การประยุกต์ใช้ดัชนีคุณภาพน้ำ สำหรับการจัดการคุณภาพน้ำชายฝั่ง เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี

Application of Water Quality Index for Coastal Water Quality Management for Aquaculture in Bandon Bay, Surat Thani Province

เกศสรินทร์ รุ่มจิตร

Kassarin Rumjit

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Environmental Management Prince of Songkla University

2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เลขหมู่ TD365 ก795 2559
Bib Key A20986
/20 พ.ย. 2560/

ชื่อวิทยานิพนธ์ การประยุกต์ใช้ดัชนีคุณภาพน้ำ สำหรับการจัดการคุณภาพน้ำชายฝั่ง เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ผู้เขียน นางสาวเกศสรินทร์ รุ่มจิตร

สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

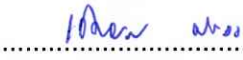
.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.พนาลี ชีวกิดาการ)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์)



.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เจิดจรรย์ ศิริวงศ์)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

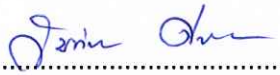
(ดร.ไชยวัฒน์ รงค์สยามานนท์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.พนาลี ชีวกิดาการ)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมหมาย เชี่ยววารีสัจจะ)



.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชลินดา อริยเดช)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. ธีระพล ศรีชนะ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.พนาลี ชีวกิดาการ)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลงชื่อ .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ลงชื่อ .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เจิดจรรย์ ศิริวงศ์)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ลงชื่อ .....เกศสรินทร์.....รุ่มจิตร.....
(นางสาวเกศสรินทร์ รุ่มจิตร)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....เกศรินทร์ รุ่มจิตร.....

(นางสาวเกศสรินทร์ รุ่มจิตร)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ การประยุกต์ใช้ดัชนีคุณภาพน้ำ สำหรับการจัดการคุณภาพน้ำชายฝั่งเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ผู้เขียน นางสาวเกศสรินทร์ รุ่มจิตร

สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม

ปีการศึกษา 2558

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อจัดทำดัชนีคุณภาพน้ำ สำหรับการจัดการคุณภาพน้ำชายฝั่งเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ทำการศึกษาโดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิของคุณภาพน้ำในพื้นที่บริเวณอ่าวบ้านดอนตั้งแต่ปี 2540-2556 จำนวน 21 ตัวแปร ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง ออกซิเจนละลายน้ำ ความเค็ม อุณหภูมิ ความโปร่งใส สารแขวนลอย ความเป็นด่าง แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม แบคทีเรียกลุ่มวิบริโอ บีโอดี แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนไตรท์-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส คลอโรฟิลล์ เอ ปรอท แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสารหนู ใช้ค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรคุณภาพน้ำที่มีต่อผลการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจากการตอบแบบประเมินความคิดเห็นของกลุ่มผู้ที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งในพื้นที่

ผลการศึกษาได้สมการคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานีคือ

$$WQI_c = 0.072I_{DO_{\%sat}} + 0.069I_{pH} + 0.066I_{alkalinity} + 0.065I_{NH_3-N} + 0.065\left(0.2\left(I_{Hg} + I_{Cd} + I_{Pb} + I_{Cu} + I_{As}\right)\right) + 0.064I_{BOD} + 0.062I_{salinity} + 0.060I_{NO_2-N} + 0.060I_{Temp} + 0.057I_{Trans} + 0.057I_{vibrio} + 0.056I_{NO_3-N} + 0.052I_{TCB} + 0.052I_{PO_4-P} + 0.051I_{SS} + 0.051I_{FCB} + 0.044I_{chlorophyll\,a}$$

เมื่อนำสมการที่ศึกษาได้มาใช้คำนวณคุณภาพน้ำในพื้นที่อ่าวบ้านดอน พบว่า พื้นที่อ่าวบ้านดอนมีดัชนีคุณภาพน้ำเท่ากับ 72.27 ซึ่งมีคุณภาพน้ำอยู่ในระดับดี นอกจากนี้ยังพบว่าค่าดัชนีคุณภาพน้ำที่คำนวณได้กับค่า DO deficit มีแนวโน้มสัมพันธ์กัน (r = -0.652) ทำให้สามารถนำสมการความสัมพันธ์ดังกล่าวมาใช้ในการคำนวณดัชนีคุณภาพน้ำฯได้ ในกรณีที่ต้องการความสะดวก รวดเร็ว ในการประเมินคุณภาพน้ำผลการคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำจากการใช้ความสัมพันธ์ดังกล่าวพบว่าค่าเฉลี่ยของดัชนีคุณภาพน้ำฯที่คำนวณได้เท่ากับ 75.32 ซึ่งให้ค่าระดับคะแนนของดัชนีคุณภาพน้ำฯที่คำนวณได้อยู่ในเกณฑ์ดี สอดคล้องกับการใช้ข้อมูลคุณภาพน้ำ 21 ตัวแปรในการคำนวณ

Thesis Title	Application of water quality index for coastal water quality management for aquaculture in Bandon Bay, Surat Thani province
Author	Miss Kassarin Rumjit
Major Program	Environmental Management
Academic Year	2015

ABSTRACT

The study aimed to develop Water Quality Index (WQI) for coastal water management in the aquaculture areas, especially in Bandon Bay, Surat Thani province. Applying secondary data, 21 water quality parameters of Bandon bay; pH, dissolved oxygen (DO), salinity, temperature, transparency, suspended solids, alkalinity, fecal coliform bacteria, Vibrio , BOD_5, Ammonia-nitrogen, Nitrite-nitrogen, Nitrate-nitrogen, Phosphate-phosphorus, Chlorophyll a, Hg, Cd, Pb, Cu, and As, were analysed. Weighting of each parameter obtained from using questionnaire to aquaculture stakeholders in Bangdon Bay was calculated.

The results showed that WQI equations calculated for aquaculture areas in Bandon Bay, Surat Thani province were as followed;

$$\begin{aligned} WQI_c = {} & 0.072I_{DO_{\%sat}} + 0.069I_{pH} + 0.066I_{alkalinity} + 0.065I_{NH_3-N} \\ & + 0.065\left(0.2\left(I_{Hg} + I_{Cd} + I_{Pb} + I_{Cu} + I_{As}\right)\right) + 0.064I_{BOD} + 0.062I_{salinity} \\ & + 0.060I_{NO_2-N} + 0.060I_{Temp} + 0.057I_{Trans} + 0.057I_{vibrio} + 0.056I_{NO_3-N} \\ & + 0.052I_{TCB} + 0.052I_{PO_4-P} + 0.051I_{SS} + 0.051I_{FCB} + 0.044I_{chlorophyll\,a} \end{aligned}$$

This equation found that the WQI in Bandon Bay, Surat Thani province was 72.27 (in good condition). On the other hand, the WQI had linear correlation to DO deficit (with r = -0.652). Applying the correlation between WQI and DO deficit, the quick result presented WQI was 75.32 which was also in good condition and conformed to the result calculated from 21 parameters.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ด้วยความเมตตากรุณา ช่วยเหลือ แนะนำ และให้คำปรึกษาอย่างดียิ่งจาก รศ.ดร.พนาลี ชีวกิดาการ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผศ.ดร. สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์ และผศ.ดร.เจิดจรรย์ ศิริวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาถ่ายทอดความรู้ แนวคิด วิธีการ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบคุณ ดร.ไชยวัฒน์ รงค์สยามานนท์ รศ.ดร.สมหมาย เชี่ยววารีสัจจะ และ ผศ.ดร.ชลินดา อริยเดช ที่กรุณาสละเวลาเป็นกรรมการสอบและให้คำแนะ ตรวจทาน เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์

ขอขอบคุณผู้เกี่ยวข้องด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ในบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ให้ข้อมูลและให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณบิดา มารดา และทุกคนในครอบครัวที่คอยช่วยเหลือและสนับสนุนในทุกด้าน ทั้งคอยดูแลห่วงใย ให้กำลังใจผู้วิจัยอย่างดียิ่งตลอดมา

นอกจากนี้ยังมีผู้ที่คอยให้ความช่วยเหลืออีกหลายท่าน ซึ่งผู้วิจัยไม่สามารถกล่าวนามได้หมด จึงขอขอบคุณทุกท่านไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

คุณค่าและประโยชน์ทั้งหลายที่ได้รับจากงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทีแด่บิดา มารดา และอาจารย์ที่เคยอบรมสั่งสอน รวมทั้งผู้มีพระคุณทุกท่าน

เกศสรินทร์ รุ่มจิตร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(5)
Abstract	(6)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
รายการตาราง	(10)
รายการภาพ	(12)
คำศัพท์และคำย่อ	(15)
บทที่ 1 บทนำ	**1**
ที่มาและความสำคัญของการวิจัย	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
พื้นที่ศึกษา	3
คุณภาพน้ำ	7
ดัชนีคุณภาพน้ำ	15
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	25
บทที่ 2 วิธีการวิจัย	**31**
การเก็บรวบรวมข้อมูลคุณภาพน้ำและข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง	31
การเก็บข้อมูลค่าน้ำหนักของคุณภาพน้ำโดยใช้แบบประเมินความคิดเห็น	32
การลงพื้นที่เก็บตัวอย่างน้ำและการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ	33
การวิเคราะห์ข้อมูล	35
บทที่ 3 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	**43**
ผลการศึกษาข้อมูลทุติยภูมิของคุณภาพน้ำในช่วงปี พ.ศ.2540 – 2556	43
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดทำดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง บริเวณอ่าวบ้านดอน	59
ดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรณีบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี	63
ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งกับตัวแปรคุณภาพน้ำที่มีอิทธิพลจากเงื่อนไขทางชลศาสตร์ ภูมิอากาศ และเงื่อนไขทางชีวภาพ	68

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
การใช้ประโยชน์ดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับการจัดการคุณภาพน้ำชายฝั่งเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	79
บทที่ 4 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	**81**
สรุปผลการวิจัย	81
ข้อเสนอแนะ	82
เอกสารอ้างอิง	**83**
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก แบบประเมินความคิดเห็น	89
ภาคผนวก ข สภาพบริเวณโดยรอบพื้นที่เก็บตัวอย่างน้ำ	97
ภาคผนวก ค ระดับความสำคัญของคุณภาพน้ำจากแบบประเมินความคิดเห็น	101
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์ค่าคะแนนของตัวแปรคุณภาพน้ำ	105
ภาคผนวก จ ผลการคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (WQI_c) โดยใช้ค่าที่วิกฤต และค่าที่เหมาะสมที่สุด	119
ภาคผนวก ฉ ผลการเก็บตัวอย่างน้ำ	121
ภาคผนวก ช ผลการคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (WQI_c) โดยใช้ค่า DO deficit ในการคำนวณ	139
ประวัติผู้เขียน	141

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สถิติผลผลิตกลุ่มสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานี	5
2	พื้นที่เพาะเลี้ยงหอยและกุ้งทะเลชายฝั่ง บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี	6
3	พื้นที่การเลี้ยงหอยในจังหวัดสุราษฎร์ธานี	7
4	มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลในเขตน่านน้ำไทยตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 27 พ.ศ.2549	11
5	ผลกระทบของคุณภาพน้ำต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทะเลชายฝั่ง	13
6	มาตรฐานคุณภาพน้ำและค่าคุณภาพน้ำที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง	17
7	เกณฑ์คุณภาพน้ำเทียบกับค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน	21
8	ค่าในการถ่วงน้ำหนักแต่ละพารามิเตอร์ดัชนีของฮอร์ตัน	22
9	การคิดคะแนนคุณภาพน้ำแต่ละพารามิเตอร์ของฮอร์ตัน	23
10	รายละเอียดของพื้นที่จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	35
11	วิธีวิเคราะห์คุณภาพน้ำทะเล	35
12	การแบ่งกลุ่มพื้นที่บริเวณชายฝั่งรอบอ่าวบ้านดอนเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล	36
13	แหล่งของข้อมูลคุณภาพน้ำและข้อมูลของตัวแปรคุณภาพน้ำที่รวบรวมจากข้อมูลในช่วงปี 2540-2556 ที่ใช้ในการศึกษา	45
14	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำในภาพรวมของอ่าวบ้านดอนตั้งแต่ปี 2540–2556	47
15	ผลการเปรียบเทียบข้อมูลคุณภาพน้ำระหว่างฤดูฝนและฤดูร้อน	52
16	ผลการเปรียบเทียบข้อมูลคุณภาพน้ำบริเวณอ่าวบ้านดอนระหว่างกลุ่มโดยแยกเป็น 7 กลุ่มพื้นที่	56
17	ค่าน้ำหนักระดับความสำคัญคุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจำแนกตามกลุ่มคุณภาพน้ำ	60
18	ค่าน้ำหนักระดับความสำคัญคุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจำแนกตามแต่ละตัวแปรคุณภาพน้ำ	61
19	สมการสำหรับใช้ปรับค่าคุณภาพน้ำที่วัดได้เป็นค่าระดับคะแนนคุณภาพน้ำของแต่ละตัวแปร	62
20	ผลการคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี	67

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
21	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติระหว่างกลุ่มพื้นที่ของข้อมูลคุณภาพน้ำที่ได้ลงพื้นที่เก็บตัวอย่างในแต่ละตัวแปร	71
22	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติระหว่างกลุ่มฤดูของข้อมูลคุณภาพน้ำที่ได้ลงพื้นที่เก็บตัวอย่างในแต่ละตัวแปร	72
23	สมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีคุณภาพน้ำฯ (WQI_c) กับตัวแปรคุณภาพน้ำ	76
24	ผลการคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำฯคำนวณโดยใช้ข้อมูลคุณภาพน้ำ 21 ตัวแปร และคำนวณจากสมการความสัมพันธ์ของค่า DO deficit และ WQI	78
ค-1	สัดส่วนของค่าน้ำหนักระดับความสำคัญของกลุ่มคุณภาพน้ำแต่ละด้านจากแบบประเมินความคิดเห็น	101
ค-2	สัดส่วนของค่าน้ำหนักระดับความสำคัญของคุณภาพน้ำแต่ละตัวแปรจากแบบประเมินความคิดเห็น	102
ง-1	ข้อมูลที่ใช้ในการพิจารณาเพื่อปรับค่าคะแนนคุณภาพน้ำในแต่ละตัวแปรคุณภาพน้ำ	106
จ-1	ผลการคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำฯ (WQI_c) โดยใช้ค่าที่วิกฤตและค่าที่เหมาะสมที่สุด	119
ฉ-1	ผลการเก็บตัวอย่างน้ำ อำเภอไชยา ครั้งที่ 1	121
ฉ-2	ผลการเก็บตัวอย่างน้ำ อำเภอไชยา ครั้งที่ 2	122
ฉ-3	ผลการเก็บตัวอย่างน้ำ อำเภอไชยา ครั้งที่ 3	123
ฉ-4	ผลการเก็บตัวอย่างน้ำ อำเภอเมือง ครั้งที่ 1	124
ฉ-5	ผลการเก็บตัวอย่างน้ำ อำเภอเมือง ครั้งที่ 2	125
ฉ-6	ผลการเก็บตัวอย่างน้ำ อำเภอเมือง ครั้งที่ 3	126
ฉ-7	ผลการเก็บตัวอย่างน้ำ อำเภอกาญจนดิษฐ์ ครั้งที่ 1	127
ฉ-8	ผลการเก็บตัวอย่างน้ำ อำเภอกาญจนดิษฐ์ ครั้งที่ 2	128
ฉ-9	ผลการเก็บตัวอย่างน้ำ อำเภอกาญจนดิษฐ์ ครั้งที่ 3	129

รายการภาพ

ภาพที่		หน้า
1	อาณาเขตพื้นที่อ่าวบ้านดอน	4
2	แผนภูมิการคำนวณดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไปของกรมควบคุมมลพิษ	20
3	จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	34
4	การจำแนกกลุ่มพื้นที่ต่างๆ รอบอ่าวบ้านดอนเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำ	37
5	ตำแหน่งของจุดเก็บตัวอย่างน้ำจากหน่วยงานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณชายฝั่งบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่ใช้ในการศึกษา	46
6	ดัชนีคุณภาพน้ำฯแต่ละกลุ่มพื้นที่	67
7	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า DO deficit กับดัชนีคุณภาพน้ำฯ	74
8	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเค็มกับดัชนีคุณภาพน้ำฯ	74
9	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าอุณหภูมิกับดัชนีคุณภาพน้ำฯ	75
10	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสารแขวนลอยกับดัชนีคุณภาพน้ำฯ	75
11	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าคลอโรฟิลล์ เอ กับดัชนีคุณภาพน้ำฯ	76
ข-1	สภาพโดยรอบจุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณตำบลพลายวาส อำเภอกาญจนดิษฐ์	97
ข-2	สภาพโดยรอบจุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณแหลมโพธิ์ ตำบลพุมเรียง อำเภอไชยา	98
ข-3	สภาพโดยรอบจุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณตำบลคลองฉนาก อำเภอเมือง	99
ง-1	กราฟความสัมพันธ์ของการปรับค่าอุณหภูมิเพื่อเป็นค่าระดับคะแนนคุณภาพน้ำของอุณหภูมิ	107
ง-2	กราฟความสัมพันธ์ของการปรับค่าความโปร่งใสเพื่อเป็นค่าระดับคะแนนคุณภาพน้ำของความโปร่งใส	107
ง-3	กราฟความสัมพันธ์ของการปรับค่าสารแขวนลอยเพื่อเป็นค่าระดับคะแนนคุณภาพน้ำของสารแขวนลอย	108
ง-4	กราฟความสัมพันธ์ของการปรับค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนละลาย (%) เพื่อเป็นค่าระดับคะแนนคุณภาพน้ำของความอิ่มตัวของออกซิเจนละลาย	108
ง-5	กราฟความสัมพันธ์ของการปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเพื่อเป็นค่าระดับคะแนนคุณภาพน้ำของความเป็นกรด-ด่าง	109

รายการภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ง-6 กราฟความสัมพันธ์ของการปรับค่าความเค็ม เพื่อเป็นค่าระดับคะแนนคุณภาพน้ำของความเค็ม	109
ง-7 กราฟความสัมพันธ์ของการปรับค่าความเป็นด่าง เพื่อเป็นค่าระดับคะแนนคุณภาพน้ำของความเป็นด่าง	110
ง-8 กราฟความสัมพันธ์ของการปรับค่าบีโอดี เพื่อเป็นค่าระดับคะแนนคุณภาพน้ำของบีโอดี	110
ง-9 กราฟความสัมพันธ์ของการปรับค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจน เพื่อเป็นค่าระดับคะแนนคุณภาพน้ำของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน	111
ง-10 กราฟความสัมพันธ์ของการปรับค่าไนไตรท์-ไนโตรเจน เพื่อเป็นค่าระดับคะแนนคุณภาพน้ำของไนไตรท์-ไนโตรเจน	111
ง-11 กราฟความสัมพันธ์ของการปรับค่าไนเตรท-ไนโตรเจน เพื่อเป็นค่าระดับคะแนนคุณภาพน้ำของไนเตรท-ไนโตรเจน	112
ง-12 กราฟความสัมพันธ์ของการปรับค่าฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส เพื่อเป็นค่าระดับคะแนนคุณภาพน้ำของฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส	112
ง-13 กราฟความสัมพันธ์ของการปรับค่าแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม เพื่อเป็นค่าระดับคะแนนคุณภาพน้ำของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม	113
ง-14 กราฟความสัมพันธ์ของการปรับค่าแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม เพื่อเป็นค่าระดับคะแนนคุณภาพน้ำของแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม	113
ง-15 กราฟความสัมพันธ์ของการปรับค่าแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอ เพื่อเป็นค่าระดับคะแนนคุณภาพน้ำของแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอ	114
ง-16 กราฟความสัมพันธ์ของการปรับค่าคลอโรฟิลล์ เอ เพื่อเป็นค่าระดับคะแนนคุณภาพน้ำของคลอโรฟิลล์ เอ	114
ง-17 กราฟความสัมพันธ์ของการปรับค่าปรอท เพื่อเป็นค่าระดับคะแนนคุณภาพน้ำของปรอท	115
ง-18 กราฟความสัมพันธ์ของการปรับค่าแคดเมียม เพื่อเป็นค่าระดับคะแนนคุณภาพน้ำของแคดเมียม	115
ง-19 กราฟความสัมพันธ์ของการปรับค่าตะกั่ว เพื่อเป็นค่าระดับคะแนนคุณภาพน้ำของตะกั่ว	116

รายการภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

ง-20 กราฟความสัมพันธ์ของการปรับค่าทองแดง เพื่อเป็นค่าระดับคะแนนคุณภาพน้ำของทองแดง 116

ง-21 กราฟความสัมพันธ์ของการปรับค่าสารหนู เพื่อเป็นค่าระดับคะแนนคุณภาพน้ำของสารหนู 117

ฉ-1 กราฟแสดงผลการเก็บตัวอย่างน้ำอำเภอไชยา (ฤดูฝนครั้งที่1) 130

ฉ-2 กราฟแสดงผลการเก็บตัวอย่างน้ำอำเภอไชยา (ฤดูฝนครั้งที่2) 131

ฉ-3 กราฟแสดงผลการเก็บตัวอย่างน้ำอำเภอไชยา (ฤดูร้อน) 132

ฉ-4 กราฟแสดงผลการเก็บตัวอย่างน้ำอำเภอเมือง (ฤดูฝนครั้งที่1) 133

ฉ-5 กราฟแสดงผลการเก็บตัวอย่างน้ำอำเภอเมือง (ฤดูฝนครั้งที่2) 134

ฉ-6 กราฟแสดงผลการเก็บตัวอย่างน้ำอำเภอเมือง (ฤดูร้อน) 135

ฉ-7 กราฟแสดงผลการเก็บตัวอย่างน้ำอำเภอกาญจนดิษฐ์ (ฤดูฝนครั้งที่1) 136

ฉ-8 กราฟแสดงผลการเก็บตัวอย่างน้ำอำเภอกาญจนดิษฐ์ (ฤดูฝนครั้งที่2) 137

ฉ-9 กราฟแสดงผลการเก็บตัวอย่างน้ำอำเภอกาญจนดิษฐ์ (ฤดูร้อน) 138

ช-1 กราฟแสดงค่าดัชนีคุณภาพน้ำฯ (WQI_s) ที่คำนวณได้ในแต่ละพื้น (ฤดูฝนครั้งที่ 1) 139

ช-2 กราฟแสดงค่าดัชนีคุณภาพน้ำฯ (WQI_s) ที่คำนวณได้ในแต่ละพื้น (ฤดูฝนครั้งที่ 2) 139

ช-3 กราฟแสดงค่าดัชนีคุณภาพน้ำฯ (WQI_s) ที่คำนวณได้ในแต่ละพื้น (ฤดูร้อน) 140

คำศัพท์และคำย่อ

As	=	arsenic
BOD	=	biochemical oxygen demand
°C	=	degree celsius
CCME	=	Canadian council of ministers of the environment
Cd	=	cadmium
CFU	=	colony forming unit
Cu	=	cupper
DO	=	dissolved oxygen
DO deficit	=	dissolved oxygen deficit
DO sat	=	dissolved oxygen saturation
EMS	=	early mortality syndrome
FCB	=	fecal coliform bacteria
FWQI	=	fuzzy water quality index
Hg	=	mercury
mg/l	=	milligram per liter
ml	=	milliliter
MPN	=	most probable number
NH_3-N	=	ammonia nitrogen
NO_2-N	=	nitrite nitrogen
NO_3-N	=	nitrate nitrogen
NSF WQI	=	national sanitation foundation's water quality index
Pb	=	lead
PO_4-P	=	phosphate phosphorus
ppt	=	part per trillion
SS	=	suspended solids
TCB	=	total coliform bacteria
WQI	=	water quality index
µg/l	=	micrograms per liter
µmho/cm	=	micro mho per centimeter

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญของการวิจัย

ปัญหาทางด้านทรัพยากรมีความสำคัญมากต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ น้ำเป็นทรัพยากรที่สำคัญอย่างหนึ่ง เนื่องจากมนุษย์ได้นำน้ำไปใช้ประโยชน์หลากหลาย ทั้งการอุปโภคบริโภค การประกอบอาชีพ การคมนาคมขนส่ง ซึ่งในการนำน้ำไปใช้จำเป็นต้องมีคุณภาพน้ำที่เหมาะสมสอดคล้องกับการใช้ประโยชน์ในด้านนั้นๆ ดังนั้นการตรวจวัดคุณภาพน้ำจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อให้ทราบถึงคุณภาพน้ำก่อนนำไปใช้ประโยชน์ อย่างไรก็ตามข้อมูลคุณภาพน้ำของตัวแปรคุณภาพน้ำเพียงตัวใดตัวหนึ่งอาจไม่เพียงพอที่จะเป็นตัวแทนคุณภาพน้ำทั้งหมดที่ใช้ในการตัดสินใจและบริหารจัดการคุณภาพของแหล่งน้ำได้ ดัชนีคุณภาพน้ำ (Water Quality Index, WQI) ซึ่งได้จากการประมวลผลคุณภาพน้ำจากหลายๆตัวแปรคุณภาพน้ำ โดยจัดทำเป็นตัวเลขที่สามารถแสดงและอธิบายถึงสภาวะของคุณภาพน้ำในสถานการณ์ต่างๆได้ ทั้งนี้การจัดทำดัชนีคุณภาพน้ำก็ต้องมีการให้ค่าน้ำหนักกับแต่ละตัวแปรคุณภาพน้ำด้วย โดยขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำน้ำไปใช้ประโยชน์ หรือวัตถุประสงค์ของการใช้ดัชนีคุณภาพน้ำ โดยดัชนีคุณภาพน้ำสามารถนำไปใช้ในการบ่งชี้สถานการณ์คุณภาพน้ำในภาพรวมที่ใช้พิจารณาได้ ทำให้เกิดประโยชน์โดยทำให้สามารถเห็นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำและสถานการณ์ของคุณภาพน้ำและนำสู่กระบวนการตัดสินใจและบริหารจัดการคุณภาพน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ต่อไป

พื้นที่บริเวณอ่าวบ้านดอนเป็นบริเวณชายฝั่งที่มีความสำคัญแห่งหนึ่ง ตั้งอยู่ทางภาคใต้ของประเทศไทย ครอบคลุมพื้นที่ 9 อำเภอในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ได้แก่ อำเภอท่าชนะ อำเภอไชยา อำเภอท่าฉาง อำเภอพุนพิน อำเภอเมือง อำเภอกาญจนดิษฐ์ อำเภอดอนสัก อำเภอเกาะสมุย และอำเภอเกาะพะงัน (โครงการจัดการทรัพยากรชายฝั่งและมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์, 2550) โดยมีประชาชนอาศัยอยู่รอบอ่าว เพื่อใช้ประโยชน์จากทรัพยากรในอ่าวบ้านดอน โดยเฉพาะการใช้ประโยชน์เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณชายฝั่งอาทิเช่นการเลี้ยงกุ้ง หอย และปลาต่างๆ เนื่องจากในอ่าวบ้านดอนประกอบด้วยระบบนิเวศที่หลากหลาย อุดมสมบูรณ์ แต่เมื่อมีการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรเป็นจำนวนมาก ทำให้ในปัจจุบันอ่าวบ้านดอนประสบปัญหาคุณภาพน้ำที่เสื่อมโทรมลง ทั้งจากกิจกรรมเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง และกิจกรรมการใช้ประโยชน์จากบนแผ่นดินโดยรอบบริเวณอ่าวบ้านดอน ปัจจุบันได้มีการติดตามตรวจวัดคุณภาพน้ำในบริเวณแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งและบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงในบริเวณอ่าวบ้านดอน

ทองแดง สารหนู และแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอ จากสำนักงานประมงจังหวัดสุราษฎร์ธานี และกรมควบคุมมลพิษ ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในพื้นที่มาเพื่อจัดทำดัชนีคุณภาพน้ำ สำหรับการจัดการคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี รวมทั้งหาความสัมพันธ์ของค่าดัชนีคุณภาพน้ำที่ได้ในเชิงพื้นที่กับตัวแปรคุณภาพน้ำที่มีอิทธิพลต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งและมีการเปลี่ยนแปลงสัมพันธ์กับลักษณะทางชลศาสตร์ของน้ำทะเล ได้แก่ DO deficit อุณหภูมิ ความเค็ม สารแขวนลอย และคลอโรฟิลล์ เอ โดยทำการตรวจสอบตัวอย่างน้ำดังกล่าวในภาคสนามเพิ่มเติม เพื่อทำให้ได้ข้อมูลคุณภาพน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน สำหรับประกอบการศึกษา โดยข้อมูลทั้งหมดที่ได้นำสู่การกำหนดข้อเสนอแนะต่อไป

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับการจัดการคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี เพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปใช้ประโยชน์ในการบริหารจัดการคุณภาพน้ำในอ่าวบ้านดอนให้เกิดประสิทธิภาพต่อไป เช่นการระบุสภาวะของปัญหาคุณภาพน้ำในเชิงพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งในบริเวณอ่าวบ้านดอนและนำข้อมูลสู่การตัดสินใจและบริหารจัดการทรัพยากรน้ำเชิงพื้นที่ต่อไป

2. ทำให้ทราบความสัมพันธ์ของตัวแปรคุณภาพน้ำกับค่าดัชนีคุณภาพน้ำในการจัดการคุณภาพน้ำชายฝั่งสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในอ่าวบ้านดอน ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการใช้ตัวแปรคุณภาพน้ำดังกล่าวเพื่อเป็นตัวชี้วัด (indicator) ในระบบการเตือนภัย (warning) สำหรับสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำเฉียบพลัน เช่นในภาวะเกิดอุทกภัยจากแผ่นดินและส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในอ่าวบ้านดอน

พื้นที่ศึกษา

1. ลักษณะทางภูมิศาสตร์

พื้นที่อ่าวบ้านดอน ตั้งอยู่ระหว่างละติจูด 09°07'-09°48'N และลองจิจูด 98°58'-100°05'E ครอบคลุมพื้นที่ 9 อำเภอของจังหวัดสุราษฎร์ธานี (ภาพที่1) ได้แก่ อำเภอท่าชนะ อำเภอไชยา อำเภอพุนพิน อำเภอท่าฉาง อำเภอเมือง อำเภอกาญจนดิษฐ์ อำเภอดอนสัก อำเภอเกาะสมุย และอำเภอเกาะพะงัน มีพื้นที่รวม 1,554.39 ตารางกิโลเมตร หรือ 971,492 ไร่ (โครงการจัดการทรัพยากรชายฝั่งและมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์, 2550)

น้ำเค็มกับน้ำจืด ทำให้พื้นที่อ่าวบ้านดอนเป็นแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งที่มีความสำคัญของจังหวัดสุราษฎร์ธานี

2. ฐานการผลิตเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

บริเวณอ่าวบ้านดอนเป็นพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ ทำให้เป็นแหล่งประมงที่สำคัญแหล่งหนึ่งของประเทศ โดยเป็นแหล่งพ่อแม่พันธุ์ แหล่งวางไข่ แหล่งตัวอ่อน และวัยอ่อนของสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจหลายชนิด (กรมประมง, 2537 อ้างอิงใน ประเดิม อุทธยานมณี, 2555) สัตว์น้ำที่นิยมเลี้ยงในบริเวณอ่าวบ้านดอน ได้แก่กุ้งกุลาดำ หอยนางรม หอยแครง หอยแมลงภู่ และการเลี้ยงปลาในกระชัง (โครงการจัดการทรัพยากรชายฝั่งและมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์, 2550) โดยพื้นที่อ่าวบ้านดอนถือเป็นพื้นที่เลี้ยงหอยแครงและหอยนางรมที่สำคัญของประเทศ ซึ่งสังเกตจากปริมาณผลผลิตของกลุ่มสัตว์น้ำชายฝั่ง พบว่าในปี พ.ศ. 2552 จังหวัดสุราษฎร์ธานีมีข้อมูลผลผลิตกลุ่มสัตว์น้ำชายฝั่งมีมูลค่ารวม 7,520 ล้านบาท (ตารางที่1) ซึ่งถือเป็น 1 ใน 3 ของกลุ่มสินค้าเกษตรที่สำคัญของจังหวัดสุราษฎร์ธานี รองจากกลุ่มพืช และปศุสัตว์ (นงนุช อังยุรีกุล และคณะ, 2556)

ตารางที่1 สถิติผลผลิตกลุ่มสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานี

รายการ	กุ้งทะเล	หอย			ปลา	รวม
		หอยแครง	หอยนางรม	หอยแมลงภู่		
ผลผลิตรวม(ตัน)	55,738	51,334	6,217	15,124	1303	129,716
มูลค่า(ล้านบาท)	6,125	964	166	108	157	7,520
พื้นที่เลี้ยง(ไร่)	30,048	54,844	12,434	7,796	404	105,526
ร้อยละของพื้นที่เลี้ยง	28.47	51.97	11.78	7.39	0.38	100.00

ที่มา: ศูนย์สารสนเทศ กรมประมง (2553) อ้างอิงใน นงนุช อังยุรีกุล และคณะ (2556)

จากสถิติผลผลิตกลุ่มสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานีพบว่าผลผลิตสูงสุดมาจากกุ้ง รองลงมาคือหอย และปลา ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากอ่าวบ้านดอนเป็นอ่าวขนาดใหญ่มีพื้นที่ราบชายฝั่งโอบล้อมอ่าวรวม 7 อำเภอระยะทางมากกว่า 100 กิโลเมตร เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทั้งเขตน้ำตื้นและเขตพื้นราบตลอดแนวชายฝั่ง พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำประเภทกุ้งและหอย (ตารางที่ 2) ส่งผลให้เกิดกิจการการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำซึ่งพื้นที่ของการเลี้ยงกุ้งทะเลชายฝั่งครอบคลุม 7 อำเภอ ส่วนการเลี้ยงหอยมีพื้นที่เพาะเลี้ยง ได้แก่ การเลี้ยงหอยแครง หอยนางรม และหอยแมลงภู่ มีพื้นที่ในการเลี้ยงอยู่ 5 อำเภอในจังหวัดสุราษฎร์ธานี คืออำเภอไชยา อำเภอท่าฉาง อำเภอกาญจนดิษฐ์ อำเภอดอนสัก และอำเภอเมือง การเลี้ยงหอยแครงในจังหวัด

อำเภอดอนสักมีการเลี้ยงหอยในพื้นที่อนุญาตทั้งหมด ส่วนอำเภอท่าฉาง อำเภอกาญจนดิษฐ์ และอำเภอไชยา มีการเพาะเลี้ยงหอยทั้งในและนอกพื้นที่อนุญาต

ตารางที่ 3 พื้นที่การเลี้ยงหอยในจังหวัดสุราษฎร์ธานี

อำเภอ	พื้นที่การเลี้ยงหอย		รวม (ไร่)	ร้อยละ
	ในพื้นที่อนุญาต (ไร่)	นอกพื้นที่อนุญาต (ไร่)		
เมือง	-	28,114.02	28,114.02	35.08
ท่าฉาง	9,584.14	9,657.75	19,241.89	24.01
กาญจนดิษฐ์	9,505.24	9,390.97	18,896.21	23.58
ไชยา	3,214.29	6,044.50	9,258.79	11.55
ดอนสัก	4,629.00	-	4,629.00	5.78
รวม	26,932.67	53,207.24	80,139.91	100.00

ที่มา: สำนักงานประมงจังหวัดสุราษฎร์ธานี (มปป.ก)

3. สถานการณ์การเลี้ยงกุ้งในจังหวัดสุราษฎร์ธานีภายใต้การระบาดของโรคตายด่วน (Early Mortality Syndrome :EMS)

โรคตายด่วน (EMS) เป็นโรคระบาดที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio parahaemolyticus* ที่มี phage ชนิดหนึ่งอาศัยร่วมอยู่ด้วยเป็นสาเหตุของกลุ่มอาการตายด่วน โดยที่ phage สร้างสารพิษทำลายเซลล์ของตับอ่อนของกุ้งเมื่อกุ้งได้รับเชื้อแบคทีเรียชนิดนี้เข้าไป (ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสุราษฎร์ธานี, 2557) ซึ่งการระบาดดังกล่าวได้เกิดขึ้นในปีพ.ศ.2556 ที่ผ่านมา ส่งผลกระทบต่อผลผลิตกุ้ง ทำให้มีผลผลิตลดลง โดยผู้เพาะเลี้ยงต้องมีการปรับปรุงวิธีการเลี้ยง เพื่อแก้ไขปัญหาโรคตายด่วน เช่นต้องตากบ่อนานขึ้น มีการตรวจเช็คคุณภาพน้ำถี่ขึ้น ซึ่งเป็นผลให้ต้นทุนในการผลิตเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจากสถานการณ์โรคดังกล่าวทำให้แต่ละฟาร์มมีการลดปริมาณการเลี้ยงลงถึง 70-80% (ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสุราษฎร์ธานี, 2557)

คุณภาพน้ำ

มาตรา 32 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 บัญญัติให้คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (กรมควบคุมมลพิษ, มปป.ก) กำหนดมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมเพื่อเป็นเป้าหมายในการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในเกณฑ์

ประเภทที่ 1 คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ได้แก่ แหล่งน้ำทะเลที่มิได้จัดไว้เพื่อการใช้ประโยชน์อย่างใดอย่างหนึ่งโดยเฉพาะ ซึ่งเป็นแหล่งน้ำทะเลตามธรรมชาติสำหรับเป็นที่แพร่พันธุ์หรืออนุบาลของสัตว์น้ำวัยอ่อน หรือเป็นแหล่งอาหาร หรือที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ พืช หรือหญ้าทะเล

ประเภทที่ 2 คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการอนุรักษ์แหล่งปะการัง ได้แก่ แหล่งน้ำทะเลที่มีปะการัง โดยมีขอบเขตครอบคลุมพื้นที่ในรัศมีแนวราบกับผิวน้ำ นับจากเส้นตรงที่ลากตั้งฉากกับเส้นที่เชื่อมจุดนอกสุดของแนวปะการังออกไปเป็นระยะ 1,000 เมตร

ประเภทที่ 3 คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ได้แก่ แหล่งน้ำทะเลซึ่งมีประกาศกำหนดให้เป็นพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ตามกฎหมายว่าด้วยการประมง

ประเภทที่ 4 คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการนันทนาการ ได้แก่ แหล่งน้ำทะเลซึ่งมีประกาศขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นกำหนดให้เป็นเขตเพื่อการว่ายน้ำหรือใช้ประโยชน์เพื่อการนันทนาการทางน้ำ

ประเภทที่ 5 คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการอุตสาหกรรม และท่าเรือ ได้แก่ แหล่งน้ำทะเลที่อยู่ประชิดกับเขตนิคมอุตสาหกรรม ตามกฎหมายว่าด้วยการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย เขตประกอบการอุตสาหกรรม ตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน เขตท่าเรือ ตามกฎหมายว่าด้วยการเดินเรือในน่านน้ำไทย ท่าเรือ หรือท่าเทียบเรือ แล้วแต่กรณี โดยมีขอบเขตนับตั้งแต่แนวน้ำลงต่ำสุดออกไปจนถึงระยะ 1,000 เมตร ตามแนวราบกับผิวน้ำ

ประเภทที่ 6 คุณภาพน้ำทะเลสำหรับเขตชุมชน ได้แก่ แหล่งน้ำทะเลที่อยู่ประชิดกับชุมชนที่มีประกาศกำหนดให้เป็นเทศบาล ตามกฎหมายว่าด้วยเทศบาล เมืองพัทยา หรือกรุงเทพมหานคร เฉพาะเขตเทศบาลเขตเมืองพัทยา หรือเขตกรุงเทพมหานครที่ติดกับชายฝั่งทะเลเท่านั้น โดยให้นับตั้งแต่แนวน้ำลงต่ำสุดออกไปจนถึงระยะ 1,000 เมตร ตามแนวราบกับผิวน้ำ

2. คุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง

น้ำเป็นปัจจัยสำคัญยิ่งต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ กิจกรรมต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตในน้ำย่อมเกี่ยวข้องกับน้ำทั้งสิ้น โดยเฉพาะสัตว์น้ำใช้น้ำเป็นที่อยู่อาศัย ดำรงชีพ กินอาหาร สืบพันธุ์ และอื่นๆ การพิจารณาเกี่ยวกับน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำนั้น คุณภาพน้ำที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (ชนินทร์ แสงรุ่งเรือง, มปป.) แบ่งได้ 3 ลักษณะ (ตารางที่ 5) คือ

2.1 ลักษณะทางกายภาพ หมายถึง คุณภาพน้ำที่ผันแปรอันเนื่องจากลักษณะกายภาพที่สามารถตรวจวัดได้ และมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต ในทางตรงหรือทางอ้อม เช่น สี (colour) ความขุ่น (turbidity) อุณหภูมิ (temperature) ความนำไฟฟ้า (conductivity) สารแขวนลอย (suspended solids) ฯลฯ

ตารางที่ 4 มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลในเขตน่านน้ำไทยตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 27 พ.ศ.2549

ตัวแปรคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล					
	ประเภทที่ 1	ประเภทที่ 2	ประเภทที่ 3	ประเภทที่ 4	ประเภทที่ 5	ประเภทที่ 6
1.วัตถุลอยน้ำ	ไม่มีวัตถุที่น่ารังเกียจลอยอยู่บนผิวน้ำ					
2.ไขมันหรือน้ำมัน	ไม่มีน้ำมันหรือไขมันที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าลอยอยู่บนผิวน้ำ					
3.สี	สีของน้ำทะเลอยู่ในสเกลของสารละลาย Forel-Ule ซึ่งมีค่าตั้งแต่1-22					
4.กลิ่น	กลิ่นต้องไม่เป็นที่รังเกียจคือไม่มีกลิ่นที่ก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญ					
5.อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	D≯1	**	D≯1	D≯2	D≯2	D≯2
6.ความเป็นกรด-ด่าง	7.0-8.5	7.0-8.5	7.0-8.5	7.0-8.5	7.0-8.5	7.0-8.5
7.ความโปร่งใส	D≯10%	D≯10%	D≯10%	D≯10%	D≯10%	D≯10%
8.สารแขวนลอย	*	*	*	*	*	*
9.ความเค็ม	D≯10%	D≯10%	D≯10%	D≯10%	D≯10%	D≯10%
10.ปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน (ไมโครกรัมต่อลิตร)	≯0.5	≯0.5	≯0.5	≯1	≯5	≯5
11.ออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	≮4	≮6	≮4	≮4	≮4	≮4
12.แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม (MPN/100ml)	≯ 1,000	≯ 1,000	≯ 1,000	≯ 1,000	≯ 1,000	≯ 1,000
13.แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (CFU/100ml)	≯ 70	≯ 70	≯ 70	≯ 100	≯ 100	≯ 100
14.ไนเตรท-ไนโตรเจน (ไมโครกรัมต่อลิตร)	≯ 20	≯ 20	≯ 60	≯ 60	≯ 60	≯ 60
15.ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส (ไมโครกรัมต่อลิตร)	≯ 15	≯ 15	≯ 45	≯ 15	≯ 45	≯ 45
16.แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (ไมโครกรัมต่อลิตร)	≯ 70	≯ 70	≯ 100	≯ 70	≯ 70	≯ 70
17.ปรอท (ไมโครกรัมต่อลิตร)	≯ 0.1	≯ 0.1	≯ 0.1	≯ 0.1	≯ 0.1	≯ 0.1
18.แคดเมียม (ไมโครกรัมต่อลิตร)	≯ 5	≯ 5	≯ 5	≯ 5	≯ 5	≯ 5
19.โครเมียมรวม (ไมโครกรัมต่อลิตร)	≯100	≯100	≯100	≯100	≯100	≯100
20.โครเมียมเฮกซาวาเลนท์ (ไมโครกรัมต่อลิตร)	≯50	≯50	≯50	≯50	≯50	≯50

ตารางที่ 5 ผลกระทบของคุณภาพน้ำต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทะเลชายฝั่ง

ตัวแปรคุณภาพน้ำ	ความสำคัญต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง
ความเป็นกรด-ด่าง	มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติต่างๆ ของน้ำ และมีความสำคัญต่อกระบวนการต่างๆ ในน้ำ เช่น กระบวนการดูดซับโลหะหนักของสารแขวนลอย กระบวนการเมตาบอลิซึมของสิ่งมีชีวิต ค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่เหมาะสมต่อสัตว์น้ำชายฝั่งควรอยู่ระหว่าง 7.0 - 8.5 (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2549)
ออกซิเจนละลายน้ำ	สิ่งมีชีวิตทุกชนิดจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนในกระบวนการต่างๆ ภายในร่างกายเพื่อการเจริญเติบโต สัตว์น้ำต้องการใช้ออกซิเจนเพื่อการหายใจ (ชนินทร์ แสงรุ่งเรือง, มปป.) ในน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งควรมีค่าออกซิเจนละลายน้ำไม่ต่ำกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2549)
ความเค็ม	ความเค็มของน้ำมีผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ สัตว์น้ำเค็มแต่ละชนิดมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของความเค็มไม่เท่ากัน จึงมีการกำหนดช่วงค่าความเค็มที่เหมาะสมสำหรับการเพราะเลี้ยงสัตว์น้ำไว้หลายช่วงขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์น้ำ โดยช่วงค่าที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งทั่วไปอยู่ในช่วง 15-30 ppt (Chen, 1985 อ้างอิงในกลุ่มวิจัยและพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนและจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551)
ความเป็นด่าง	ความเป็นด่างเป็นตัวกันกลางที่ช่วยควบคุมไม่ให้แหล่งน้ำมีการเปลี่ยนแปลงของระดับความเป็นกรด-ด่าง เร็วเกินไป ค่าความเป็นด่างที่แนะนำสำหรับการดำรงชีวิตของสัตว์ทะเลชายฝั่งควรมีค่าในช่วง 80 -120 มิลลิกรัมต่อลิตรของ $CaCO_3$ (สำนักงานประมงจังหวัดสุราษฎร์ธานี, มปป.ข)
บีโอดี	แหล่งน้ำที่มีค่าบีโอดีมากย่อมแสดงว่ามีความสกปรกมาก เนื่องจากจุลินทรีย์ต้องใช้ออกซิเจนจำนวนมากในการย่อยสลายสารอินทรีย์หรือสิ่งปฏิกูลส่งผลให้ปอออกซิเจนละลายน้ำในแหล่งน้ำลดลงและอาจเกิดความเน่าเสียได้ ค่าบีโอดีที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งทั่วไปต้องไม่เกิน 10 มิลลิกรัมต่อลิตร (สำนักงานประมงจังหวัดสุราษฎร์ธานี , มปป.ข)
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน	ปริมาณแอมโมเนียสูง แสดงว่าแหล่งน้ำมีการปนเปื้อนจากมลพิษสูง และอาจเป็นพิษต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ค่าที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งควรมีค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนไม่เกิน 100 ไมโครกรัมต่อลิตร (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2549)

ตารางที่ 5 ผลกระทบของคุณภาพน้ำต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทะเลชายฝั่ง (ต่อ)

ตัวแปรคุณภาพน้ำ	ความสำคัญต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง
แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม	การตรวจพบแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มในแหล่งน้ำจะแสดงถึงความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนหรือแพร่กระจายของเชื้อโรคในระบบทางเดินอาหาร ในแหล่งน้ำ อาทิ โรคอหิวาต์ บิดไทฟอยด์ หรืออุจจาระร่วง
แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม	แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียในแหล่งน้ำจะบ่งบอกถึงการปนเปื้อนของสิ่งขับถ่ายของคนและสัตว์เลือดอุ่น ซึ่งอาจมีเชื้อโรคที่ทำให้เกิดอาการต่อระบบทางเดินอาหารในสกุลอื่นปะปนอยู่ เช่น *Salmonella Shigellae Escherichia coli* (*E.coli*) รวมทั้งเชื้อไวรัสตับอักเสบ ซึ่งเชื้อโรคเหล่านี้สามารถเข้าสู่ร่างกายได้ ถ้ามีการสัมผัสกับน้ำ ทั้งทางผิวหนัง ตา หู ทางปาก จนอาจทำให้เกิดโรคได้
แบคทีเรียกลุ่มวิบริโอ	เชื้อวิบริโอก่อโรคได้ในกุ้งทุกระยะ ทำให้เกิดโรคทางเดินอาหาร หรือโรคบริเวณเปลือกกุ้ง ซึ่งอาจแสดงอาการต่างๆ เช่น อัตราการตายสูง การกินอาหารลดลง สังเกตได้จากกุ้งไม่มีอุจจาระและลอกคราบช้าลง (แหล่งเรียนรู้ด้านประมง, 2558)

ดัชนีคุณภาพน้ำ (Water Quality Index, WQI)

ดัชนีคุณภาพน้ำ คือเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่นำค่าของตัวแปรคุณภาพน้ำที่ได้จากการตรวจวัดหรือวิเคราะห์หลายๆ ตัวแปรมารวมเป็นค่าเดียว เพื่อบ่งชี้สถานการณ์สิ่งแวดล้อมทางน้ำ โดยบอกเป็นตัวเลขหรือสัญลักษณ์สี (ปิยณัฐ สวัสดิ์เอื้อ, 2553 และ วนิดา ชูอักษร, 2554) เพื่อใช้ในการติดตามเปรียบเทียบสภาวะแวดล้อม และแสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ

การแบ่งประเภทดัชนีคุณภาพน้ำมีการแบ่งเป็นแบบต่างๆ มากกว่า 20 ดัชนี โดยสามารถจำแนกตามลักษณะการใช้งานเป็น 4 กลุ่ม (วนิดา ชูอักษร, 2554) ได้แก่

1) ดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป (general water quality indices) ดัชนีคุณภาพน้ำกลุ่มนี้ใช้สมมติฐานว่า คุณภาพน้ำเป็นคุณลักษณะทั่วไปของน้ำผิวดิน ไม่จำกัดประเภทการใช้

2) ดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับการใช้น้ำเฉพาะอย่าง (specific water quality indices) ประกอบด้วยตัวแปรของคุณภาพน้ำที่จำเป็นสำหรับลักษณะการใช้เฉพาะอย่าง เช่น น้ำดิบสำหรับประปา สำหรับการพักผ่อนหย่อนใจ สำหรับอุตสาหกรรม การเกษตร และสำหรับการเดินเรือ เป็นต้น

3) ดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับการวางแผน (planning indices) เป็นดัชนีที่ใช้ในลักษณะจำเพาะ สำหรับการตัดสินใจในการจัดการ ทำขึ้นเพื่อใช้ในการจัดสรรงบประมาณในการป้องกันภาวะมลพิษทางน้ำ ซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญคือ มูลค่าในการบำบัดน้ำเสีย

ตารางที่ 6 มาตรฐานคุณภาพน้ำและค่าคุณภาพน้ำที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง

ตัวแปรคุณภาพน้ำ	คุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	คุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงกุ้ง	คุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงหอย
1.ความเป็นกรด-ด่าง	7.0-8.5*, 7.5-8.9**	7.5-8[1], 7.0-8.5[9]	7.8-8.8[9]
2.ออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ไม่น้อยกว่า 4*,**	มากกว่า 5[1,11], 3-8[9]	มากกว่า 5[3]
3.ความเค็ม (ppt)	เปลี่ยนแปลงจากธรรมชาติไม่เกินร้อยละ10*, 29-35**,15-30[9]	2-35[1,2] ,15-20[9]	10-30[5], 3-37[9] ,10-31[9,11]
4.อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เปลี่ยนแปลงจากธรรมชาติไม่เกิน1*,22-33[9]	28-32[1,11], 28-33[2], 25-30[9]	25-32.8[3], 21-33[9], 25-30[11]
5.ความโปร่งใส (เมตร)	เปลี่ยนแปลงจากธรรมชาติไม่เกินร้อยละ10*	0.2-0.4[1], 0.3-0.6[2], 0.25-0.5[7],0.4-0.8[9]	-
6.สารแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นไม่เกินผลรวมของค่าเฉลี่ย1วันบวกกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยนั้นๆ*, 25-80[8]	-	-
7.ความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตรของ $CaCO_3$)	80-120**	มากกว่า 100[1,11], 70-120[2]	-
8.แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม (MPN/100mL)	ไม่เกิน1,000*,**	-	-
9.ฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (MPN/100mL)	ไม่เกิน70*, น้อยกว่า1,000**	-	-
10.บีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	น้อยกว่า 10**	-	-
11.แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (ไมโครกรัมต่อลิตร)	ไม่เกิน100*, น้อยกว่า400**	น้อยกว่า 100[1,9]	-
12.ไนไตรท์-ไนโตรเจน (ไมโครกรัมต่อลิตร)	น้อยกว่า1,000**	น้อยกว่า200[1], ไม่เกิน 500[9], น้อยกว่า 1000[11]	ไม่เกิน 40[9]
13.ไนเตรท-ไนโตรเจน (ไมโครกรัมต่อลิตร)	ไม่เกิน60*, น้อยกว่า1,000**	น้อยกว่า 60[11]	ไม่เกิน 27[9]

ค่าคะแนน WQI ระหว่าง 71-90 หมายถึงคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดีมาก เทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน ประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน การอนุรักษ์สัตว์น้ำ การประมง การว่ายน้ำ และกีฬาทางน้ำ

ค่าคะแนน WQI ระหว่าง 61-70 หมายถึงคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้ เทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน และการเกษตร

ค่าคะแนน WQI ระหว่าง 31-60 หมายถึงคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ต่ำ เทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน ประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน และการอุตสาหกรรม

ค่าคะแนน WQI ระหว่าง 0-30 หมายถึงคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ต่ำมาก เทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน ประเภทที่ 5 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

2. การคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำโดยสำนักจัดการคุณภาพน้ำ

สำนักจัดการคุณภาพน้ำได้ปรับการคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำแบบใหม่ โดยคิดคะแนนรวมของคุณภาพน้ำ 5 ตัวแปร (กรมควบคุมมลพิษ, มปป.ข) ประเมินคุณภาพน้ำและวิเคราะห์ร่วมกับมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินได้ โดยใช้หลักการเลือกตัวแปร คือ ตัวแปรที่เลือกมาคำนวณต้องมีการกำหนดค่าในมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน และสามารถใช้ในการประเมินแหล่งน้ำผิวดินได้ หากไม่สามารถใช้ในการประเมินแหล่งน้ำผิวดินได้ตัวแปรนั้นต้องสามารถใช้ในการประเมินสถานการณ์มลพิษทางน้ำได้ หรือตัวแปรนั้นต้องมีความเสี่ยงหรือมีแนวโน้มที่จะเป็นปัญหามากขึ้น การพิจารณาโดยใช้หลักการดังกล่าวสามารถเลือกตัวแปรมาใช้จำนวน 5 ตัวแปร ได้แก่ ออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ความสกปรกในรูปของสารอินทรีย์ (BOD) การปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด การปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม และแอมโมเนีย-ไนโตรเจน การคิดคะแนนของแต่ละตัวแปร ไม่ได้ใช้วิธีการส่งแบบสอบถามให้ผู้เชี่ยวชาญต่างๆพิจารณาคะแนนตามระดับความเข้มข้นของแต่ละตัวแปรตามแบบดัชนีคุณภาพน้ำ แต่เปลี่ยนมาใช้หลักการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ การแจกแจงความถี่ โดยวิเคราะห์เทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินซึ่งคะแนนรวมที่ได้นำมาแปลผลโดยเทียบกับค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน (ตารางที่ 7)

สำนักทรัพยากรการเรียนรู้คุณหญิงหลง อรรถกระวีสุนทร

ตารางที่ 7 เกณฑ์คุณภาพน้ำเทียบกับค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน

เกณฑ์คุณภาพน้ำ	คะแนนรวม	เทียบได้กับมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภท
ดี	71-100	2
พอใช้	61-70	3
เสื่อมโทรม	31-60	4
เสื่อมโทรมมาก	0-30	5

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (มปป.ข)

3. Marine Water Quality Index (MWQI)

ส่วนแหล่งน้ำทะเล สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ (พรสุข จงประสิทธิ์ และคณะ, 2546) ได้มีการพัฒนาดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำทะเล สำหรับใช้ประเมินสถานการณ์คุณภาพน้ำทะเล โดยใช้แนวคิดของดัชนีเชิงตัวเลขตามหลักการของ National Sanitation Foundation's Water Quality Index (NSF WQI) ร่วมกับ Delphi Technique ที่ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อมทางทะเลมาคัดเลือกและกำหนดระดับความสำคัญของตัวแปรที่จะนำมาใช้ในการจัดทำดัชนี โดยมี 8 ตัวแปรที่ได้รับการคัดเลือกให้มีความสำคัญสูงสุด ได้แก่ ออกซิเจนละลายน้ำ แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ไนเตรท-ไนโตรเจน อุณหภูมิ สารแขวนลอย ความเป็นกรด-ด่าง และแอมโมเนีย-ไนโตรเจน โดยค่าคะแนนของดัชนีคุณภาพน้ำที่คำนวณได้แบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

น้อยกว่า 25	หมายถึงเสื่อมโทรมมาก
25-50	หมายถึงเสื่อมโทรม
50-80	หมายถึงพอใช้
80-90	หมายถึงดี
90-100	หมายถึงดีมาก

ในกรณีที่น้ำทะเลมีการปนเปื้อนจากสารฆ่าแมลง และกลุ่มสารเป็นพิษ (toxic element) ในปริมาณที่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งจะกำหนดให้ดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำชายฝั่งบริเวณนั้นมีค่าเป็น "0" ทันที

4. ดัชนีคุณภาพน้ำของฮอร์ตัน

ดัชนีคุณภาพน้ำของฮอร์ตัน (Horton's quality index) เป็นการจัดทำดัชนีคุณภาพน้ำโดยใช้ตัวแปรที่เป็นตัวชี้วัดทั้งหมด 8 ตัวแปร (Ott, 1978 อ้างอิงในปิยณัฐ สวัสดิ์เอื้อ, 2553) โดยมีการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละตัวแปรดังตารางที่ 8 และมีค่า

ตารางที่ 9 การคิดคะแนนคุณภาพน้ำแต่ละตัวแปรของฮอร์ตัน

I	DO(%)	Coliforms(MPN/100mL)	Carbon Chloroform Extract (10^{-3}mg/L)
100	>70	<1,000	0-100
80	50-70	1,000-5,000	100-200
60	30-50	5,000-10,000	200-300
30	10-30	10,000-20,000	300-400
0	<10	>20,000	>400

I	pH	Specific Conductance(μmho/cm)	Alkalinity(mg/L)	Chloride(mg/L)
100	6-8	0-750	20-100	0-100
80	5-6,8-9	750-1,500	5-20, 100-200,	100-175
40	4-5,9-10	1,500-2,500	0-5, >200	175-250
0	<4,>10	>2,500	Acid	>250

I	Sewage Treatment (%population served)	Coefficients
100	90-100	
80	80-90	If temperture is above critical level
60	70-80	M_1 =1/2; otherwise, M_1=1
40	60-70	If " obvious pollution " is present,
20	50-60	M_2=1/2; otherwise, M_2=1.
0	<50	

ที่มา: Ott(1978) อ้างอิงใน ปิยณัฐ สวัสดิ์เอื้อ (2553)

5. ตัวอย่างการจัดทำดัชนีคุณภาพน้ำ

เมื่อทำการรวบรวมสำรวจข้อมูลเบื้องต้นได้แล้ว นำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติ การวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทำแบบสอบถามโดยใช้หลักการ DELPHI approach ซึ่งพิจารณาจากการตอบแบบสอบถาม โดยผู้ตอบแบบสอบถามมาจากกลุ่มคนที่มีความชำนาญเฉพาะด้านที่ต้องการศึกษา ทำหน้าที่ในการพิจารณาเลือกและกำหนดระดับความสำคัญ (significant level) ของแต่ละตัวแปร โดยขั้นตอนการจัดทำดัชนีคุณภาพน้ำแบ่งเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้ (วนิดา ชูอักษร, 2554)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในพื้นที่อ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ประเดิม อุทธยานมณี (2555) ได้เก็บข้อมูลตัวอย่างน้ำบริเวณแม่น้ำตาปี และอ่าวบ้านดอน เพื่อตรวจสอบปริมาณสารอาหารในน้ำ จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าในบริเวณชุมชนมีปริมาณสารอาหารในน้ำสูงสุด และนอกอ่าวมีปริมาณสารอาหารในน้ำน้อยที่สุด นอกจากนี้ยังได้สำรวจสภาพสังคม ปัญหา ผลกระทบ และการจัดการปัญหาคุณภาพน้ำบริเวณปากแม่น้ำตาปีและอ่าวบ้านดอน ของชุมชนเมืองสุราษฎร์ธานี โดยใช้แบบสอบถามและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ กับกลุ่มตัวอย่างในเขตเทศบาลเมืองสุราษฎร์ธานี พบว่าคุณภาพน้ำของแม่น้ำตาปีได้รับผลกระทบเนื่องมาจากอุทกภัยมากที่สุด รองลงมาคือ น้ำเสียจากชุมชน คราบน้ำมันจากเรือ น้ำเสียจากโรงงาน น้ำเสียจากนากุ้ง อวนรุน การวางยาเบื่อสัตว์น้ำ ทำลายป่าชายเลน และน้ำเสียจากเกษตรกรรม โดยได้เสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาคือ ภาครัฐควรให้ความสำคัญกับการแก้ปัญหา มีการประชาสัมพันธ์ในเชิงอนุรักษ์และควรมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำในแม่น้ำตาปีและอ่าวบ้านดอน อย่างน้อย 2 ครั้งต่อปี

2.การพัฒนาและใช้ดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับแหล่งน้ำทั่วไป

คเนศ อภิกมลกุล (2535) ได้ทำการศึกษาและพัฒนาดัชนีคุณภาพน้ำของแม่น้ำบางปะกง ทำการศึกษาด้วยวิธี multivariate analysis ในโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ ใช้ข้อมูลคุณภาพน้ำจากการสำรวจจำนวน 15 สถานี ในช่วงเวลา 5 ปี ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสามารถอธิบายค่าของการเปลี่ยนแปลงตัวแปรตามได้ในระดับร้อยละ 99.44 เมื่อแทนค่าคุณภาพน้ำตัวแปรต่างๆ เพื่อคำนวณดัชนีคุณภาพน้ำ พบว่ามีดัชนีคุณภาพน้ำอยู่ระหว่าง 21.48-52.16 สำหรับแม่น้ำบางปะกง แสดงว่าคุณภาพน้ำอยู่ในระดับปานกลางซึ่งสอดคล้องกับการจัดประเภทแหล่งน้ำของแม่น้ำบางปะกง โดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ซึ่งจัดคุณภาพน้ำให้อยู่ในประเภทที่ 3

ปิยณัฐ สวัสดิ์เอื้อ (2553) ได้ใช้ดัชนีคุณภาพน้ำเพื่อประเมินคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา และคลองในเขตกรุงเทพมหานคร โดยศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 10 ปี เพื่อพิจารณาเลือกจุดเก็บตัวอย่าง นำตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ตัวแปรด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ดัชนีคุณภาพน้ำที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ดัชนีคุณภาพน้ำของกรมควบคุมมลพิษ ดัชนีมลภาวะในแม่น้ำ และดัชนีคุณภาพน้ำของ Dinius ผลการศึกษาพบว่าค่าดัชนีคุณภาพน้ำทั้ง 3 ดัชนี สามารถจัดแหล่งน้ำอยู่ในประเภทและการใช้ประโยชน์ของแหล่งน้ำเดียวกัน แต่ในฤดูน้ำหลากมีค่าดัชนีคุณภาพน้ำสูงกว่าในฤดูแล้ง โดยดัชนีคุณภาพของกรมควบคุมมลพิษมีค่า

ของชุมชนเมืองมีผลต่อคุณภาพน้ำในแม่น้ำ โดยค่าดัชนีคุณภาพน้ำที่ดีที่สุดคือ 71 และคุณภาพน้ำต่ำสุด คือ 47.6 การวิเคราะห์เปรียบเทียบคุณภาพน้ำพบว่า WQI_{min} มีแนวโน้มที่คล้ายคลึงกับ WQI จึงส่งผลให้สามารถใช้ WQI_{min} ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำแทนได้

Sanchez, et al. (2007) ได้ทำการศึกษาการใช้ดัชนีคุณภาพน้ำเพื่อจัดกลุ่มของการติดตามตรวจสอบมลพิษของแม่น้ำที่ไหลผ่านพื้นที่ Las Rozas ซึ่งตั้งอยู่ทิศตะวันตกเฉียงเหนือของเมืองมาดริด ประเทศสเปน พบว่าสามารถกำหนดลักษณะคุณภาพของน้ำเพื่อการเฝ้าระวังได้อย่างถูกต้อง ง่ายดาย และรวดเร็ว นอกจากนี้ยังพบว่าค่าดัชนีคุณภาพที่คำนวณได้มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับค่าปริมาณออกซิเจนที่หายไป (dissolved oxygen deficit : D) อีกด้วย

Song and Kim (2009) ได้พัฒนาดัชนีคุณภาพน้ำโดยใช้แบบจำลองคุณภาพน้ำ เนื่องจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ ทำให้ทราบการเปลี่ยนแปลงของน้ำได้ทั้งระบบทั้งทางด้านกายภาพ ด้านเคมี และด้านชีวภาพ โดยได้พัฒนาดัชนีคุณภาพน้ำขึ้นมาจากแบบจำลองคุณภาพน้ำที่เรียกว่า QUAL2E (Enhanced Stream Water Quality Model) พื้นที่ศึกษาคือแม่น้ำ Sapgyo ในประเทศเกาหลี ดัชนีคุณภาพน้ำที่ถูกพัฒนาขึ้นเรียกว่า QWQLI (QUAL2E Water Quality Loading Index) โดยได้พิจารณาเลือกตัวแปรคุณภาพน้ำที่บ่งบอกถึงปริมาณมลพิษได้แก่ บีโอดี ไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมด ผลการศึกษาพบว่า QWQLI สามารถอธิบายผลคุณภาพน้ำร่วมกับแบบจำลองคุณภาพน้ำให้สามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น เป็นการอำนวยความสะดวกต่อการนำผลที่ได้ไปใช้

Samantray, et al. (2009) ได้นำดัชนีคุณภาพน้ำมาประยุกต์ใช้ เพื่อประเมินถึงระดับคุณภาพน้ำผิวดินของแม่น้ำ Mahanadi Atharabaki และคลอง Taldanda ซึ่งน้ำได้รับการปนเปื้อนจากโรงงานอุตสาหกรรมและกิจกรรมของชุมชน โดยทำการศึกษาใน 3 ฤดูที่แตกต่างกัน ได้แก่ ฤดูมรสุม ฤดูร้อน และฤดูหนาว โดยเลือกใช้ตัวแปรได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง ออกซิเจนละลายน้ำ บีโอดี เพื่อคำนวณออกมาเป็นดัชนีคุณภาพน้ำ ผลการศึกษาพบว่าคุณภาพน้ำในแม่น้ำส่วนใหญ่ปนเปื้อนมลพิษ โดยแม่น้ำ Atharabaki มีการปนเปื้อนอยู่ในระดับสูงที่สุด

Parmar and Parmar (2010) ได้พัฒนาดัชนีคุณภาพน้ำโดยใช้ตัวแปร ได้แก่ ออกซิเจนละลายน้ำ บีโอดี แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด ความขุ่น ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด และความเป็นกรด-ด่าง เก็บข้อมูลคุณภาพน้ำในแม่น้ำ Subernarekha จำนวน 5 สถานี ตลอดลำน้ำ เพื่อนำมาจัดทำเป็นดัชนีคุณภาพน้ำและเมื่อนำดัชนีคุณภาพน้ำมาใช้ประเมินคุณภาพน้ำ พบว่าค่าดัชนีคุณภาพน้ำมีแนวโน้มลดลงและต่ำสุดที่สถานีตอนปลายของแม่น้ำ แสดงให้เห็นว่ามีการปนเปื้อนของมลพิษเนื่องจากการปล่อยน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ลงสู่แม่น้ำตลอดลำน้ำโดยมีการสะสมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

Lan and Long (2011) ได้ใช้ดัชนีคุณภาพน้ำเพื่อตรวจสอบมลพิษที่ปนเปื้อนในคลอง Cai Sao ของประเทศเวียดนาม โดยเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนสิงหาคม

Bherya พบว่ามีค่า 32 ซึ่งประเมินได้ว่าคุณภาพน้ำอยู่ในระดับต่ำ แหล่งน้ำควรมีการดูแลรักษาเพื่อให้มีคุณภาพเหมาะสมสำหรับการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ

Beltrame, et al. (2006) ได้ประยุกต์ใช้ข้อมูลอุทกวิทยาและดัชนีคุณภาพน้ำเพื่อเป็นเครื่องมือในการจัดการคุณภาพน้ำในทะเลสำหรับการเพาะเลี้ยงกุ้ง โดยมีการตรวจสอบคุณภาพทั้งทางด้านกายภาพ เคมีและชีวภาพ ของน้ำเข้าและออกจากบ่อเลี้ยง และใช้ดัชนีคุณภาพน้ำเข้ามาช่วยในการวางแผนและควบคุมปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเลี้ยงกุ้งพบว่าอุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง ออกซิเจนละลายน้ำ ความเค็ม ความขุ่น ความกระด้าง แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนไตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟต และซิลิกา เป็นปัจจัยที่ทำให้คุณภาพน้ำมีการเปลี่ยนแปลงและยังมีความแปรปรวนสัมพันธ์กับเวลาอีกด้วย

Simoes, et al. (2008) ได้พัฒนาดัชนีคุณภาพน้ำเพื่อใช้สำหรับตรวจสอบคุณภาพน้ำสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำในรัฐ Sao Paulo ประเทศบราซิล เพื่อบ่งชี้ถึงมลพิษที่มาจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยได้ตรวจสอบคุณภาพน้ำในแม่น้ำ Macuco และแม่น้ำ Queixada เก็บตัวอย่างน้ำตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ปี 2003 ถึงปี 2005 ตรวจสอบคุณภาพน้ำใน 3 ตัวแปร ได้แก่ ความขุ่น ออกซิเจนละลายน้ำ และฟอสฟอรัสทั้งหมด เพื่อนำมาจัดทำเป็นดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับพื้นที่ดังกล่าว ผลการศึกษาพบว่ากระบวนการย่อยสลายที่เกิดขึ้นในลุ่มน้ำ สามารถอธิบายได้ด้วยค่าดัชนีคุณภาพน้ำที่ได้พัฒนาขึ้น และง่ายต่อการทำความเข้าใจมากกว่าการใช้ค่าคุณภาพน้ำหลายๆ ตัวแปรที่เคยตรวจสอบเป็นประจำอยู่แล้ว

Ferreira, et al. (2011) ได้ศึกษาข้อมูลอุทกวิทยาและการใช้ดัชนีคุณภาพน้ำเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการน้ำทะเลให้เหมาะสมสำหรับการทำฟาร์มกุ้ง ตรวจวัดตัวแปรทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของน้ำที่เข้าและออกในบ่อเลี้ยง รวมถึงน้ำในบ่อน้ำทิ้งเป็นระยะเวลา 1 ปี โดยใช้ข้อมูลทางอุทกวิทยาเพื่อประเมินศักยภาพของพื้นที่ชายฝั่งเพื่อการเลี้ยงกุ้งและใช้ดัชนีคุณภาพน้ำเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำของฟาร์มเลี้ยงกุ้งและคุณภาพน้ำในทะเล พบว่าคุณภาพน้ำและช่วงเวลาเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญทั้งนี้การประยุกต์ใช้ดัชนีคุณภาพน้ำจะเป็นประโยชน์ในการใช้ข้อมูลเพื่อวางแผนด้านการผลิต เนื่องจากดัชนีคุณภาพน้ำมีวิธีการดำเนินการที่ง่ายในการตีความข้อมูล เหมาะที่จะใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการที่สำคัญสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

4.การพัฒนาและใช้ดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับพื้นที่เกษตรกรรม

ภัทรวดี สุดชา (2551) ได้จัดทำดัชนีคุณภาพน้ำ เพื่อใช้สำหรับพื้นที่เกษตรกรรม โดยใช้พื้นที่โครงการชลประทานห้วยทับเสลาใต้ จังหวัดอุทัยธานี เป็นกรณีศึกษา ใช้ข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 64 ท่านเพื่อให้ข้อมูลความสำคัญและตัวแปรคุณภาพน้ำที่ควรนำมาพิจารณาสำหรับพื้นที่ศึกษาดังกล่าว ผลจากการศึกษาสามารถใช้คุณภาพน้ำใน 7 ตัวแปร ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง บีโอดี ออกซิเจนละลายน้ำ ไนเตรท ค่าการนำไฟฟ้า สารแขวนลอย

บทที่ 2

วิธีการวิจัย

การทำวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาเก็บข้อมูลเพื่อประกอบการจัดทำดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยแบ่งการศึกษาเป็น 4 ส่วน ได้แก่ การเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิของคุณภาพน้ำและข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง การเก็บข้อมูลความคิดเห็นค่าน้ำหนักของคุณภาพน้ำโดยใช้แบบประเมินความคิดเห็น การลงพื้นที่เก็บตัวอย่างน้ำ และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดทำดัชนีคุณภาพน้ำ โดยมีรายละเอียดการดำเนินการในแต่ละส่วนดังนี้

การเก็บรวบรวมข้อมูลคุณภาพน้ำและข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาโดยการรวบรวมข้อมูลคุณภาพน้ำและข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องจากหน่วยงานต่างๆ ได้แก่ สำนักงานประมงจังหวัดสุราษฎร์ธานี กรมควบคุมมลพิษ กรมอุตุนิยมวิทยา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยข้อมูลที่นำมาศึกษามีดังนี้

1. ข้อมูลทุติยภูมิของคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งรอบพื้นที่อ่าวบ้านดอนระหว่างปี พ.ศ. 2540-2556 ทั้งด้านกายภาพ ด้านเคมี และด้านชีวภาพรวม 21 ตัวแปร ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง ออกซิเจนละลายน้ำ ความเค็ม อุณหภูมิ ความโปร่งใส สารแขวนลอย แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม แบคทีเรียกลุ่มวิบริโอ บีโอดี แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนไตรท์-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส คลอโรฟิลล์ เอ ปรอท แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสารหนู

2. ข้อมูลเกี่ยวกับกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งในอ่าวบ้านดอน ได้แก่ จำนวนพื้นที่เพาะเลี้ยง ที่ตั้ง และประเภทการเลี้ยง

3. ข้อมูลมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลในเขตน่านน้ำไทยตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 27 พ.ศ. 2549 และข้อมูลคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งที่แนะนำจากสำนักงานประมงจังหวัดสุราษฎร์ธานี

4. ข้อมูลอื่นๆที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ปริมาณน้ำฝน น้ำขึ้น-น้ำลง ข้อมูลการไหลของน้ำจากแม่น้ำก่อนลงสู่พื้นที่อ่าวบ้านดอน

คำนวณดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ซึ่งในการเก็บรวบรวมข้อมูลดังกล่าวได้ทำการประชุมกลุ่มในวันที่ 26 พฤษภาคม 2558 โดยได้ชี้แจงวัตถุประสงค์และใช้แบบประเมินความคิดเห็นดังกล่าวเพื่อเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างประชากรเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษา

เมื่อได้ระดับความสำคัญจากความคิดเห็นของผู้ตอบแบบประเมินความคิดเห็นเรียบร้อยแล้ว นำระดับความคิดเห็นที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีทางสถิติเบื้องต้น หาค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นนำค่าเฉลี่ยของระดับความสำคัญที่ได้มาปรับให้เป็นค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละตัวแปรคุณภาพน้ำ สำหรับนำไปใช้สร้างสมการเพื่อจัดทำดัชนีคุณภาพน้ำ

การลงพื้นที่เก็บตัวอย่างน้ำและการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

การศึกษาเพื่อดูถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีคุณภาพน้ำ และตัวแปรคุณภาพน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงรวดเร็ว และมีผลต่อการอยู่รอดของสัตว์น้ำในบริเวณชายฝั่งของอ่าวบ้านดอน การทำวิจัยในครั้งนี้ได้ลงพื้นที่เพื่อเก็บตัวอย่างน้ำทะเลชายฝั่งบริเวณพื้นที่อ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี เพื่อวิเคราะห์ตัวแปรคุณภาพน้ำใน 5 ตัวแปร ได้แก่ ออกซิเจนละลายน้ำ อุณหภูมิ ความเค็ม สารแขวนลอย และคลอโรฟิลล์ เอ กำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำโดยพิจารณาจากข้อมูลทุติยภูมิ ทั้งด้านคุณภาพน้ำ การใช้ประโยชน์ในด้านการเพาะเลี้ยงและความหนาแน่นของพื้นที่เพาะเลี้ยง โดยได้เลือกจุดเก็บตัวอย่างจำนวน 3 จุด (ภาพที่ 3) ซึ่งพื้นที่จุดเก็บตัวอย่างน้ำทั้ง 3 จุดเป็นบริเวณเพาะเลี้ยงชายฝั่งที่มีการเพาะเลี้ยงหอยหนาแน่น ในพื้นที่อ่าวบ้านดอน ได้แก่ พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณปากแม่น้ำบริเวณแหลมโพธิ์ ตำบลพุมเรียง อำเภอไชยา พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณปากแม่น้ำคลองฉนาก ตำบลคลองฉนาก อำเภอเมือง และพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณปากแม่น้ำบริเวณตำบลพลายวาส อำเภอกาญจนดิษฐ์ ภาพบริเวณโดยรอบพื้นที่เก็บตัวอย่างแสดงดังภาคผนวก ข ตำแหน่ง/พิกัดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ (ตารางที่10) ลงพื้นที่เก็บตัวอย่างน้ำทั้งในฤดูฝนและฤดูร้อน โดยฤดูฝนเก็บข้อมูลในช่วงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 และฤดูร้อนเก็บข้อมูลในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2558 รวมทั้งหมด 9 ครั้ง วันที่เลือกลงพื้นที่เก็บตัวอย่างใช้ข้อมูลน้ำขึ้น-น้ำลงจากตารางน้ำมาพิจารณาร่วมด้วย เพื่อดูแนวโน้มลักษณะการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงของน้ำในรอบวัน

ตารางที่ 10 รายละเอียดของพื้นที่จุดเก็บตัวอย่างน้ำ

จุดที่เก็บ	พิกัด		วัน เดือน ปี ที่เก็บตัวอย่าง		
	Latitude	Longitude	ฤดูฝน 1	ฤดูฝน 2	ฤดูร้อน 1
ตำบลพุมเรียง	09°22'26.5"N	99°16'35.2"E	11 ส.ค. 2557	1 พ.ย. 2557	4 เม.ย. 2558
ตำบลคลองฉนาก	09°14'34.8"N	99°22'12.8"E	1 ต.ค. 2557	27 ธ.ค. 2557	21 มี.ค. 2558
ตำบลพลายวาส	09°13'37.9"N	99°29'17"E	30 ส.ค. 2557	18 ต.ค. 2557	14 มี.ค. 2558

ตารางที่ 11 วิธีวิเคราะห์คุณภาพน้ำทะเล

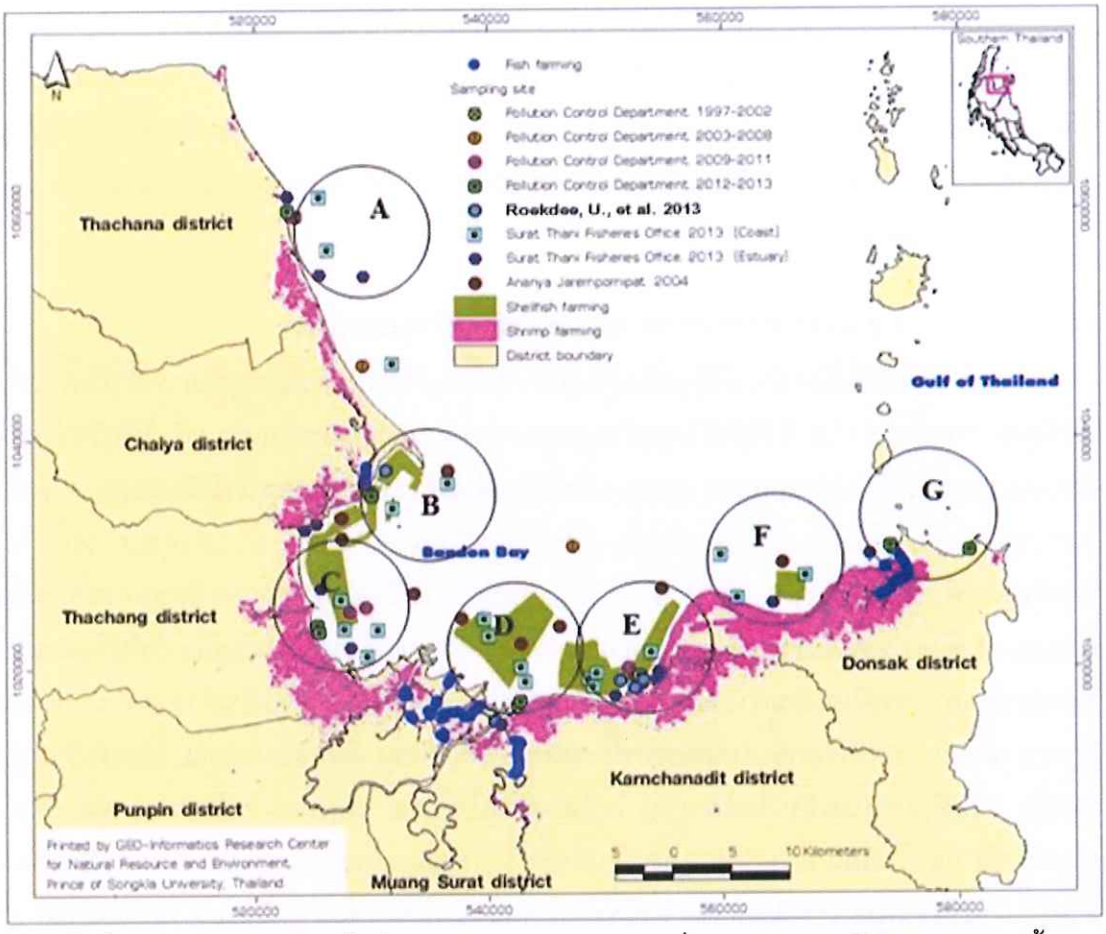
ตัวแปรคุณภาพน้ำ	วิธีการวิเคราะห์*
dissolved oxygen (DO)	membrane electrode method
temperature	membrane electrode method
salinity	electrical conductivity method
suspended solids (SS)	gravimetric method
chlorophyll a	spectrophotometric method

ที่มา : *เป็นไปตามวิธีการวิเคราะห์ของ APHA, AWWA and WEF (2005)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งบริเวณอ่าวบ้านดอน ปีพ.ศ. 2540-2556

ข้อมูลคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งในพื้นที่รอบอ่าวบ้านดอนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วยข้อมูลด้านกายภาพ ด้านเคมีและด้านชีวภาพ รวมทั้งหมด 21 ตัวแปร ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง ออกซิเจนละลายน้ำ ความเค็ม อุณหภูมิ ความโปร่งใส สารแขวนลอย ความเป็นด่าง แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม บีโอดี แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนไตรท์-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส คลอโรฟิลล์ เอ ปรอท แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง สารหนู และแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอ โดยข้อมูลที่ได้นำมาตรวจสอบถึงค่าของข้อมูลว่ามีค่าปกติหรือไม่ เช่นการระบุเลขทศนิยมและหน่วยที่ใช้ถูกต้องหรือไม่ กรณีพบค่าสงสัยได้ทำการตรวจสอบกับแหล่งข้อมูลและหากไม่ได้รับการอ้างอิงจะทำการตัดค่าดังกล่าวออกไปโดยไม่นำมาคำนวณ จากนั้นนำกลุ่มข้อมูลของค่าตัวแปรคุณภาพน้ำที่ผ่านการตรวจสอบค่าแล้วมาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีทางสถิติเบื้องต้นเพื่อหาค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่ามัธยฐาน ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละตัวแปร และนำข้อมูลใน



ภาพที่ 4 การจำแนกกลุ่มพื้นที่ต่างๆรอบอ่าวบ้านดอนเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำ

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดทำดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง บริเวณอ่าวบ้านดอน

2.1 การวิเคราะห์ค่าน้ำหนัก (ระดับความสำคัญ) ของตัวแปรคุณภาพน้ำ

ศึกษาโดยใช้แบบประเมินความคิดเห็น (ภาคผนวก ก) นำผลจากความคิดเห็นที่ได้มาตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูลก่อนนำไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป โดยค่าความคิดเห็นที่กลุ่มผู้ให้ข้อมูลประเมินระดับความสำคัญ ประกอบด้วยการให้ระดับความสำคัญในภาพรวมของกลุ่มคุณภาพน้ำของแต่ละด้าน ได้แก่ด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ และการให้ความเห็นถึงระดับความสำคัญของตัวแปรคุณภาพน้ำในแต่ละตัวแปร การวิเคราะห์ข้อมูลนำผลการให้ค่าระดับความสำคัญของแต่ละกลุ่มตัวแปรคุณภาพน้ำ และแต่ละตัวแปรคุณภาพน้ำไปหาค่าเฉลี่ย นำค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มตัวแปรคุณภาพน้ำมาจัดเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย จากนั้นปรับค่าระดับความสำคัญของข้อมูลดังกล่าว เพื่อให้ได้ค่านำหนักความสำคัญของแต่ละกลุ่มตัวแปรคุณภาพน้ำ โดยทำการปรับค่าเฉลี่ยที่ได้และทำการวิเคราะห์โดยกำหนดให้ผลรวมของค่าน้ำหนักของแต่ละกลุ่มตัวแปรคุณภาพน้ำรวมกันมีค่าเท่ากับ 1 จากนั้นนำค่าน้ำหนักความสำคัญ

3. การจัดทำดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งบริเวณอ่าวบ้านดอน

ค่าน้ำหนักความสำคัญของคุณภาพน้ำในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งของแต่ละตัวแปร (W_i) และค่าคะแนนคุณภาพน้ำของแต่ละตัวแปรคุณภาพน้ำ (I_i) ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้างต้น นำมาคำนวณเป็นดัชนีคุณภาพน้ำโดยใช้หลักการของการคำนวณดัชนีคุณภาพน้ำของกรมควบคุมมลพิษของอินเดียที่พัฒนาโดย Ved (1990) (อ้างอิงใน รุ่งนภา เรืองโรจน์ , 2554) โดยมีสมการที่ใช้ในการคำนวณดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งดังแสดงในสมการที่1

$$WQI_c = \sum_{i=1}^{n} W_i \, I_i \qquad (1)$$

โดยที่

WQI_c	คือ	ดัชนีคุณภาพน้ำทะเลสำหรับพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง
W_i	คือ	ค่าน้ำหนักระดับความสำคัญของแต่ละตัวแปรคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง
I_i	คือ	ค่าคะแนนคุณภาพน้ำ (เป็นค่าที่ได้จากการปรับค่ามาจากผลคุณภาพน้ำในแต่ละตัวแปรคุณภาพน้ำ)
n	คือ	จำนวนตัวแปรคุณภาพน้ำทั้งหมดที่นำมาใช้คำนวณ (ในที่นี้ใช้ตัวแปรคุณภาพน้ำจำนวน 21 ตัวแปร คือ ความเป็นกรด-ด่าง ความเค็ม ออกซิเจนละลายน้ำ (ใช้ค่า%ความอิ่มตัวของออกซิเจนละลายน้ำในการคำนวณ) อุณหภูมิ ความโปร่งใส สารแขวนลอย แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม แบคทีเรียกลุ่มวิบริโอ บีโอดี แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนไตรท์-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส คลอโรฟิลล์ เอ ปรอท แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสารหนู)
i	คือ	ตัวแปรคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งใดๆ

ทั้งนี้ I_i มีค่าตั้งแต่ 1 – 100 , $\sum W_i = 1$ และจำนวนตัวแปรคุณภาพน้ำทั้งหมดที่นำมาใช้ในการคำนวณ (n) คัดเลือกโดยพิจารณาถึงความครอบคลุมปัจจัยคุณภาพน้ำที่มีผลต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ทั้งด้านกายภาพ ด้านเคมี และด้านชีวภาพ ซึ่งเป็นตัวแปรคุณภาพน้ำที่มีระบุในมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลในเขตน่านน้ำไทยประเภทที่ 3 สำหรับใช้ประโยชน์เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2549) และเป็นตัวแปรคุณภาพน้ำที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ได้มีการติดตามตรวจสอบข้อมูลคุณภาพน้ำในตัวแปรดังกล่าวอยู่เป็นประจำ

วิเคราะห์สหสัมพันธ์ (correlation analysis) เพื่อหาความสัมพันธ์ซึ่งทำให้ได้สมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีคุณภาพน้ำกับค่าตัวแปรคุณภาพน้ำดังกล่าว

นอกจากนี้การศึกษาได้นำผลการเก็บตัวอย่างน้ำในรอบวันที่มีการเปลี่ยนแปลงโดยเก็บตัวอย่างทุก 2 ชั่วโมง มาพิจารณาประกอบกับสมการความสัมพันธ์ที่ศึกษาไว้ ทั้งนี้การศึกษาได้เลือกใช้สมการความสัมพันธ์ที่ศึกษาได้ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) มากที่สุดมาอภิปรายผล

บทที่ 3

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการศึกษาข้อมูลทุติยภูมิของคุณภาพน้ำในช่วงปี พ.ศ.2540 - 2556

1. ภาพรวมของข้อมูลคุณภาพน้ำที่ใช้ในการศึกษา

ผลจากการเก็บรวบรวมข้อมูล คุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งในพื้นที่รอบอ่าวบ้านดอนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กรมควบคุมมลพิษ สำนักงานประมงจังหวัดสุราษฎร์ธานี (สำนักงานประมงจังหวัดสุราษฎร์ธานี, มปป.ข) และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (วิสุทธิ์ พรหมเล็ก, 2552 ; สุวัฒน์ ธนานุภาพไพศาล, 2558 ; Roekdee, et al. 2013 ; Jarernpornnipat, 2003) โดยเก็บรวบรวมข้อมูลคุณภาพน้ำทั้งทางด้านกายภาพ ด้านเคมี และด้านชีวภาพรวมทั้งหมด 21 ตัวแปร ประกอบด้วยข้อมูลคุณภาพน้ำด้านกายภาพได้แก่ อุณหภูมิ ความโปร่งใส และสารแขวนลอย ข้อมูลคุณภาพน้ำด้านเคมีได้แก่ ความเค็ม ความเป็นกรด-ด่าง ออกซิเจนละลายน้ำ ความเป็นด่าง บีโอดี แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนไตรท์-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ตะกั่ว สารหนู แคดเมียม ปรอท และทองแดง และข้อมูลคุณภาพน้ำด้านชีวภาพได้แก่ แบคทีเรียกลุ่มวิบริโอ แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม และคลอโรฟิลล์ เอ แสดงการจำแนกของข้อมูลในตารางที่ 13 โดยข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิดังกล่าวมีการเก็บข้อมูลในช่วงเวลาที่แตกต่างกันคือ ข้อมูลคุณภาพน้ำจากกรมควบคุมมลพิษมีการเก็บข้อมูลปีละ 2 ครั้ง แยกเป็นฤดูกาล คือช่วงฤดูฝนและช่วงฤดูร้อน ส่วนข้อมูลคุณภาพน้ำจากสำนักงานประมงจังหวัดสุราษฎร์ธานี (ตรวจวิเคราะห์โดยศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสุราษฎร์ธานี) และข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำแบบรายเดือน โดยข้อมูลคุณภาพน้ำทั้งหมดที่รวบรวมได้มาจากจุดเก็บตัวอย่างน้ำทั้งหมด 32 จุด (ภาพที่ 5) กระจายอยู่รอบพื้นที่อ่าวบ้านดอน ซึ่งแต่ละจุดเก็บตัวอย่างน้ำล้วนอยู่ในบริเวณพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งทั้งสิ้น ซึ่งรายละเอียดค่าของข้อมูลในแต่ละตัวแปร ได้นำมาตรวจสอบและทวนสอบข้อมูลก่อนจะนำไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติต่อไป

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำในภาพรวมของทั้งอ่าวบ้านดอน

ข้อมูลคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งของแต่ละกลุ่มตัวแปรคุณภาพน้ำ บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานีทั้งหมดที่รวบรวมได้นำมาวิเคราะห์ทางสถิติเบื้องต้น ได้แก่ ค่าพิสัย ค่ามัธยฐาน ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำทางสถิติเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 27 พ.ศ.2549 และคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งที่แนะนำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จาก

ตารางที่13 แหล่งของข้อมูลคุณภาพน้ำและข้อมูลของตัวแปรคุณภาพน้ำที่รวบรวมจากข้อมูล ในช่วงปี 2540-2556 ที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปรคุณภาพน้ำ	จำนวนข้อมูลรวมทั้งหมด	หน่วยงานที่ให้ข้อมูล					
		กรมควบคุมมลพิษ	สำนักงานประมงจังหวัดสุราษฎร์ธานี	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง			
				ก[1]	ก[2]	ก[3]	ก[4]
อุณหภูมิ	1,180	√	√	√	√	√	√
ความโปร่งใส	929	√	√		√		√
สารแขวนลอย	994	√	√		√	√	
ออกซิเจนละลายน้ำ	897	√	√	√	√	√	√
ความเค็ม	1,077	√	√	√	√	√	√
ความเป็นกรด-ด่าง	1,199	√	√	√	√	√	√
ความเป็นด่าง	724		√		√		
บีโอดี	562		√		√		
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน	902	√	√	√	√		√
ไนไตรท์-ไนโตรเจน	911	√	√	√	√		√
ไนเตรท-ไนโตรเจน	990	√	√	√	√		√
ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส	1,023	√	√	√	√		√
ปรอท	163	√				√	
แคดเมียม	175	√				√	
ตะกั่ว	156	√				√	
ทองแดง	152	√				√	
สารหนู	124	√				√	
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	579	√	√		√		
ฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย	524	√	√		√		
แบคทีเรียกลุ่มวิบริโอ	170		√		√		
คลอโรฟิลล์ เอ	402		√		√	√	
ปีที่มีข้อมูล		2540-2556	2553, 2555, 2556	2544-2546	2544	2554-2555	2552

หมายเหตุ : ก[1]: สุวัฒน์ ธนานุภาพไพศาล, 2558; ก[2]: Jarernpornnipat, 2003 ; ก[3]: Roekdee, et al., 2013. ; ก[4] : วิสุทธิ์ พรหมเล็ก, 2552

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำในภาพรวมของอ่าวบ้านดอนตั้งแต่ปี 2540 – 2556

ตัวแปรคุณภาพน้ำ	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำ			มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล ฯ*	คุณภาพน้ำทะเลที่แนะนำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง
	ค่าพิสัย	ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่ามัธยฐาน		
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	24.2-36.8	29.4±1.95	29.3	D≯1	22-33[ค]
ความโปร่งใส (เมตร)	0.1-3.2	0.57±0.43	0.45	D≯10%	0.2-0.8[ก,ค]
สารแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	1-284	45.62±39.39	34.57	DD	25-80[ข]
ออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	3.00-7.30	5.20±0.99	5.33	≮4	ไม่น้อยกว่า 4**
ความเค็ม (ppt)	1-36	18.35±9.39	19.0	D≯10%	15-30[3]
ความเป็นกรด-ด่าง	6.10-8.86	7.75±0.47	7.80	7.0-8.5	7.5-8.9**
ความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตรของ $CaCO_3$)	11-187	94.40±29.01	95.00	-	80-120**
บีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.1-5.60	1.71±1.18	1.40	-	น้อยกว่า 10**
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (ไมโครกรัมต่อลิตร)	0.7-1,904	145.5±233.6	72.3	ไม่เกิน 100	น้อยกว่า 400**
ไนไตรท์-ไนโตรเจน (ไมโครกรัมต่อลิตร)	0.033-381.6	17.78±41.90	6.00	-	น้อยกว่า 1,000**
ไนเตรท-ไนโตรเจน (ไมโครกรัมต่อลิตร)	0.2-1,974	114.7±219.3	29.0	ไม่เกิน 60	น้อยกว่า 1,000**
ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส (ไมโครกรัมต่อลิตร)	0.133-296	36.4±44.7	18.7	ไม่เกิน 45	น้อยกว่า 1,000**
ปรอท (ไมโครกรัมต่อลิตร)	0.0008-0.122	0.02±0.0249	0.01	ไม่เกิน 0.1	-
แคดเมียม (ไมโครกรัมต่อลิตร)	0.007-15	1.26±2.55	0.10	ไม่เกิน 0.5	-

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลในตัวแปรดังกล่าวพบว่ามีค่าเฉลี่ยและค่ามัธยฐานที่แตกต่างกัน โดยพบว่ามีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่ามัธยฐาน แสดงให้เห็นว่าข้อมูลในแต่ละตัวแปรดังกล่าวมีความแปรปรวนสูง เมื่อนำค่าเฉลี่ย และค่ามัธยฐานของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนไตรท์-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ปรอท แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสารหนู มาเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลในเขตน่านน้ำไทยประเภทที่ 3 เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 27 ปี 2549 พบว่าค่าจากการวิเคราะห์ในแต่ละตัวแปรอยู่ในช่วงที่ผ่านค่ามาตรฐานดังกล่าว ยกเว้นในส่วนของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน และแคดเมียมที่แม้ว่าจะมีค่ามัธยฐานอยู่ในช่วงที่มาตรฐานกำหนด แต่เมื่อพิจารณาในส่วนของค่าเฉลี่ยพบว่ามีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน แสดงให้เห็นว่าข้อมูลของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน และแคดเมียม นอกจากมีความแปรปรวนของข้อมูลที่สูงแล้ว ข้อมูลส่วนใหญ่ของตัวแปรดังกล่าวยังมีค่าอยู่ในช่วงที่สูงเกินค่ามาตรฐานด้วย นอกจากนี้เมื่อพิจารณาค่าพิสัยจากการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำด้านเคมีในแต่ละตัวแปร พบว่าช่วงพิสัยที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าอยู่นอกช่วงค่าตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลในเขตน่านน้ำไทยประเภทที่ 3 เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 27 ปี 2549 และค่าคุณภาพน้ำทะเลที่แนะนำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในหลายตัวแปร ได้แก่ ค่าความเค็ม มีค่าพิสัยจากการวิเคราะห์อยู่ในช่วง 1 ถึง 36 ppt ซึ่งมีค่าของกลุ่มข้อมูลความเค็มบางส่วนที่ต่ำกว่าค่าคุณภาพน้ำทะเลที่แนะนำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (กลุ่มวิจัยและพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนและจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในขณะที่เก็บข้อมูลอยู่ในช่วงฤดูฝนจึงมีการไหลของน้ำจืดลงสู่อ่าวในปริมาณมากส่งผลให้ค่าความเค็มอยู่ในระดับต่ำ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าความเป็นด่างมีการกำหนดค่าคุณภาพน้ำทะเลที่แนะนำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (สำนักงานประมงจังหวัดสุราษฎร์ธานี, มปป.ข) ไว้ในช่วง 80-120 มิลลิกรัมต่อลิตรของ $CaCO_3$ โดยค่าพิสัยของความเป็นด่างจากการวิเคราะห์ข้อมูลอยู่ในช่วง 11-187 มิลลิกรัมต่อลิตรของ $CaCO_3$ และมีข้อมูลค่าความเป็นด่างที่อยู่นอกเหนือจากช่วงคุณภาพน้ำทะเลที่แนะนำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าวสูงถึงร้อยละ 45.3 จากจำนวนข้อมูลความเป็นด่างทั้งหมด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคุณภาพน้ำในพื้นที่อ่าวบ้านดอนบางส่วนที่มีค่าความเป็นด่างอยู่นอกช่วงที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง นอกจากนี้ยังมีค่าพิสัยของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนเตรท- ไนโตรเจน ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส แคดเมียม และทองแดง ที่มีค่าพิสัยจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่สูงกว่าค่าที่กำหนดไว้ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลในเขตน่านน้ำไทยประเภทที่ 3 เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 27 ปี 2549 โดยมีค่าที่อยู่นอกช่วงตามมาตรฐานดังกล่าวอยู่ร้อยละ

3. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของข้อมูลคุณภาพน้ำจากปัจจัยของฤดูกาล

จากข้อมูลคุณภาพน้ำบริเวณพื้นที่อ่าวบ้านดอนทั้งหมดที่รวบรวมได้นำข้อมูลมาแบ่งเป็น 2 ช่วง(อ้างอิงตามการเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำจากกรมควบคุมมลพิษ) ได้แก่ ข้อมูลที่มีการเก็บในช่วงเดือน มกราคมถึงมิถุนายน จัดอยู่ในช่วงฤดูร้อน ส่วนข้อมูลที่มีการเก็บในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม จัดอยู่ในช่วงฤดูฝน เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของข้อมูลคุณภาพน้ำในฤดูร้อนและฤดูฝนในแต่ละตัวแปร ผลการวิเคราะห์ข้อมูล (ตารางที่15) พบว่ามีข้อมูลค่าเฉลี่ยของตัวแปรคุณภาพน้ำที่มีความแตกต่างกันระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝน ได้แก่ อุณหภูมิ ความโปร่งใส ความเป็นด่าง แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนไตรท์-ไนโตรเจน และทองแดง แสดงให้เห็นว่าฤดูกาลมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในตัวแปรดังกล่าว โดยที่ค่าของอุณหภูมิ ความโปร่งใส และทองแดงมีค่าเฉลี่ยของคุณภาพน้ำในฤดูร้อนสูงกว่าในฤดูฝน ส่วนของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ความเป็นด่าง และไนไตรท์-ไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ยของคุณภาพน้ำในฤดูฝนสูงกว่าในฤดูร้อน

ปริมาณที่สูงมากกว่ากลุ่มพื้นที่อื่นด้วย ในส่วนของโลหะหนักพบว่า กลุ่มพื้นที่ B, D และ E มีค่าของโลหะหนักสูง โดยพบค่าเฉลี่ยของแคดเมียมสูงในกลุ่มพื้นที่ B และในกลุ่มพื้นที่ D พบว่ามีค่าปรอทสูง ส่วนในของกลุ่มพื้นที่ E พบว่ามีค่าเฉลี่ยของ ตะกั่ว ทองแดง และสารหนูในปริมาณที่สูงกว่ากลุ่มอื่น

เมื่อนำข้อมูลคุณภาพน้ำบริเวณพื้นที่อ่าวบ้านดอนทั้ง 7 กลุ่มพื้นที่มาวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของข้อมูลคุณภาพน้ำในแต่ละกลุ่ม ผลการวิเคราะห์พบว่าข้อมูลคุณภาพน้ำส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันระหว่างกลุ่มพื้นที่ทั้ง 7 กลุ่ม ในเกือบทุกตัวแปรคุณภาพน้ำ มีเพียงค่าเฉลี่ยของปรอท แคดเมียม และตะกั่ว เท่านั้นที่มีค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มพื้นที่ทั้ง 7 กลุ่มที่ไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าปัจจัยต่างๆ ทั้งอิทธิพลจากการไหลของน้ำจืดลงสู่อ่าว และการใช้ประโยชน์จากพื้นที่รอบอ่าวในแต่ละกลุ่มพื้นที่ในลักษณะที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของคุณภาพน้ำในแต่ละกลุ่มพื้นที่มีค่าแตกต่างกันด้วย

ตารางที่ 16 ผลการเปรียบเทียบข้อมูลคุณภาพน้ำบริเวณอ่าวบ้านดอนระหว่างกลุ่ม โดยแยกเป็น 7 กลุ่มพื้นที่ (ต่อ)

ตัวแปรคุณภาพน้ำ	ค่าเฉลี่ย±ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน							ระดับนัยสำคัญ (P)
	กลุ่มA	กลุ่มB	กลุ่มC	กลุ่มD	กลุ่มE	กลุ่มF	กลุ่มG	
ไนเตรท-ไนโตรเจน (ไมโครกรัมต่อลิตร)	30.0±69.3	102.6±175.7	80.4±136.4	113.3±172.3	202.6±343.8	76.4±173.9	72.9±118.6	2.22×10^{-10}*
ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส (ไมโครกรัมต่อลิตร)	35.2±39.0	31.3±33.1	26.5±33.5	27.4±32.7	54.7±56.2	39.4±60.5	34.6±41.6	4.95×10^{-11}*
ปรอท (ไมโครกรัมต่อลิตร)	0.0182±0.012	0.0191±0.0191	0.0195±0.0322	0.0227±0.029	0.0157±0.0152	ND	0.0194±0.027	0.970
แคดเมียม (ไมโครกรัมต่อลิตร)	1.961±1.932	1.968±2.687	0.418±1.058	0.794±1.387	1.937±3.750	ND	0.753±1.453	0.054
ตะกั่ว (ไมโครกรัมต่อลิตร)	1.196±0.532	1.607±1.844	1.916±1.493	1.348±1.093	2.243±1.875	ND	1.618±1.543	0.261
ทองแดง (ไมโครกรัมต่อลิตร)	0.812±0.593	9.90±8.25	1.880±1.764	5.90±8.77	9.92±8.37	ND	1.972±2.202	3.81×10^{-7}*
สารหนู (ไมโครกรัมต่อลิตร)	2.267±1.34	0.93±0.683	1.697±1.572	1.725±0.846	3.766±2.747	ND	1.729±1.867	1.58×10^{-5}*
แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (MPN/100mL)	235±629	554±681	744±838	869±872	748±750	452±616	583±799	0.0060*
แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (MPN/100mL)	298±476	283±460	387±588	546±710	480±617	346±556	280±417	0.0151*

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดทำดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง บริเวณอ่าวบ้านดอน

1.ผลการศึกษาข้อมูลจากแบบประเมินความเห็นสำหรับค่าน้ำหนักความสำคัญของคุณภาพน้ำต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง บริเวณอ่าวบ้านดอน

1.1 ข้อมูลผู้ตอบแบบประเมินความคิดเห็น

จากการใช้แบบประเมินความคิดเห็นเพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในพื้นที่อ่าวบ้านดอนเป็นผู้ให้ข้อมูล มีผู้ให้ข้อมูลทั้งหมด 32 ท่าน ประกอบด้วย ผู้ทรงคุณวุฒิ และนักวิชาการที่มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งบริเวณอ่าวบ้านดอนจำนวน 9 ท่าน ผู้เพาะเลี้ยงกุ้งจำนวน 14 ท่าน และผู้เพาะเลี้ยงหอยจำนวน 9 ท่าน โดยผู้ตอบแบบประเมินความเห็นล้วนเป็นผู้ที่มีประสบการณ์การทำงานที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ส่วนใหญ่มีประสบการณ์มากกว่า 10 ปี คิดเป็นร้อยละ 79 ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด ร้อยละ 12 และ 9 มีประสบการณ์ด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งอยู่ในช่วง 7-10 ปี และ 5-7 ปี ตามลำดับ

1.2 ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรคุณภาพน้ำ

ผลการตอบแบบประเมินความคิดเห็น (ภาคผนวก ค) เพื่อกำหนดระดับความสำคัญของตัวแปรคุณภาพน้ำในแต่ละด้าน ได้แก่ ด้านกายภาพ ด้านเคมี และด้านชีวภาพ พบว่าด้านเคมีมีค่าเฉลี่ยของระดับความสำคัญมากที่สุด รองลงมาคือด้านกายภาพ และด้านชีวภาพตามลำดับ เมื่อนำมาปรับค่าเป็นค่าน้ำหนักตามความสำคัญของแต่ละกลุ่มตัวแปรคุณภาพน้ำแสดงได้ดังตารางที่ 17 ในส่วนของผลจากการตอบแบบประเมินความคิดเห็น เพื่อกำหนดระดับความสำคัญของตัวแปรคุณภาพน้ำในแต่ละตัวแปร ได้แก่ อุณหภูมิ ความโปร่งใส สารแขวนลอย ความเค็ม ความเป็นกรด-ด่าง ออกซิเจนละลายน้ำ ความเป็นด่าง บีโอดี แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนไตรท์-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส แบคทีเรียกลุ่มวิบริโอ แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม คลอโรฟิลล์ เอ และ โลหะหนัก (งานวิจัยนี้ศึกษาข้อมูลโลหะหนักใน 5 ตัวแปร ได้แก่ ตะกั่ว สารหนู แคดเมียม ปรอท และทองแดง แต่การให้ค่าน้ำหนักระดับความสำคัญใช้ค่าน้ำหนักภาพรวมเท่ากันทุกตัว คือ ค่าน้ำหนักตามความสำคัญของโลหะหนัก) พบว่า ออกซิเจนละลายน้ำมีค่าเฉลี่ยของระดับความสำคัญสูงที่สุด และคลอโรฟิลล์ เอ มีค่าเฉลี่ยของระดับความสำคัญน้อยที่สุดแสดงได้ดัง

ตารางที่ 18 ค่าน้ำหนักระดับความสำคัญคุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจำแนกตามแต่ละตัวแปรคุณภาพน้ำ

ตัวแปรคุณภาพน้ำ	ค่าเฉลี่ย*	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าน้ำหนักของความสำคัญที่ได้จากการปรับค่าตามสัดส่วนของค่าเฉลี่ย (W_i)
ออกซิเจนละลายน้ำ	4.469	0.80	0.072
ความเป็นกรด-ด่าง	4.250	0.67	0.069
ความเป็นด่าง	4.063	0.87	0.066
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน	4.000	1.03	0.065
โลหะหนัก ได้แก่ตะกั่ว สารหนู แคดเมียม ปรอท และทองแดง	4.000	1.18	0.065
บีโอดี	3.967	0.81	0.064
ความเค็ม	3.813	0.86	0.062
ไนไตรท์-ไนโตรเจน	3.710	1.00	0.060
อุณหภูมิ	3.969	0.68	0.060
ความโปร่งใส	3.781	0.94	0.057
แบคทีเรียกลุ่มวิบริโอ	3.967	1.18	0.057
ไนเตรท-ไนโตรเจน	3.467	0.96	0.056
แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด	3.655	1.10	0.052
ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส	3.200	0.99	0.052
สารแขวนลอย	3.419	1.00	0.051
แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์มทั้งหมด	3.586	1.14	0.051
คลอโรฟิลล์ เอ	3.069	1.05	0.044
ผลรวม			1.000

*เป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการประมวลความเห็นของกลุ่มผู้ตอบแบบประเมินความคิดเห็น

ตารางที่ 19สมการสำหรับใช้ปรับค่าคุณภาพน้ำที่วัดได้เป็นค่าระดับคะแนนคุณภาพน้ำของแต่ละตัวแปร (ต่อ)

ตัวแปรคุณภาพน้ำ	สมการสำหรับกำหนดระดับคะแนนคุณภาพน้ำ(I_i)	เงื่อนไขของคุณภาพน้ำ(X)
แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม (MPN/100mL)	$I_{TCB} = -0.028X_{TCB} + 100$	เมื่อX_{TCB} = 2 ถึง 3,500
แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม(MPN/100mL)	$I_{FCB} = -0.041X_{FCB} + 100$	เมื่อX_{FCB} = 1 ถึง 2,400
แบคทีเรียกลุ่มวิบริโอ (CFU/mL)	$I_{vibrio} = -0.497X_{vibrio}+100.5$	เมื่อX_{vibrio}= 1 ถึง 200
คลอโรฟิลล์ เอ (ไมโครกรัมต่อลิตร)	$I_{chlorophyll\ a}=9.957X_{chlorophyll\ a}+0.422$ $X_{chlorophyll\ a}= -0.575X_{chlorophyll\ a}+105.7$	เมื่อ$X_{chlorophyll\ a}$= 0.058 ถึง 10.0 เมื่อ$X_{chlorophyll\ a}$ = 10.0 ถึง182.1

ดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรณีบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี

1. สมการคำนวณดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง

ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักของตัวแปรคุณภาพน้ำ(W_i) และค่าคะแนนคุณภาพน้ำ (I_i) ของแต่ละตัวแปร นำมาแทนค่าลงในสมการเพื่อหาค่าดัชนีคุณภาพน้ำ (อ้างอิงจากกรมควบคุมมลพิษของอินเดียที่พัฒนาโดย Ved (1990) (อ้างอิงใน รุ่งนภา เรืองโรจน์, 2554) สำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (WQI_c) ดังแสดงคือ

$$WQI_c = \sum_{i=1}^{n} W_i I_i$$

โดยที่

WQI_c คือ ดัชนีคุณภาพน้ำทะเลสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง

W_i คือ ค่าน้ำหนักระดับความสำคัญของแต่ละตัวแปรคุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง

I_{NO_2-N}	คือ	ระดับคะแนนคุณภาพน้ำของไนไตรท์-ไนโตรเจน
I_{Temp}	คือ	ระดับคะแนนคุณภาพน้ำของอุณหภูมิ
I_{Trans}	คือ	ระดับคะแนนคุณภาพน้ำของความโปร่งใส
I_{vibrio}	คือ	ระดับคะแนนคุณภาพน้ำของแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอ
I_{NO_3-N}	คือ	ระดับคะแนนคุณภาพน้ำของไนเตรท-ไนโตรเจน
I_{TCB}	คือ	ระดับคะแนนคุณภาพน้ำของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม
I_{PO_4-P}	คือ	ระดับคะแนนคุณภาพน้ำของฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส
I_{SS}	คือ	ระดับคะแนนคุณภาพน้ำของสารแขวนลอย
I_{FCB}	คือ	ระดับคะแนนคุณภาพน้ำของแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม
$I_{chlorophyll\ a}$	คือ	ระดับคะแนนคุณภาพน้ำของคลอโรฟิลล์ เอ

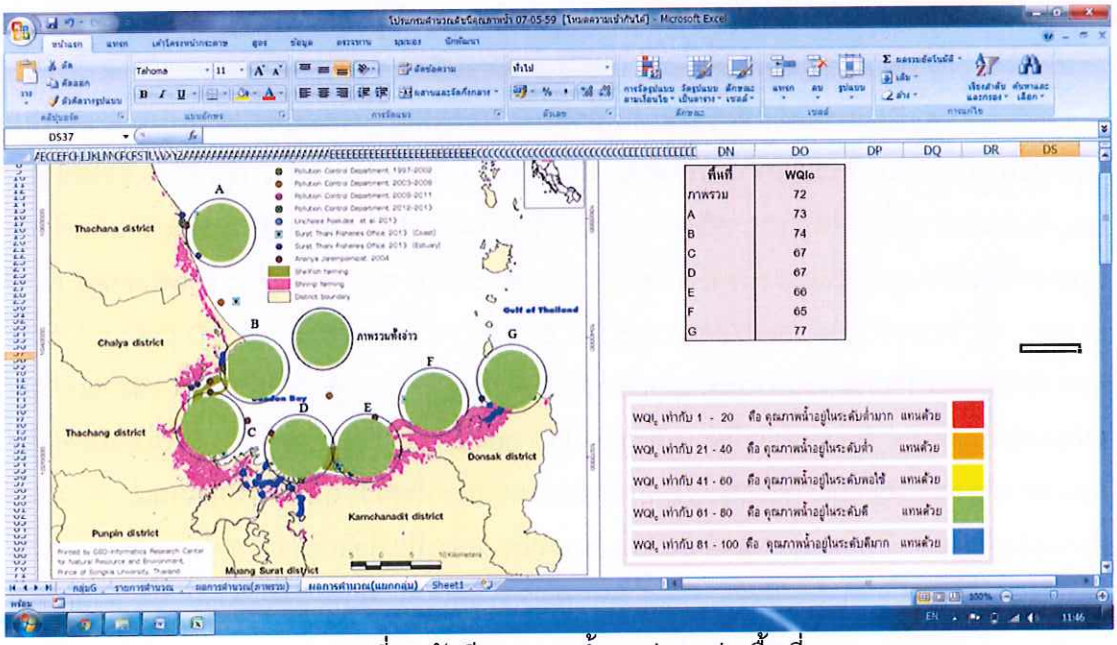
เมื่อได้สมการคำนวณดัชนีคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งสำหรับพื้นที่อ่าวบ้านดอนแล้ว ทำการทดสอบสมการโดยการนำค่าคุณภาพน้ำที่วิกฤตและคุณภาพน้ำที่ดีที่สุด (ค่าเหมาะสมของคุณภาพน้ำที่แนะนำ) มาทดสอบ โดยแทนค่าลงในสมการสำหรับคำนวณดัชนีคุณภาพน้ำดังกล่าว ผลการคำนวณพบว่า เมื่อแทนค่าคุณภาพน้ำด้วยค่าคุณภาพน้ำที่ดีที่สุด ได้ค่าดัชนีคุณภาพน้ำเท่ากับ 100 และเมื่อแทนค่าคุณภาพน้ำด้วยค่าที่วิกฤตได้ค่าดัชนีคุณภาพน้ำจากการคำนวณเท่ากับ 1 (ผลการคำนวณแสดงดังภาคผนวก จ) แสดงให้เห็นว่าสมการสำหรับคำนวณดัชนีคุณภาพน้ำที่ศึกษาได้สามารถนำมาคำนวณคุณภาพน้ำในภาพรวมได้ โดยให้ค่าคะแนนอยู่ในช่วง 1-100

2. ผลการใช้สมการคำนวณดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง

เมื่อได้ทดสอบการใช้สมการคำนวณดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแล้ว จากนั้นนำสมการดังกล่าวมาใช้กับข้อมูลทุติยภูมิของคุณภาพน้ำทั้งในภาพรวมทั้งอ่าว ฤดูร้อน ฤดูฝนและแยกเป็นกลุ่มพื้นที่แต่ละกลุ่ม ดังนี้คือกลุ่มที่ A คลองท่ากระจาย อำเภอท่าชนะ กลุ่มที่ B คลองพุมเรียง อำเภอไชยา กลุ่มที่ C คลองท่าฉาง อำเภอท่าฉาง กลุ่มที่ D แม่น้ำตาปี อำเภอเมือง กลุ่มที่ E คลองกระแดะ อำเภอกาญจนดิษฐ์ กลุ่มที่ F คลองนุ้ย อำเภอดอนสัก และกลุ่มที่ G คลองดอนสัก อำเภอดอนสัก รวมทั้งสิ้น 7 กลุ่ม ผลการคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ บริเวณพื้นที่อ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี แสดงดังตารางที่ 20 พบว่าสามารถคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำฯ บริเวณอ่าวบ้านดอนในภาพรวมได้เท่ากับ 72.27 ผลการคำนวณดัชนีคุณภาพน้ำฯ แยกเป็นฤดูกาลพบว่า ข้อมูลภาพรวมของ

ตารางที่ 20 ผลการคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี

พื้นที่	ดัชนีคุณภาพน้ำฯที่คำนวณได้
ภาพรวมทั้งอ่าว	72.27
ภาพรวม ฤดูร้อน	77.39
ภาพรวม ฤดูฝน	76.24
กลุ่มที่ A คลองท่ากระจาย	72.76
กลุ่มที่ B คลองพุมเรียง	74.45
กลุ่มที่ C คลองท่าฉาง	67.11
กลุ่มที่ D แม่น้ำตาปี	67.00
กลุ่มที่ E คลองกระแดะ	65.70
กลุ่มที่ F คลองนุ้ย	65.06
กลุ่มที่ G คลองดอนสัก	77.46



ภาพที่ 6 ดัชนีคุณภาพน้ำฯแต่ละกลุ่มพื้นที่

อุณหภูมิ

ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของแต่ละพื้นที่พบว่ามีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ โดยจุดเก็บตัวอย่างบริเวณตำบลพุมเรียง อำเภอไชยา มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 30.8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่จุดเก็บตัวอย่างตำบลคลองฉนาก อำเภอเมือง โดยค่าอุณหภูมิของพื้นที่อำเภอไชยา และอำเภอกาญจนดิษฐ์ มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงที่คล้ายกัน คือ อุณหภูมิค่อยๆ เพิ่มสูงขึ้นในตอนกลางวัน ช่วงที่อุณหภูมิสูงที่สุด คือเวลา12.00 น.ถึง 14.00 น. จากนั้นอุณหภูมิจะค่อยๆ ลดลง ส่วนในพื้นที่อำเภอเมือง อุณหภูมิค่อนข้างคงที่ เมื่อเทียบกับพื้นที่อื่นๆ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการไหลของน้ำในแม่น้ำลงสู่บริเวณอ่าวบ้านดอนในปริมาณมากกว่าบริเวณอื่นๆ ส่งผลให้แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิค่อนข้างคงที่ และพบว่าค่าเฉลี่ยที่ได้จากการลงพื้นที่เก็บตัวอย่างบริเวณจุดเก็บ อำเภอเมืองมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิต่ำกว่ากลุ่มอื่น เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ข้อมูลทุติยภูมิระหว่างกลุ่มพื้นที่ทั้ง 7 กลุ่ม ที่ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยพบว่าค่าเฉลี่ยของพื้นที่บริเวณอำเภอเมืองมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่ากลุ่มพื้นที่อื่นเช่นเดียวกัน

ความเค็ม

จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของความเค็มในพื้นที่จุดเก็บตัวอย่างทั้ง 3 จุด พบว่ามีค่าเฉลี่ยของความเค็มแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ โดยจุดเก็บตัวอย่างบริเวณตำบลพุมเรียง อำเภอไชยา มีค่าเฉลี่ยความเค็มสูง รองลงมาคือจุดเก็บน้ำบริเวณตำบลพลายวาส อำเภอกาญจนดิษฐ์ และค่าเฉลี่ยความเค็มต่ำสุดที่จุดเก็บน้ำตำบลคลองฉนาก อำเภอเมือง โดยมีค่าเฉลี่ยความเค็มในแต่ละพื้นที่เท่ากับ 26.1, 21.2 และ 16.1 ppt ซึ่งค่าเฉลี่ยของความเค็มในแต่ละพื้นที่มีแนวโน้มเช่นเดียวกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลทุติยภูมิของคุณภาพน้ำในแต่ละกลุ่มพื้นที่ คือ ค่าเฉลี่ยของความเค็มสูงบริเวณ อำเภอไชยา และต่ำสุดที่อำเภอเมือง ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณอำเภอไชยา เป็นอ่าวเปิดที่มีการไหลเข้ามาผสมของน้ำเค็มในปริมาณที่มาก แตกต่างกับพื้นที่อ่าวบริเวณอำเภอเมือง ที่มีการไหลของน้ำจากแม่น้ำลงสู่อ่าวเป็นจำนวนมากส่งผลให้บริเวณที่อำเภอมีค่าความเค็มต่ำกว่าบริเวณอื่น

สารแขวนลอย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ค่าเฉลี่ยของสารแขวนลอยในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 3 จุด ไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ยของสารแขวนลอยอยู่ในช่วง 10.0 ถึง 14.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งค่าเฉลี่ยดังกล่าวต่ำกว่าค่าที่แนะนำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (ประเดิม

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มพื้นที่ของข้อมูลคุณภาพน้ำในแต่ละตัวแปร

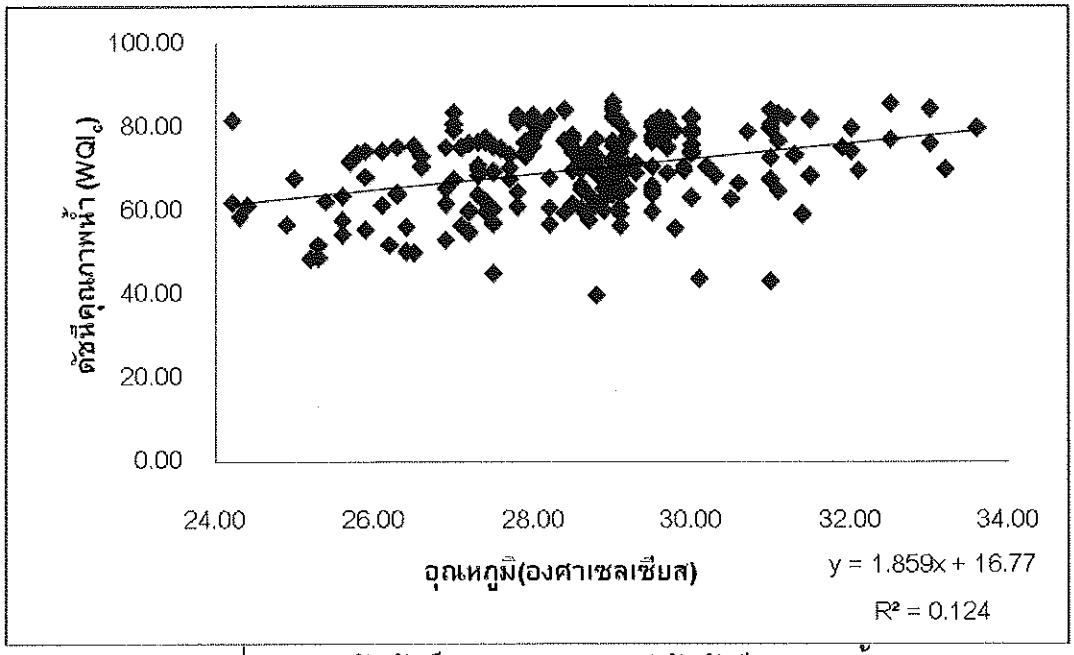
พื้นที่เก็บตัวอย่าง	DO deficit (mg/L)				อุณหภูมิ (°C)				ความเค็ม (ppt)				สารแขวนลอย (mg/L)				คลอโรฟิลล์ เอ (µg/L)			
	Max	Min	Mean	SD.	Max	Min	Mean	SD.	Max	Min	Mean	SD.	Max	Min	Mean	SD.	Max	Min	Mean	SD.
ตำบลพุมเรียง	2.4	0.1	1.2	0.7	32.0	30.0	30.8	0.8	35.0	19.0	26.1	4.8	41.6	1.8	13.3	13.3	13.9	2.5	8.0	3.3
ตำบลคลองฉนาก	4.1	1.0	2.6	1.0	31.0	26.0	29.0	1.7	30.0	2.0	16.1	9.2	33.7	4.8	10.0	6.5	13.3	3.8	7.6	2.3
ตำบลพลายวาส	3.1	0.1	1.7	0.9	32.0	28.0	29.5	1.0	35.0	10.0	21.2	7.6	56.1	3.4	14.0	14.9	13.6	3.2	9.1	2.6
ระดับนัยสำคัญ (P)	0.120×10^{-6}*				0.575×10^{-7}*				0.766×10^{-6}*				0.325				0.053			

* ข้อมูลแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ $P<0.05$

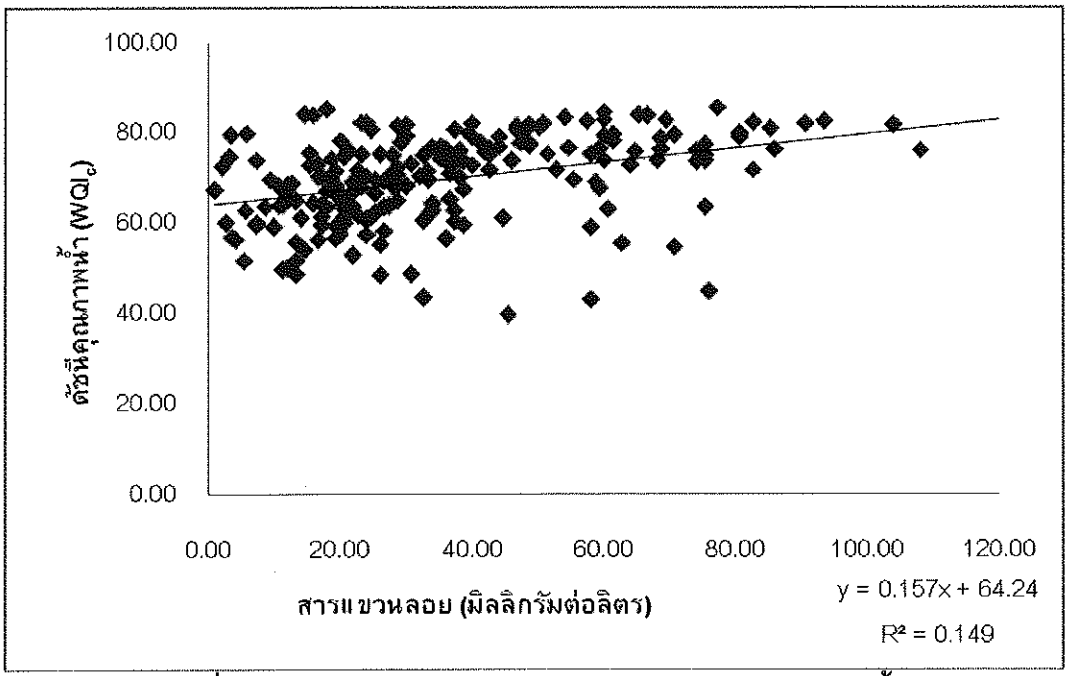
2. ความสัมพันธ์ของตัวแปรคุณภาพน้ำที่มีอิทธิพลจากเงื่อนไขทางชลศาสตร์ ภูมิอากาศ และเงื่อนไขทางชีวภาพกับค่าดัชนีคุณภาพน้ำฯที่คำนวณได้

2.1 ผลการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทุติยภูมิของตัวแปรคุณภาพน้ำที่มีอิทธิพลจากเงื่อนไขทางชลศาสตร์ ภูมิอากาศ และเงื่อนไขทางชีวภาพกับค่าดัชนีคุณภาพน้ำฯ ที่คำนวณได้

ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำค่าของตัวแปรคุณภาพน้ำได้แก่ DO deficit อุณหภูมิ ความเค็ม สารแขวนลอย และคลอโรฟิลล์ เอ ซึ่งเป็นตัวแปรคุณภาพน้ำที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับอิทธิพลจากปัจจัยดังกล่าว เพื่อศึกษาหาค่าความสัมพันธ์กับค่าดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่คำนวณได้ โดยนำข้อมูลทุติยภูมิของคุณภาพน้ำในภาพรวมมาใช้ในการคำนวณ ผลการศึกษาได้กราฟความสัมพันธ์ดังภาพที่ 7 ถึง ภาพที่ 11 และสรุปสมการความสัมพันธ์ดังตารางที่ 23 โดยเมื่อพิจารณากราฟความสัมพันธ์พบว่าค่า DO deficit มีความสัมพันธ์ที่ดีที่สุด กับค่าดัชนีคุณภาพน้ำฯ (WQI_c) โดยมีค่า $r = -0.652$ ซึ่งสูงที่สุดเมื่อเทียบกับตัวแปรอื่นๆ โดยมีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่าดัชนีคุณภาพน้ำที่คำนวณได้ (ค่า DO deficit เพิ่มขึ้นดัชนีคุณภาพน้ำฯที่คำนวณได้มีค่าลดลง) รองลงมาได้แก่ ความเค็ม สารแขวนลอย อุณหภูมิ และคลอโรฟิลล์ เอ มีความสัมพันธ์กับดัชนีคุณภาพน้ำที่คำนวณได้น้อยที่สุด ซึ่งความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างค่าดัชนีคุณภาพน้ำที่คำนวณได้กับตัวแปรคุณภาพน้ำทั้ง 5 ตัวแปรนี้ เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์แล้วพบว่าความสัมพันธ์ยังอยู่ในระดับต่ำ



ภาพที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าอุณหภูมิกับดัชนีคุณภาพน้ำฯ



ภาพที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างสารแขวนลอยกับดัชนีคุณภาพน้ำฯ

โดยที่

WQI_C	คือ	ดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งบริเวณอ่าวบ้านดอนจังหวัดสุราษฎร์ธานี
DO deficit	คือ	ผลต่างระหว่างค่าออกซิเจนละลายอิ่มตัวของน้ำกับค่าออกซิเจนละลายที่วัดได้

เมื่อใช้สมการความสัมพันธ์ดังกล่าวคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งในรอบวัน โดยแทนค่า DO deficit ที่ได้จากการลงพื้นที่เก็บตัวอย่างน้ำลงในสมการ สามารถคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งดังแสดงในภาคผนวก ช เมื่อพิจารณาดัชนีคุณภาพน้ำฯ ที่คำนวณได้จากการใช้ค่า DO deficit ในการคำนวณ จะได้ดัชนีคุณภาพน้ำมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงภายในรอบวัน โดยเมื่อเปรียบเทียบค่าดัชนีคุณภาพน้ำที่คำนวณได้ในแต่ละพื้นที่ พบว่าในฤดูฝนค่าดัชนีคุณภาพน้ำที่คำนวณในพื้นที่อำเภอกาญจนดิษฐ์และอำเภอไชยามีค่าสูงกว่า อำเภอเมือง ตลอด 24 ชั่วโมง โดยพื้นที่อำเภอไชยามีแนวโน้มของค่าดัชนีคุณภาพน้ำฯสูงที่สุด ส่วนในฤดูร้อนค่าดัชนีคุณภาพน้ำฯที่คำนวณได้มีค่าใกล้เคียงกัน โดยแนวโน้มของอำเภอไชยามีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ อำเภอเมือง และอำเภอกาญจนดิษฐ์ จากผลการนำค่า DO deficit มาใช้ในการคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง แม้ว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งกับค่า DO deficit ที่ศึกษาได้จะมีค่าที่ไม่สูงเท่าที่ควรก็ตาม แต่การเลือกค่า DO deficit มาใช้ในการคำนวณก็ถือว่าเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ทำให้สามารถคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำฯ ได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น โดยค่า DO deficit เป็นตัวแปรคุณภาพน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงรวดเร็วเมื่อได้รับอิทธิพลจากปัจจัยชลศาสตร์ ภูมิอากาศ และชีวภาพ และยังมีการเปลี่ยนแปลงที่สัมพันธ์กับค่าอุณหภูมิและความเค็มอีกด้วย นอกจากนี้ออกซิเจนละลายน้ำยังเป็นตัวแปรคุณภาพน้ำที่ผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำต้องตรวจสอบเป็นประจำอยู่แล้ว และเป็นตัวแปรที่ผู้ที่เกี่ยวข้องด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งให้ความสำคัญมากที่สุด สังเกตได้จากค่าระดับความสำคัญเฉลี่ยของคุณภาพน้ำที่ได้จากการตอบแบบประเมินความคิดเห็น (ตารางที่ 18) ซึ่งพบว่าผู้ที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งให้ความสำคัญกับออกซิเจนละลายน้ำ โดยให้คะแนนเฉลี่ยเป็นตัวแปรที่มีระดับความสำคัญมากที่สุดเมื่อเทียบกับตัวแปรอื่น และเมื่อคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิของคุณภาพน้ำซึ่งใช้เพียงค่า DO deficit เพียงตัวแปรเดียวในการคำนวณ ผลการคำนวณแสดงดังตารางที่ 24 พบว่าค่าดัชนีคุณภาพน้ำฯ ที่คำนวณได้โดยใช้สมการความสัมพันธ์ระหว่างค่า DO deficit กับค่าดัชนีคุณภาพน้ำมีแนวโน้มของค่าที่คำนวณได้ใกล้เคียงกันกับค่าดัชนีคุณภาพน้ำฯที่คำนวณโดยใช้ตัวแปรคุณภาพ 21 ตัวแปร โดยให้ผลต่างของค่าที่คำนวณได้ไม่แตกต่างกันมาก ได้แก่ภาพรวมฤดูร้อน

การใช้ประโยชน์ดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับการจัดการคุณภาพน้ำชายฝั่งเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำ เพื่อจัดทำสมการสำหรับคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำในครั้งนี้เป็นการจัดทำดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง บริเวณอ่าวบ้านดอน ใช้ข้อมูลทุติยภูมิของคุณภาพน้ำในพื้นที่มาวิเคราะห์เป็นหลัก ประกอบด้วยตัวแปรคุณภาพน้ำที่มีความสำคัญต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ทั้งทางด้านกายภาพ ด้านเคมี และด้านชีวภาพ รวมทั้งสิ้น 21 ตัวแปร เพื่อให้ได้ค่าดัชนีคุณภาพน้ำที่เป็นภาพรวมเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ในพื้นที่บริเวณอ่าวบ้านดอน โดยสามารถนำสมการคำนวณดัชนีคุณภาพน้ำฯ ที่ได้จัดทำขึ้นมาใช้ประมวลผลข้อมูลคุณภาพน้ำในพื้นที่รอบอ่าวบ้านดอน ซึ่งได้มีการตรวจสอบติดตามข้อมูลคุณภาพน้ำอยู่เป็นประจำ ทั้งรายเดือน/ฤดูกาล และรายปี ทั้งนี้ทำให้สามารถเปรียบเทียบคุณภาพน้ำในเชิงพื้นที่ได้ชัดเจนขึ้น เพื่อประโยชน์ในด้านต่างๆดังนี้

1. ใช้ประเมินสถานะของคุณภาพน้ำในภาพรวมของพื้นที่ หรือในแต่ละกลุ่มพื้นที่รอบอ่าวบ้านดอน เพื่อการตัดสินใจบริหารจัดการคุณภาพน้ำในพื้นที่

2. เพื่อความสะดวกในการสื่อสารข้อมูลคุณภาพน้ำกับผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำโดยทำให้สามารถเข้าใจสถานการณ์คุณภาพน้ำได้ง่ายขึ้น

3. เป็นตัวชี้วัด (indicator) ในระบบการเตือนภัย (warning) สำหรับกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำอย่างเฉียบพลัน

4. เป็นการนำข้อมูลคุณภาพน้ำในพื้นที่ที่มีอยู่เดิมมาพัฒนาต่อยอดให้เกิดประโยชน์ในการจัดการคุณภาพน้ำในพื้นที่มากยิ่งขึ้น

ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำทางผู้วิจัยได้จัดทำโปรแกรมสำหรับการคำนวณคุณภาพน้ำสำหรับพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง บริเวณอ่าวบ้านดอน ขึ้นเพื่อใช้สำหรับการคำนวณ เพียงป้อนข้อมูลค่าที่ตรวจวัดได้ในแต่ละตัวแปรคุณภาพน้ำลงในโปรแกรมก็สามารถคำนวณออกมาเป็นค่าดัชนีคุณภาพฯน้ำได้ทันที

บทที่ 4

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาเพื่อจัดทำดัชนีคุณภาพน้ำ สำหรับพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง บริเวณพื้นที่อ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1.ข้อมูลทุติยภูมิคุณภาพน้ำในช่วงปี พ.ศ.2540 - 2556

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทุติยภูมิของคุณภาพน้ำในบริเวณอ่าวบ้านดอน จำนวน 21 ตัวแปร ได้แก่ อุณหภูมิ ความโปร่งใส สารแขวนลอย ความเค็ม ความเป็นกรด-ด่าง ออกซิเจนละลายน้ำ ความเป็นด่าง บีโอดี แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนไตรท์-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ตะกั่ว สารหนู แคดเมียม ปรอท ทองแดง แบคทีเรียกลุ่มวิบริโอ แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม และคลอโรฟิลล์ เอ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม แอมโมเนีย-ไนโตรเจน และไนเตรท-ไนโตรเจน มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ในส่วนของค่าโลหะหนักได้แก่ ตะกั่ว สารหนู ทองแดง และปรอท มีการปนเปื้อนอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ยกเว้นค่าของแคดเมียมที่มีค่าสูงกว่ามาตรฐานฯ ความแตกต่างระหว่างฤดูฝนและฤดูร้อนของข้อมูลในภาพรวมพบว่ามีความแตกต่างกันในตัวแปร ได้แก่ อุณหภูมิ ความโปร่งใส ความเป็นด่าง แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนไตรท์-ไนโตรเจน และทองแดง

2.การจัดทำดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี

สมการคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยใช้ข้อมูลคุณภาพน้ำ 21 ตัวแปรในการคำนวณ สมการที่ที่ศึกษาได้คือ

$$\begin{aligned} WQI_C = {} & 0.072I_{DO_{\%sat}} + 0.069I_{pH} + 0.066I_{alkalinity} + 0.065I_{NH_3-N} \\ & + 0.065\left(0.2\left(I_{Hg} + I_{Cd} + I_{Pb} + I_{Cu} + I_{As}\right)\right) + 0.064I_{BOD} + 0.062I_{salinity} \\ & + 0.060I_{NO_2-N} + 0.060I_{Temp} + 0.057I_{Trans} + 0.057I_{vibrio} + 0.056I_{NO_3-N} \\ & + 0.052I_{TCB} + 0.052I_{PO_4-P} + 0.051I_{SS} + 0.051I_{FCB} + 0.044I_{chlorophyll\ a} \end{aligned}$$

เมื่อนำสมการมาใช้คำนวณคุณภาพน้ำในภาพรวมของบริเวณอ่าวบ้านดอน พบว่าบริเวณอ่าวบ้านดอนมีค่าดัชนีคุณภาพน้ำฯเท่ากับ 72.27 ซึ่งมีคุณภาพน้ำอยู่ในระดับดี

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. มปป.ก. ค่าคะแนนรวมของคุณภาพน้ำ 5 พารามิเตอร์. สืบค้นเมื่อ 15 พฤษภาคม 2557, สืบค้นจาก http://wqi.go.th/water/images/storie/inland/manual/wqi_new.pdf

กรมควบคุมมลพิษ. มปป.ข. มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน. สืบค้นเมื่อ 25 เมษายน 2558, สืบค้นจาก http://www.pcd.go.th/Info_serv/reg_std_water05.html

กรมประมง. 2556. คู่มือการเลี้ยงกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) แบบพัฒนา. สถาบันวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรม ประมง.

กลุ่มวิจัยและพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนและจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2551. การประเมินเสถียรภาพของระบบนิเวศปากแม่น้ำที่ไหลลงสู่ทะเล (Estuary) อ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ห้างหุ้นส่วนจำกัดประสุขชัยการพิมพ์.

เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน. มปป. คุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. สืบค้นเมื่อ 15 ธันวาคม 2555 สืบค้นจาก http://coursewares.mju.ac.th:8 1/elearning4 7/section2/fa3 0 1/Lession/lession3.htm

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2549. มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล. สืบค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2558, สืบค้นจาก http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water02.html

คเนศ อภิกมลกุล. 2535. การพัฒนาดัชนีคุณภาพน้ำของแม่น้ำบางปะกง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร มหาวิทยาลัยมหิดล.

โครงการจัดการทรัพยากรชายฝั่งและมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์. 2550. การวางแผนการจัดการอ่าวบ้านดอนและเกาะนอกชายฝั่ง: การวิเคราะห์และวินิจฉัยระบบชายฝั่ง. สืบค้นเมื่อ 18 กุมภาพันธ์ 2558, สืบค้นจาก http://eic.wu.ac.th/Download/report.html

ชัชวาล อินทรมนตรี. 2551. คุณภาพน้ำที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกุ้งทะเล. สืบค้นเมื่อ 24 มกราคม 2558, สืบค้นจาก http://www.aquathai.org/index.php?PHPSESSID =44caf20e6d92991a13bdbd8ed2df05&Page= ArticlePlay&Article=41

ชนินทร์ แสงรุ่งเรือง. มปป. คุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง มาตรฐานน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล. สืบค้นเมื่อ 22 สิงหาคม 2557, สืบค้นจาก http://www.gotoknow.org/posts /249728

วราภรณ์ หนูดี และจินตนา มหาสวัสดิ์. 2550. ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและดินกับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงในแหล่งเลี้ยงอ่าวบ้านดอนสุราษฎร์ธานี. สำนักงานวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง.

วราห์ เทพาหุดี, นิติ ชูเชิด, ศิริวรรณ คิดประเสริฐ, เกศริน ฑีฆายุ, แก้วตา ลิ้มเฮง และนลินี อุ่ยสุวรรณ. 2551. แนวทางการผลิตกุ้งขาวแวนนาไมต้นทุนต่ำ. รายงานฉบับสมบูรณ์การวิจัยเพื่อพัฒนาการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ กุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งก้ามกราม อย่างยั่งยืน. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

วิสุทธิ์ พรหมเล็ก. 2552. คุณภาพน้ำในแหล่งเลี้ยงหอยนางรม บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. ปัญหาพิเศษหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการประมง มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสุราษฎร์ธานี. 2557. การเลี้ยงกุ้งทะเลของเกษตรกรในจังหวัดสุราษฎร์ธานีภายใต้การระบาดของโรคตายด่วน (EMS) ปีพ.ศ. 2556. สืบค้นเมื่อ 1 กันยายน 2558, สืบค้นจาก http://www.fisheries.go.th/cf-suratthani/Download

สุวัฒน์ ธนานุภาพไพศาล. 2558. ข้อมูลคุณภาพน้ำพื้นที่อ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปี พ.ศ. 2544-2546. (ติดต่อขอข้อมูลส่วนตัว)

สำนักงานประมงจังหวัดสุราษฎร์ธานี. มปป.ก ข้อมูลด้านการประมง. สืบค้นเมื่อ 2 มิถุนายน 2557, สืบค้นจาก http://www.fisheries.go.th/fposuratthani/index.php?option=com content&view=section&id=13&Itemid=65

สำนักงานประมงจังหวัดสุราษฎร์ธานี. มปป.ข รายงานคุณภาพน้ำบริเวณแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งอ่าวบ้านดอน. สืบค้นเมื่อ 20 มิถุนายน 2556, สืบค้นจาก http://www.fisheries.go.th/fposuratthani/index.php?option=com_content&view=section&id=22

แหล่งเรียนรู้ด้านประมง. 2558. การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. สืบค้นเมื่อ 5 พฤษภาคม 2558, สืบค้นจาก http://www.aquatoyou.com/index.php

APHA, AWWA and WEF. 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st ed., New York : American Public Health Association.

Beltrame, E., Bonetti, C., and Bonetti, J. 2006. Pre-selection of Areas for Shrimp Culture in a Subtropical Brazilian Lagoon Based on Multicriteria Hydrological Evaluation. Journal of Coastal Research, 39 : 1838-1842.

Ferreira, N.C., Bonetti, C., and Seiffert, W.Q. 2011. Hydrological and Water Quality Indices as Management Tools in Marine Shrimp Culture. Aquaculture 318 : 425-433.

Samantray, P., Mishra, B.K., Panda, C.R., and Rout, S.P. 2009. Assessment of Water Quality Index in Mahanadi and Atharabanki Rivers and Taldanda Canal in Paradip Area, India. Journal of Human Ecology, 26(3) : 153-161.

Sanchez, E., Colmenarejo, M.F., Vicente, J., Rubio, A., Garcia, M.G., Travieso, L., and Borja, R. 2007. Use of the Water Quality Index and Dissolved Oxygen Deficit as Simple Indicators of Watersheds Pollution. Ecological Indicators, 7 : 315-328.

Sharma, D., and Kansal, A. 2011. Water Quality Analysis of River Yamuna Using Water Quality index in the National Capital Territory, India. Journal of Apply Water Sci, 1 : 147–157.

Simoes, F.D.S., Moreira, A.B., Bisinoti, M.C., Gimenez, S.M.N., and Yabe, M.J.S. 2008. Water Quality Index as a Simple Indicator of Aquaculture Effects on Aquatic Bodies. Journal of Ecological Indicators, 8 : 476-484.

Song, T., and Kim, K. 2009. Development of a Water Quality Loading Index Based on Water Quality Modeling. Journal of Environmental Management, 90 : 1534-1543.

Vicentea, J., Colmenarejob, M.F., Sanchezb, E., Rubiob, A., Garciab, M.G., Borjac, R., and Jimenez, A.M. 2011. Evaluation of the Water Quality in the Guadarrama River at the Section of Las Rozas-Madrid, Spain. Departamento de Sistemas Fisicos, Quimicos y Naturales, Facultad de Ciencias.

ภาคผนวก ก

แบบประเมินความคิดเห็น

สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง

บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี

สำหรับงานวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโทเรื่องการประยุกต์ใช้ดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับการจัดการคุณภาพน้ำชายฝั่งเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยนางสาวเกศสรินทร์ รุ่มจิตร นักศึกษาปริญญาโท สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

คำชี้แจง: งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อจัดทำดัชนีคุณภาพน้ำและหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีคุณภาพกับตัวแปรคุณภาพน้ำที่ได้รับอิทธิพลจากเงื่อนไขทางชลศาสตร์ ภูมิอากาศและทางชีวภาพ สำหรับพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณชายฝั่งอ่าวบ้านดอน

ในการทำงานวิจัยในครั้งนี้ ได้รวบรวมข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพน้ำชายฝั่ง มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ และ**ในการวิเคราะห์ข้อมูลมีความจำเป็นต้องใช้ข้อมูลความคิดเห็นของท่านมาใช้ประกอบในการวิเคราะห์เพื่อให้น้ำหนักความสำคัญของข้อมูลคุณภาพน้ำ** ผู้วิจัยจึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตอบแบบประเมินความคิดเห็นฉบับนี้อย่างละเอียดและครบถ้วนมากที่สุด ผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

<u>ส่วนที่ 1</u> ข้อมูลทั่วไป : ขอให้ท่านกรอกข้อมูลในช่องว่าง หรือ กาเครื่องหมาย √ ใน ( ) ที่ท่านเลือกตอบ

1.ชื่อ – สกุล..... อายุ .....

2.ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้

.....

..... เบอร์โทร.....

3.การประกอบอาชีพ/สภาพของบุคคล

( ) เป็นนักวิชาการด้านการประมงทำงานประจำที่ (ระบุ).....

( ) เป็นนักวิชาการที่มีความรู้ด้านคุณภาพน้ำทำงานประจำที่ (ระบุ).....

( ) เป็นผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งโดยมีประเภทการเพาะเลี้ยง คือ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) กุ้ง

( ) หอย

( ) ปู

( ) ปลา

( ) อื่นๆ ระบุ.....

1. สำหรับการดำเนินกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งซึ่งท่านกำลังดำเนินการอยู่ในขณะนี้ ท่านให้ความสำคัญกับคุณภาพน้ำในแต่ละด้านอย่างไร

1.1 ด้านกายภาพ ระดับความสำคัญที่ให้คือ
(ประกอบด้วยตัวแปรคุณภาพน้ำ ได้แก่ (.....)
อุณหภูมิ
ความโปร่งใส
และสารแขวนลอย)

1.2 ด้านเคมี ระดับความสำคัญที่ให้คือ
(ประกอบด้วยตัวแปรคุณภาพน้ำ ได้แก่ (.....)
ความเป็นกรด-ด่าง
ออกซิเจนละลายน้ำ
ความเค็ม
ความเป็นด่าง
ปริมาณออกซิเจนที่จุลชีพใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์(BOD)
สารอาหาร ได้แก่ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน, ไนไตรท์-ไนโตรเจน และไนเตรท- ไนโตรเจน
ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส
โลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว, สารหนู, แคดเมียม, ปรอท และ ทองแดง)

1.3 ด้านชีวภาพ ระดับความสำคัญที่ให้คือ
(ประกอบด้วยตัวแปรคุณภาพน้ำ ได้แก่ (.....)
คลอโรฟิลล์ เอ
แบคทีเรีย ได้แก่ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย, ฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย
และ แบคทีเรียกลุ่มวิบริโอ)

2.6 ความเค็ม (Salinity) ท่านเห็นว่ามีความสำคัญระดับ (.....) และช่วงค่าที่เหมาะสม**มากที่สุด**คือ

☐ น้อยกว่า3.0 ส่วนในพันส่วน ☐ 3.00-30.00 ส่วนในพันส่วน

☐ 30.01-36.00 ส่วนในพันส่วน ☐ไม่สามารถระบุค่าได้เพราะ.....

2.7 ความเป็นด่าง (Alkalinity) ท่านเห็นว่ามีความสำคัญระดับ (.....) และช่วงค่าที่เหมาะสม**มากที่สุด**คือ

☐ 11.00-80.00 มิลลิกรัมต่อลิตรของ $CaCO_3$ ☐ 80.01-120.00 มิลลิกรัมต่อลิตรของ $CaCO_3$

☐ 120.01-250.00 มิลลิกรัมต่อลิตรของ $CaCO_3$ ☐ไม่สามารถระบุค่าได้เพราะ.....

2.8 ปริมาณออกซิเจนที่จุลชีพใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) ท่านเห็นว่ามีความสำคัญระดับ (.....) และช่วงค่าที่เหมาะสม**มากที่สุด**คือ

☐ น้อยกว่า1 มิลลิกรัมต่อลิตร ☐ 1.-3.20 มิลลิกรัมต่อลิตร

☐ 3.21-10.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ☐ ไม่สามารถระบุค่าได้เพราะ.....

2.9 แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ท่านเห็นว่ามีความสำคัญระดับ (.....) และช่วงค่าที่เหมาะสม**มากที่สุด**คือ

☐ 0.00-153.00 ไมโครกรัมต่อลิตร ☐ 153.01-400.00 ไมโครกรัมต่อลิตร

☐ มากกว่า 400.00ไมโครกรัมต่อลิตร ☐ไม่สามารถระบุค่าได้เพราะ.....

2.10 ไนไตรท์-ไนโตรเจน ท่านเห็นว่ามีความสำคัญระดับ (.....) และช่วงค่าที่เหมาะสม**มากที่สุด**คือ

☐ 0.00-111.00 ไมโครกรัมต่อลิตร ☐ 111.01-1,000 ไมโครกรัมต่อลิตร

☐ มากกว่า 1,000 ไมโครกรัมต่อลิตร ☐ไม่สามารถระบุค่าได้เพราะ.....

2.11 ไนเตรท-ไนโตรเจน ท่านเห็นว่ามีความสำคัญระดับ (.....) และช่วงค่าที่เหมาะสม**มากที่สุด**คือ

☐ 0.00-612.00 ไมโครกรัมต่อลิตร ☐ 612.01-1,000 ไมโครกรัมต่อลิตร

☐ มากกว่า 1,000 ไมโครกรัมต่อลิตร ☐ไม่สามารถระบุค่าได้เพราะ.....

3.สำหรับการดำเนินกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งที่ท่านดำเนินการอยู่ ท่านได้เคยทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ในตัวแปรใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1ข้อ)

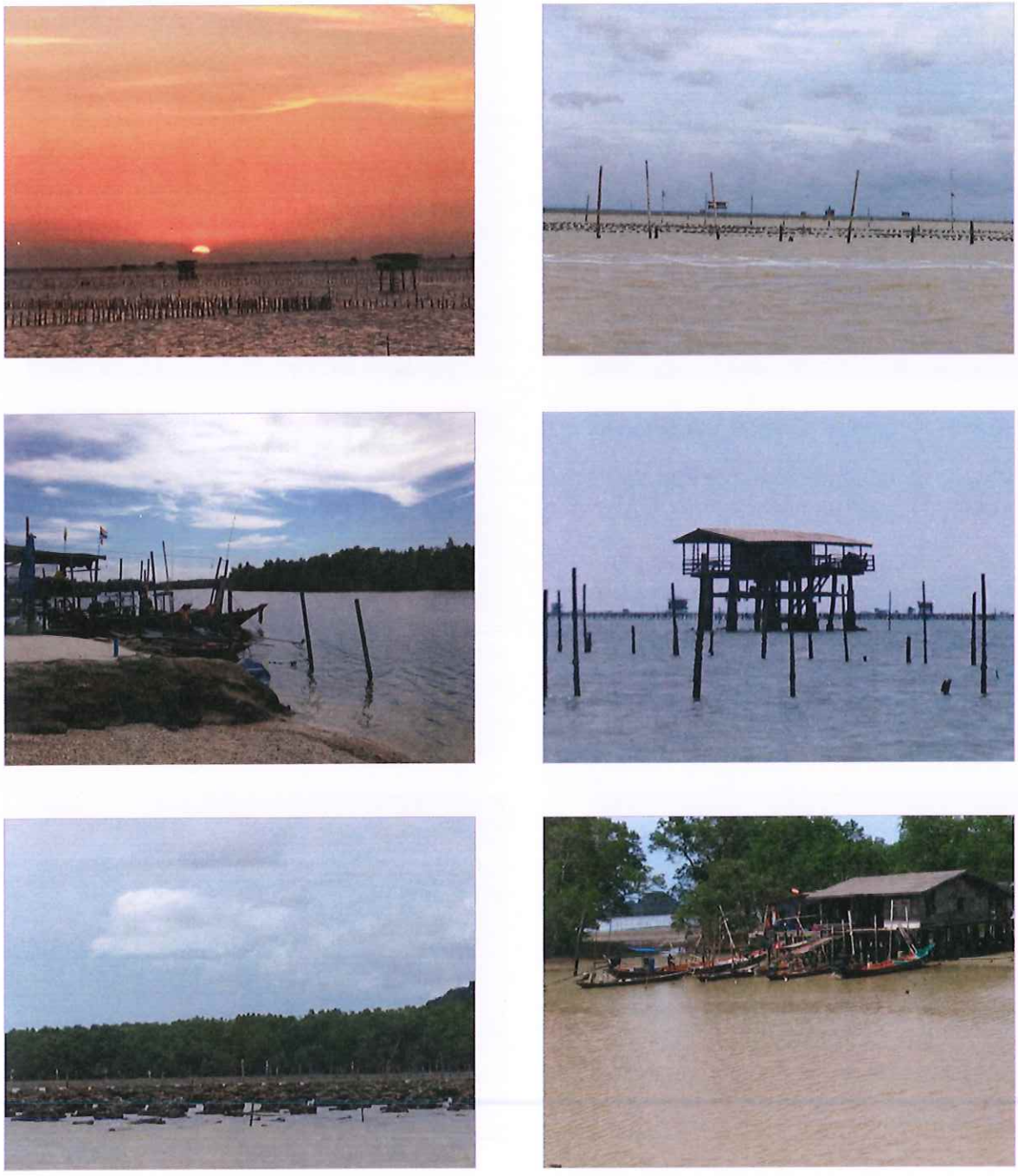
☐ ด้านกายภาพ ได้แก่
- ☐ อุณหภูมิ
- ☐ ความโปร่งใส
- ☐ สารแขวนลอย
- ☐ ไม่ได้ทำเพราะ.....

☐ ด้านเคมี ได้แก่
- ☐ ความเป็นกรด-ด่าง (pH)
- ☐ ออกซิเจนละลายน้ำ (DO)
- ☐ ความเค็ม (Salinity)
- ☐ ความเป็นด่าง (Alkalinity)
- ☐ บีโอดี
- ☐ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน
- ☐ ไนไตรท์-ไนโตรเจน
- ☐ ไนเตรท-ไนโตรเจน
- ☐ ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส
- ☐ ตะกั่ว
- ☐ สารหนู
- ☐ แคดเมียม
- ☐ ปรอท
- ☐ ทองแดง
- ☐ ไม่ได้ทำเพราะ.....

☐ ด้านชีวภาพ ได้แก่
- ☐ คลอโรฟิลล์ เอ
- ☐ แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด
- ☐ แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม
- ☐ แบคทีเรียกลุ่มวิบริโอ
- ☐ ไม่ได้ทำเพราะ.....

ภาคผนวก ข

สภาพบริเวณโดยรอบพื้นที่เก็บตัวอย่างน้ำ



ภาพที่ ข-1 สภาพโดยรอบจุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณตำบลพลายวาส อำเภอกาญจนดิษฐ์

ภาพที่ ข-3 สภาพโดยรอบจุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณตำบลคลองฉนาก อำเภอเมือง

ภาคผนวก ค

ตารางที่ ค-1 สัดส่วนของค่าน้ำหนักระดับความสำคัญของกลุ่มคุณภาพน้ำแต่ละด้านจากแบบประเมินความคิดเห็น

คุณภาพน้ำ	ค่าเฉลี่ย	ปรับค่าน้ำหนัก	สัดส่วนของค่าน้ำหนักที่ปรับได้
ด้านเคมี	4.531	1.000	0.355
ด้านกายภาพ	4.219	0.931	0.331
ด้านชีวภาพ	4.000	0.883	0.314
		2.814	1.000

ระดับความสำคัญของคุณภาพน้ำแต่ละด้านที่ได้จากแบบประเมินความคิดเห็นนำมาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละด้าน จากนั้นหาค่าน้ำหนักของคุณภาพน้ำแต่ละด้านโดยกำหนดให้คุณภาพน้ำด้านเคมีซึ่งมีค่าเฉลี่ย(4.531) สูงสุดมีค่าน้ำหนัก เท่ากับ 1 และการปรับค่าน้ำหนักของคุณภาพน้ำแต่ละด้านคำนวณได้จาก

$$\text{ค่าน้ำหนัก} = \frac{1 \times \text{ค่าเฉลี่ยของคุณภาพน้ำในแต่ละด้าน}}{\text{ค่าเฉลี่ยของคุณภาพน้ำด้านที่มีค่าสูงที่สุด}}$$

จากนั้นคิดสัดส่วนของค่าน้ำหนักแต่ละด้านที่ปรับได้ โดยที่

$$\text{สัดส่วนของค่าน้ำหนักที่ปรับได้} = \frac{1 \times \text{ค่าน้ำหนักของแต่ละด้านที่ปรับได้}}{\text{ผลรวมของค่าน้ำหนักที่ปรับได้}}$$

ค่าน้ำหนักของแต่ละตัวแปรคุณภาพน้ำที่ปรับได้ = $\frac{1 \times (\text{ค่าเฉลี่ย} \times \text{สัดส่วนค่าน้ำหนักของแต่ละด้าน})}{1.586}$

จากนั้นคิดสัดส่วนของค่าน้ำหนักแต่ละตัวแปรที่ปรับได้ โดยที่

สัดส่วนของค่าน้ำหนักของแต่ละตัวแปรที่ปรับได้ = $\frac{1 \times \text{ค่าน้ำหนักของแต่ละตัวแปรที่ปรับได้}}{\text{ผลรวมของค่าน้ำหนักของตัวแปรที่ปรับได้}}$

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ค่าคะแนนของตัวแปรคุณภาพน้ำ

เพื่อปรับค่าจากข้อมูลคุณภาพน้ำในแต่ละตัวแปรมาเป็นคะแนนคุณภาพน้ำมีขั้นตอนดังนี้

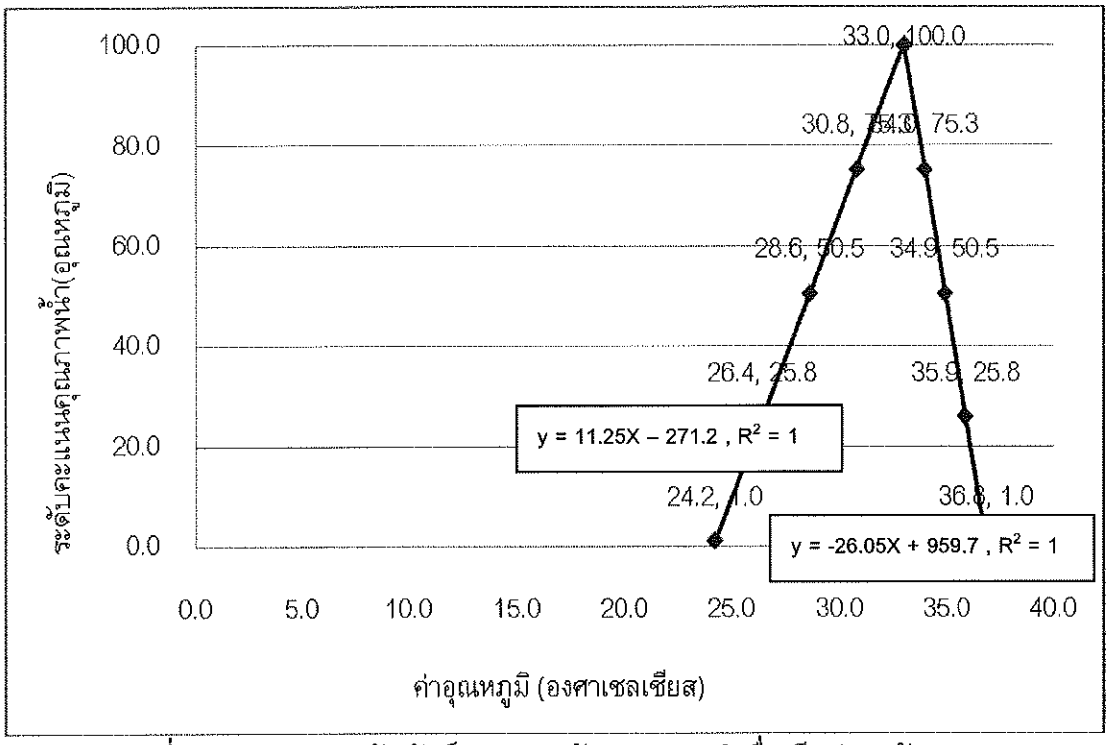
1.พิจารณาค่าพิสัยของข้อมูลคุณภาพน้ำในแต่ละตัวแปร (ตารางที่ ง-1) ร่วมกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 27 พ.ศ. 2549 ที่ใช้สำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ค่าคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งที่แนะนำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จากสำนักงานประมงจังหวัดสุราษฎร์ธานี และค่าคุณภาพน้ำทะเลที่ใช้สำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (กรมประมง, 2556 ; ประเดิม อุทธยานมณี, 2555 ; กลุ่มวิจัยและพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนและจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551 ; นิคม ละอองศิริวงศ์, มปป.) เพื่อใช้กำหนดช่วงค่าคุณภาพน้ำที่มีผลต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง

2.ช่วงค่าที่กำหนดของแต่ละตัวแปรคุณภาพน้ำที่ได้จากข้อ1 นำมาคำนวณช่วงค่าของแต่ละอันตรภาคชั้นซึ่งการศึกษาในครั้งนี้กำหนดเป็น 4 ช่วงชั้น ตามลักษณะของข้อมูลที่มีผลต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ทั้งในเชิงความสัมพันธ์ในทิศทางบวกและลบของข้อมูลคุณภาพน้ำ

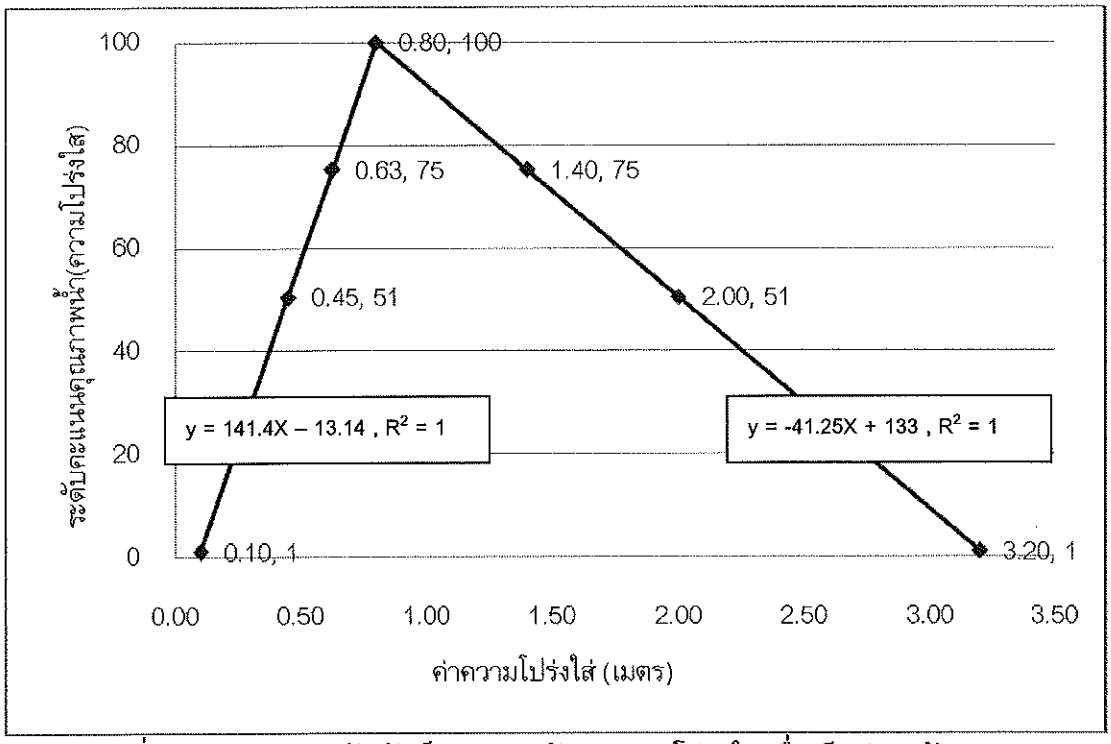
3.ทำการปรับค่า (normalize) อันตรภาคชั้นที่ได้ของกลุ่มข้อมูลคุณภาพน้ำเพื่อปรับเป็นค่าคะแนนในช่วง 1-100 โดยใช้ข้อมูลต่ำสุดของแต่ละช่วงอันตรภาคชั้นมาคำนวณ จากนั้นนำข้อมูลของค่าอันตรภาคชั้นและค่าคะแนนคุณภาพน้ำที่คำนวณได้ไปพล็อตกราฟ ดังแสดงในภาพที่ ง-1 ถึงภาพที่ ง-21 ทั้งนี้ส่วนของตัวแปรได้แก่ อุณหภูมิ ความโปร่งใส สารแขวนลอย ความเค็ม และความเป็นด่าง มีการพล็อตกราฟคุณภาพน้ำแบ่งเป็น 2 ช่วง โดยใช้ช่วงค่าที่วิกฤติ (จุดเปลี่ยนของค่าข้อมูลคุณภาพน้ำที่มีค่ามากขึ้นแล้วให้ผลเชิงลบต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) ที่พิจารณาได้มาคำนวณแยกและทำการพล็อตกราฟเพิ่มเติม

4.ทำการหาค่าความสัมพันธ์ในรูปสมการเส้นตรงที่ได้จากการพล็อตกราฟในแต่ละตัวแปรนำมาใช้เพื่อปรับค่าคุณภาพน้ำที่วัดได้ในแต่ละตัวแปรมาเพื่อเป็นค่าคะแนนคุณภาพน้ำในแต่ละตัวแปร (I_i) สำหรับใช้ในการคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำฯต่อไป

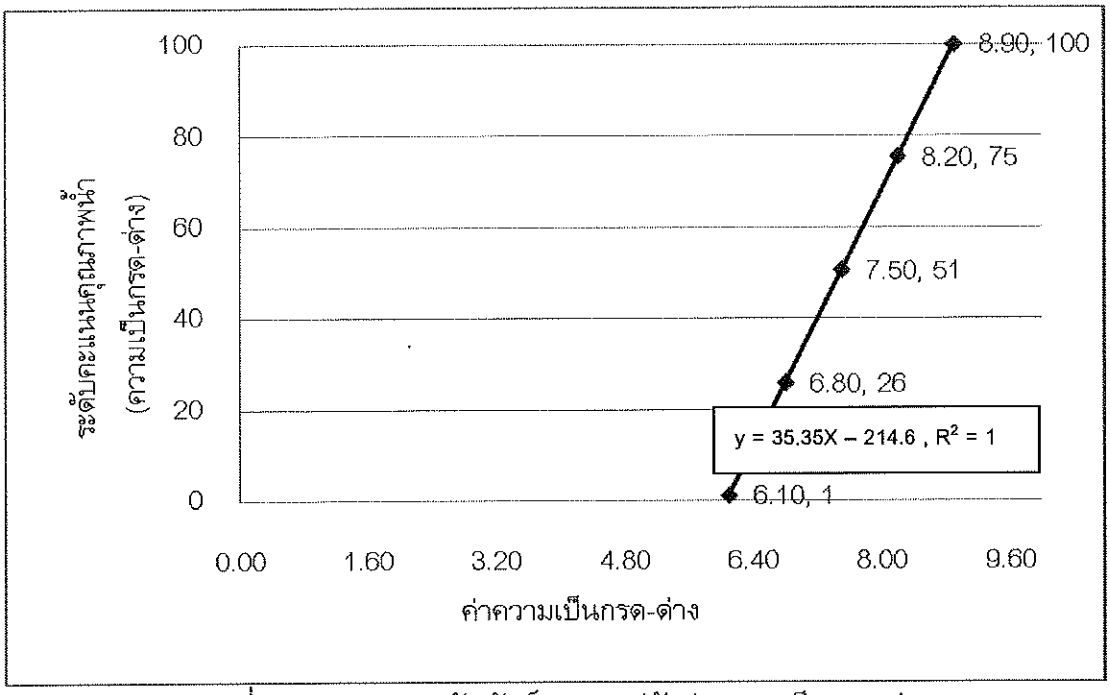
หมายเหตุ: กรณีออกซิเจนละลายน้ำใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ความอิ่มตัวของออกซิเจนละลายในการวิเคราะห์เพื่อปรับเป็นค่าคะแนนคุณภาพน้ำ



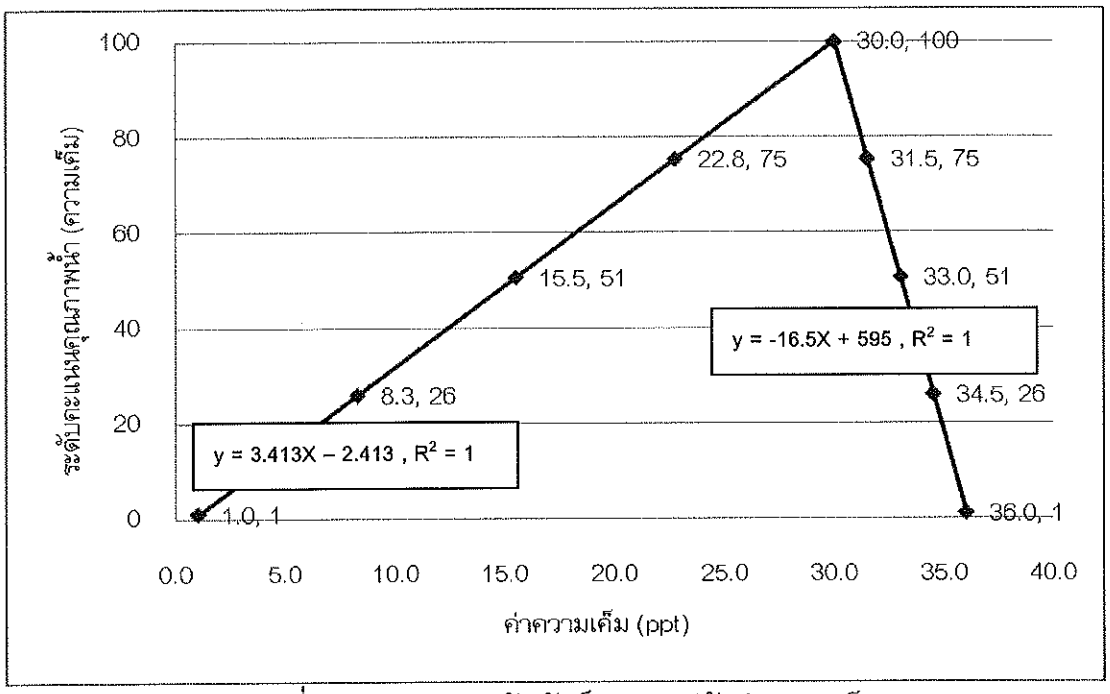
ภาพที่ ง-1 กราฟความสัมพันธ์ของการปรับค่าอุณหภูมิเพื่อเป็นค่าระดับคะแนนคุณภาพน้ำของอุณหภูมิ



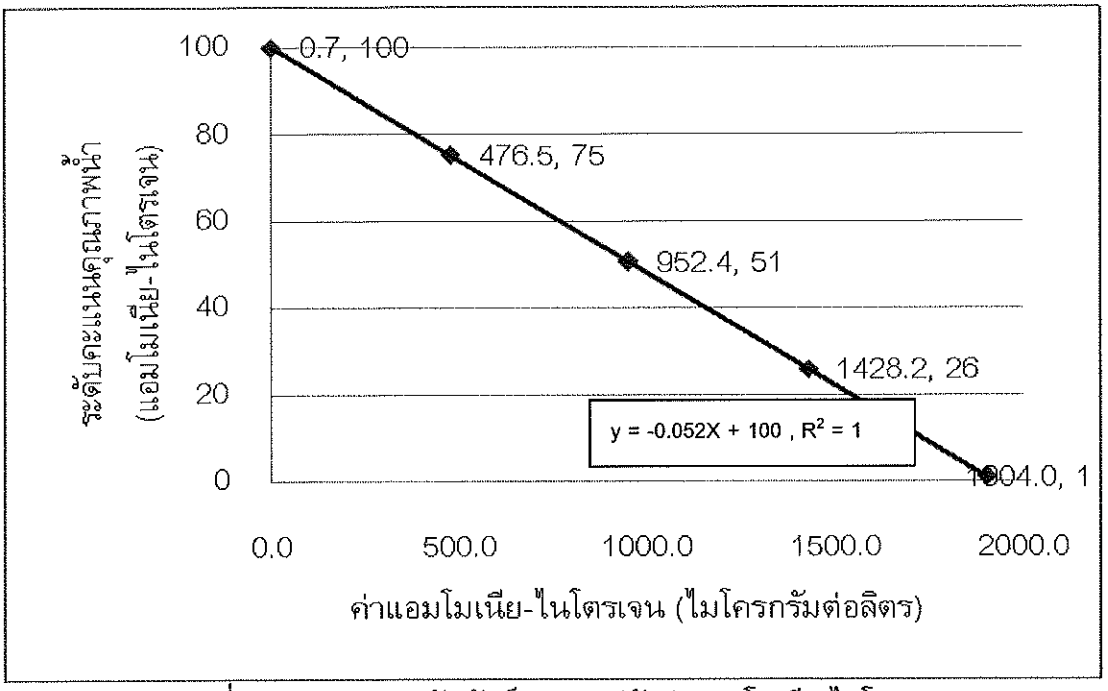
ภาพที่ ง-2 กราฟความสัมพันธ์ของการปรับค่าความโปร่งใสเพื่อเป็นค่าระดับคะแนนคุณภาพน้ำของความโปร่งใส



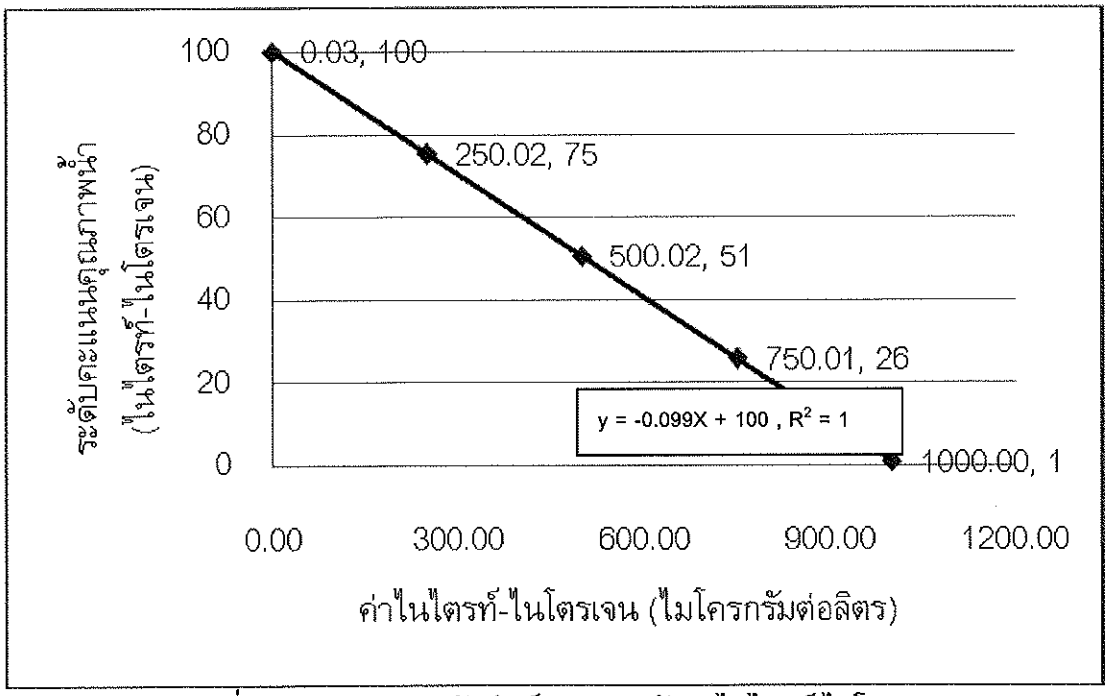
ภาพที่ ง-5 กราฟความสัมพันธ์ของการปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง
เพื่อเป็นค่าระดับคะแนนคุณภาพน้ำของความเป็นกรด-ด่าง



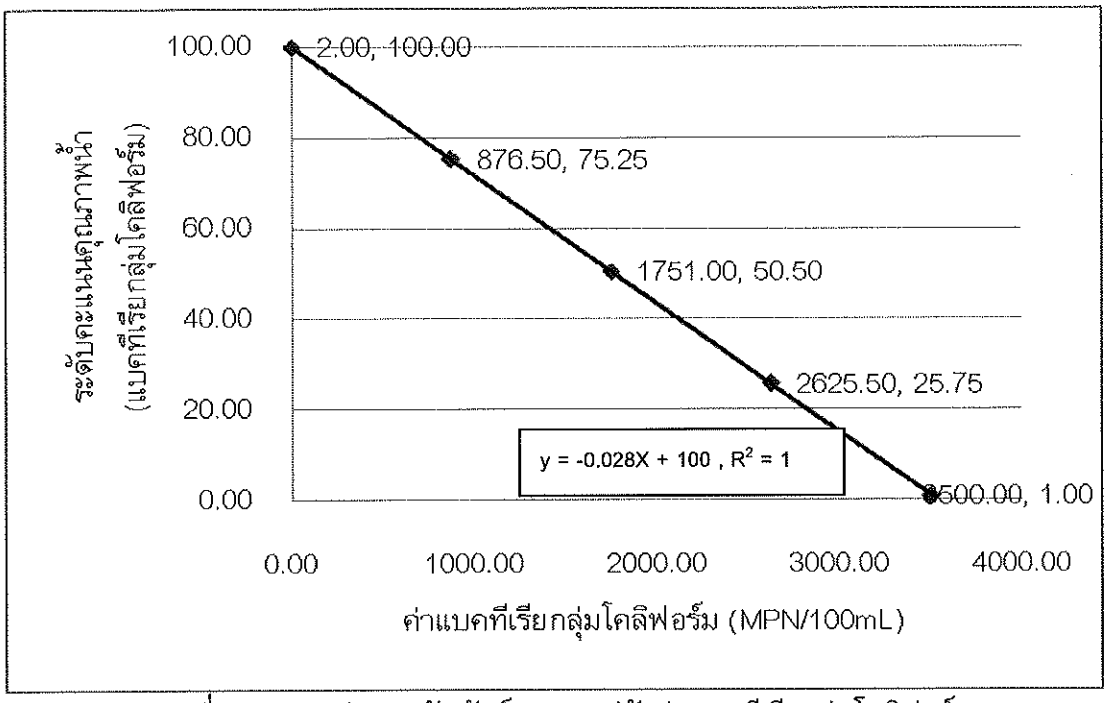
ภาพที่ ง-6 กราฟความสัมพันธ์ของการปรับค่าความเค็ม
เพื่อเป็นค่าระดับคะแนนคุณภาพน้ำของความเค็ม



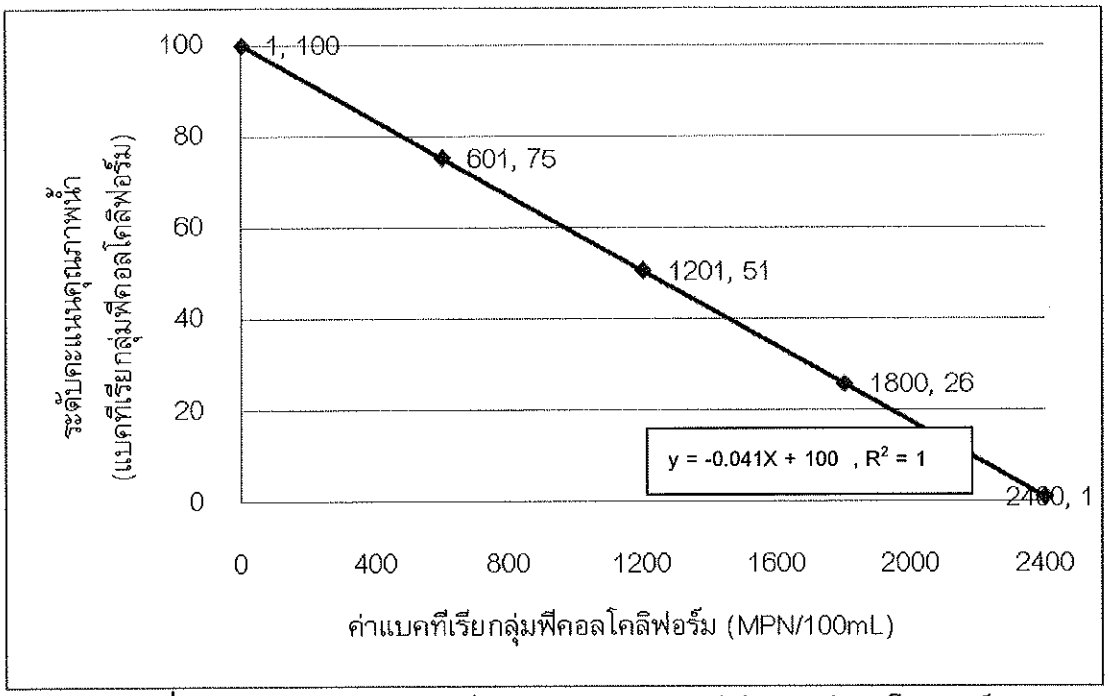
ภาพที่ ง-9 กราฟความสัมพันธ์ของการปรับค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจน
เพื่อเป็นค่าระดับคะแนนคุณภาพน้ำของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน



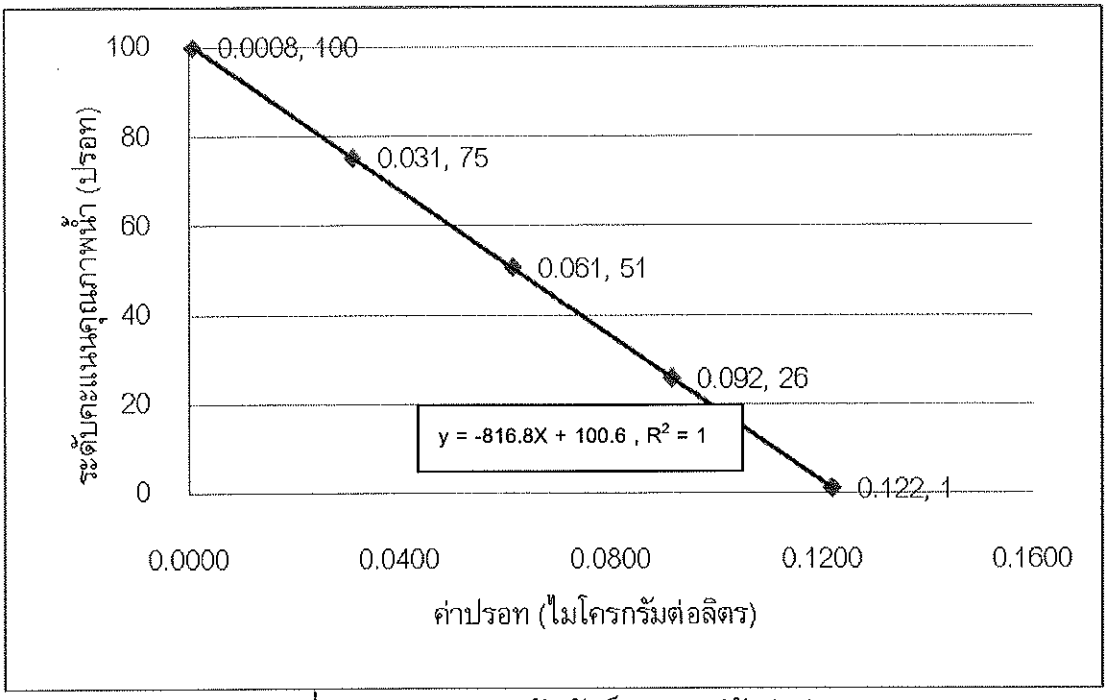
ภาพที่ ง-10 กราฟความสัมพันธ์ของการปรับค่าไนไตรท์-ไนโตรเจน
เพื่อเป็นค่าระดับคะแนนคุณภาพน้ำของไนไตรท์-ไนโตรเจน



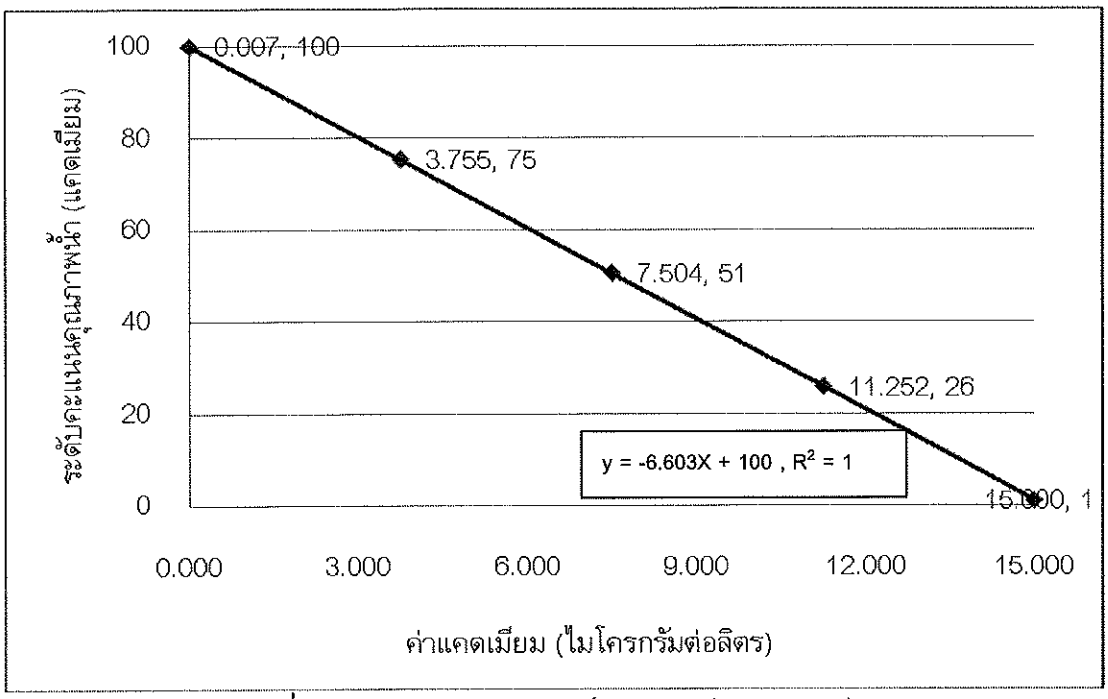
ภาพที่ ง-13 กราฟความสัมพันธ์ของการปรับค่าแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม
เพื่อเป็นค่าระดับคะแนนคุณภาพน้ำของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม



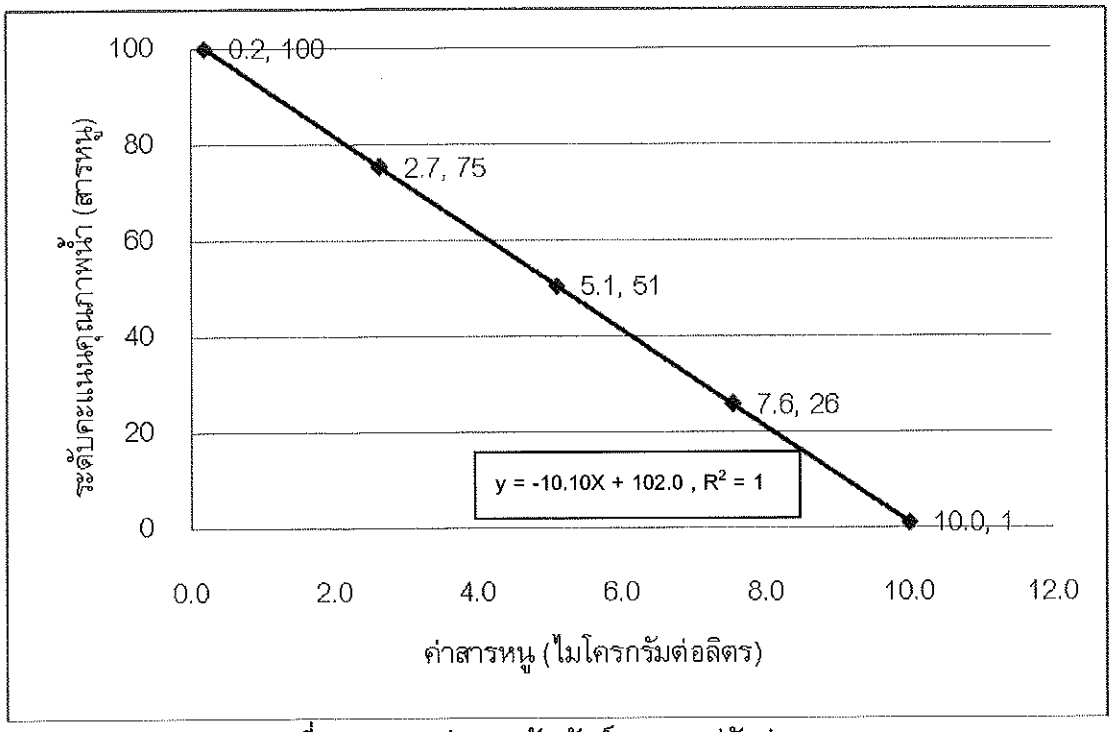
ภาพที่ ง-14 กราฟความสัมพันธ์ของการปรับค่าแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม
เพื่อเป็นค่าระดับคะแนนคุณภาพน้ำของแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม



ภาพที่ ง-17 กราฟความสัมพันธ์ของการปรับค่าปรอท
เพื่อเป็นค่าระดับคะแนนคุณภาพน้ำของปรอท



ภาพที่ ง-18 กราฟความสัมพันธ์ของการปรับค่าแคดเมียม
เพื่อเป็นค่าระดับคะแนนคุณภาพน้ำของแคดเมียม



ภาพที่ ง-21 กราฟความสัมพันธ์ของการปรับค่าสารหนู
เพื่อเป็นค่าระดับคะแนนคุณภาพน้ำของสารหนู

ภาคผนวก จ

ตารางที่ จ-1 ผลการคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำฯ (WQI_c) โดยใช้ค่าที่วิกฤตและค่าที่เหมาะสมที่สุด

ตัวแปรคุณภาพน้ำ	ค่าที่เหมาะสม	ค่าวิกฤต
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	33	36.8
ความโปร่งใส (เมตร)	0.8	32.8
สารแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	80	284
ออกซิเจนละลายน้ำ (%sat)	100	38.4
ความเค็ม (ppt)	30	36
ความเป็นกรด-ด่าง	8.9	6.1
ความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตรของ $CaCO_3$)	120	187
บีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.1	10
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (ไมโครกรัมต่อลิตร)	0.7	1,904
ไนไตรท์-ไนโตรเจน (ไมโครกรัมต่อลิตร)	0.03	1,000
ไนเตรท-ไนโตรเจน (ไมโครกรัมต่อลิตร)	0.2	1,974
ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส (ไมโครกรัมต่อลิตร)	0.13	296
ปรอท (ไมโครกรัมต่อลิตร)	0.0008	0.122
แคดเมียม (ไมโครกรัมต่อลิตร)	0.007	15
ตะกั่ว (ไมโครกรัมต่อลิตร)	0.041	8.5
ทองแดง (ไมโครกรัมต่อลิตร)	0.2	8
สารหนู (ไมโครกรัมต่อลิตร)	0.2	10
แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (MPN/100mL)	2	3,500
แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (MPN/100mL)	2	2,400
แบคทีเรียกลุ่มวิบริโอ CFU/mL)	1	200
คลอโรฟิลล์-เอ (ไมโครกรัมต่อลิตร)	10	182.1
ค่า WQI_c ที่คำนวณได้	100	1

ภาคผนวก ฉ

ตารางที่ ฉ-1 ผลการเก็บตัวอย่างน้ำ อำเภอไชยา ครั้งที่ 1

วันที่เก็บตัวอย่าง	วันจันทร์ที่ 11 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2557
สถานที่เก็บตัวอย่าง	แหลมโพธิ์ ตำบลพุมเรียง อำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี
พิกัด	9.374031, 99.276437
สภาพอากาศ	ท้องฟ้าแจ่มใส ไม่มีฝน แดดแรง อากาศค่อนข้างร้อน

เวลาที่เก็บ	ความลึก(m)	DO(mg/L)	อุณหภูมิ(°C)	ความเค็ม(ppt)	SS(mg/L)	Chlorophyll a(µg/L)
10:00	1.44	-	30.0	32.0	5.00	6.91
12:00	1.32	-	32.0	30.0	5.00	7.94
14:00	1.51	-	32.0	30.0	5.00	10.73
16:00	1.61	-	32.0	30.0	5.00	13.69
18:00	1.50	-	32.0	30.0	10.00	4.84
20:00	1.76	-	31.0	32.0	5.00	5.13
22:00	2.41	-	31.0	30.0	10.00	6.16
0:00	2.93	-	30.0	30.0	5.00	8.78
2:00	2.74	-	30.0	35.0	5.00	5.10
4:00	2.09	-	31.0	33.0	5.00	11.14
6:00	1.47	-	30.0	32.0	5.00	7.31
8:00	1.35	-	30.0	34.0	5.00	6.26

ตารางที่ ฉ-3 ผลการเก็บตัวอย่างน้ำ อำเภอไชยา ครั้งที่ 3

วันที่เก็บตัวอย่าง	วันเสาร์ที่ 4 เดือน เมษายน พ.ศ. 2558
สถานที่เก็บตัวอย่าง	แหลมโพธิ์ ตำบลพุมเรียง อำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี
พิกัด	09 22 26.5 N 99 16 35.2 E
สภาพอากาศ	ท้องฟ้าแจ่มใส ไม่มีฝน แดดแรง อากาศค่อนข้างร้อน

เวลาที่เก็บ	ความลึก(m)	DO(mg/L)	อุณหภูมิ(°C)	ความเค็ม(ppt)	SS(mg/L)	Chlorophyll a(µg/L)
10:00	2.15	4.65	30.0	25.0	2.30	4.66
12:00	2.37	5.10	31.0	25.0	4.35	2.68
14:00	2.11	5.38	32.0	25.0	3.60	8.50
16:00	1.82	5.89	32.0	25.0	5.60	6.12
18:00	1.68	5.58	32.0	25.0	7.05	4.85
20:00	1.80	5.67	32.0	25.0	2.25	13.90
22:00	2.14	5.40	31.0	25.0	2.55	3.97
0:00	2.48	5.69	31.0	25.0	1.80	2.46
2:00	2.33	5.87	31.0	27.0	2.85	9.43
4:00	1.90	5.78	30.0	27.0	2.40	12.26
6:00	1.61	5.97	30.0	30.0	3.00	2.49
8:00	1.65	5.20	30.0	30.0	4.45	4.13

ตารางที่ ฉ-5 ผลการเก็บตัวอย่างน้ำ อำเภอเมือง ครั้งที่ 2

วันที่เก็บตัวอย่าง	วันเสาร์ที่ 27 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2557
สถานที่เก็บตัวอย่าง	ตำบลคลองฉนาก อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี
พิกัด	9.242988 , 99.370234
สภาพอากาศ	ท้องฟ้าปลอดโปร่ง ก่อนหน้ามีฝนตกติดต่อกันหลายวัน

เวลาที่เก็บ	ความลึก(m)	DO(mg/L)	อุณหภูมิ(°C)	ความเค็ม(ppt)	SS(mg/L)	Chlorophyll a(µg/L)
10:00	2.83	4.35	27.0	8	10.70	10.33
12:00	3.10	4.07	27.0	10	6.60	7.85
14:00	3.54	4.29	27.0	12	6.30	3.75
16:00	3.30	3.70	27.0	10	7.10	8.91
18:00	2.76	4.94	27.0	6	6.90	10.16
20:00	2.28	4.39	27.0	2	10.60	6.85
22:00	2.02	3.97	27.0	2	12.20	6.39
0:00	1.91	3.92	27.0	2	8.30	6.03
2:00	2.11	4.22	26.0	2	12.00	8.96
4:00	2.47	3.70	26.0	15	13.30	6.71
6:00	2.39	3.58	26.0	10	5.20	7.33
8:00	2.24	4.73	27.0	7	6.50	5.02

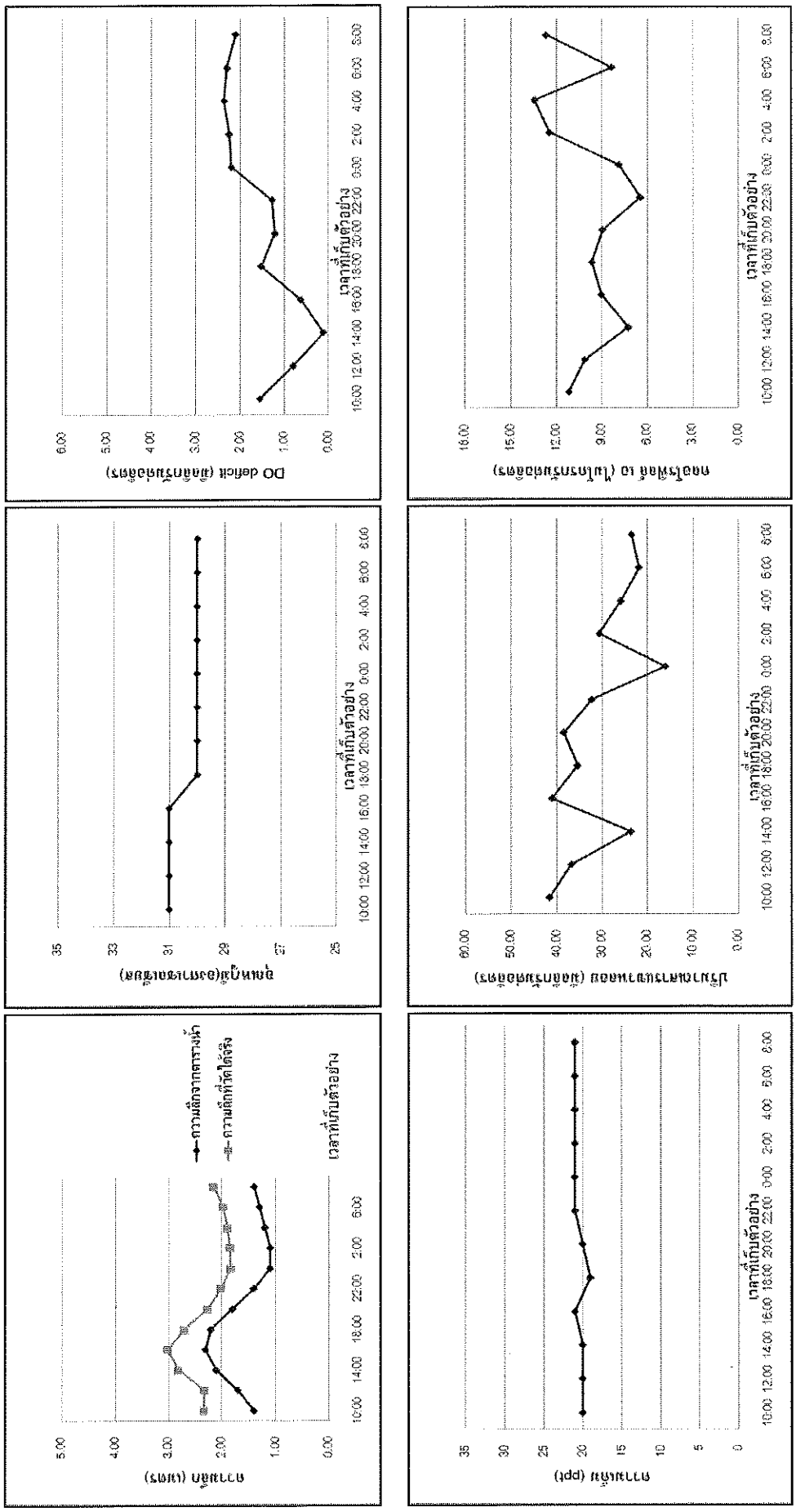
ตารางที่ ฉ-7 ผลการเก็บตัวอย่างน้ำ อำเภอกาญจนดิษฐ์ ครั้งที่ 1

วันที่เก็บตัวอย่าง	วันเสาร์ที่ 30 เดือนสิงหาคม 2557					
สถานที่เก็บตัวอย่าง	ปากอ่าว ตำบลพลายวาส อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี					
พิกัด	9.227209 , 99.488083					
สภาพอากาศ	ท้องฟ้าปลอดโปร่ง ตอนเย็นมีฝนตก ลมพัด ก่อนหน้ามีฝนตกติดต่อกัน 3-4 วัน					
เวลาที่เก็บ	ความลึก(m)	DO(mg/L)	อุณหภูมิ(°C)	ความเค็ม(ppt)	SS(mg/L)	Chlorophyll a(µg/L)
10:00	0.40	5.11	30.0	12	8.55	6.56
12:00	0.80	6.13	31.0	19	4.20	11.96
14:00	1.20	6.14	32.0	22	3.50	8.76
16:00	1.50	6.34	31.0	20	4.45	8.01
18:00	0.90	6.46	30.0	17	4.90	9.88
20:00	0.50	5.72	29.0	14	7.05	11.33
22:00	0.60	4.13	29.0	12	3.40	9.30
00:00	0.75	4.77	29.0	20	6.10	8.38
02:00	1.25	5.37	29.0	25	4.00	7.09
04:00	0.95	4.93	29.0	22	3.95	5.85
06:00	0.60	4.73	29.0	15	12.60	8.97
08:00	0.30	4.03	29.0	13	6.70	6.01

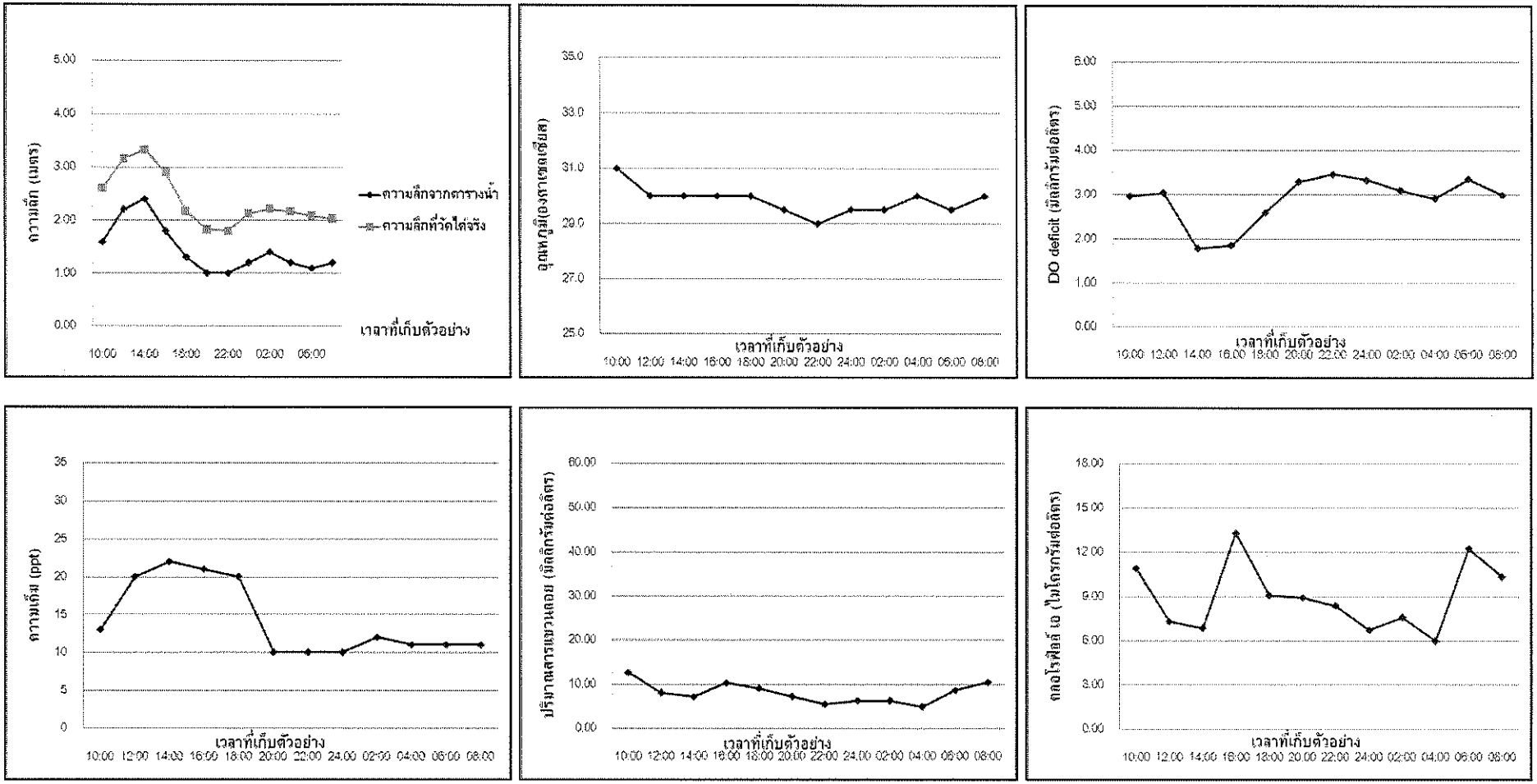
ตารางที่ ฉ-9 ผลการเก็บตัวอย่างน้ำ อำเภอกาญจนดิษฐ์ ครั้งที่ 3

วันที่เก็บตัวอย่าง	วันเสาร์ที่ 14 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2558
สถานที่เก็บตัวอย่าง	ปากอ่าว ตำบลพลายวาส อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี
พิกัด	09 13 37.9 N 99 29 17E
สภาพอากาศ	ร้อน คลื่นลม ปกติ

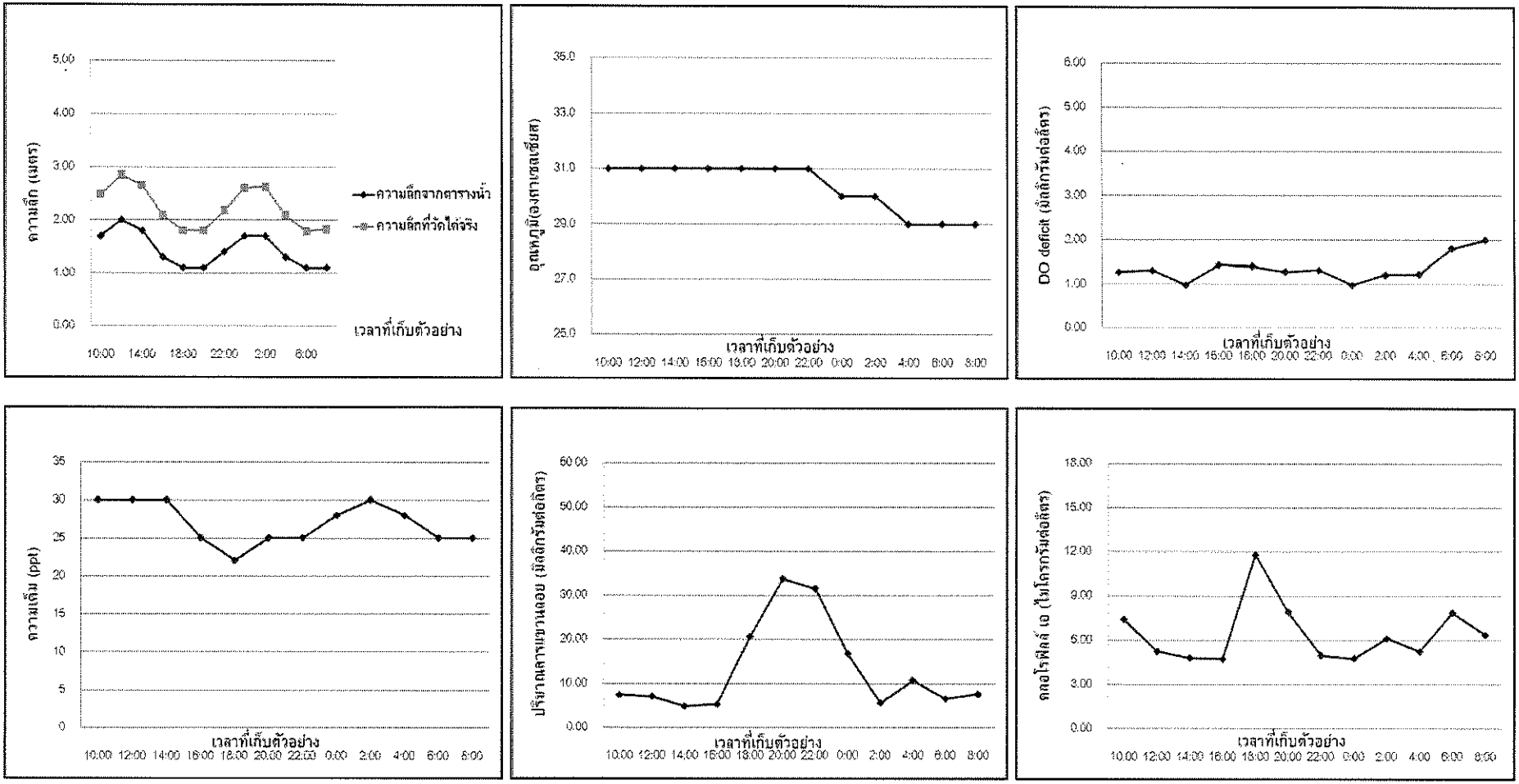
เวลาที่เก็บ	ความลึก(m)	DO(mg/L)	อุณหภูมิ(°C)	ความเค็ม(ppt)	SS(mg/L)	Chlorophyll a(µg/L)
10:00	1.02	4.84	29.0	30	6.50	7.37
12:00	0.91	6.27	30.0	30	4.20	5.35
14:00	0.76	4.68	31.0	30	5.30	3.17
16:00	0.81	5.08	31.0	25	8.65	7.40
18:00	0.59	4.72	30.0	30	4.25	6.09
20:00	0.41	4.25	29.0	30	7.90	11.46
22:00	0.52	4.37	29.0	30	5.25	12.60
0:00	0.75	4.96	29.0	30	3.85	5.83
2:00	1.23	4.85	29.0	32	6.00	12.47
4:00	1.58	4.82	28.0	33	5.55	11.15
6:00	1.70	4.02	28.0	35	3.65	7.03
8:00	1.39	4.38	28.0	33	6.05	6.85



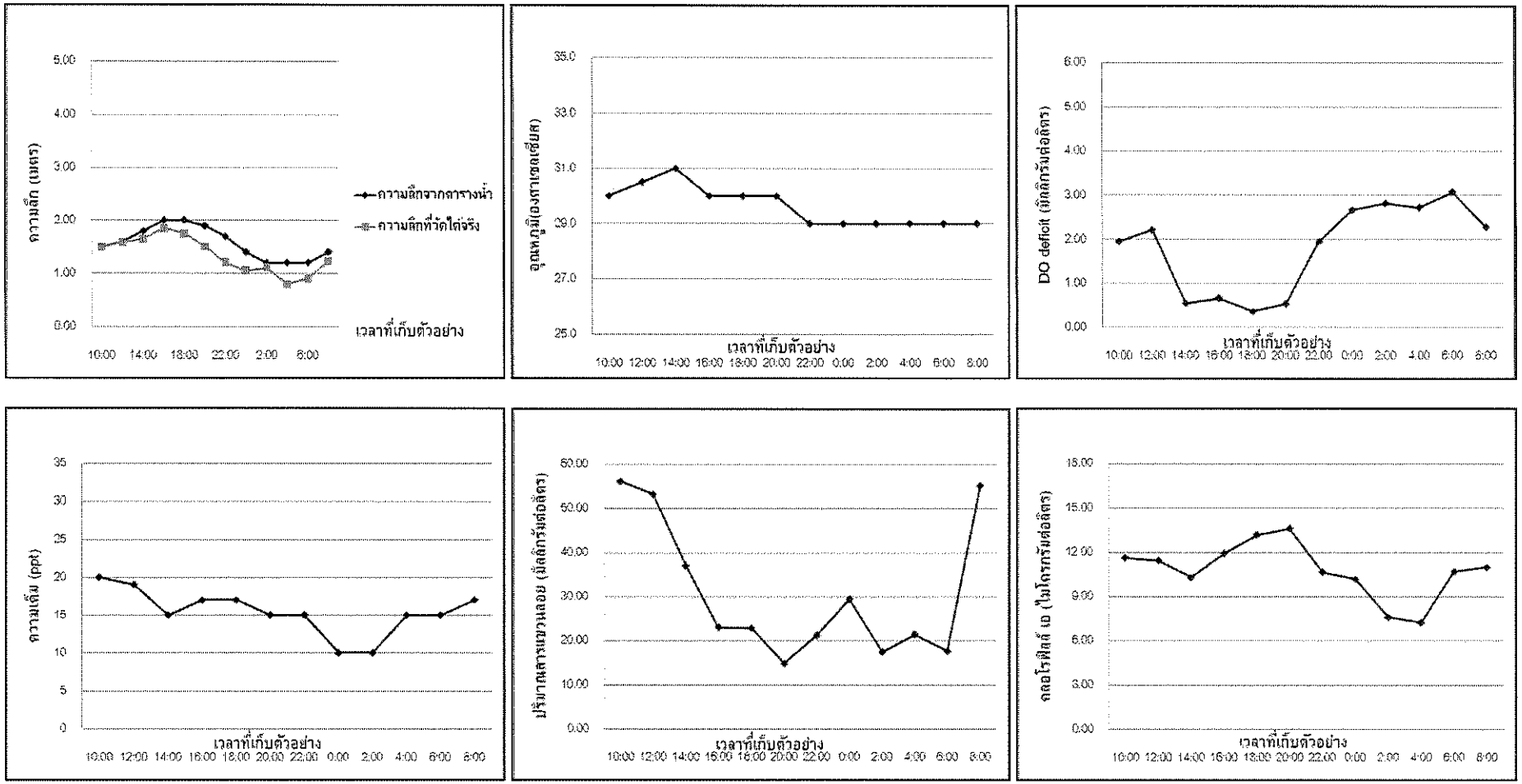
ภาพที่ จ-2 กราฟแสดงผลการเก็บตัวอย่างน้ำอำเภอไชยา (ฤดูฝนครั้งที่2)



ภาพที่ ฉ-4 กราฟแสดงผลการเก็บตัวอย่างน้ำอำเภอเมือง (ฤดูฝนครั้งที่1)



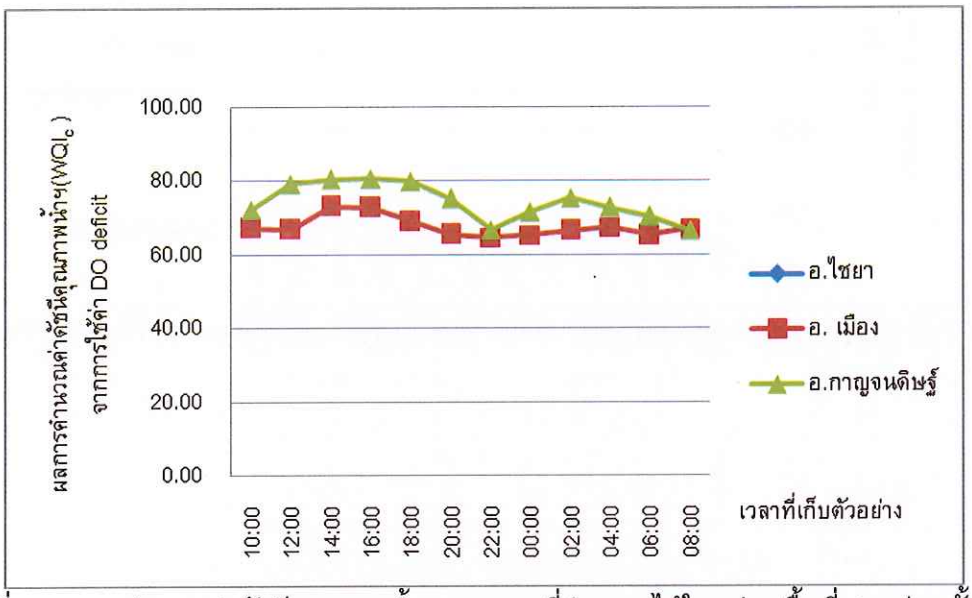
ภาพที่ ฉ-6 กราฟแสดงผลการเก็บตัวอย่างน้ำอำเภอเมือง (ฤดูร้อน)



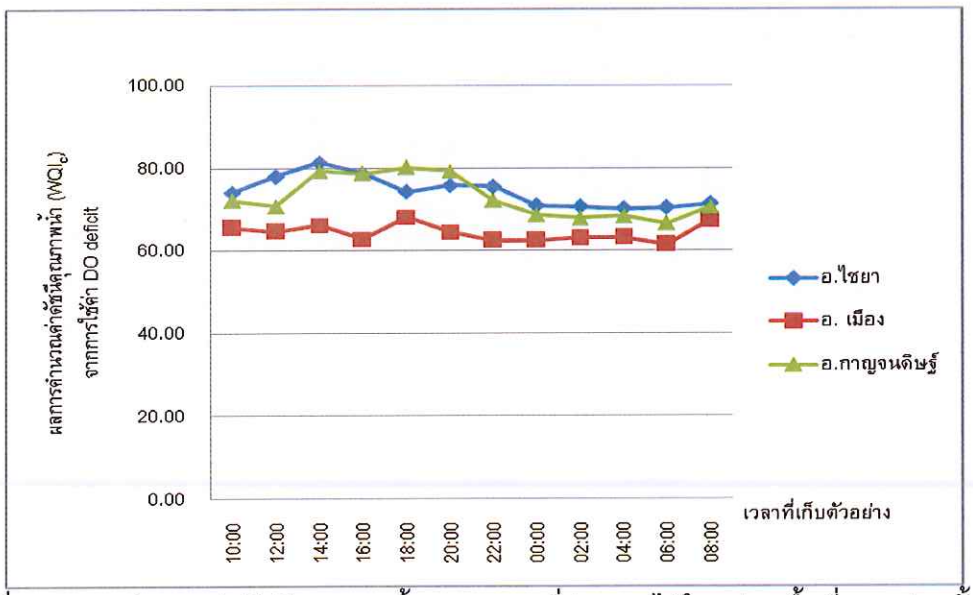
ภาพที่ ฉ-8 กราฟแสดงผลการเก็บตัวอย่างน้ำอำเภอกาญจนดิษฐ์ (ฤดูฝนครั้งที่2)

ภาคผนวก ช

ผลการคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำสำหรับพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (WQI_c) โดยใช้ค่า DO deficit ในการคำนวณ



ภาพที่ ช-1 กราฟแสดงค่าดัชนีคุณภาพน้ำฯ (WQI_c) ที่คำนวณได้ในแต่ละพื้นที่ (ฤดูฝนครั้งที่ 1)



ภาพที่ ช-2 กราฟแสดงค่าดัชนีคุณภาพน้ำฯ (WQI_c) ที่คำนวณได้ในแต่ละพื้นที่ (ฤดูฝนครั้งที่ 2)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางสาวเกศสรินทร์ รุ่มจิตร

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5410920045

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2553
ศึกษาศาสตรบัณฑิต (การวัดและประเมินผล)	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช	2556

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

Rumjit, K., Nanakorn, A., Chevakidagarn, P., and Danteravanich, S. Assessment and perspectives of seawater quality used for coastal aquatic cultivation in Bandon Bay, Southern Thailand. The 11th International Symposium on Southeast Asian Water Environment (SEAWE2014) Bangkok, Thailand, November 26-28, 2014.