42
ก.2 โปรแกรม Arduino IDE 43
ก.3 อุปกรณ์ XBee 43
ก.4 โปรแกรม X-CTU 44
ก.5 pH Probe 44
ก.6 Temperature Sensor 45
ก.7 ET-GSM SIM 900B 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเลี้ยงสัตว์น้ำ เป็นอาชีพหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับคนไทย โดยคุณภาพของน้ำอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็วขึ้นอยู่กับสภาพของสิ่งแวดล้อม เช่น ฝนตกติดต่อกันเป็นเวลานาน ส่งผลให้ค่าต่างๆ ของน้ำมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งเป็นสิ่งที่ควบคุมได้ยาก และในระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำในปัจจุบัน เจ้าของฟาร์มต้องอาศัยการดูแลจากเจ้าหน้าที่ของบริษัทที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์เคมีเกษตร โดยเจ้าหน้าที่จะเข้ามาทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำ และเมื่อพบความผิดปกติจะแจ้งกับเจ้าของฟาร์มให้ทราบ รวมถึงแนะนำวิธีแก้ไขปัญหา ซึ่งเจ้าหน้าที่จะได้ผลประโยชน์จากการขายผลิตภัณฑ์เคมีเกษตรให้กับเจ้าของฟาร์ม แต่ปัญหาคือ เจ้าของฟาร์มไม่ได้เป็นผู้ว่าจ้างเจ้าหน้าที่โดยตรง หากทางฟาร์มไม่ได้มีการซื้อผลิตภัณฑ์เคมีเกษตรของบริษัท จะไม่มีเจ้าหน้าที่เข้ามาดูแลคุณภาพน้ำ รวมถึงเจ้าหน้าที่ไม่ได้เข้ามาดูแลได้ทุกวัน อาจเว้นระยะอย่างน้อย 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ซึ่งค่าต่างๆ ของน้ำโดยส่วนใหญ่จะมีการเปลี่ยนแปลงทุกวัน เจ้าของฟาร์มหรือผู้ดูแลอาจจะต้องคอยสังเกตถึงความเปลี่ยนแปลงในเบื้องต้นด้วยตนเอง และต้องอาศัยประสบการณ์ในการคาดการณ์ ซึ่งบางครั้งค่าต่างๆ ของน้ำ อาจมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว จนไม่ทันได้สังเกตเห็นถึงความผิดปกติ อาจส่งผลต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ และก่อให้เกิดความเสียหายได้ คุณภาพของน้ำจึงเป็นเรื่องที่ควรให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก

จากปัญหาดังกล่าว โครงงานนี้จึงทำการศึกษามาตรฐานของคุณภาพน้ำ และจัดทำระบบต้นแบบในการวัดคุณภาพน้ำ เพื่อติดตามวัดคุณภาพของน้ำได้ตลอดอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีช่วงความถี่ในการวัดคุณภาพน้ำมากขึ้น โดยระบบจะส่งข้อมูลผลการตรวจวัดไปยังเซิร์ฟเวอร์ และนำเสนอข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้เจ้าของฟาร์ม ผู้ดูแล หรือเจ้าหน้าที่สามารถติดตามคุณภาพน้ำได้ และหากพบความผิดปกติสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการวิเคราะห์แก้ไขปัญหาได้

2. วัตถุประสงค์

ในการศึกษาและพัฒนาระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายเพื่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ มีวัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบดังนี้

1. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาการวัดคุณภาพน้ำในระบบปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เพื่อศึกษาระบบการทำงานของเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย และความเป็นไปได้ของการนำระบบเข้ามาใช้ในการแก้ไขปัญหาในระบบการทำงานปัจจุบัน

3. เพื่อทำการวิเคราะห์และออกแบบระบบต้นแบบในการตรวจวัดคุณภาพน้ำสำหรับการเลี้ยงสัตว์น้ำ

4. เพื่อสร้างระบบฐานข้อมูลคุณภาพน้ำที่วัดได้จากเซนเซอร์ และสามารถแสดงผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำผ่านทางอินเทอร์เน็ตได้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

การพัฒนาระบบต้นแบบของระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับการเลี้ยงสัตว์น้ำ มีขอบเขตของการศึกษาและพัฒนาระบบ ดังนี้

1. พัฒนาระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายที่ใช้ในการวัดคุณภาพน้ำ โดยระบบจะทำการอ่านค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำจากเซนเซอร์ และส่งข้อมูลไปเก็บยังส่วนบันทึกข้อมูลและส่งค่าไปยังเซิร์ฟเวอร์เพื่อทำการบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูล

2. พัฒนาส่วนบันทึกข้อมูล เพื่อส่งข้อมูลคุณภาพน้ำที่ได้รับจากระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายบันทึกลงในฐานข้อมูล

3. พัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าใช้งานระบบได้ง่ายขึ้น และสามารถติดตามคุณภาพน้ำผ่านทางอินเทอร์เน็ตได้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ช่วงระยะเวลาตรวจสอบคุณภาพน้ำมีความถี่มากขึ้น สามารถเรียกดูข้อมูลคุณภาพน้ำที่วัดได้ในเวลาปัจจุบัน รวมถึงเรียกดูข้อมูลคุณภาพน้ำย้อนหลังผ่านอินเทอร์เน็ตได้

2. ระบบต้นแบบของระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับการเลี้ยงสัตว์น้ำ สามารถตรวจวัดคุณภาพน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. สามารถนำข้อมูลคุณภาพน้ำที่ได้จากการวัด ไปใช้ในการวิเคราะห์แก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำได้

4. บริษัทที่จัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์เคมีเกษตร สามารถลดค่าใช้จ่าย และระยะเวลาในดำเนินงานของเจ้าหน้าที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 คุณภาพน้ำ

คุณภาพของน้ำ มีความสำคัญต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยมีจะผลต่อการเจริญเติบโตช้าหรือเร็ว, การเกิดการตาย, โรคระบาด ตลอดจนมีผลต่อระบบสืบพันธุ์ ดังนั้นคุณสมบัติของน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ หมายถึง สภาพของน้ำที่สามารถทำให้สัตว์น้ำอาศัยอยู่ได้อย่างปลอดภัย มีการเจริญเติบโตแพร่ขยายพันธุ์ได้ มีความแข็งแรง ทนทาน และปราศจากโรค

ในอดีตยังไม่มีการพัฒนาด้านอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และพาณิชยกรรมมากนัก การปนเปื้อนจากมลพิษต่างๆ จึงมีปริมาณน้อย ธรรมชาติสามารถปรับสภาพความสมดุล และฟื้นฟูได้ระดับหนึ่ง ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำ สามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่ตามความเหมาะสม แต่ในปัจจุบันสังคมมีการพัฒนามากขึ้น จนบางครั้งธรรมชาติไม่สามารถจะฟื้นฟูได้ทัน จึงก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศวิทยาของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ

ดังนั้น การตรวจสอบคุณภาพน้ำ จึงเป็นสิ่งที่สำคัญในการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำ เพื่อทราบถึงสถานภาพของแหล่งน้ำ รวมไปถึงแนวโน้มของปัญหาที่อาจเกิดขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนจัดการคุณภาพน้ำ รวมไปถึงการป้องกันและแก้ไขไม่ให้ส่งผลเสียหรืออันตรายต่อสัตว์น้ำ [1]

2.2 การตรวจสอบคุณภาพน้ำ

การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ สามารถทำได้หลากหลายวิธี ตั้งแต่ไม่ต้องใช้เทคนิคในการตรวจวัดมากนัก จนถึงวิธีการที่ต้องใช้เทคนิคหรือเทคโนโลยีขั้นสูง มีค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบน้อยจนถึงมาก โดยการตรวจคุณภาพน้ำที่ไม่ต้องใช้เทคนิคมากอาจทำได้โดยการสำรวจลักษณะทางกายภาพของแหล่งน้ำ แม้ว่าจะไม่สามารถบ่งบอกถึงมลพิษได้จากจากสังเกต แต่วิธีดังกล่าว ถือเป็นสิ่งที่จะช่วยบ่งบอกว่าควรจะมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างจริงจัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยลักษณะทางกายภาพ เช่น สีของน้ำ และความโปร่งใสนั้น ไม่ได้มีการใช้เทคนิคมากนัก เจ้าของฟาร์มหรือผู้ดูแลฟาร์มสามารถทำการวัดค่าได้ ในส่วนค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำอื่นๆ อาจต้องใช้อุปกรณ์และมีเทคนิคในการวัด จึงต้องอาศัยเจ้าหน้าที่เป็นผู้ทำการวัดค่า

2.2.1 การสำรวจสีของน้ำ

สีของน้ำ อาจบ่งบอกถึงสิ่งที่ละลายอยู่ในน้ำได้ ซึ่งการประเมินอาจทำได้โดยการเปรียบเทียบสีกับมาตรฐาน โดยวิธีการตรวจวัดอาจสังเกตสีได้จากแหล่งน้ำโดยตรงหรือตักขึ้นมาอย่างน้อย 2 ลิตร ซึ่งควรตักให้ลึกลงไปประมาณครึ่งหนึ่งของความลึกของแหล่งน้ำ แล้วนำสังเกตสี โดยสีที่เกิดขึ้นจะสามารถบอกถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดสีได้อย่างคร่าวๆ ดังตารางที่ 2.1 [1]

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานสีของน้ำ

สีที่ปรากฏ	สาเหตุที่ทำให้เกิดสี
ไม่มีสี	ยังไม่ควรสรุปว่าน้ำสะอาด เพราะอาจมีสิ่งเจือปน
สีเขียว	แพลงค์ตอนพืช
สีเหลือง สีน้ำตาล หรือสีชาใส	มีซากพืชย่อยสลาย
สีแดง หรือสีมะฮอกกานี	เป็นสีของสาหร่ายอีกจำพวกหนึ่ง
สีน้ำตาลขุ่น	มีตะกอนดินเจือปน อาจเกิดจากการกัดเซาะหน้าดิน
สีรุ้ง	มีคราบน้ำมัน
สีเทา หรือสีดำ	น้ำเน่าจากสิ่งปฏิกูล หรือมีแร่ธาตุธรรมชาติเจือปน

อย่างไรก็ตามแม้ว่าน้ำจะใส ไม่มีสี ก็ไม่อาจรับรองได้ว่าแหล่งน้ำนั้นมีคุณภาพดี ควรทำการตรวจสอบต่อไป

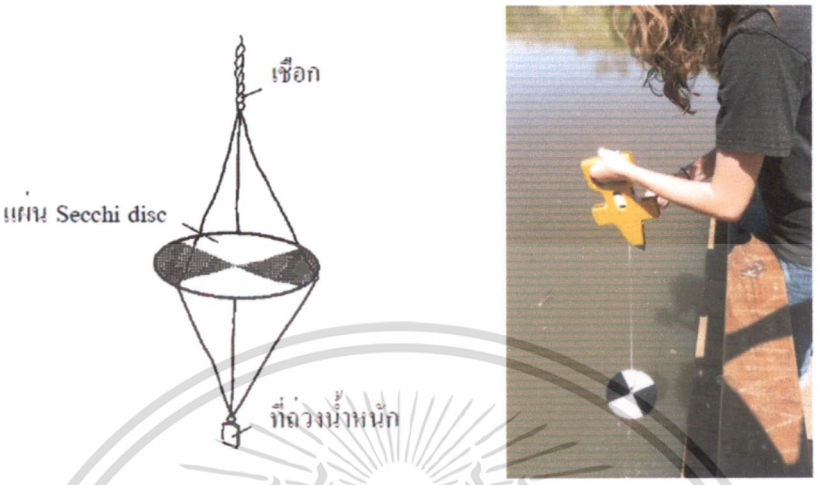
2.2.2 การวัดความขุ่น/ความโปร่งใสของน้ำ

ความขุ่น/ความโปร่งแสงของน้ำ เป็นการแสดงถึงการส่องผ่านของแสงในแหล่งน้ำ ซึ่งความขุ่น/ความโปร่งแสงของน้ำ มีผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ โดยสามารถทำการวัดได้ โดยใช้ Secchi Disc ดังรูป 2.1

ทำการหย่อน Secchi Disc ลงในน้ำในแนวดิ่งจนกว่าจะมองไม่เห็น อ่านค่าความลึกจากสัญลักษณ์ที่บอกระยะทางบนเชือก จากนั้นค่อยๆ ดึงขึ้นมาจนมองเห็น แล้วอ่านค่าความลึกอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำค่าความลึกที่ได้ทั้ง 2 ครั้งมาเฉลี่ยกันได้เป็นค่าความโปร่งแสง หากวัดความโปร่งแสงได้มาก แสดงว่า น้ำนั้นมีความใสมาก ซึ่งมีประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ [1]



รูปที่ 2.1 Secchi Disc

2.3 มาตรฐานการตรวจวัดคุณภาพน้ำ

ในการตรวจวัดคุณภาพน้ำมีดัชนีชี้วัดที่สำคัญได้แก่ อุณหภูมิ (Temperature), ความเป็นกรด-ด่าง (pH Value), ออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen : DO), ความกระด้าง (Hardness), ความเค็ม (salinity), แอมโมเนีย และไนไตรท์ อาจต้องใช้เทคนิคหรือเจ้าหน้าที่ ที่มีความรู้ในการตรวจวัดคุณภาพของน้ำ

2.3.1 อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิของน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญทั้งทางตรงและทางอ้อม ต่อการดำรงชีพ และการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ โดยในประเทศไทยอุณหภูมิจะผันแปรในช่วง 23-32 องศาเซลเซียส การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจะเป็นไปอย่างช้า ๆ สัตว์น้ำจัดอยู่ในพวกสัตว์เลือดเย็น ไม่สามารถรักษาอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่เหมือนสัตว์เลือดอุ่น อุณหภูมิของร่างกายสัตว์น้ำจะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่อยู่ สามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในช่วงจำกัด เมื่ออุณหภูมิของน้ำสูงขึ้น กิจกรรมในการดำรงชีวิตเช่น ขบวนการหายใจ ว่ายน้ำ กินอาหาร ย่อยอาหาร ขับถ่าย ฯลฯ ก็จะสูงขึ้น และเมื่ออุณหภูมิลดลงขบวนการเหล่านั้นก็จะลดลงด้วย การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำ [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยปกติอุณหภูมิของน้ำจะแปรเปลี่ยนตามอุณหภูมิของอากาศ ขึ้นอยู่กับฤดูกาล ระดับความสูงและสภาพภูมิประเทศ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับแสงอาทิตย์ ลม ความลึกของน้ำ ปริมาณสารแขวนลอย หรือความขุ่น และสภาพแวดล้อมทั่ว ๆ ไปของแหล่งน้ำ หากอุณหภูมิของน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหันอาจทำให้สัตว์น้ำตายได้ เช่น เปลี่ยนแปลงช่วง +12 องศาเซลเซียส สัตว์น้ำส่วนใหญ่อาจจะปรับตัวทัน แต่มีสัตว์น้ำหลายชนิดไม่สามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงได้

ดังนั้น การป้องกันผลกระทบอุณหภูมิที่มีต่อสัตว์น้ำ ควรป้องกันไม่ให้อุณหภูมิของแหล่งน้ำมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วหรือผิดปกติไปจากสภาพที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ หรือฤดูกาล และไม่ควรเกินในช่วงอุณหภูมิปกติในการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

รูปที่ 2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่าอุณหภูมิ

2.3.2 ความเป็นกรด- ด่าง (pH)

ความเป็นกรด-ด่าง หมายถึง ปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออนที่มีอยู่ในน้ำ การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ทำให้ทราบว่าน้ำหรือสารละลายน้ำนั้น มีคุณสมบัติเป็นกรดหรือเป็นด่าง การบอกความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออนเป็นตัวเลขนั้นเป็นการไม่สะดวก จึงมีวิธีบอกความเป็นกรด-ด่างของน้ำให้ง่ายขึ้น หน่วยนี้เรียกว่า pH (Positive potential of Hydrogen ions) โดยระดับความเป็นกรด-ด่าง มีค่าอยู่ระหว่าง pH 0 ถึง pH 14 โดยระดับ pH 7 จะมีค่าเป็นกลาง หากมีค่าต่ำกว่า pH 7 แสดงว่าน้ำมีสภาพเป็นกรด แต่ถ้ามีค่าสูงกว่า pH 7 ขึ้นไปแสดงว่าน้ำมีสภาพเป็นด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ ค่า pH ของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ในช่วงกลางวันที่มีแสง พืชน้ำจะใช้คาร์บอนไดออกไซด์สำหรับการสังเคราะห์แสง ทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในแหล่งน้ำต่ำลง ค่า pH ของน้ำจะมีค่าสูงขึ้น ส่วนในช่วงกลางคืนหรือเช้ามืด เนื่องจากไม่มีกิจกรรมการสังเคราะห์แสง มีแต่การหายใจของสิ่งมีชีวิตในน้ำ ทำให้มีการคายคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาณสูงขึ้น ค่า pH ของน้ำจึงลดต่ำลง

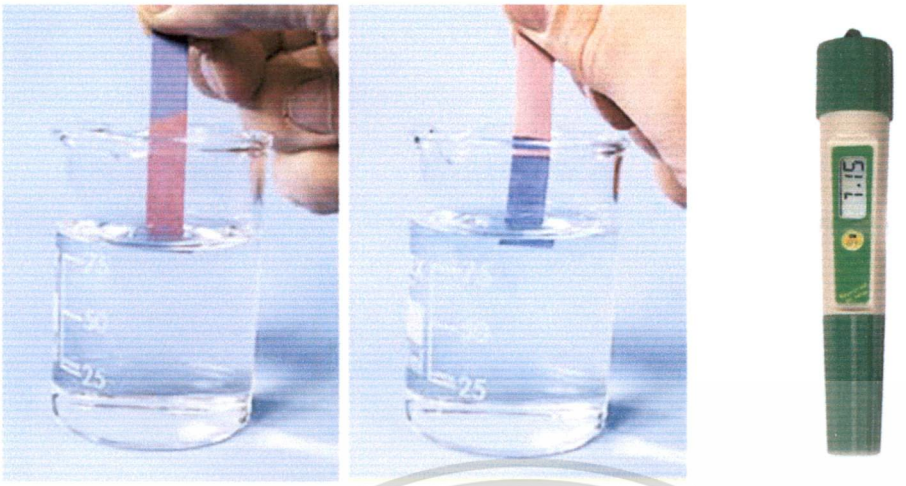
โดยค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมสำหรับการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำอยู่ระหว่าง pH 6.5 – 9.0 หากมีค่าความเป็นกรด-ด่างที่ต่ำและสูงเกินไป อาจทำให้สัตว์น้ำเกิดความเครียดและตายได้ ซึ่งสัตว์น้ำแต่ละชนิดทนต่อค่าความเป็นกรด-ด่างได้แตกต่างกัน โดยสัตว์ทะเลจะทนต่อการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรดด่างได้น้อยกว่าสัตว์น้ำจืด ช่วงความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมสำหรับสัตว์ทะเลอยู่ระหว่าง pH 7.5-8.5

ความเป็นกรด-ด่างเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญตัวหนึ่ง ถูกระบุให้เป็นพารามิเตอร์ในมาตรฐานคุณภาพน้ำต่างๆ เนื่องจากความเป็นกรด-ด่างมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำหลายชนิด โดยสิ่งมีชีวิตจะสามารถปรับสภาพให้ดำรงชีวิตอยู่ในน้ำได้ในช่วงที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างที่จำกัด [2]

ตารางที่ 2.2 ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ส่งผลต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ [3]

ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ผลต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ
ค่าเท่ากับหรือน้อยกว่า 4.0	จุดอันตรายที่ทำให้สัตว์น้ำตายได้
ค่าระหว่าง 4.0 - 6.0	สัตว์น้ำบางชนิดอาจไม่ตายแต่มักจะทำให้ได้รับผลผลิตต่ำ เนื่องจากมีการเจริญเติบโตช้า และทำให้การสืบพันธุ์หยุดชะงัก
ค่าระหว่าง 6.5 - 9.0	เป็นระดับที่เหมาะสมแก่การเลี้ยงสัตว์น้ำ
ค่าระหว่าง 9.0 - 11.0	ไม่เหมาะแก่การดำรงชีวิตหากสัตว์น้ำต้องอาศัยอยู่เป็นเวลานานจะทำให้ผลผลิตต่ำ
ค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 11.0	เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

2.3.3 ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (Dissolved Oxygen)

ปริมาณออกซิเจนละลายในแหล่งน้ำเป็นค่าที่มีความจำเป็นต่อการหายใจของสัตว์น้ำ หากปริมาณออกซิเจนละลายในแหล่งน้ำเหลือน้อยก็จะมีผลกระทบต่อการอยู่รอดของสัตว์น้ำในแหล่งน้ำนั้นได้ ซึ่งก๊าซออกซิเจนเป็นก๊าซที่ละลายน้ำได้น้อยมาก เนื่องจากว่าไม่ได้ทำปฏิกิริยาทางเคมีกับน้ำ ดังนั้นการละลายจึงขึ้นอยู่กับความกดดันของบรรยากาศ อุณหภูมิของน้ำ ปริมาณเกลือแร่ที่มีอยู่ในน้ำ ในฤดูร้อนปริมาณของออกซิเจนที่ละลายในน้ำน้อยลง เพราะว่ามีอุณหภูมิที่สูง ในขณะเดียวกันที่การย่อยสลายและปฏิกิริยาต่าง ๆ จะเพิ่มมากขึ้น ทำให้ความต้องการออกซิเจนเพื่อไปใช้ในกิจกรรมเหล่านั้นสูงไปด้วย ทำให้เกิดสภาพการขาดแคลนออกซิเจนในน้ำได้ ส่งผลให้เกิดการเน่าเหม็นของน้ำในบ่อหรือสระ เนื่องจากออกซิเจนไม่พอ และในทางตรงกันข้ามบางครั้งแหล่งน้ำ อาจปรากฏว่ามีออกซิเจนเกินจุดอิ่มตัว เนื่องจากมีการผลิตออกซิเจนจำนวนมาก ทำให้เกิดสภาพความเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและอาจเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำได้

ตารางที่ 2.3 ค่าออกซิเจนละลายในน้ำที่ส่งผลต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ [3]

ค่าออกซิเจนละลายในน้ำ	ผลต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ
0 - 0.30 มิลลิกรัมต่อลิตร	สัตว์น้ำขนาดเล็กมีชีวิตรอดในระยะเวลาสั้น ๆ
0.31 - 2.00 มิลลิกรัมต่อลิตร	เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ หากอยู่ในสภาวะนี้นาน ๆ
2.10 - 4.00 มิลลิกรัมต่อลิตร	เจริญเติบโตช้า และติดเชื้อโรคได้ง่าย
5.00 มิลลิกรัมต่อลิตรขึ้นไป	เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่าออกซิเจนละลายในน้ำ

2.3.4 ความกระด้าง (Hardness)

ความกระด้างของน้ำหมายถึง ปริมาณของเกลือแคลเซียมและแมกนีเซียมที่ละลายอยู่ในน้ำ ค่าความกระด้างไม่ถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำ แต่ความกระด้างของน้ำมักจะมีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำ ซึ่งความกระด้างของน้ำจะช่วยลดพิษของสารพิษหลาย ชนิด เช่น พวกโลหะหนักต่าง ๆ ได้แก่ ปรอท ตะกั่ว แคดเมียม

ดังนั้น น้ำที่มีความกระด้างปานกลาง หรือสูงจึงมีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ควรจะอยู่ในช่วง 50 – 250 มิลลิกรัม/ลิตร น้ำอ่อนโดยเฉพาะน้ำฝนไม่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

รูปที่ 2.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่าความกระด้างของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 ความเค็ม (Salinity)

ความเค็มของน้ำจะมีผลต่อการควบคุมปริมาณน้ำภายในตัวสัตว์น้ำ โดยสัตว์ทะเลจะมีความเข้มข้นของเกลือแร่ต่าง ๆ ภายในร่างกายต่ำกว่าน้ำทะเล ทำให้น้ำซึมออกนอกร่างกายได้ง่าย สัตว์ทะเลจึงต้องกินน้ำทะเลเป็นจำนวนมากเพื่อชดเชยน้ำที่สูญเสียไป ในทางตรงกันข้าม สัตว์น้ำจืดมีความเข้มข้นของเกลือแร่ต่าง ๆ ที่อยู่ในร่างกายสูงกว่าสภาพแวดล้อม น้ำภายนอกจึงสามารถแทรกซึมสู่ร่างกายได้ง่าย สัตว์น้ำจืดจึงต้องพยายามขจัดเอาน้ำส่วนเกินเหล่านี้ออกไป ส่วนสัตว์น้ำที่อาศัยตามแหล่งน้ำกร่อย ซึ่งอาศัยอยู่ในเขตที่มีการเปลี่ยนแปลงความเค็มมาก จัดเป็นสัตว์น้ำที่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มได้ในช่วงกว้าง อย่างไรก็ตามสัตว์น้ำทั่ว ๆ ไปสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพความเค็มของน้ำที่เปลี่ยนแปลงได้ [1]

การวัดคิดเป็นหน่วยน้ำหนักของสารดังกล่าว เป็นกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำ หรือส่วนในพันส่วน (Part per thousand : ppt)

ตารางที่ 2.4 ค่าความเค็มของน้ำ

ค่าความเค็มของน้ำ	ประเภทของน้ำ
ค่าระหว่าง 0 - 0.5 ppt.	น้ำจืด (fresh water)
ค่าระหว่าง 0.5 - 30.0 ppt.	น้ำกร่อย (brackish water)
ค่ามากกว่า 30 ppt. ขึ้นไป	น้ำเค็ม (sea water)

รูปที่ 2.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่าความเค็มของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.6 แอมโมเนียและไนไตรท์

แอมโมเนีย เกิดขึ้นมาจากปุ๋ย อาหารปลา สิ่งขับถ่ายของปลา และการเน่าเปื่อยของสารอินทรีย์ ดังนั้น การให้อาหารปลาปริมาณมาก อาจทำให้เกิดแอมโมเนียปริมาณสูงมากเกินไป โดยแอมโมเนียที่อยู่ในน้ำจะมี 2 รูปแบบ คือ แอมโมเนียอิสระ (NH3) จะเป็นพิษต่อสัตว์น้ำอย่างมาก และอิออนของแอมโมเนีย (NH4+) ไม่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ ซึ่งปริมาณของทั้ง 2 รูปแบบจะถูกควบคุมด้วย pH และอุณหภูมิ โดยปริมาณแอมโมเนียอิสระ (NH3) จะเพิ่มขึ้นเมื่อ pH และอุณหภูมิของน้ำสูงขึ้น

ความเป็นพิษของแอมโมเนียต่อสัตว์น้ำจะเกิดขึ้นในทางอ้อม คือ ถ้าแอมโมเนียในน้ำมีปริมาณสูงเกินไป ปลาจะไม่สามารถขับถ่ายแอมโมเนียออกจากกระแสเลือดได้ ส่งผลให้ pH ในเลือดของมีค่าสูงขึ้น และเกิดความผิดปกติในปฏิกิริยาต่างๆ ทำให้อ่อนแอ และติดโรคได้ง่าย

ไนไตรท์เป็นสารที่มีการเปลี่ยนแปลงมาจากแอมโมเนีย ในสภาวะที่มี pH ต่ำหรือเป็นกรดจะมีปริมาณไฮโดรเจนอิออนสูง ในสภาวะปกติไนไตรท์ในน้ำ มักไม่ค่อยก่อให้เกิดปัญหา นอกจากจะเกิดการสะสม จนกระทั่งถึงระดับที่เป็นพิษ ดังนั้นเมื่อค่า pH ต่ำ ต้องระมัดระวังความเป็นพิษของไนไตรท์ที่จะทำอันตรายต่อสัตว์น้ำได้

2.4 ช่วงเวลาและความถี่ในการวัดคุณภาพน้ำ

การเฝ้าระวังคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยง ควรมีการวัดคุณภาพน้ำ เป็นประจำ ในช่วงเวลาและความถี่ที่เหมาะสม ดังตาราง 2.5

ตารางที่ 2.5 ช่วงเวลาและความถี่ในการวัดคุณภาพน้ำ [4]

ดัชนีวัดคุณภาพน้ำ	ความถี่ในการวัด	หมายเหตุ
ความเป็นกรด-ด่าง	ทุกวัน	เช้า – บ่าย เวลา (06.00 น - 17.00 น.)
อุณหภูมิของน้ำ	ทุกวัน	เช้า – บ่าย (06.00 น. - 17.00 น.)
ออกซิเจนละลายในน้ำ	ทุกวัน	ช่วงเช้าตรู่
แอมโมเนีย ไนไตรท์	2-3 วัน/ครั้ง	
ความเค็ม	สัปดาห์/ครั้ง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตาราง แสดงให้เห็นว่า ค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำ ได้แก่ ค่าอุณหภูมิ, ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าออกซิเจนละลายในน้ำ ถือว่ามีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ที่สมควรจะทำการตรวจวัดค่าทุกวัน ซึ่งในส่วนของระบบต้นแบบของระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของงบประมาณในการพัฒนา จึงจะทำการทดลองวัดค่าในส่วนของอุณหภูมิ และค่าความเป็นกรด-ด่าง

2.5 เครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย

เซนเซอร์ เป็นอุปกรณ์ในการตรวจวัดข้อมูล โดยระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย เป็นเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาให้มีศักยภาพที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในการแก้ปัญหาหลายๆ ด้าน เช่น งานทางการแพทย์, การทำอุตสาหกรรม, การคมนาคมขนส่ง, การควบคุมการจราจร, ระบบอัจฉริยะในบ้าน, การตรวจวัดสิ่งแวดล้อม รวมไปถึงด้านการเกษตรกรรม ฯลฯ

ระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย สร้างจากเซนเซอร์แต่ละตัวที่นำไปวางไว้ในพื้นที่ที่ต้องการตรวจวัดข้อมูล และทำงานร่วมกันในการส่งข้อมูล โดยการส่งข้อมูลอาจเป็นการส่งระหว่างเซนเซอร์ที่อยู่ในระยะติดต่อสื่อสารโดยตรง หรือในกรณีที่เซนเซอร์ต้นทางและปลายทางไม่อยู่ในระยะการติดต่อสื่อสารโดยตรง ข้อมูลจะส่งผ่านเซนเซอร์ที่อยู่ระหว่างเซนเซอร์ต้นทางและปลายทาง

ระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายแตกต่างกันขึ้นอยู่กับการใช้งาน เช่น ในระบบเตือนภัยเป็นระบบเครือข่ายที่ต้องการความเร็วสูงในการส่งข้อมูล และจะส่งข้อมูลเมื่อเกิดเหตุการณ์ขึ้นเท่านั้น เพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน หรือในระบบวัดและควบคุมทางการเกษตร ระบบเครือข่ายไม่ต้องการความเร็วสูงในการส่งข้อมูล แต่จะส่งข้อมูลตลอดเวลา โดยอาจมีการรวมข้อมูลเพื่อลดจำนวนครั้งของการสื่อสารและประหยัดพลังงาน ดังนั้น จะต้องพิจารณ์ให้เหมาะสมกับการใช้งาน

2.5.1 เทคโนโลยีเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย

เทคโนโลยีเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย (Wireless Sensor Networks : WSN) ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำงานแบบอัตโนมัติ โดยอุปกรณ์เหล่านั้นถูกติดตั้งให้กระจายอยู่ทั่วเครือข่ายเพื่อตรวจวัดคุณสมบัติต่างๆ ของสิ่งแวดล้อมที่เราสนใจ ติดตามเฝ้าระวังเหตุการณ์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางกายภาพที่เกิดขึ้น ได้แก่ แสง, ความชื้น, อุณหภูมิ, การสั่นสะเทือน, ความดัน, การเคลื่อนไหว, สารเคมีและมลพิษ ฯลฯ และทำการประมวลผลข้อมูลเหล่านั้น เพื่อให้ตอบสนองกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมได้โดยอัตโนมัติ

จากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี 3 ด้าน ได้แก่

1. เทคโนโลยีเซนเซอร์ ที่มีขนาดเล็กและความแม่นยำในการวัดสูง

2. เทคโนโลยีหน่วยประมวลผลที่มีขนาดเล็ก ใช้พลังงานต่ำ และประมวลผลได้อย่างรวดเร็ว

3. เทคโนโลยีการติดต่อสื่อสารไร้สาย ที่ส่งข้อมูลได้ถูกต้องและใช้พลังงานต่ำ รวมถึงขนาดของเสาอากาศและอุปกรณ์ต่อเชื่อมที่มีขนาดเล็ก

การรวมกันของสามเทคโนโลยีนี้ จึงทำให้เกิดเซนเซอร์ที่มีขนาดเล็ก ใช้พลังงานต่ำ สามารถวัดค่าและเก็บข้อมูลจากสถานที่จริงได้อย่างถูกต้อง ประมวลผลได้ด้วยตัวเอง และติดต่อสื่อสารถึงกันเป็นเครือข่ายไร้สาย

2.5.2 คุณสมบัติของเซนเซอร์และเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย

- เซนเซอร์ มีขนาดเล็ก เพื่อสะดวกในการติดตั้ง กระจายครอบคลุมบริเวณของเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายในการเก็บข้อมูล

- เซนเซอร์ มีแหล่งพลังงานและความสามารถในการประมวลผลจำกัด

- เซนเซอร์และเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย สามารถจัดการตัวเองได้ โดยไม่ต้องมีมนุษย์เข้าไปควบคุมหรือช่วยเหลือ

- เซนเซอร์บางส่วนที่เกิดขัดข้องทำงานไม่ได้ ไม่ค่อยมีผลเสียหายต่อเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย เนื่องจากจะยังมีเซนเซอร์อื่นอยู่ ปรับให้ใช้งานแทนกันได้ โครงสร้างเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายจึงเป็นโครงสร้างที่ไม่แน่นอน มีความยืดหยุ่นและเปลี่ยนแปลงได้อยู่ตลอดเวลา [7]

ตัวอย่างการใช้งานระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย ได้แก่

- ระบบตรวจจับการบุกรุก การติดตั้งเซนเซอร์ไว้รอบๆ พื้นที่ เพื่อตรวจจับการบุกรุกในบริเวณที่ห้ามเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระบบเตือนวิบัติภัย การติดตั้งเซนเซอร์ไว้ภายใต้กำแพงทดลองที่สร้างขึ้น เพื่อศึกษาผลกระทบของแผ่นดินไหวต่อโครงสร้างอาคาร ที่ได้จากจำลองแผ่นดินไหวในลักษณะต่างๆ เพื่อพยากรณ์และเตือนภัยให้สามารถป้องกันและลดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน

- ระบบเฝ้าตรวจสอบและควบคุมทางด้านเกษตรกรรม โดยการติดตั้งเซนเซอร์ในพื้นที่เกษตรกรรม ทำการตรวจวัดแสง, อุณหภูมิ, ความชื้นที่เหมาะแก่การเพาะปลูก เพื่อเพิ่มปริมาณและคุณภาพของผลผลิตทางการเกษตร

- ระบบขนส่งจราจรอัจฉริยะ เพื่อช่วยเพิ่มความปลอดภัย ลดการจราจรติดขัดและเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งจราจร

- ระบบตรวจสอบควบคุมในงานอุตสาหกรรม โดยการติดตั้งเซนเซอร์ไว้ที่ท่อส่งสารเคมีในโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อตรวจจับการรั่วซึมของสารเคมี

- ระบบเฝ้าตรวจสอบและควบคุม เพื่อการรักษาสุขภาพและการพยาบาล

จะเห็นได้ว่านักวิทยาศาสตร์ แพทย์ เกษตรกรและวิศวกรสามารถใช้ประโยชน์จากระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายได้มากมายในหลายรูปแบบ ช่วยลดข้อจำกัดในกรณีสถานที่หรือสิ่งแวดล้อมไม่อำนวยต่อใช้งานระบบเครือข่ายที่มีสายไฟหรือสายเคเบิล อีกทั้ง ระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายยังง่ายต่อการติดตั้งและการบำรุงรักษา จึงมีการนำมาใช้งานมากขึ้น

2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์

เทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันเป็นอย่างมาก มีการนำมาใช้อย่างกว้างขวาง โดยเป็นส่วนประกอบที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า ระบบควบคุมอัตโนมัติต่างๆ มีการพัฒนาให้มีความสามารถในการประมวลผลข้อมูลได้รวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ และมีราคาไม่แพง สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมได้อย่างอิสระ ทำให้มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน นอกจากนี้ ยังมีความสามารถในการเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำให้อุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้าสามารถเชื่อมข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ และนำมาประยุกต์ใช้กับระบบต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) มาจากคำสองคำบวกกัน คือ ไมโคร (Micro) และ คอนโทรลเลอร์ (Controller) ไมโคร หมายถึง สิ่งที่มีขนาดเล็ก, คอนโทรลเลอร์ หมายถึง ส่วนควบคุม ดังนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ จึงหมายถึง อุปกรณ์ควบคุมที่มีขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีความสามารถคล้ายกับระบบคอมพิวเตอร์ เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ประกอบด้วยหน่วยประมวลผลกลาง, หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน ทำหน้าที่ประมวลผลตามโปรแกรมหรือชุดคำสั่ง

โครงสร้างโดยทั่วไป ของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น สามารถแบ่งออกมาได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้ [6]

1. หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit) ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลตามคำสั่งโปรแกรม ส่วนรีจิสเตอร์จะเก็บข้อมูลและกำหนดการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

2. หน่วยความจำ (Memory) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ Program Memory เป็นหน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก ข้อมูลใดๆ ที่ถูกเก็บไว้ จะไม่สูญหายไป แม้ไม่มีไฟเลี้ยง และ Data Memory เป็นหน่วยความจำข้อมูล เก็บข้อมูลจากการประมวลผลของซีพียู และเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยง ข้อมูลก็จะหายไป

3. ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ต (Port) มี 2 ลักษณะ คือ พอร์ตอินพุต (Input Port) รับสัญญาณหรือข้อมูล เพื่อนำไปประมวลผลและส่งไปพอร์ตเอาต์พุต และพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ทำการแสดงผล

4. ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือบัส (BUS) คือ เส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่าง ซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus), บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus)

5. วงจรสัญญาณนาฬิกา ทำหน้าที่ กำเนิดสัญญาณนาฬิกาควบคุมจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

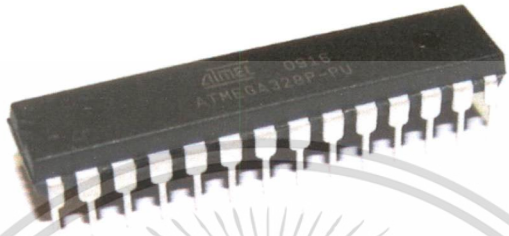
2.7 ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR

ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เป็นไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ของบริษัท Atmel สถาปัตยกรรมภายในเป็นแบบ RISC (Reduced Instruction set Computer) โดยจะพยายามทำงานให้เสร็จสิ้นภายใน 1 รอบสัญญาณนาฬิกา (1 Clock Cycle) ซึ่งก็จะประมาณ 1 คำสั่งต่อ 1 รอบสัญญาณนาฬิกา ประกอบด้วยหน่วยความจำโปรแกรมภายในที่เป็นแบบแฟลช (Flash) สำหรับหน่วยความจำโปรแกรม และหน่วยความจำ SRAM สำหรับหน่วยความจำข้อมูล นอกจากนี้ยังมีหน่วยความจำแบบ EEPROM ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลเอาไว้ได้โดยไม่จำเป็นต้องมีไฟเลี้ยงอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1 ATmega328

ATmega328 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ของ ATMEL ในตระกูล AVR มีขนาดเล็กแต่เพียบพร้อมด้วยทรัพยากรพื้นฐานต่างๆ โดยจะมีลักษณะดังรูป 2.7



รูปที่ 2.7 ขาต่างๆ ของ ATmega328

2.7.2 คุณสมบัติของ ATmega328 [8]

- เป็นไอซีขนาด 8 บิต
- มีหน่วยความจำโปรแกรมภายในแบบ Flash ขนาด 32 กิโลไบต์
- มีหน่วยความจำภายในแบบ SRAM ขนาด 2 กิโลไบต์
- มีหน่วยความจำภายในแบบ EEPROM ขนาด 1 กิโลไบต์
- สนับสนุนการเชื่อมต่อแบบ I2C
- พอร์ตอินพุต/เอาต์พุต จำนวน 23 พอร์ต
- วงจรนับ/จับเวลา ขนาด 8 บิตจำนวน 2 ตัว และขนาด 16 บิต จำนวน 1 ตัว
- สนับสนุนช่องสัญญาณสำหรับสร้าง PWM จำนวน 6 ช่องสัญญาณ
- มีการเชื่อมต่อแบบอนุกรม (Serial Parallel Interface : SPI) ได้ทั้งแบบมาสเตอร์และสเลฟ (Master/Slave)
- มีตัวแปลงสัญญาณแอนะล็อกให้เป็นดิจิทัล ขนาด 10 บิต จำนวน 8 ช่องสัญญาณ
- ทำงานได้ตั้งแต่ย่านแรงดัน 1.8 - 5.5 Volts
- ช่วงอุณหภูมิที่ทำงานได้ –40 ถึง 85 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

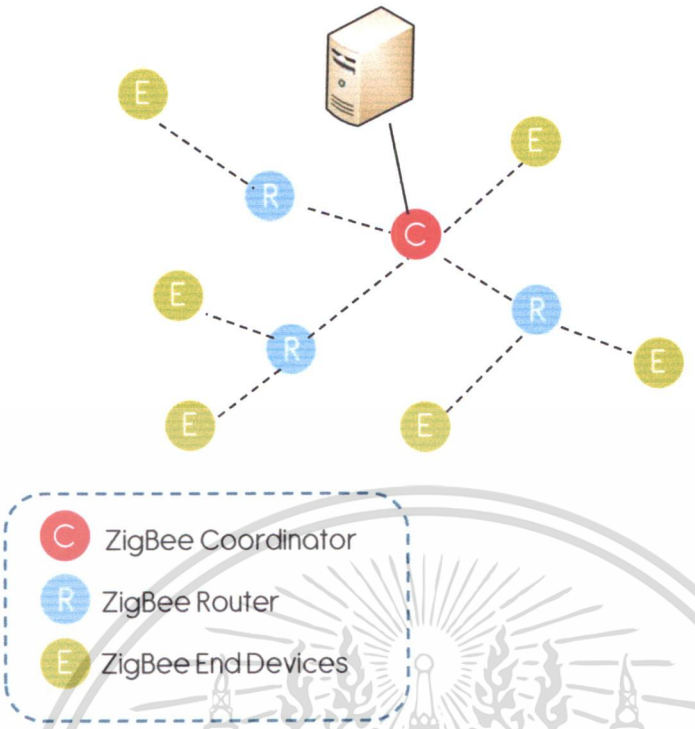
2.8 เทคโนโลยีซิกบี (ZigBee)

ซิกบี เป็นหนึ่งในมาตรฐานการสื่อสารระยะใกล้ที่ใช้เทคโนโลยี IEEE 802.15.4 สำหรับการสื่อสารในเครือข่ายพื้นที่ส่วนบุคคล (Wireless Personal Area Network : WPAN) หลักการทำงานของซิกบี จะมีการรับ-ส่ง คลื่นสัญญาณข้อมูล ผ่านเซนเซอร์แบบจุดต่อจุดไปเรื่อยๆ จนถึงปลายทางที่ต้องการดาวน์โหลดข้อมูลลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมาตรฐานนี้เป็นการเน้นสื่อสารแบบประหยัดพลังงาน มีอัตราการรับ-ส่งข้อมูลต่ำ ใช้พลังงานต่ำ และมีคุณสมบัติการจัดการเครือข่ายด้วยตัวเซนเซอร์เองได้ โดยมีจุดประสงค์เพื่อนำมาใช้งานร่วมกันเป็นระบบ ที่เรียกว่า เครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย (WSN) ซึ่งสามารถทำงานได้ทุกสภาพแวดล้อม ทั้งในอาคารและนอกอาคาร เซนเซอร์สามารถทนแดด ทนฝน และอยู่ได้ด้วยการใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ ขนาดเล็กได้นานเป็นเดือนเป็นปี ระบบนี้จึงเหมาะสมใช้กับงานตรวจจับและตรวจสอบสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่สนใจได้ [5]

สามารถแบ่งประเภท ZigBee ตามลักษณะการทำงานได้ 3 แบบ คือ

1. ZigBee Router มีหน้าที่ รับส่งข้อมูล ในเส้นทางต่าง ๆ ของเครือข่าย
2. ZigBee End Device เป็นอุปกรณ์ปลายทางสุด ซึ่งจะใช้รับสัญญาณจากเซนเซอร์ที่ปลายทาง โดยที่ใช้พลังงานต่ำในการทำงาน
3. ZigBee Coordinator มีหน้าที่สร้างการสื่อสาร เชื่อมโยงเครือข่าย ระหว่าง End Device กับ Router, Coordinator กับ Router หรือ Coordinator กับ Coordinator ด้วยกัน กำหนด address ให้กับ device ที่อยู่ในวงเครือข่าย ไม่ให้ซ้ำกัน ดูแลจัดการเรื่องการ Routing เส้นทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
139332



รูปที่ 2.8 ประเภทของ ZigBee ตามลักษณะการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

3.1 วิเคราะห์ความต้องการของระบบ

ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำของการเลี้ยงสัตว์น้ำ จากเดิมเป็นการติดตามโดยใช้เจ้าหน้าที่ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำ ทำให้มีข้อจำกัดต่างๆ เนื่องจาก เจ้าหน้าที่ต้องมีความรู้ความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง เพราะต้องมีการเตรียมเครื่องมือในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ จำนวนบุคลากรหรือเจ้าหน้าที่อาจไม่เพียงพอหากต้องติดตามวัดคุณภาพน้ำในหลายๆ พื้นที่ รวมถึงข้อจำกัดในเรื่องของความถี่ในการเข้าไปตรวจวัด ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน และเจ้าหน้าที่อาจมีการปฏิบัติงานหรือบันทึกผลผิดพลาด ทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการปฏิบัติงาน ส่งผลต่อข้อมูลคุณภาพน้ำอาจได้ข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง

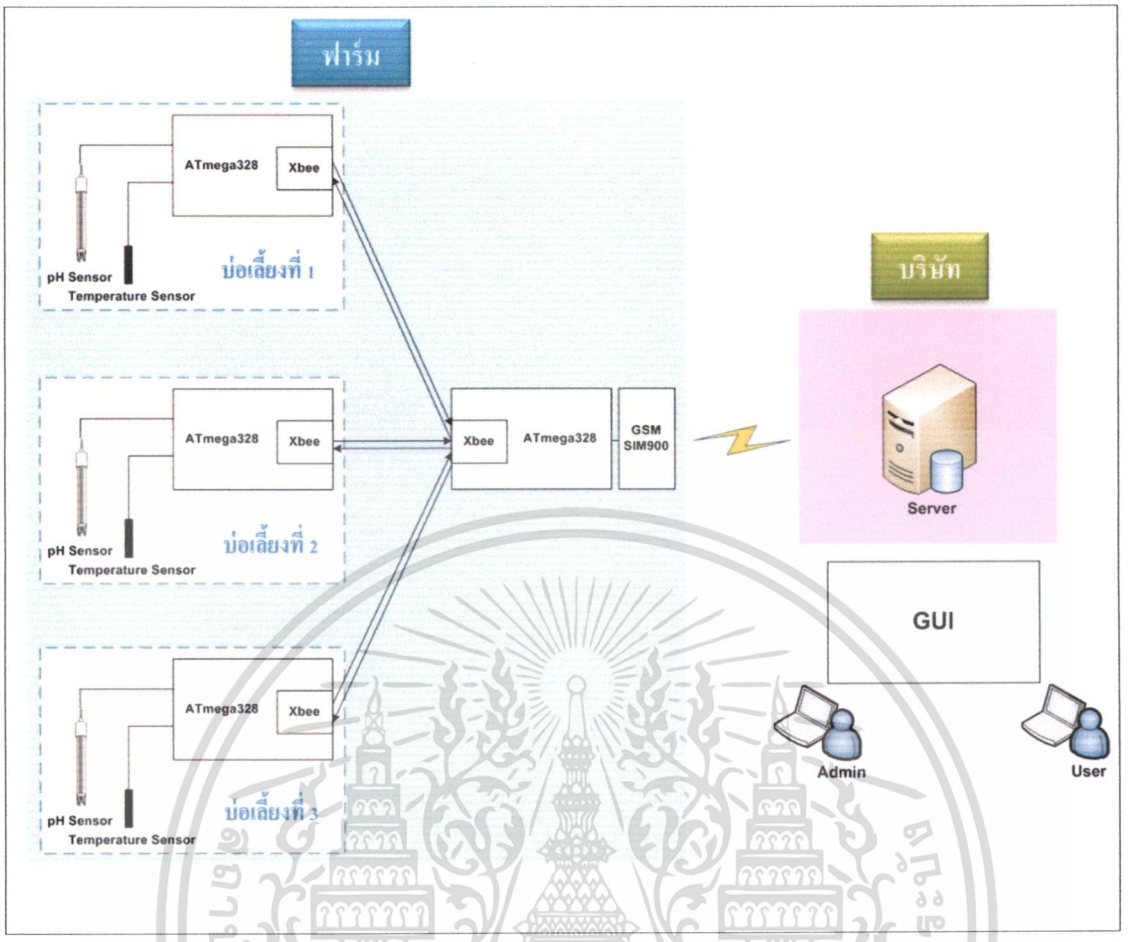
ระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับการเลี้ยงสัตว์น้ำ จะเป็นการตรวจวัดคุณภาพน้ำโดยการกำหนดความถี่ในการตรวจวัดและเก็บข้อมูล ข้อมูลจะถูกส่งจากเซนเซอร์ผ่านระบบเครือข่ายไร้สายไปยังเครื่องแม่ข่าย เพื่อทำการจัดเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูล และสามารถนำเสนอข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ตได้

3.2 หลักการทำงานของระบบ

โดยระบบจะประกอบด้วย เซนเซอร์ที่ทำการวัดค่าอุณหภูมิและเซนเซอร์ที่ทำการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยนำไปติดตั้งบริเวณบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำแต่ละบ่อในฟาร์ม เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการอ่านค่าจากเซนเซอร์ ส่งข้อมูลผ่านอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณไร้สาย และทำการส่งข้อมูลที่ได้จากการวัดไปบันทึกไว้ในฐานข้อมูลของเครื่องแม่ข่าย โดยผู้ดูแลระบบ (Admin) และผู้ใช้งาน (User) สามารถเรียกดูข้อมูลที่ได้จากการวัดผ่านทางอินเทอร์เน็ต ดังรูป 3.1

โดยในส่วนของระบบต้นแบบในการตรวจวัดคุณภาพน้ำ จะทำการทดลองวัดคุณภาพน้ำ 1 บ่อเลี้ยง เนื่องจากยังมีข้อจำกัดในส่วนของงบประมาณของอุปกรณ์ในการวัดคุณภาพน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 ภาพรวมของระบบ

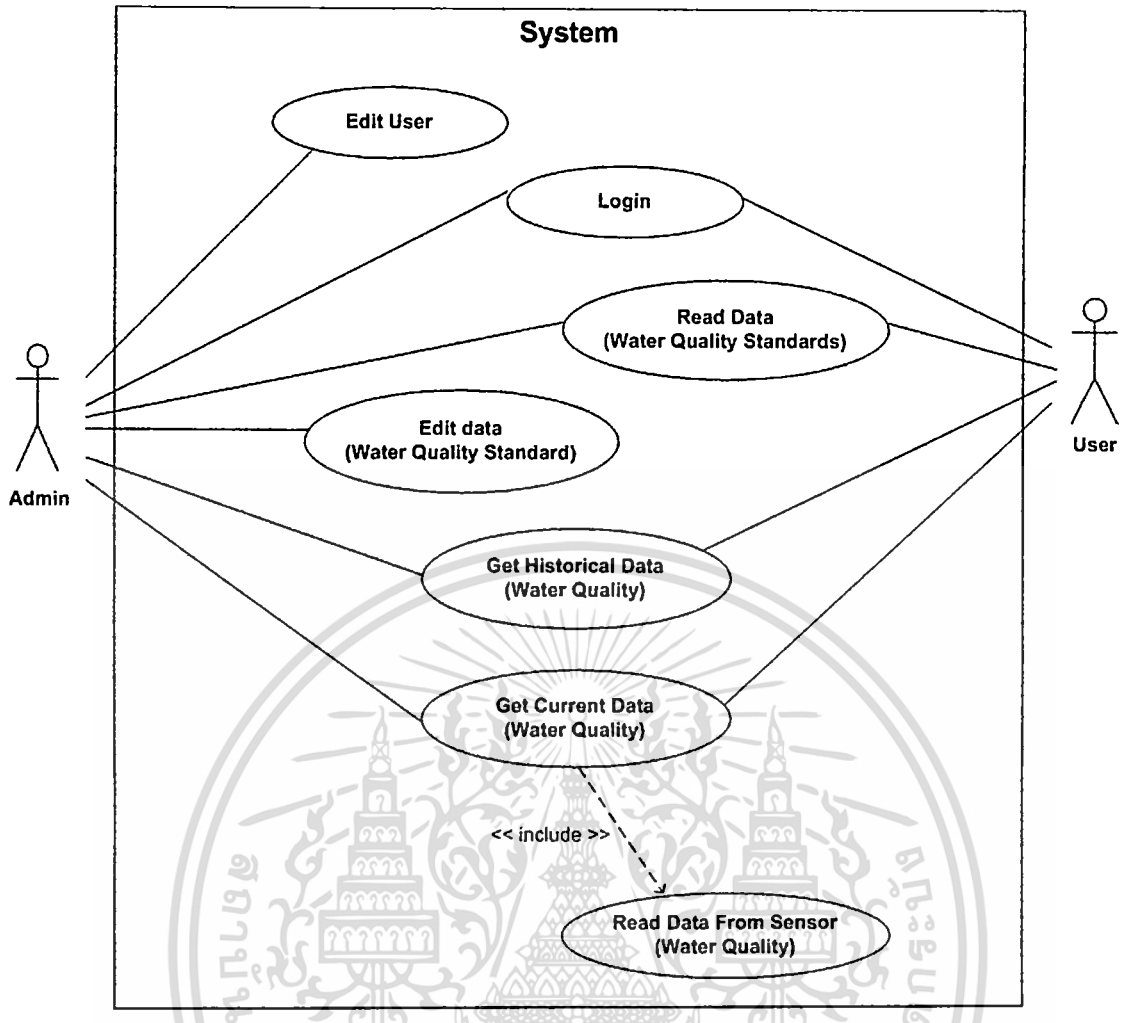
3.3 ยูสเคสไดอะแกรม

จากการวิเคราะห์ระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับการเลี้ยงสัตว์น้ำ มีแอคเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับระบบ ดังนี้

1. Admin เป็นผู้ที่ดูแลระบบ อาจหมายถึงเจ้าหน้าที่ของบริษัทที่จัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์เคมีเกษตร ทำหน้าที่ตรวจสอบและดูแลระบบ สามารถแก้ไขข้อมูลต่างๆ ในระบบได้

2. User เป็นผู้ใช้งานระบบ อาจหมายถึงเจ้าของฟาร์ม หรือผู้ที่ดูแลฟาร์ม เพื่อเรียกดูข้อมูลคุณภาพน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



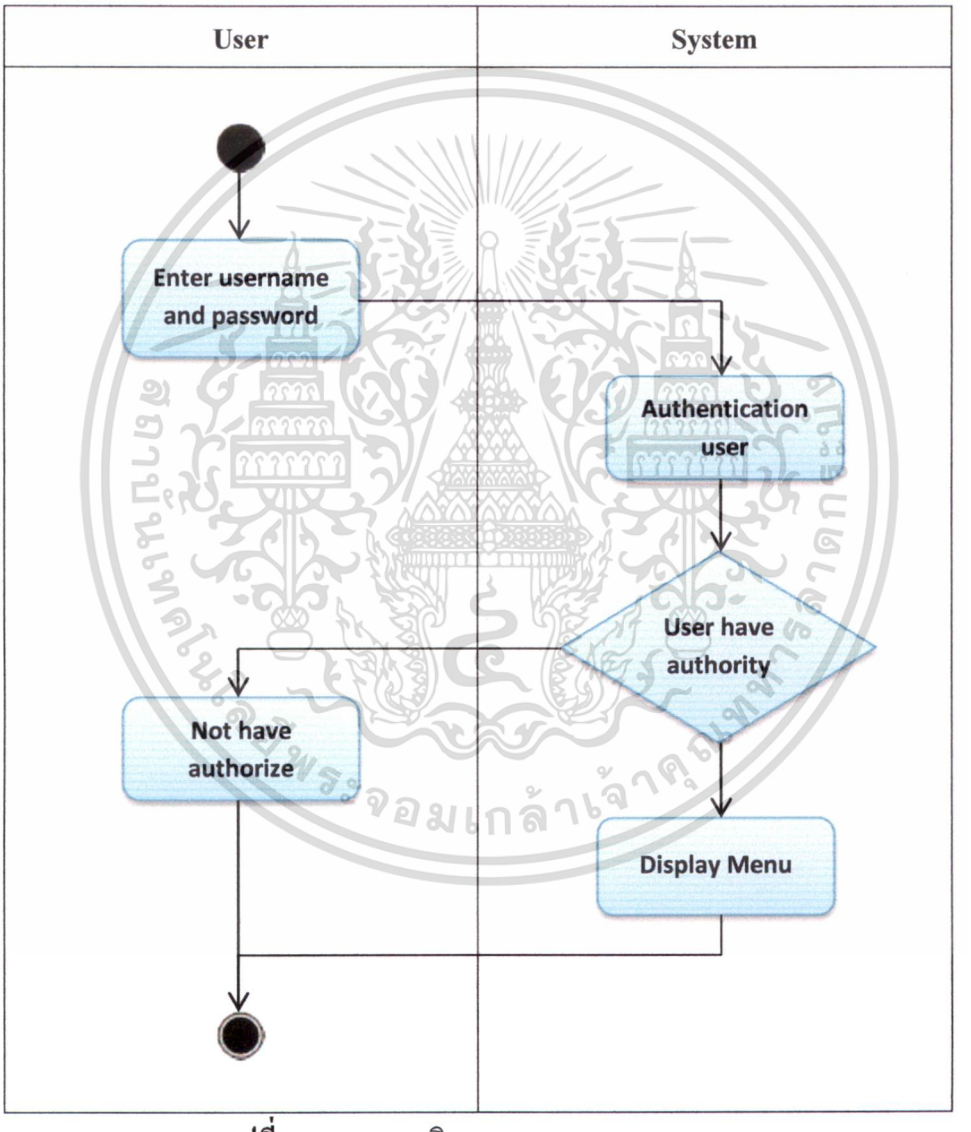
รูปที่ 3.2 ยูสเคสของระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับการเลี้ยงสัตว์น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 แผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram)

3.4.1 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส login

- ระบบทำการรับข้อมูลชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน
- ระบบทำการตรวจสอบสิทธิ์ของผู้ใช้งาน
- ถ้ามีสิทธิ์ในการใช้งาน ระบบจะแสดงหน้าจอเมนูในการใช้งานตามสิทธิ์

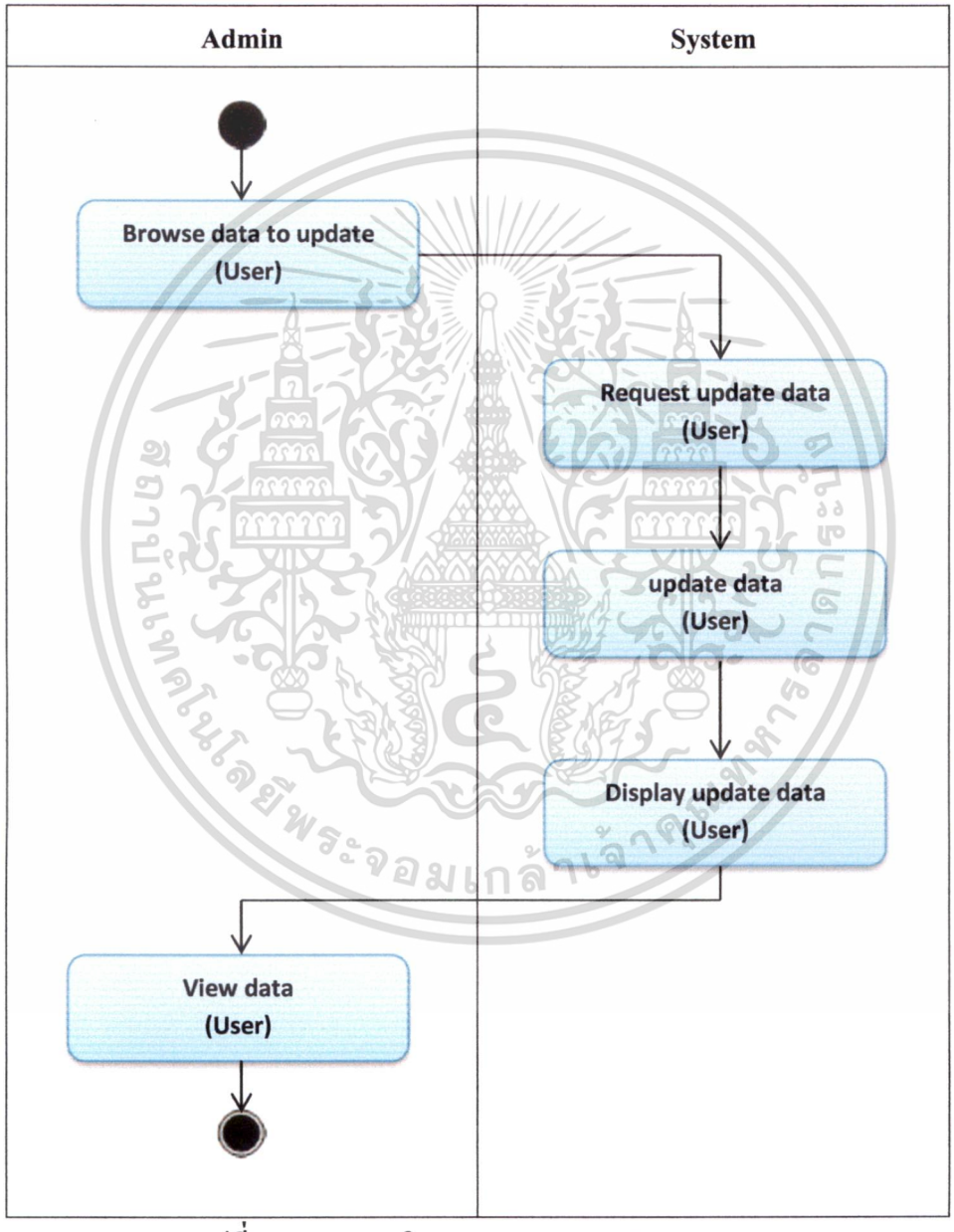


รูปที่ 3.3 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส login

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Edit User

- ผู้ดูแลระบบทำการสืบค้นข้อมูลผู้ใช้งานที่จะทำการแก้ไข
- ระบบทำการร้องขอการแก้ไขข้อมูลผู้ใช้งาน
- ระบบทำการแก้ไขข้อมูลผู้ใช้งาน
- ระบบแสดงข้อมูลผู้ใช้งานที่มีการแก้ไขเรียบร้อยแล้ว

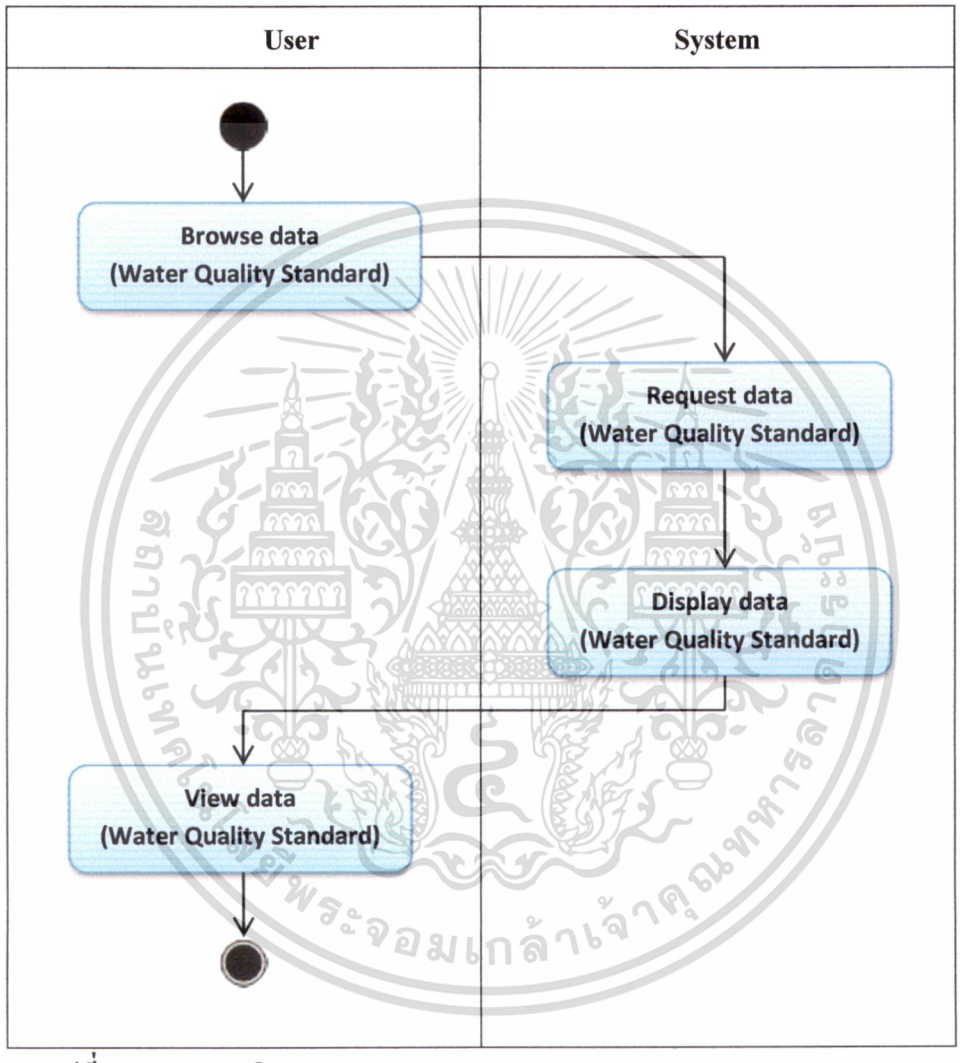


รูปที่ 3.4 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Edit User

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Read Data (Water Quality Standard)

- ผู้ใช้ทำการสืบค้นข้อมูลมาตรฐานคุณภาพน้ำ
- ระบบทำการร้องขอข้อมูลมาตรฐานคุณภาพน้ำ
- ระบบแสดงข้อมูลมาตรฐานคุณภาพน้ำ

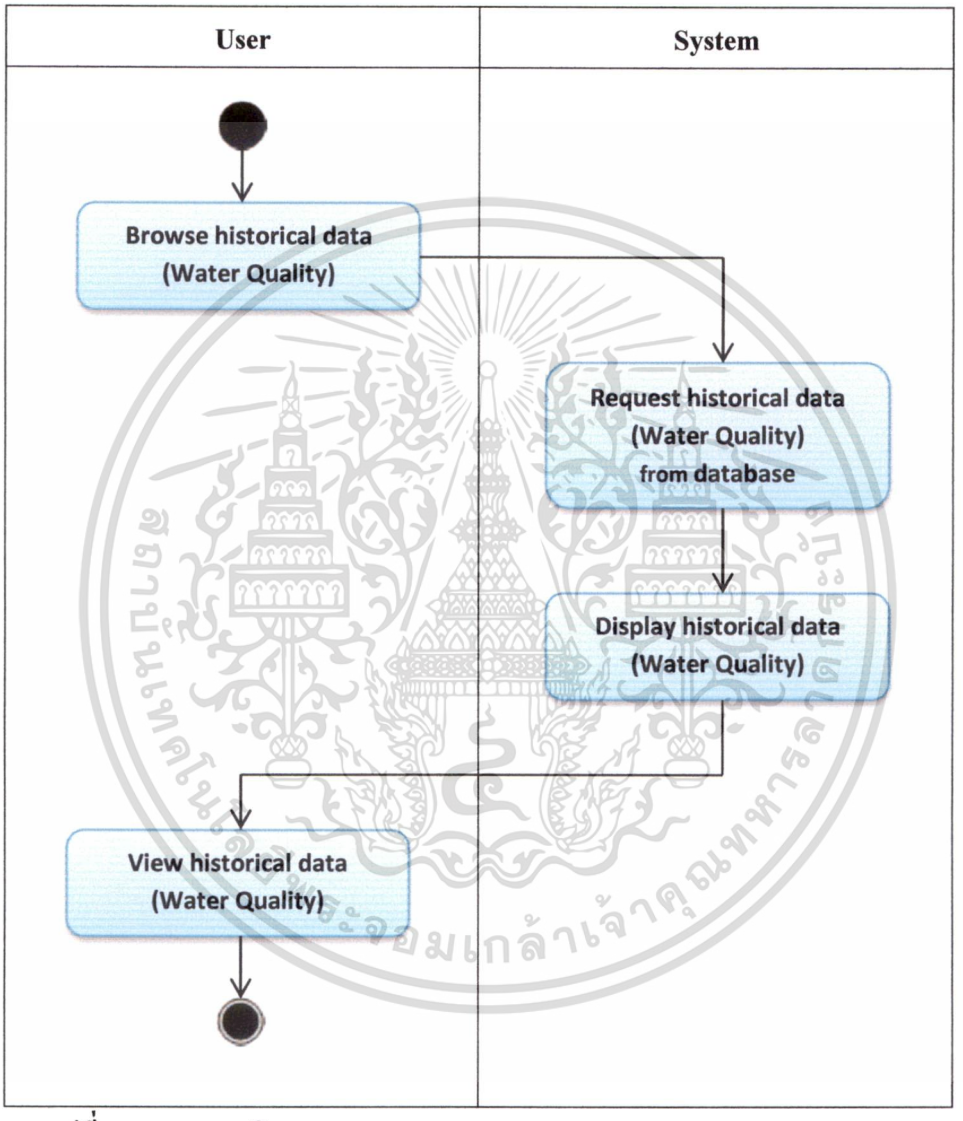


รูปที่ 3.5 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Read Data (Water Quality Standard)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Get Historical Data (Water Quality)

- ผู้ใช้ทำการสืบค้นข้อมูลคุณภาพน้ำย้อนหลัง
- ระบบทำการร้องขอเพื่อดึงข้อมูลคุณภาพน้ำย้อนหลังจากฐานข้อมูล
- ระบบแสดงผลข้อมูลคุณภาพน้ำย้อนหลัง

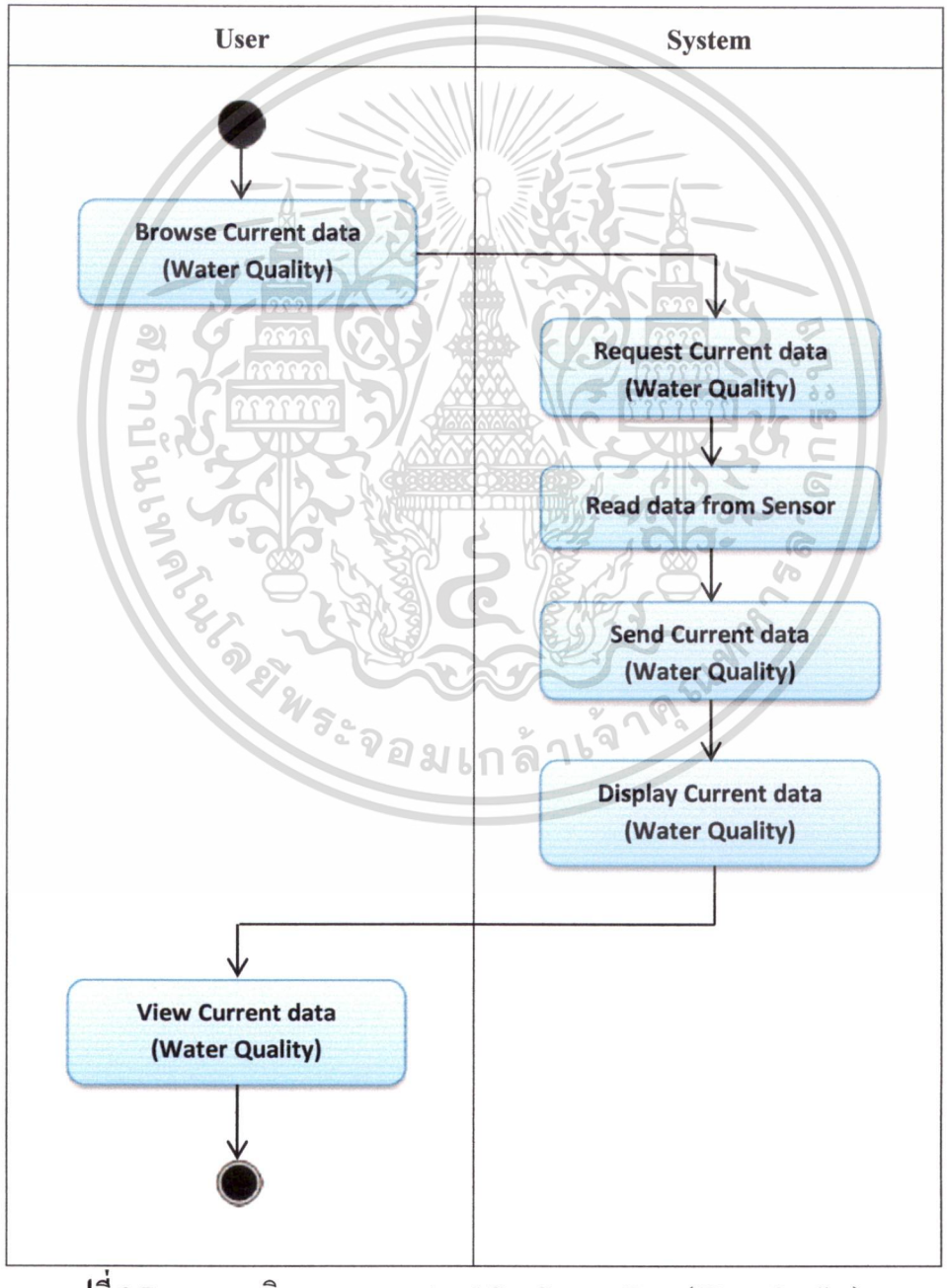


รูปที่ 3.6 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Get Historical Data (Water Quality)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.5 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Get Current Data (Water Quality)

- ผู้ใช้ทำการสืบค้นข้อมูลคุณภาพน้ำปัจจุบัน
- ระบบทำการร้องขอข้อมูลคุณภาพน้ำปัจจุบันจากระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย
- ระบบทำการอ่านค่าคุณภาพน้ำจากเซนเซอร์
- ระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายทำการส่งค่าคุณภาพน้ำที่วัดได้จากจากเซนเซอร์มายังระบบ
- ระบบแสดงผลข้อมูลคุณภาพน้ำปัจจุบัน

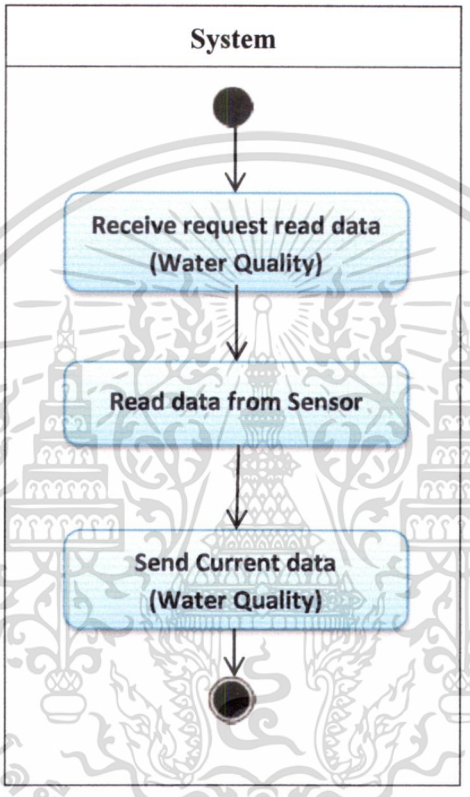


รูปที่ 3.7 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Get Current Data (Water Quality)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Read Data From Sensor (Water Quality)

- ระบบทำการร้องขอข้อมูลคุณภาพน้ำปัจจุบันจากระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย
- ระบบทำการอ่านค่าคุณภาพน้ำจากเซนเซอร์
- ระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายทำการส่งค่าคุณภาพน้ำที่วัดได้จากจากเซนเซอร์มายังระบบ



รูปที่ 3.8 แผนภาพกิจกรรมของยูสเคส Read Data From Sensor (Water Quality)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 พจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary)

ตารางที่ 3.1 MEMBER

ชื่อข้อมูล	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	PK	FK	ตารางอ้างอิง
Member_id	รหัสสมาชิก	Integer (5)	PK		
username	ชื่อผู้ใช้	Varchar(20)			
password	รหัสผ่าน	Varchar(20)			
firstname	ชื่อ	Varchar(50)			
lastname	นามสกุล	Varchar(50)			
tel	เบอร์โทรศัพท์	Varchar(10)			
email	อีเมล์	Varchar(50)			

ตารางที่ 3.2 LOCATION

ชื่อข้อมูล	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	PK	FK	ตารางอ้างอิง
farm_id	รหัสฟาร์ม	Integer (5)	PK		
farm_name	ชื่อฟาร์ม	Varchar(20)			
pond	ชื่อบ่อเลี้ยง	Varchar(10)			
Farm_desc	รายละเอียดฟาร์ม	Text			
Member_id	รหัสสมาชิก	Integer (5)		FK	**MEMBER**

ตารางที่ 3.3 SENSOR

ชื่อข้อมูล	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	PK	FK	ตารางอ้างอิง
sensor_id	รหัสเซนเซอร์	Integer (2)	PK		
senser_name	ชื่อเซนเซอร์	Varchar(20)			
sensor_desc	รายละเอียดเซนเซอร์	Varchar(200)			
sensor_status	สถานะการใช้งาน	Char(1)			

ตารางที่ 3.4 PROCESS_DATA

ชื่อข้อมูล	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	PK	FK	ตารางอ้างอิง
process_id	รหัสเซนเซอร์	Integer (5)	PK		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

ชื่อข้อมูล	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	PK	FK	ตารางอ้างอิง
senser_name	ชื่อเซนเซอร์	Varchar(20)		FK	SENSOR
ph	ค่าความเป็นกรดด่าง	Float(3,2)			
temperature	ค่าอุณหภูมิ	Float(3,2)			
date_time	วัน เวลา ของข้อมูล	Timestamp			
farm_name	ชื่อฟาร์ม	Varchar(20)		FK	LOCATION
pond	ชื่อบ่อเลี้ยง	Varchar(10)		FK	LOCATION
username	ชื่อผู้ใช้ระบบ	Varchar(20)		FK	MEMBER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การดำเนินการและการทำงานของระบบ

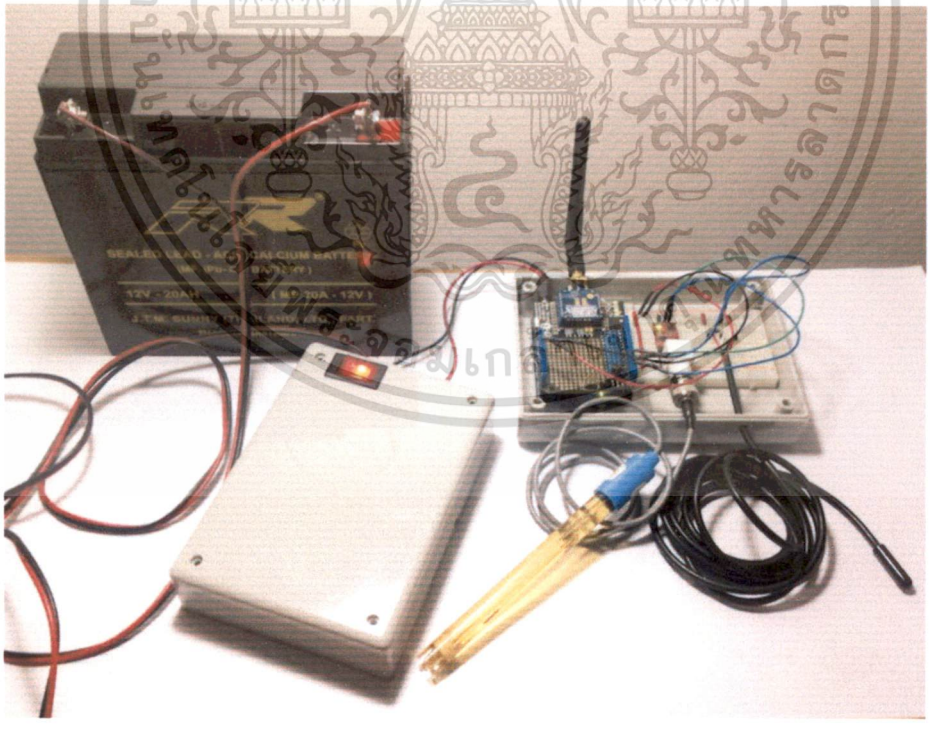
การพัฒนาระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายเพื่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ ได้มีการออกแบบระบบในส่วนของอุปกรณ์และส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ ดังนี้

4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายเพื่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ แบ่งเป็นสองส่วน ได้แก่ ส่วนเซนเซอร์วัดคุณภาพน้ำ และส่วนที่บันทึกข้อมูลคุณภาพน้ำ

4.1.1 ส่วนเซนเซอร์วัดคุณภาพน้ำ

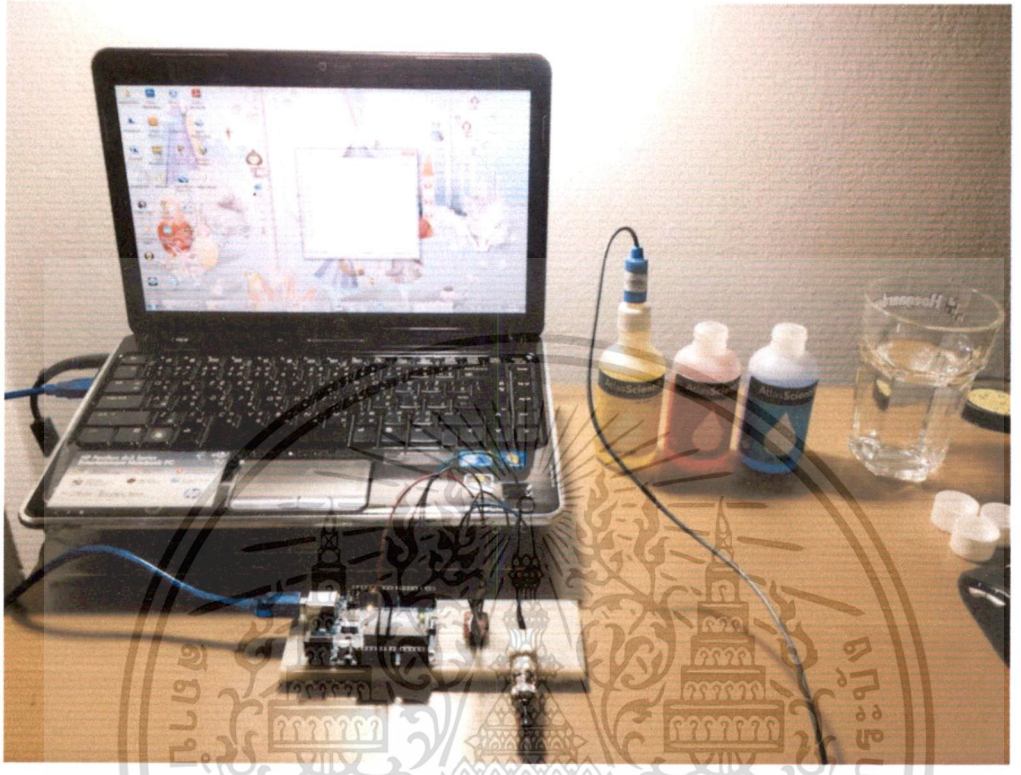
ส่วนเซนเซอร์วัดคุณภาพน้ำ จะประกอบด้วยเซนเซอร์ที่ใช้วัดค่าความเป็นกรดด่าง (pH) และอุณหภูมิ (Temperature) เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการวัดค่า และส่งข้อมูลผ่าน XBee ไปยังส่วนที่บันทึกข้อมูลคุณภาพน้ำ



รูปที่ 4.1 อุปกรณ์ส่วนเซนเซอร์วัดคุณภาพน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนเซนเซอร์วัดคุณภาพน้ำ จะต้องทำการ Claribrate Probe ของ pH Sensor ให้ทำการจดจำค่า pH ในแต่ละค่า pH 7, pH4 และ pH 10

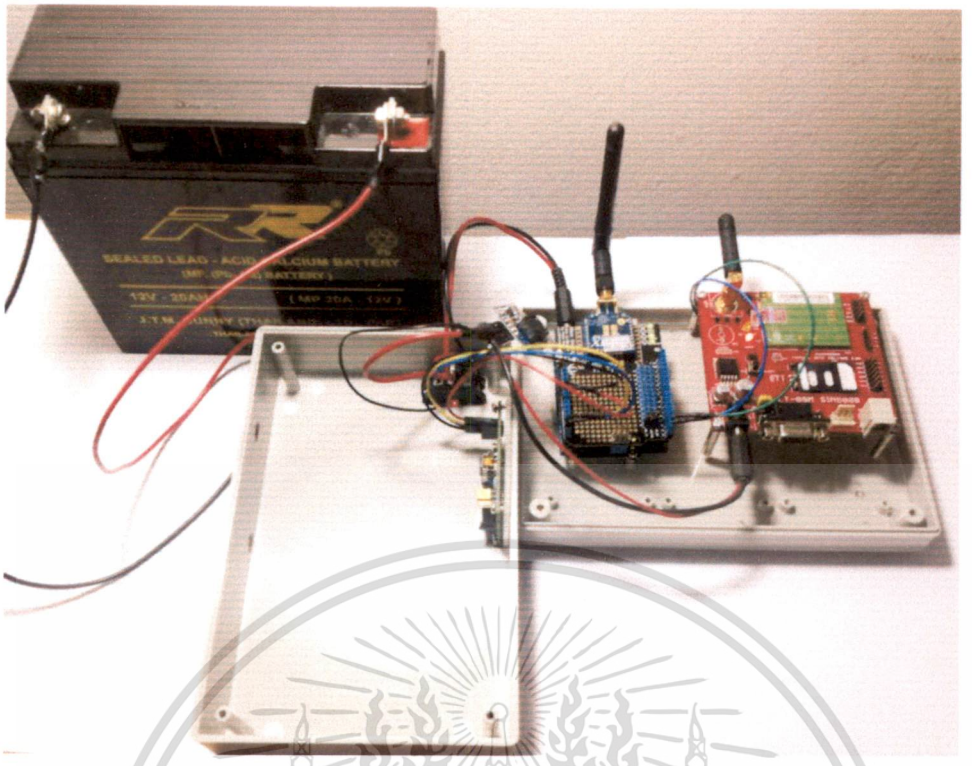


รูปที่ 4.2 Claribrate Probe ของ pH Sensor

4.1.2 ส่วนที่บันทึกข้อมูลคุณภาพน้ำ

ส่วนที่บันทึกข้อมูลคุณภาพน้ำ จะประกอบด้วย GSM Module เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ และ Real Time Clock เพื่อใช้บอกเวลาที่วัดค่า และในการส่งขอค่าคุณภาพน้ำ XBee ที่เชื่อมต่อของส่วนที่บันทึกข้อมูลคุณภาพน้ำ จะทำการรับค่าที่ได้จาก XBee ส่วนเซนเซอร์วัดคุณภาพน้ำ และส่งค่าไปยังเซิร์ฟเวอร์

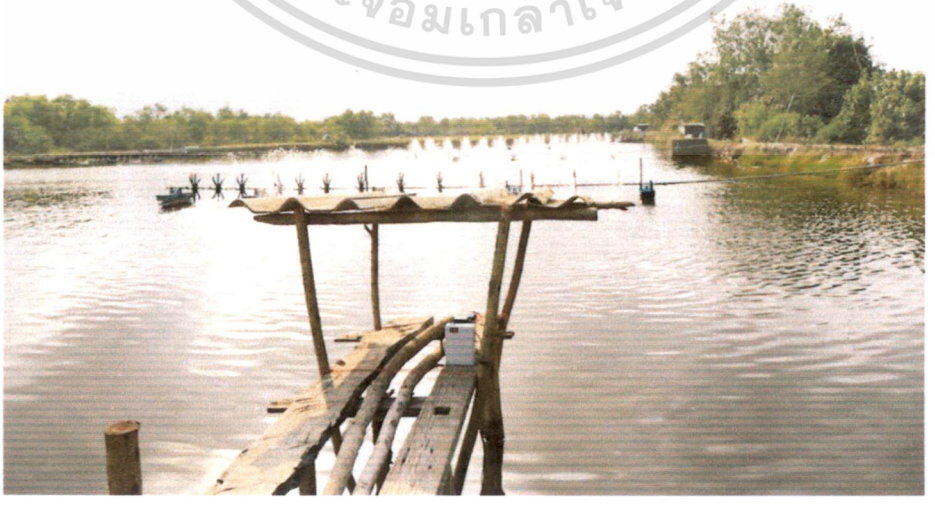
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 อุปกรณ์ส่วนที่บันทึกข้อมูลคุณภาพน้ำ

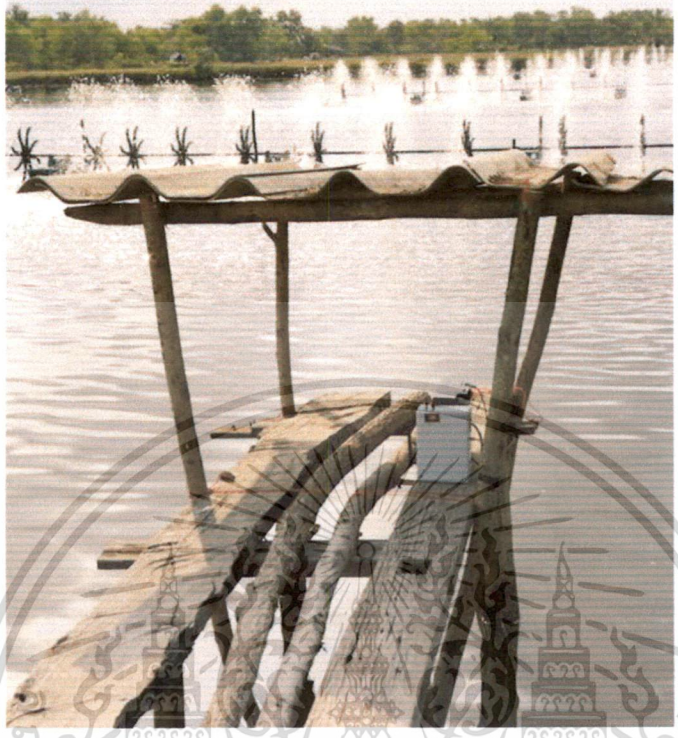
4.2 การติดตั้งอุปกรณ์

นำส่วนเซนเซอร์วัดคุณภาพน้ำไปทำการติดตั้งเพื่อทำการวัดค่าคุณภาพน้ำ ดังรูป 4.4 และรูป 4.5



รูปที่ 4.4 การติดตั้งอุปกรณ์ส่วนเซนเซอร์วัดคุณภาพน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 การติดตั้งอุปกรณ์ส่วนเซนเซอร์วัดคุณภาพน้ำ

ทำการวางอุปกรณ์ส่วนที่บันทึกข้อมูลคุณภาพน้ำ ไว้ในที่เก็บของของฟาร์มใกล้ๆ กับบ่อเลี้ยง เพื่อทำการส่งไปขอค่าจากส่วนเซนเซอร์วัดคุณภาพน้ำ

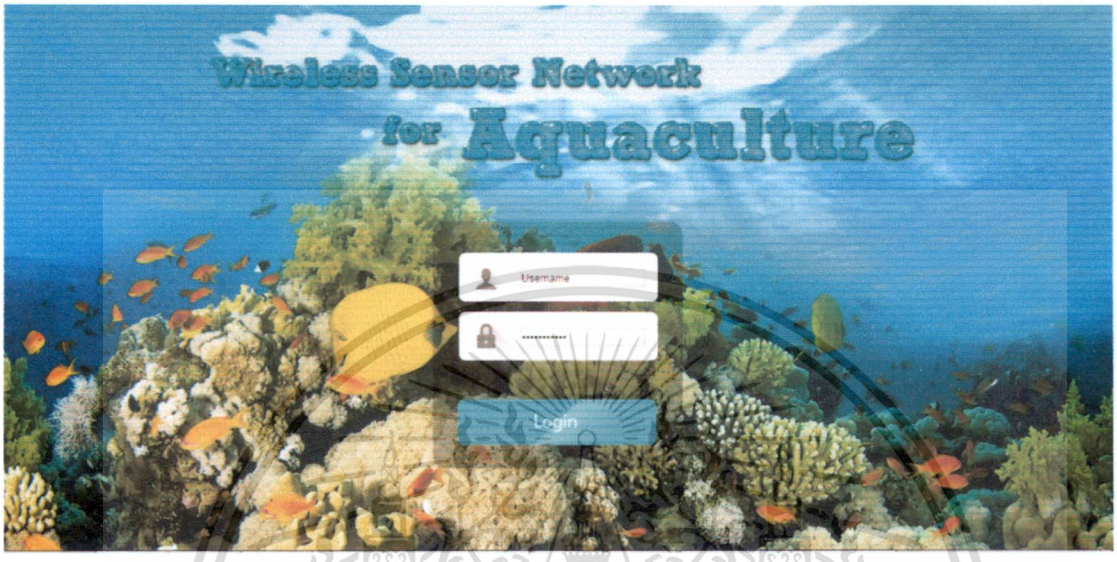
รูปที่ 4.6 อุปกรณ์ส่วนที่บันทึกข้อมูลคุณภาพน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ส่วนติดต่อประสานงานกับผู้ใช้

4.3.1 หน้าจอล็อกอิน

สมาชิกสามารถล็อกอินเข้าใช้งานระบบผ่านอินเทอร์เน็ต โดยใช้ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน



รูปที่ 4.7 หน้าจอล็อกอิน

4.3.2 หน้าจอหลัก

เมื่อล็อกอินสำเร็จ จะแสดงหน้าจอหลัก

รูปที่ 4.8 หน้าจอหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 หน้าจอมาตรฐานคุณภาพน้ำ

สามารถเรียกดูข้อมูลมาตรฐานคุณภาพน้ำ ของค่าความเป็นกรดด่างและค่าอุณหภูมิได้

รูปที่ 4.9 หน้าจอมาตรฐานคุณภาพน้ำ

รูปที่ 4.10 หน้าจอมาตรฐานความเป็นกรด-ด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.11 หน้าจอมาตรฐานอุณหภูมิ

4.3.4 หน้าจอคุณภาพน้ำที่วัดได้ล่าสุด

สามารถทำการแสดงค่าความเป็นกรดด่างและค่าอุณหภูมิล่าสุดที่วัดได้

รูปที่ 4.12 หน้าจอคุณภาพน้ำที่วัดได้ล่าสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

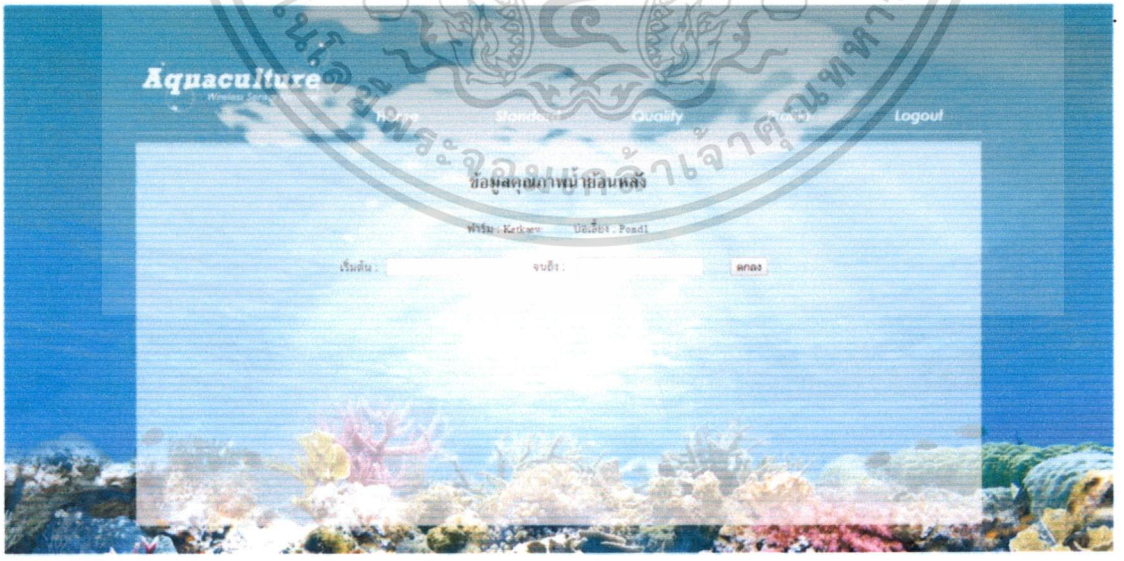
4.3.5 หน้าจอเลือกฟาร์มและบ่อเลี้ยง

สามารถเลือกฟาร์มและบ่อเลี้ยงที่ต้องการเรียกดูข้อมูลค่าความเป็นกรดด่างและค่าอุณหภูมิล่าสุดย้อนหลังได้

รูปที่ 4.13 หน้าจอเลือกฟาร์มและบ่อเลี้ยง

4.3.6 หน้าจอเลือกวันที่และช่วงเวลา

สามารถเลือกวันที่และช่วงเวลาที่ต้องการเรียกดูข้อมูลค่าความเป็นกรดด่างและค่าอุณหภูมิล่าสุดย้อนหลังได้



รูปที่ 4.14 หน้าจอเลือกวันที่และช่วงเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.7 หน้าจอแสดงข้อมูลคุณภาพน้ำย้อนหลัง

สามารถเรียกดูข้อมูลค่าความเป็นกรดด่างและค่าอุณหภูมิล่าสุดย้อนหลังได้

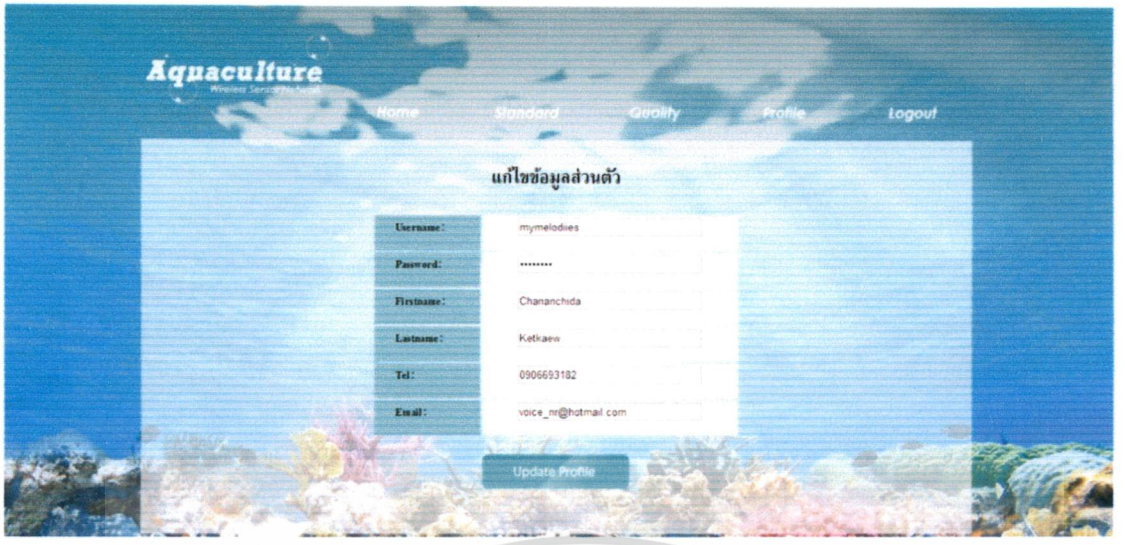
รูปที่ 4.15 แสดงข้อมูลคุณภาพน้ำย้อนหลัง

4.3.8 หน้าจอข้อมูลส่วนตัว

ผู้ใช้สามารถเรียกดูข้อมูลส่วนตัวและแก้ไขข้อมูลส่วนตัวได้

รูปที่ 4.16 หน้าจอข้อมูลส่วนตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 หน้าจอแก้ไขข้อมูลส่วนตัว

4.3.9 หน้าจอออกจากระบบ

สามารถออกจากระบบโดยการคลิกปุ่ม Logout จากนั้นระบบจะกลับเข้าสู่หน้าล็อกอิน

รูปที่ 4.18 หน้าจอออกจากระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุป

จากผลการทดลอง สามารถทำการเก็บค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าอุณหภูมิ ซึ่งเป็นดัชชีชี้วัดคุณภาพน้ำที่สำคัญ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ และสามารถเรียกดูข้อมูลผ่านทางอินเทอร์เน็ตได้ จากการที่ได้นำอุปกรณ์ไปติดตั้งทำให้เจ้าของฟาร์ม สามารถเรียกดูค่าดัชนีคุณภาพน้ำได้อย่างต่อเนื่อง หากค่าที่เก็บมีความผิดปกติ จะสามารถหาวิธีแก้ไขได้ทันเวลา และสามารถนำอุปกรณ์ไปติดตั้งในบ่อพักน้ำ หรือบ่อเลี้ยงที่เพิ่งรับน้ำเข้าใหม่ จะได้ทราบถึงค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าอุณหภูมิ ก่อนที่จะปล่อยสัตว์น้ำลงสู่บ่อเลี้ยงใหม่ เพื่อเป็นการเตรียมบ่อน้ำให้เหมาะสม ช่วยลดความเสี่ยงจากปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นได้

5.2 แนวทางการพัฒนา

ข้อมูลดัชนีคุณภาพน้ำมีหลายค่า ได้แก่ อุณหภูมิ (Temperature), ความเป็นกรด-ด่าง (pH Value), ออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen : DO), ความกระด้าง (Hardness), ความเค็ม (salinity), แอมโมเนีย และไนไตรท์ ซึ่งอาจนำไปพัฒนาต่อในการเปลี่ยนเซนเซอร์วัดค่าดัชนีอื่นๆ มาเปรียบเทียบกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. 2556. **คู่มือการตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมอย่างง่าย.** [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.pcd.go.th/public/publications/en_print_pol.cfm?task=inspect

กรมประมง. 2556. **การวิเคราะห์น้ำ.** [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.nicaonline.com/download/analysis3.pdf

กรมประมง. 2556. **เกณฑ์คุณภาพน้ำที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ.** [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://extension.fisheries.go.th/bkk_fisheries/knowledge4.html

กรมประมง. 2556. **คำแนะนำการปฏิบัติที่ดีสำหรับการเลี้ยงกุ้งขาวแบบพัฒนา.** [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.fisheries.go.th/if-suratthani/web2/images/download/vannamei.pdf

พงษ์ศักดิ์ กีรติวินทกร. 2556. **เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายระยะใกล้ (Bluetooth and ZigBee).** [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://thaitelecomkm.org/TTE/topic/attach/Bluetooth_and_Zigbee/index.php

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2556. **ไมโครคอนโทรลเลอร์.** [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://th.wikipedia.org/wiki/ไมโครคอนโทรลเลอร์

สุชา สุพิทยภรณ์พงศ์. 2556. **เครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย (Wireless Sensor Network).** [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.thaitelecomkm.org/TTE/topic/attach/Wireless_Sensor_Network/index.php

Atmel. **2556. Key parameters for ATmega328.** [Online]. Available : http://www.atmel.com/devices/ATMEGA328.aspx?tab=parameters

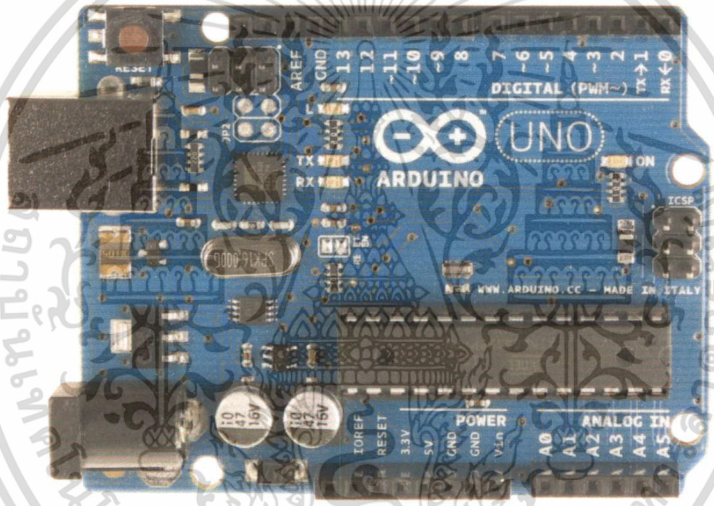
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

1. Arduino Uno

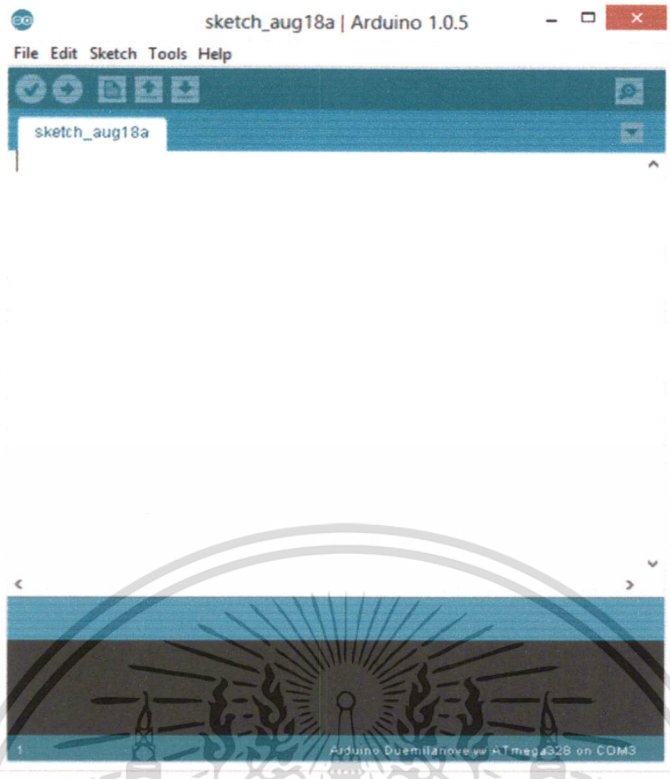
Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้ AVR ขนาดเล็กเป็นตัวประมวลผลและสั่งงาน สนับสนุนการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตต่างๆ ได้มากมาย ทั้งแบบดิจิทัลและแอนะล็อก เช่น การรับค่าจากสวิตซ์ หรือเซนเซอร์แบบต่างๆ รวมไปถึงการควบคุมอุปกรณ์เอาต์พุต เช่น หลอดไฟ, รีเลย์ ฯลฯ



รูปที่ ก.1 บอร์ด Arduino UNO w/ATmega 328

ส่วนโปรแกรมพัฒนา Arduino แบบโอเพนซอร์ส (Open Source) ทำงานได้หลายแพลตฟอร์ม ทั้งบนวินโดวส์ แมคอินทอช และลีนุกซ์ ใช้สำหรับการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยภาษาในการเขียนโปรแกรมลงบน Arduino นั้นจะใช้ภาษาซี C โดยเรียกใช้ฟังก์ชันและไลบรารีของ Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.2 โปรแกรม Arduino IDE

2. XBee

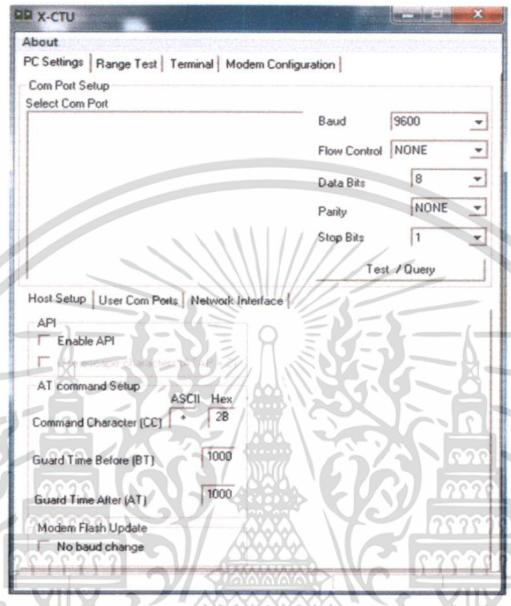
XBee 2mW RPSMA - Series 2 (Zigbee Mesh) เป็นโมดูล รับส่งสัญญาณไร้สาย ย่านความถี่ 2.4 GHz ตามมาตรฐานโปรโตคอล Zigbee/IEEE 802.15.4 โดยใช้พลังงานต่ำ (ที่ 3.3 Volt) รับส่งข้อมูลอัตราความเร็ว 250Kbps จุดต่อสายอากาศแบบ RP-SMA รองรับเครือข่ายแบบ mesh

รูปที่ ก.3 อุปกรณ์ XBee

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. โปรแกรม X-CTU

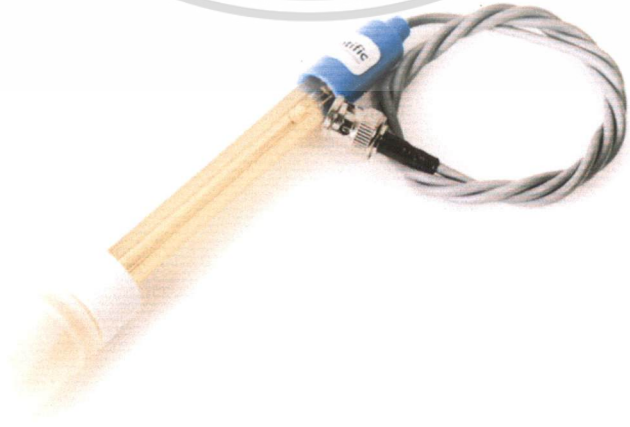
X-CTU เป็นซอร์ฟแวร์อินเตอร์เฟสบนคอมพิวเตอร์ที่จะช่วยในการ Update Firmware หรือการทดสอบการใช้งาน หรือ ปรับค่าพารามิเตอร์กับอุปกรณ์Xbee โดยสามารถดาวน์โหลดซอร์ฟแวร์มาได้ฟรีจาก Digi (X-CTU Software) สำหรับการใช้งานสามารถอ่านจากคู่มือ X-CTU Configuration & Test Utility Software User Guild



รูปที่ ก.4 โปรแกรม X-CTU

4. เซนเซอร์วัดความเป็นกรด-ด่าง (pH Sensor)

เซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ใช้เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อทำการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง



รูปที่ ก.5 pH Probe

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

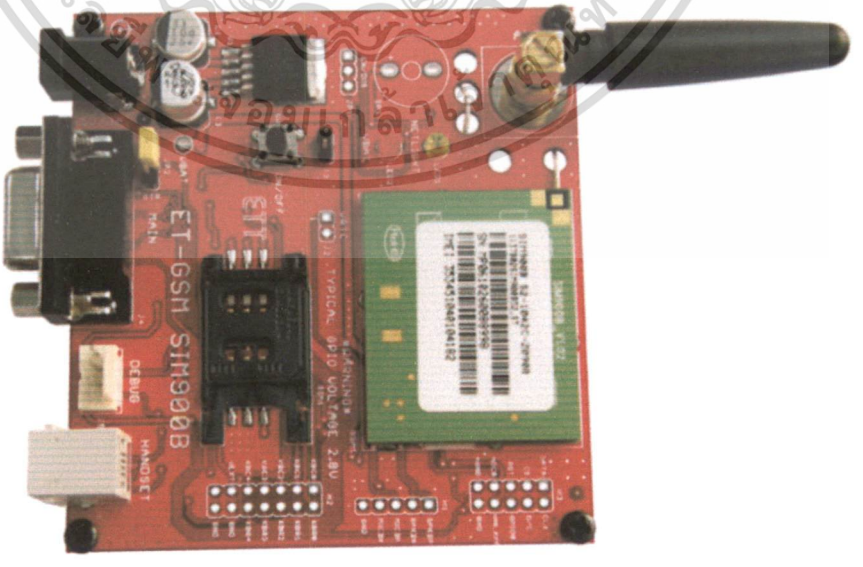
4. เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (Temperature Sensor)

DS18B20 เป็น IC วัดอุณหภูมิแบบดิจิตอลของ Dallas Semiconductor สามารถวัดอุณหภูมิเป็นหน่วยองศา C ในช่วง -55C ถึง 125C ที่ความละเอียด 9-12 บิต และมีความแม่นยำอยู่ที่ 0.5C

รูปที่ ก.6 Temperature Sensor

5. GSM SIM900B

ในโครงงานนี้ได้มีการใช้ GSM SIM900B เพื่อเป็นอุปกรณ์ในการส่งข้อมูลผ่านระบบจีพีอาร์เอส โดยที่โมดูลจะต้องใส่ซิมการ์ดเพื่อที่ติดต่อกับเครือข่ายของผู้ให้บริการ



รูปที่ ก.7 ET-GSM SIM 900B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน	นางสาวชนัญชิดา เกตุแก้ว
วันเกิด	29 ตุลาคม 2531
ที่อยู่	189 หมู่บ้านแกรนด์วิลเลจ ซอยลาดพร้าว 80/3 ถนนลาดพร้าว แขวงวังทองหลาง เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร 10310

ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญาตรี	วิทยาศาสตรบัณฑิต เทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเซนต์จอห์น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้