

สำนักงานวิทยบริการ
จ.สงขลา 1 เล่ม
04 108 2557



รายงานการวิจัย

การตรวจสอบปริมาณสารอินทรีย์และไนโตรเจนทั้งหมด
ในแหล่งน้ำตลาดน้ำคลองแห อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา

The monitor of organic matter and total nitrogen loading
in Khlong Hae Floating Market, Hatyai, Songkhla.

รอนา เปรมใจ

รัตนา กาสันต์

สุชาดา สยามมล

รายงานวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

โปรแกรมวิทยาศาสตรสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

2556



ใบรับรองการวิจัยสิ่งแวดล้อม

โปรแกรมวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์)

เรื่อง การตรวจสอบปริมาณการระบรทุกสารอินทรีย์และไนโตรเจนทั้งหมดในแหล่งน้ำตลาดน้ำ
คลองแห อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา

The monitor of organic matter and total nitrogen loading in Khlong Hae Floating
Market, hatyai, Songkhla.

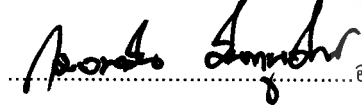
ผู้วิจัย นางสาว รอหนา เปรมใจ รหัสนักศึกษา 534291026

นางสาว รัตนา กาสันต์ รหัสนักศึกษา 534291027

นางสาว สุชาดา สยามมล รหัสนักศึกษา 534291038

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

คณะกรรมการที่ปรึกษา



(นายกมลนาวิน อินทนูจิตร)

อาจารย์ที่ปรึกษา

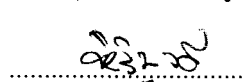
คณะกรรมการสอบ



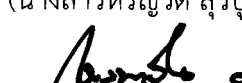
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขวัญกมล ขุนพิทักษ์)



(ดร. สุชีวรรณ ยอยรุ่งอรบ)



(นางสาวหิรัญวดี สุวิบูลย์)



(นายกมลนาวิน อินทนูจิตร)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา รับรองแล้ว



(ดร.พิพัฒน์ ลิ้มปะนะพิทยาธร)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงและสมบูรณ์ได้ด้วยดี ผู้วิจัยต้องขอขอบคุณอาจารย์กมลนาวิน อินทนุจิตร ที่ได้ให้ความรู้ ให้คำแนะนำ ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องระหว่างการทำวิจัยฉบับนี้จนประสบความสำเร็จไปด้วยดี และขอขอบคุณอาจารย์นัตตา โปดำ ประธานโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม ผศ.ขวัญกมล ขุนพิทักษ์ อาจารย์หิรัญวดี สุวิบูรณ์ และดร.สุชีวรรณ ยอยรัฐรอบ ที่ได้ถ่ายทอดความรู้เพิ่มเติม คำแนะนำ และข้อคิดต่างๆ เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องสำหรับการทำวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบพระคุณคณาบดีวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ทำให้วิจัยฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณหน่วยงานต่างๆ คือ เทศบาลเมืองคลองแห อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ที่ได้ให้ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับคลองแหและการจัดตั้งตลาดน้ำ ที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยฉบับนี้ พี่ๆ ตำรวจป้อมหน้า วัดคลองแห ที่ได้ให้การสอดส่อง ดูแลเพื่อความปลอดภัยในการลงพื้นที่เก็บตัวอย่างน้ำ โดยรอบคลองแหทั้งกลางวันและกลางคืน และเจ้าอาวาสวัดคลองแห (พระครูวาปีธรรมอุดม) และพระอาจารย์ (พระใบฎีกาสมศักดิ์ ฐิตคุโน) ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่พักตลอดระยะเวลาการลงพื้นที่เก็บตัวอย่างน้ำในคลองแห และให้ข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์แก่งานวิจัยฉบับนี้

ขอขอบคุณนายสอแหละ บางสันและเจ้าหน้าที่ประจำศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ สงขลาทุกท่านที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการทำวิจัย พร้อมทั้งให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวกและให้ข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์ในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อนนักศึกษาโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมรุ่นที่ 12 ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ เช่น พาหนะในการลงพื้นที่เก็บตัวอย่างน้ำ การขนส่งและดูแลตัวอย่างน้ำ การติดต่อข้อมูลกับหน่วยงานหรือสถานที่พักในขณะที่ทำการลงพื้นที่เก็บตัวอย่างน้ำ ตลอดจนให้คำปรึกษาและเป็นกำลังใจในการทำวิจัยฉบับนี้ด้วยดีตลอดมา

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณบิดา มารดาและญาติใกล้ชิดของผู้วิจัย ที่ได้ให้การสนับสนุนทั้งในด้านทุนทรัพย์ ให้คำปรึกษา ให้ความช่วยเหลือในการลงพื้นที่เก็บตัวอย่างน้ำและเป็นกำลังใจในการทำวิจัยฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

รอนา เปรมใจ

รัตนา กาสันต์

สุชาดา สยามมล

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตุลาคม 2557

1134840

303.7394

ธ 19 ก

เรื่องการวิจัยสิ่งแวดล้อม	การตรวจสอบปริมาณสารอินทรีย์และไนโตรเจนทั้งหมดในแหล่งน้ำตลาดน้ำคลองแห อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา
ผู้วิจัย	<ol style="list-style-type: none"> 1. นางสาว รอหนา เปรมใจ 2. นางสาว รัตนา กาสันต์ 3. นางสาว สุชาดา สยามมล
วิทยาศาสตร์บัณฑิต	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์กมลนาวิณ อินทนูจิตร

บทคัดย่อ

การตรวจสอบปริมาณสารอินทรีย์และไนโตรเจนทั้งหมดในแหล่งน้ำตลาดน้ำคลองแห อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา เป็นการศึกษาคุณภาพน้ำทางด้านเคมี เก็บตัวอย่างน้ำจากบริเวณโดยรอบตลาดน้ำ จำนวน 5 จุด โดยทำการเก็บน้ำตัวอย่าง 2 ครั้ง ทั้งวันที่มีตลาดน้ำและวันที่ไม่มีตลาดน้ำ จากการศึกษา พบว่า มีค่า COD TOC แอมโมเนีย ไนไตรต์ ไนเตรตและTKN อยู่ในช่วง 24.00-81.60 mg/l 7.80-8.58 mg/l 0.0370-0.1380 mg/l 0.0020-0.0037 mg/l 0.9360-1.1070 mg/l 12.60-19.46 mg/l ตามลำดับ (วันที่มีตลาดน้ำ) และมีค่า COD TOC แอมโมเนีย ไนไตรต์ ไนเตรตและTKN อยู่ในช่วง 60.00-79.20 mg/l 8.48-9.20 mg/l 0.0220-0.1480 mg/l 0.0050-0.0074 mg/l 1.1320-1.1710 mg/l 11.62-20.16 mg/l ตามลำดับ (วันที่ไม่มีตลาดน้ำ) เมื่อทำการวิเคราะห์พบว่า น้ำที่ไหลผ่านจุด S₄ มีค่าที่สูงขึ้นในจุด S₅ มีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในรูป COD/TKN และ TOC/TN เท่ากับ 5.491 และ 0.5372 (วันที่มีตลาดน้ำ) 4.642 และ 0.5366 (วันที่ไม่มีตลาดน้ำ) อาจจะเป็นไปได้ว่าเมื่อน้ำไหลผ่านจุดที่มีกิจกรรมจากตลาดน้ำ(S₄) มีผลในการเพิ่มปริมาณสารอินทรีย์และไนโตรเจนทั้งหมดลงสู่คลองแหและยังพบว่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนยังมีค่าที่ต่ำกว่าเกณฑ์ นั้นแสดงว่ามีไนโตรเจนในปริมาณที่สูง ซึ่งเมื่อแหล่งน้ำมีธาตุอาหารจำพวกนี้อยู่ในปริมาณที่สูงแล้วจะทำให้มีพีชีน้ำเจริญเติบโตเป็นจำนวนมาก เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันและเป็นสาเหตุที่ทำให้น้ำในคลองแหเกิดการเน่าเสียได้ในที่สุด สิ่งที่จะต้องศึกษาต่อไปคือ ทำการศึกษาสารอินทรีย์และไนโตรเจนในฤดูฝนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการเข้ามาติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในคลองแหอย่างต่อเนื่อง เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการป้องกัน แก้ไข และปรับปรุงคุณภาพน้ำต่อไป

คำสำคัญ สารอินทรีย์ ไนโตรเจน สารอินทรีย์ ตลาดน้ำคลองแห

Research Title	The monitor of organic matter and total nitrogen loading in Khlong Hae Floating Market, hatyai, Songkhla.
Researchers	1. Miss.Rona Pramjai 2. Miss.Rattana Kasun 3. Miss.Suchada Syammon
Bachelor of Science	Environmental Science (Natural Resources and Environmental Management)
Advisor	Mr. Kamonnawin Inthanuchit

Abstract

The monitor of organic matter and total nitrogen loading in Khlong Hae Floating Market, hatyai, Songkhla. Water quality study of chemistry water samples were collected from the area around the market for 5 points. Water samples were collected two times the day of the floating market and no date floating market. The study found that the COD TOC Ammonia Nitrite Nitrate TKN in the range 24.00-81.60 mg/l 7.80-8.58 mg/l 0.0370-0.1380 mg/l 0.0020-0.0037 mg/l 0.9360-1.1070 mg/l 12.60-19.46 mg/l, respectively (at a floating market) and COD TOC Ammonia Nitrite Nitrate TKN in the range of 60.00-79.20 mg/l 8.48-9.20 mg/l 0.0220-0.1480 mg/l 0.0050-0.0074 mg/l 1.1320-1.1710 mg/l 11.62-20.16 mg/l, respectively (no date floating market). When we found the water flowing through the S_4 has a higher value in the S_5 is the ratio of carbon to nitrogen in the COD/TKN and TOC/TN of 5.491 and 0.5372, respectively (at a floating market) 4.642 and 0.5366 accordingly respectively (no date floating market). May be possible that the water flows through the activity of Floating Market (S_4), resulting in increased organic matter and nitrogen loading to the Khlong Hae. It also found that the ratio of carbon to nitrogen has a lower threshold. It shows that there are high amounts of nitrogen when water elemental diet in high amounts will make the plants grow a lot. The reason for the phenomenon is called unification and causes the water in the canals of spoilage in the end. what should be studied further, the organic matter and nitrogen loading in the rainy season. And related agencies should be added to monitor the quality of water in Khlong Hae Floating Market continued As a basis for prevention and to improve water quality.

Keyword organic meter, nitrogen, organic loading, Khlong Hae Floating Market.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ตัวแปร	2
1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย	2
1.5 สมมุติฐาน	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.7 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับน้ำ	4
2.2 ยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication)	6
2.3 สารอินทรีย์	8
2.4 ไนโตรเจน	12
2.5 คลองแห	13
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	
3.1 ขอบเขตการศึกษา	17
3.2 วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี	19
3.3 การเก็บตัวอย่าง	22
3.4 วิธีการวิเคราะห์	22
3.5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ	24

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลและการอภิปรายผลการวิจัย	
4.1 สภาพลักษณะทางกายภาพของจุดเก็บตัวอย่าง	25
4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	26
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
5.1 ผลการวิจัย	43
5.2 ข้อเสนอแนะ	43
บรรณานุกรม	44
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำ	ก-1
ภาคผนวก ข จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	ข-1
ภาคผนวก ค เครื่องมือและอุปกรณ์	ค-1
ภาคผนวก ง การเก็บน้ำแบบคอมโพสิต	ง-1
ภาคผนวก จ วิธีการวิเคราะห์	จ-1
ภาคผนวก ฉ อัตราการไหล	ฉ-1
ภาคผนวก ช วิธีการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ	ช-1
ภาคผนวก ซ ค่าสถิติที่ทดสอบ	ซ-1
ภาคผนวก ฌ แบบเสนอโครงสร้างวิจัย	ฌ-1

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แสดงแผนการดำเนินงานตลอดโครงการ	3
4.1 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำบริเวณตลาดน้ำคลองแห	27
4.2 แสดงค่าอัตราส่วน C/N	27
4.3 ตารางแสดงอัตราการไหลของน้ำเฉลี่ย ครั้งที่ 1 (แยกตามเวลา)	39
4.4 ตารางแสดงอัตราการไหลของน้ำเฉลี่ย ครั้งที่ 2 (แยกตามเวลา)	39
4.5 ตารางแสดงอัตราการไหลของน้ำเฉลี่ย ครั้งที่ 1 (แยกตามจุดเก็บตัวอย่าง)	40
4.6 ตารางแสดงอัตราการไหลของน้ำเฉลี่ย ครั้งที่ 2 (แยกตามจุดเก็บตัวอย่าง)	40



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงแผนที่คลองแห	15
3.1 แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำในคลองแห	17
3.2 แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำจุดที่ 1 (S ₁) ปากน้ำคลองแห (สะพานประชาสรรค์)	18
3.3 แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำจุดที่ 2 (S ₂) สะพานหลังวัดคลองแห (ปากน้ำคลองเตย)	18
3.4 แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำจุดที่ 3 (S ₃) จุดเชื่อมคลองเตยกับคลองแห	18
3.5 แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำจุดที่ 4 (S ₄) สะพานข้ามตลาดน้ำคลองแห	19
3.6 แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำจุดที่ 5 (S ₅) สะพานลพบุรีราเมศวร์ (คลองแห)	19
4.1 ภาพการสัมภาษณ์ประชาชนในพื้นที่ดั้งเดิม	25
4.2 ค่า COD บริเวณตลาดน้ำคลองแห	28
4.3 ค่า TOC บริเวณตลาดน้ำคลองแห	29
4.4 ค่าแอมโมเนียบริเวณตลาดน้ำคลองแห	31
4.5 ค่าไนไตรต์บริเวณตลาดน้ำคลองแห	32
4.6 ค่าไนเตรตบริเวณตลาดน้ำคลองแห	33
4.7 ค่า TKN บริเวณตลาดน้ำคลองแห	35
4.8 ค่าปริมาณการะบรทุก C/N ในรูปของ COD/TKN บริเวณตลาดน้ำคลองแห	37
4.9 ค่าปริมาณการะบรทุก C/N ในรูปของ TOC/TN บริเวณตลาดน้ำคลองแห	38
4.10 แสดงอัตราการไหลของน้ำเฉลี่ย (ครั้งที่ 1) แยกตามเวลา	39
4.11 แสดงอัตราการไหลของน้ำเฉลี่ย (ครั้งที่ 2) แยกตามเวลา	40
4.12 แสดงอัตราการไหลของน้ำเฉลี่ย (ครั้งที่ 1) แยกตามจุดเก็บตัวอย่าง	41
4.13 แสดงอัตราการไหลของน้ำเฉลี่ย (ครั้งที่ 2) แยกตามจุดเก็บตัวอย่าง	41

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

น้ำเป็นทรัพยากรที่สำคัญอย่างหนึ่งในการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในปัจจุบันมนุษย์ได้ใช้น้ำได้ประโยชน์ที่หลากหลาย น้ำที่ผ่านการนำมาแล้วซึ่งอาจจะใช้ประโยชน์ในบ้านเรือน ในการเกษตรหรือในอุตสาหกรรมต่างๆ การใช้น้ำเหล่านี้จะทำให้มีคุณสมบัติต่างไปจากเดิม เช่น มีอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป หรือมีการเจือปนเพิ่มขึ้น ชนิดและความเข้มข้นของสิ่งเจือปนขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้น้ำ เช่น น้ำเสียจากบ้านเรือนจะมีปริมาณสารอินทรีย์สูง น้ำเสียจากการเกษตรจะมีปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสตลอดจนสารพิษจากสารเคมีที่ใช้ในการเกษตรปะปนอยู่มาก เป็นต้น การระบายน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติทำให้คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติเปลี่ยนแปลงไป เพราะแหล่งน้ำธรรมชาติค่อนข้างจะมีความจำกัดต่อการดูดซับน้ำเสีย ซึ่งถ้ามันเกินกำลังความสามารถก็จะทำให้แหล่งน้ำธรรมชาติไม่สามารถที่จะดูดน้ำไปใช้ประโยชน์เพื่อกิจกรรมอื่นๆ ได้ ซึ่งน้ำที่ผ่านการใช้งานแล้วเหล่านี้ อาจทำให้ปริมาณสารอินทรีย์ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส เพิ่มขึ้น (พัฒนา มูลฤทธิ์, 2545) อาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหายูโทรฟิเคชันได้

ปัญหายูโทรฟิเคชัน (Eutrophication) หรือการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของแพลงก์ตอนพืช พืชน้ำและสาหร่ายขนาดใหญ่ เป็นปัญหาการเปลี่ยนแปลงและเสื่อมโทรมหลักของแหล่งน้ำในปัจจุบันและส่งผลกระทบต่ออย่างรุนแรงและกว้างขวางต่อพลวัตและความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศแหล่งน้ำ ซึ่งสถานการณ์ยูโทรฟิเคชันในแหล่งน้ำที่สำคัญในประเทศไทยของกรมควบคุมมลพิษ ปี 2552 ได้ทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำนิ่งสี่แห่ง หนึ่งในนั้นคือภาคใต้ (ทะเลสาบสงขลา) ซึ่งมีปริมาณดัชนีบ่งชี้ยูโทรฟิเคชันสูงกว่าเกณฑ์ แสดงให้เห็นว่าอยู่ในสภาวะยูโทรฟิเคชันและประสบปัญหาเพิ่มมากขึ้นและทวีความรุนแรงและความถี่ในการเกิดเพิ่มขึ้น (อัศดร คำเมือง, 2553) เมื่อมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำของทะเลสาบสงขลาโดยรวมมีความเสื่อมโทรมลงเป็นลำดับ โดยเฉพาะในช่วงปี 2544-2545 พบว่าบริเวณปากคลองอู่ตะเภา ปากคลองพะวง สะพานเกาะยอ และวัดสุวรรณคีรี คุณภาพน้ำมีความเสื่อมโทรมลงจากเกณฑ์พอใช้มาเป็นค่อนข้างเสื่อมโทรมต่อเนื่องมาถึงปัจจุบัน ในปัจจุบันคุณภาพน้ำของทะเลสาบโดยรวมยังคงมีแนวโน้มค่อนข้างเสื่อมโทรมลงอย่างต่อเนื่อง (ส่วนน้ำเสียอุตสาหกรรม สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ, ม.ป.ป.) ซึ่งทะเลสาบสงขลา มีคลองอู่ตะเภาเป็นลำน้ำย่อย จากการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำคลองเตยและคลองอู่ตะเภา พบว่า มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 0.23-25.40 mg/l เนื่องจากคลองเตยและคลองอู่ตะเภาเป็นแหล่งรองรับน้ำทิ้งจากชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม จึงก่อให้เกิดมลภาวะได้ (พีระพิทย์ พิษมงคลและคณะ, 2540) คลองแหกก็เช่นเดียวกันเป็นลำน้ำย่อยที่ไหลลงสู่คลองอู่ตะเภา เป็นแหล่งน้ำสำคัญที่ประชาชนในพื้นที่ใช้ประโยชน์ แต่ในปัจจุบันเกิดความเสื่อมโทรม จากการวิจัยพบว่า วันที่มีตลาดน้ำมีความสกปรกมากกว่าวันที่ไม่มีตลาดน้ำ แต่ยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน

ประเภทที่3 ยกเว้นแอมโมเนียที่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน (สอทะเล บางสันและอิมรอน ทรนศิลา, 2552)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นทำการศึกษาปริมาณการะบรรทุกสารอินทรีย์และไนโตรเจนทั้งหมดในบริเวณคลองแห ซึ่งคลองแหเป็นลำน้ำที่เชื่อมต่อมาจากคลองเตยและคลองลาน ก่อนที่จะไหลลงสู่คลองอู่ตะเภาและเป็นแหล่งน้ำสายสำคัญที่ผู้คนบริเวณคลองแหได้ใช้ประโยชน์ในการดำเนินชีวิตขั้นพื้นฐาน แต่ในปัจจุบันน้ำในคลองแห มีปัญหาคุณภาพน้ำเสื่อมโทรม ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการปล่อยน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมในตัวเมืองหาดใหญ่ ประกอบกับการทำเกษตรกรรมของผู้คนที่อาศัยอยู่บริเวณรอบๆ คลองแห จึงส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในคลองแหโดยตรง ในปัจจุบันได้ก่อตั้งตลาดน้ำขึ้นบริเวณวัดคลองแห ซึ่งในบริเวณตลาดน้ำคลองแหมีการจำหน่ายสินค้าทางน้ำและยังมีทั้งกิจกรรมทางน้ำเช่นการเดินเรือ ส่งผลต่อปริมาณสารอินทรีย์และไนโตรเจนในน้ำ หากมีในปริมาณมากเกินไปจะส่งผลทำให้น้ำในคลองแหเกิดการเน่าเสียมีผลต่อปริมาณการะบรรทุกสารอินทรีย์และไนโตรเจนในน้ำ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางป้องกัน แก้ไขและจัดการน้ำในตลาดน้ำคลองแหให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อวิเคราะห์ปริมาณการะบรรทุกสารอินทรีย์และไนโตรเจนบริเวณตลาดน้ำคลองแห
- 2) เพื่อศึกษาผลกระทบของตลาดน้ำในคลองแหจากปริมาณการะบรรทุกสารอินทรีย์และไนโตรเจนทั้งหมดของตลาดน้ำ

1.3 ตัวแปร

- ตัวแปรต้น** จุดเก็บตัวอย่างน้ำตลาดน้ำคลองแห เทศบาลเมืองคลองแห อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา
- ตัวแปรตาม** ปริมาณการะบรรทุกสารอินทรีย์และไนโตรเจน
- ตัวแปรควบคุม** ช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างน้ำ วิธีการรักษาสภาพของตัวอย่างน้ำ

1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

สารอินทรีย์ หมายถึง สารที่มีธาตุคาร์บอน (C) และไฮโดรเจน (H) เป็นองค์ประกอบหลัก และมีธาตุอื่นๆเป็นองค์ประกอบร่วม เช่น ออกซิเจน (O) ไนโตรเจน (N) เป็นต้น สารอินทรีย์เป็นสารที่เกิดเองตามธรรมชาติจากสิ่งมีชีวิตในปัจจุบันมนุษย์สามารถสังเคราะห์สารอินทรีย์เองได้ (ปราณีวิเศษ, 2551)

ไนโตรเจน หมายถึง ธาตุอาหาร (Nutrients) ที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตอยู่ของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด สัตว์ได้ไนโตรเจนในรูปของโปรตีนจากพืช และพืชได้จากดินในรูปไนโตรเจน (อิชิซาวะ, 2544)

ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ (organic loading) หมายถึง ความสามารถของแหล่งน้ำที่จะรองรับความสกปรกที่ถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ (ตลอรอดาด หมัดเหนาะและทวิศักดิ์ ทองฉัตร, 2552)

ตลาดน้ำคลองแห หมายถึง ตลาดน้ำที่ตั้งอยู่ในตำบลคลองแห อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา โดยมีการจัดการท่องเที่ยวในรูปแบบของตลาดน้ำแห่งแรกของภาคใต้ และนำเสนอวิถีชีวิตของประชาชนในท้องถิ่นได้ (สาลินี ทิพย์เพ็ง, 2554)

1.5 สมมุติฐาน

การจัดตั้งตลาดน้ำมีผลต่อปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์และไนโตรเจนของพื้นที่รับน้ำบริเวณคลองแห

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

จากการตรวจสอบน้ำในบริเวณตลาดน้ำ จะทำให้ทราบภาระบรรทุกสารอินทรีย์และไนโตรเจนทั้งหมด และทำให้ทราบผลกระทบของตลาดน้ำคลองแหต่อปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์และไนโตรเจน ซึ่งเป็นประโยชน์ได้นำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาการจัดการน้ำ และเป็นแนวทางในการป้องกัน แก้ไขปัญหาให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่อไป

1.7 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

การศึกษานี้มีระยะเวลาดำเนินการระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2556 ถึง เดือนกันยายน พ.ศ. 2557 สำหรับแผนการดำเนินการศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แสดงแผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

ขั้นตอน	2556										2557						
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	ม.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
รวบรวมข้อมูลและตรวจเอกสาร																	
สอบโครงร่างวิจัย				▲													
ลงพื้นที่และเก็บตัวอย่างน้ำ																	
วิเคราะห์พารามิเตอร์																	
สอบความก้าวหน้า																	
สรุปผลการทดลอง																	
สอบจบเล่มวิจัย																	
เขียนและแก้ไขเล่มวิจัย																	

หมายเหตุ ช่วงเดือน *พ.ย. 2556 – ก.พ. 2557 เป็นช่วงของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับน้ำ

2.1.1 น้ำ เป็นสารประกอบที่ไม่มีสี กลิ่น และรส เป็นสารประกอบที่ไม่มีคุณสมบัติที่ไม่เหมือนสารอื่นใดในโลก ในทางเคมีเป็นการยากที่จะหาสารประกอบอย่างอื่นที่มีคุณสมบัติอย่างน้ำมาทดแทนกันได้ น้ำเป็นสารประกอบที่มีความคงที่ เป็นตัวทำละลายที่ดี เป็นของไหล ไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ และเป็นแหล่งวัตถุดิบที่สำคัญที่สุดในกระบวนการทางเคมีและชีวภาพ (สิทธิชัย ตันธนะสฤทธ์, 2549)

2.1.2 น้ำเสีย คือ น้ำที่ผ่านการนำมาแล้วซึ่งอาจจะใช้ประโยชน์ ในบ้านเรือน ในการเกษตร หรือในอุตสาหกรรมต่างๆ การใช้น้ำเหล่านี้จะทำให้น้ำมีคุณสมบัติต่างไปจากเดิม เช่น มีอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป หรือมีการเจือปนเพิ่มขึ้น ชนิดและความเข้มข้นของสิ่งเจือปนขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้น้ำ เช่น น้ำเสียจากบ้านเรือนจะมีปริมาณสารอินทรีย์สูง น้ำเสียจากการเกษตรจะมีปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสตลอดจนสารพิษจากสารเคมีที่ใช้ในการเกษตรปะปนอยู่มาก ส่วนน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมจะมีลักษณะพิเศษ ขึ้นอยู่กับลักษณะประเภทของอุตสาหกรรม

การระบายน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติทำให้คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติเปลี่ยนแปลงไป เพราะแหล่งน้ำธรรมชาติค่อนข้างจำกัดต่อการดูดซับน้ำเสีย ซึ่งถ้ามันเกินกำลังความสามารถก็จะทำให้แหล่งน้ำธรรมชาติไม่สามารถที่จะดูดน้ำไปใช้ประโยชน์เพื่อกิจกรรมอื่นๆ ได้ สารมลพิษที่อาจจะก่อให้เกิดน้ำในแหล่งน้ำเกิดภาวะมลพิษ ได้แก่ สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ กรดหรือด่าง สารแขวนลอย และของแข็ง เป็นต้น (พัฒนา มุลพฤษ, 2545) ซึ่งน้ำที่ผ่านการใช้งานแล้วเหล่านี้ อาจทำให้ปริมาณสารอินทรีย์ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสเพิ่มมากขึ้น อาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหายูโทรฟิเคชันได้

2.1.3 มลพิษทางน้ำ คือ น้ำตามธรรมชาติมีสารมลพิษเข้าไปปนเปื้อนก็ทำให้น้ำเสียและถ้าหากน้ำเสียมีอันตรายกับสิ่งมีชีวิตถือว่าเป็นมลพิษทางน้ำ ฉะนั้นมลพิษทางน้ำหรือน้ำเสีย หมายถึง น้ำเสียที่เสื่อมคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไปจากธรรมชาติ เนื่องจากมีสารมลพิษปนเปื้อนทำให้ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ดั้งเดิม และเกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตทั้งหลายซึ่งถ้าวิเคราะห์ดูแล้ว จะเห็นว่าน้ำสามารถปนเปื้อนจากมลพิษต่างๆ ได้ดังนี้

- 1) ปนเปื้อนด้วยสารอินทรีย์ ซึ่งจะถูกละลายโดยจุลินทรีย์อยู่ในน้ำ และในขณะที่ย่อยสลายปริมาณออกซิเจนในน้ำจะถูกใช้ไป เป็นผลให้แหล่งน้ำขาดออกซิเจนเกิดปัญหาน้ำเน่าเสีย
- 2) ปนเปื้อนด้วยเชื้อโรค ซึ่งเป็นโรคติดต่อทางน้ำ เช่น เชื้อแบคทีเรียและเชื้อจุลินทรีย์ขนาดเล็กต่างๆ
- 3) ปนเปื้อนด้วยสารพิษโดยเฉพาะพวกโลหะหนักเช่น ปรอท ตะกั่ว รวมทั้งยาฆ่าแมลงและสารเคมีที่ใช้ในทางอุตสาหกรรม

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับน้ำ

2.1.1 น้ำ เป็นสารประกอบที่ไม่มีสี กลิ่น และรส เป็นสารประกอบที่ไม่มีคุณสมบัติที่ไม่เหมือนสารอื่นใดในโลก ในทางเคมีเป็นการยากที่จะหาสารประกอบอย่างอื่นที่มีคุณสมบัติอย่างน้ำมาทดแทนกันได้ น้ำเป็นสารประกอบที่มีความคงที่ เป็นตัวทำละลายที่ดี เป็นของไหล ไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ และเป็นแหล่งวัตถุดิบที่สำคัญที่สุดในกระบวนการทางเคมีและชีวภาพ (สิทธิชัย ต้นธนะสฤกษ์, 2549)

2.1.2 น้ำเสีย คือ น้ำที่ผ่านการใช้มาแล้วซึ่งอาจจะใช้ประโยชน์ ในบ้านเรือน ในการเกษตร หรือในอุตสาหกรรมต่างๆ การใช้น้ำเหล่านี้จะทำให้น้ำมีคุณสมบัติต่างไปจากเดิมเช่น มีอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง หรือมีการเจือปนเพิ่มขึ้น ชนิดและความเข้มข้นของสิ่งเจือปนขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้น้ำ เช่นน้ำเสียจากบ้านเรือนจะมีปริมาณสารอินทรีย์สูง น้ำเสียจากการเกษตรจะมีปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสตลอดจนสารพิษจากสารเคมีที่ใช้ในการเกษตรปะปนอยู่มาก ส่วนน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมจะมีลักษณะพิเศษ ขึ้นอยู่กับลักษณะประเภทของอุตสาหกรรม

การระบายน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติทำให้คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติเปลี่ยนแปลงไป เพราะแหล่งน้ำธรรมชาติค่อนข้างมีความจำกัดต่อการดูดซับน้ำเสีย ซึ่งถ้ามันเกินกำลังความสามารถก็จะทำให้แหล่งน้ำธรรมชาติไม่สามารถที่จะดูดน้ำไปใช้ประโยชน์เพื่อกิจกรรมอื่นๆ ได้ สารมลพิษที่อาจจะก่อให้เกิดน้ำในแหล่งน้ำเกิดภาวะมลพิษ ได้แก่ สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ กรดหรือด่าง สารแขวนลอย และของแข็ง เป็นต้น (พัฒนา มุลพฤษ, 2545) ซึ่งน้ำที่ผ่านการใช้งานแล้วเหล่านี้ อาจทำให้ปริมาณสารอินทรีย์ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสเพิ่มมากขึ้น อาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่เกิดปัญหายูโทรฟิเคชั่นได้

2.1.3 มลพิษทางน้ำ คือ น้ำตามธรรมชาติมีสารมลพิษเข้าไปปนเปื้อนก็ทำให้น้ำเสียและถ้าหากน้ำเสียมีอันตรายกับสิ่งมีชีวิตถือว่าเป็นมลพิษทางน้ำ ฉะนั้นมลพิษทางน้ำหรือน้ำเสีย หมายถึง น้ำเสียที่เสื่อมคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไปจากธรรมชาติ เนื่องจากมีสารมลพิษปนเปื้อนทำให้ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ดั้งเดิม และเกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตทั้งหลายซึ่งถ้าวิเคราะห์ดูแล้ว จะเห็นว่าน้ำสามารถปนเปื้อนจากมลพิษต่างๆ ได้ดังนี้

- 1) ปนเปื้อนด้วยสารอินทรีย์ ซึ่งจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์อยู่ในน้ำ และในขณะที่ย่อยสลายปริมาณออกซิเจนในน้ำจะถูกใช้ไป เป็นผลให้แหล่งน้ำขาดออกซิเจนเกิดปัญหาน้ำเน่าเสีย
- 2) ปนเปื้อนด้วยเชื้อโรค ซึ่งเป็นโรคติดต่อทางน้ำ เช่น เชื้อแบคทีเรียและเชื้อจุลินทรีย์ขนาดเล็กต่างๆ
- 3) ปนเปื้อนด้วยสารพิษโดยเฉพาะพวกโลหะหนักเช่นปรอท ตะกั่ว รวมทั้งยาฆ่าแมลงและสารเคมีที่ใช้ในทางอุตสาหกรรม

4) ปนเปื้อนด้วยแร่และเกลืออนินทรีย์ ซึ่งสารประกอบนี้ไม่สามารถย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำ

5) ปนเปื้อนด้วยสารประเภทปุ๋ย ถ้าหากแหล่งน้ำได้รับสารประเภทนี้ทำให้พืชน้ำบางชนิดโดยเฉพาะสาหร่ายสีเขียวจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว สารประเภทนี้ได้แก่ ไนเตรตและฟอสเฟต

เมื่อมนุษย์ปล่อยน้ำทิ้งและสิ่งปฏิกูลลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ โดยปกติแหล่งน้ำนั้นจะสามารถรักษาสมดุลไม่ให้น้ำเสียได้ จุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำจะทำการย่อยสลายอินทรีย์สารที่ปนเปื้อนมา กับน้ำ โดยใช้ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำเป็นแหล่งพลังงาน แต่แหล่งน้ำในธรรมชาติทั้งหลายมีขีดจำกัดในการรับน้ำเสียและสิ่งปฏิกูล หากเกิดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูลมากเกินไปขีดความสามารถที่ธรรมชาติจะรองรับได้ก็จะทำให้เกิดน้ำเน่าเหม็น

2.1.4 สาเหตุและที่มาของน้ำเสีย

1) น้ำเสียจากแหล่งชุมชน (domestic wastewater) โดยทั่วไปมี 2 แหล่ง คือ

- น้ำเสียจากที่พัก น้ำเสียจากสิ่งปฏิกูล น้ำเสียที่มาจากกิจกรรมอื่นๆ เช่น การประกอบอาหาร การล้างภาชนะและอุปกรณ์ การชำระร่างกาย เป็นต้น

- น้ำเสียจากสถานประกอบการต่างๆ เช่น อู่ซ่อมรถ ปั๊มน้ำมัน โรงสี สิ่งสกปรกที่เจือปนอยู่ในน้ำเสียประเภทนี้ มีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ น้ำเสียจากแหล่งชุมชนแต่ละแห่งมีลักษณะและปริมาณของเสียที่แตกต่างกันออกไป

2) น้ำเสียจากอุตสาหกรรม (industrial wastewaters) มีลักษณะแตกต่างกันออกไปแล้วแต่ชนิดของโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนใหญ่มาจากส่วนต่างๆ ของกระบวนการอุตสาหกรรม

- น้ำหล่อเย็น (cool water) เป็นน้ำเสียที่เกิดจากการระบายความร้อนในเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ น้ำหล่อเย็นมีอุณหภูมิประมาณ 40-60°C ความร้อนนี้จัดเป็นสิ่งสกปรกอย่างหนึ่งเช่นกัน คือ ทำให้เกิด thermal Pollution

- น้ำล้าง (wash water) ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากการล้างวัตถุดิบ เครื่องจักร อุปกรณ์ต่างๆ ที่พื้นโรงงาน อาจมีความสกปรกมาก เช่น มีคราบน้ำมัน สารเคมีต่างๆ ที่ใช้ในการทำความสะอาดสะสมละลายปนอยู่

- น้ำจากกระบวนการผลิต (process wastewater) น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตเป็นน้ำสกปรกค่อนข้างมาก

- น้ำเสียอื่นๆ (miscellaneous wastewater) เช่น น้ำจากแหล่งน้ำเสียจากเครื่องกรองความกระด้างของน้ำ เป็นต้น

3) น้ำเสียจากการเกษตร (agricultural wastewater) ได้แก่ น้ำเสียจากการเพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเลี้ยงสัตว์ เช่น สุกร ปลา และกุ้ง เป็นต้น น้ำเสียที่เกิดจากการปนเปื้อน (stom sewage) ได้แก่ น้ำฝนที่ตกลงมาแล้วไหลนองไปตามพื้นดิน น้ำเสียประเภทนี้ไม่ผ่านระบบการบำบัด สามารถลงสู่แหล่งน้ำได้เลย ซึ่งสามารถจะเอาสารพิษและสิ่งปฏิกูลที่ก่อให้เกิดน้ำเสียลงสู่ลำคลองไปด้วย

2.1.5 แหล่งน้ำตามธรรมชาติ

จากปรากฏการณ์ของน้ำที่เกิดขึ้นในธรรมชาติแบ่งประเภทของแหล่งน้ำได้ 3 ประเภท

1) น้ำจากบรรยากาศ (atmospheric water) หมายถึง น้ำที่ได้จากบรรยากาศ ซึ่งอยู่ในลักษณะต่างๆกัน เช่น น้ำฝน ทิมะ ลูกเห็บ น้ำค้าง เป็นต้น

2) น้ำผิวดิน (surface water) หมายถึง ส่วนของน้ำฝนที่ตกลงสู่พื้นดินแล้วไหลลงสู่ที่ต่ำตามลำธาร คลอง แม่น้ำ ทะเล มหาสมุทร ทะเลสาบ น้ำผิวดินนี้รวมถึงน้ำที่ไหลล้นจากใต้ดินเข้ามาสมทบด้วย ดังจะเห็นได้จากลำธารหรือลำห้วยที่มีน้ำไหลตลอดปี ไม่ว่าจะมีฝนตกหรือไม่ตกจำนวนน้ำที่ไหลในลำห้วยหรือลำน้ำ ในระหว่างฤดูแล้งที่เรียกว่า dry weather flow (D.W.F) น้ำนี้เป็นน้ำที่สะสมในดินและซึมขึ้นมาตามเวลาที่มืด (มันสิน ต้นตุลเวชม์, 2542)

3) น้ำใต้ดิน (underground water) หมายถึง น้ำฝนและน้ำทุกประเภทที่ไหลลึกลงไปในดินด้วยอำนาจและแรงดึงดูดของโลกผ่านช่องว่างของดินชั้นต่างๆ ลงไปจนถึงชั้นดิน ซึ่งน้ำซึมผ่านไม่ได้น้ำจะถูกขังอยู่บนดินชั้นนี้ เรียกว่า น้ำใต้ดิน ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 โซนใหญ่ๆ คือ โซนสัมผัสมอากาศและโซนอิมมิตัวด้วยน้ำ มักประกอบด้วย ชั้นกรวดทรายหรือหินพรุนน้ำซึมผ่านได้ (โกมล สิวะบรรและคณะ, 2543)

2.2 ยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication)

เป็นภาษาทางนิเวศวิทยาที่มีรากศัพท์มาจากคำในภาษากรีก 2 คำ คือ eu (ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า well) กับ trope (ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า nourishment) เมื่อรวมเข้าด้วยกันจึงมีความหมายว่า well-fed หรือ well-nourished แปลได้ว่ามีธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์ดีปัจจุบันยังไม่มีคำนิยามของยูโทรฟิเคชันที่ชัดเจน ยูโทรฟิเคชันอาจหมายถึง ความอุดมสมบูรณ์ไปด้วยธาตุอาหารพืชในรูปสารอนินทรีย์ของแหล่งน้ำหรือยูโทรฟิเคชันเป็นคำที่ใช้อธิบายผลกระทบทางชีววิทยาของการเพิ่มขึ้นของธาตุอาหารพืชต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำ หรือยูโทรฟิเคชัน หมายถึง สภาพที่น้ำมีสีเขียวเนื่องจากความอุดมสมบูรณ์ของสาหร่ายเซลล์เดียว หรือยูโทรฟิเคชัน หมายถึง ความอุดมสมบูรณ์ไปด้วยสารอาหารของแหล่งน้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเป็นเหตุให้แพลงก์ตอนพืชหรือพืชน้ำเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วจนส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำและสิ่งมีชีวิตอื่นในน้ำเนื่องจากยูโทรฟิเคชันเป็นกระบวนการ (process) หรือสภาวะ (condition) ที่ประกอบด้วยหลายเหตุการณ์ที่เชื่อมโยงกัน อย่างน้อยก็ต้องประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก คือ ระดับสารอาหารที่เพิ่มสูงขึ้น การสร้างสารอินทรีย์ทั้งในรูปอนุภาคและที่ละลายน้ำและการย่อยสลายสารอินทรีย์ซึ่งทำให้ปริมาณออกซิเจนลดต่ำลง (นิคม ละอองศิริวงศ์, ม.ป.ป.)

สรุปได้ว่า เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในแหล่งน้ำที่มีปริมาณธาตุอาหารจำพวกสารประกอบฟอสฟอรัสและไนโตรเจน ซึ่งธาตุอาหารเหล่านี้จำเป็นต่อการเจริญเติบโตสำหรับแพลงตอนพืชและสาหร่ายอันเป็นแหล่งอาหารขั้นต้นของห่วงโซ่อาหาร ซึ่งธาตุอาหารเหล่านี้ก็จะไปกระตุ้นให้พืชสีเขียวในลำน้ำมีการสังเคราะห์แสงได้มากขึ้นและเจริญเติบโตแพร่พันธุ์ได้อย่างรวดเร็วซึ่งนับว่าเป็นการเพิ่มผลผลิตของแหล่งน้ำนั้นและเป็นอาหารต่อปลาและสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ แต่เมื่อมีในปริมาณที่มากเกินไปร่วมกับสารอินทรีย์แล้วในที่สุดก็ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางระบบนิเวศน์ทาง

น้ำขึ้น เนื่องจากปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงจะเกิดขึ้นได้เฉพาะตอนกลางวัน ส่วนตอนกลางคืนสาหร่ายและพืชสีเขียวจะใช้ ออกซิเจนหายใจและคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศ ดังนั้นในช่วงเวลากลางวันแหล่งน้ำที่เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่นจะมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูงเกินกว่าขีดความเข้มข้นสูงสุด แต่ตอนกลางคืนระดับออกซิเจนก็จะลดลงบางแห่งเป็นมากอาจลดลงถึงศูนย์ ในกรณีเช่นนี้จะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำนั้น จนอาจทำให้สัตว์น้ำตายในเวลาเพียงชั่วข้ามคืนเดียว การเกิดยูโทรฟิเคชั่นในแหล่งน้ำที่ปราศจากการปนเปื้อนของมลพิษจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ในธรรมชาติ แต่ถ้าเกิดขึ้นในแหล่งน้ำที่ได้รับการปนเปื้อนจากสารอินทรีย์และธาตุอาหารจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว และเป็นเหตุให้มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของจุลินทรีย์บางชนิดจนเกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า ยูโทรฟิเคชั่น (ชนิษฐา เกิดเป้า, 2554)

ยูโทรฟิเคชั่นเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้เองในทุกแหล่งน้ำ (natural eutrophication) ซึ่งการเกิดยูโทรฟิเคชั่นในลักษณะนี้อาจต้องใช้เวลานานนับร้อยๆ ปี หรือพันปี อย่างไรก็ตามมนุษย์สามารถเร่งให้แหล่งน้ำเกิดยูโทรฟิเคชั่นได้เร็วขึ้น (cultural eutrophication) เนื่องจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ส่วนแล้วแต่เป็นต้นเหตุสำคัญของการเพิ่มสูงขึ้นของสารอาหารในแหล่งน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจนและฟอสฟอรัส เช่น น้ำเสียจากชุมชนหรือโรงงานอุตสาหกรรม การเพาะปลูกพืช การทำปุ๋ยสัตว์ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เป็นต้น (นิคม ละอองศิริวงศ์, ม.ป.ป.)

2.2.1 ปัจจัยบ่งชี้การเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่น

ปัจจัยบ่งชี้การเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่น ได้แก่ สีของน้ำ ความขุ่น ค่าซีโอดี ค่าบีโอดี ค่าออกซิเจนละลายน้ำ ค่าความเข้มข้นของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ คลอโรฟิลล์ ค่าไนโตรเจนรวม ค่าฟอสฟอรัสรวม และปริมาณของแพลงตอนพืชและแพลงตอนสัตว์ที่มีอยู่ด้วย

2.2.2 ผลกระทบจากสภาวะยูโทรฟิเคชั่นที่เกิดขึ้นกับแหล่งน้ำ

สภาวะยูโทรฟิเคชั่นมีทั้งประโยชน์และโทษต่อแหล่งน้ำ สภาวะยูโทรฟิเคชั่นสร้างความอุดมสมบูรณ์ให้กับแหล่งน้ำ เพราะแพลงก์ตอนพืชที่เพิ่มจำนวนตามสารอาหารจะเป็นอาหารของปลาหรือสิ่งมีชีวิตอื่นๆ แหล่งน้ำที่เกิดสภาวะยูโทรฟิเคชั่นจึงมีสัตว์น้ำชุกชุม เช่น ชายฝั่งของประเทศเปรูซึ่งเป็นแหล่งทำการประมงที่สำคัญแห่งหนึ่งของโลก อย่างไรก็ตามแพลงก์ตอนพืชจะเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วเกินกว่าที่ผู้บริโภคจะกินได้หมด นอกจากนั้นผู้ผลิตที่เพิ่มจำนวนขึ้นอาจเป็นสาหร่ายขนาดใหญ่หรือพืชน้ำชนิดต่างๆ ซึ่งปลาหรือสัตว์น้ำใช้เป็นอาหารไม่ได้ การเพิ่มจำนวนของผู้ผลิตเหล่านี้ทำให้แหล่งน้ำมีสารอินทรีย์เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก สร้างผลกระทบต่อแหล่งน้ำทั้งทางตรงและทางอ้อม

การย่อยสลายสารอินทรีย์เป็นกระบวนการที่ใช้ ออกซิเจน แหล่งน้ำที่อุดมไปด้วยสารอินทรีย์ที่พร้อมจะถูกย่อยสลายมีแนวโน้มบริโภคออกซิเจนเป็นจำนวนมาก ถ้าแหล่งน้ำเหล่านี้แบ่งชั้นตามความลึก มีการชะล้างเกิดขึ้นอย่างช้าๆ และหรือน้ำนิ่ง การบริโภคออกซิเจนก็จะมีมากกว่าที่เติมเข้ามาใหม่ (resupply) ความไม่สมดุลระหว่างการบริโภคที่ค่อนข้างมากกับการเติมใหม่ด้วยอัตราที่ต่ำจะทำให้ ออกซิเจนลดต่ำลงถึงระดับที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็นระดับที่ก่อให้เกิด

ความเครียดต่อสัตว์น้ำ เรียกว่าภาวะดังกล่าวว่า hypoxia และปริมาณออกซิเจนที่ไม่สามารถวัดได้ เรียกว่า anoxia ภาวะ hypoxia และ anoxia จะทำให้ปลาและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังตายเป็นจำนวนมาก ซึ่งผลกระทบของการสูญเสียออกซิเจนอาจครอบคลุมพื้นที่เป็นจำนวนมาก (นิคม ละออง ศิริวงศ์, ม.ป.ป.)

สรุปผลกระทบที่เกิดขึ้นมีดังนี้

- 1) ทำให้ความเป็นกรด-ด่างและออกซิเจนที่ละลายน้ำในเวลากลางวันมีค่าเพิ่มขึ้น
- 2) เพิ่มการผันแปรของความเป็นกรด-ด่างและออกซิเจนที่ละลายน้ำในรอบวัน
- 3) ลดความสามารถในการส่องผ่านของแสงลงไปใต้น้ำ
- 4) เป็นสาเหตุการตายของปลา
- 5) การเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของพืชน้ำ (ชนิดสาหร่าย เกิดเป่า, 2554)

2.3 สารอินทรีย์

สารอินทรีย์ หมายถึง สารที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ มีธาตุไฮโดรเจนและอนุพันธ์ของไฮโดรเจนคาร์บอน เป็นองค์ประกอบรวมอยู่ ตัวอย่างสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน สารเหล่านี้ถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนในแหล่งน้ำ เป็นเหตุให้ออกซิเจนละลายน้ำลดลง

สารอินทรีย์ส่วนใหญ่ในโลก เกิดจากสิ่งมีชีวิตทั้งที่อยู่บนบกและในน้ำ สารอินทรีย์บนพื้นดินจะอยู่ในรูปของฮิวมิก (humic) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของดิน สำหรับแหล่งน้ำมีสารอินทรีย์อยู่ในรูปสารละลาย สารแขวนลอย หรือตกตะกอนทับถมกัน สารอินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในแหล่งน้ำสามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ สารอินทรีย์ ประเภทที่ละลายน้ำ (dissolved organic matter, DOM) เป็นตัวการที่ทำให้ค่าบีโอดีในน้ำสูงและสารอินทรีย์ประเภทที่ไม่ละลายน้ำ

2.3.1 ประเภทของสารอินทรีย์ในน้ำ

สารอินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในแหล่งน้ำสามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ประเภทที่ไม่ละลายและประเภทที่ละลายน้ำ

สารอินทรีย์ประเภทที่ละลายน้ำ (dissolved organic matter, DOM) เป็นตัวการที่ทำให้ค่าบีโอดีในน้ำสูง DOM ในแหล่งน้ำธรรมชาติแบ่งออก เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ

1) non humic substances หมายถึง สารอินทรีย์ที่ถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ได้อย่างรวดเร็ว ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน

2) humic substances หมายถึง สารอินทรีย์ที่ถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ได้ยากและใช้เวลานาน ได้แก่ เศษซากพืช ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีรูปร่างและขนาดโมเลกุล ไม่แน่นอนและยังเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของดินและน้ำ ที่ทำให้ดินและน้ำมีสีเข้มในแหล่งน้ำธรรมชาติ จะมีสารอินทรีย์กลุ่มนี้มากที่สุดโดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 6-30 ส่วนในดินจะมี humic substances ประกอบร้อยละ 50-80 โดยน้ำหนักสารอินทรีย์ในดินทั้งหมด humic substances จำแนกออกเป็น 3 ชนิด คือ

ต่อสัตว์น้ำโดยอาจเกิดอาการเครียดหรือตายได้ ทั้งนี้เพราะสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำทุกชนิดต้องการใช้ออกซิเจนในการหายใจ

2) การเพิ่มปริมาณของเสียในน้ำ ที่สำคัญได้แก่ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และแอมโมเนีย (NH_3) โดยไฮโดรเจนซัลไฟด์จะไปรวมตัวกับโลหะในแหล่งน้ำ ทำให้น้ำมีสีดำและมีกลิ่นเหม็น ส่วนแอมโมเนียที่ได้จะถูกออกซิไดร์โดยแบคทีเรียไนโตรโซโมนาส (nitrosomonas bacteria) กลายเป็นไนไตรต์ และจะถูกออกซิไดซ์ต่อโดยแบคทีเรียไนโตรแบคเตอร์ (nitrobacter bacteria) กลายเป็นไนเตรต แอมโมเนียที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำต่อเมื่ออยู่รูปไม่แตกตัว (un-ionized form) รูปของแอมโมเนียในน้ำขึ้นกับค่าความเป็นกรด-เบสสูงๆ และอุณหภูมิ แต่ผลของอุณหภูมิต่อรูปของแอมโมเนียมีน้อยกว่าที่ค่าความเป็นกรด-เบสสูงๆ หรือที่อุณหภูมิสูงขึ้น แอมโมเนียจะอยู่ในรูปไม่แตกตัว (unionized form) สูงกว่ารูปแตกตัว (ionized form (NH_4^+)) ความทนทานของสัตว์น้ำต่อปริมาณแอมโมเนียขึ้นกับชนิด สภาพทางสรีระของสัตว์และปัจจัยทางสภาพแวดล้อม ปริมาณแอมโมเนีย 0.4-2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถทำให้สัตว์น้ำตายภายในระยะเวลาอันสั้น

3) เป็นแหล่งสะสมเชื้อโรคและสารพิษอื่นๆ เช่น จุลินทรีย์หลายชนิดที่เป็นพิษ (เชื้อโรคต่างๆ) และอาจเกิดแพลงตอนพวกไดโนแฟลกเจลเลท (dinoflagellate) ขึ้นอย่างมากมายทำให้เกิดน้ำแดง อาจเรียกว่า ซึ่ปลาวาฬ หรือ red tide อันจะมีผลเสียต่อสัตว์น้ำเป็นจำนวนมาก (สิทธิชัย ต้นธนะสฤทธิ, 2549)

2.3.4 ภาวะบรรทุสารอินทรีย์ หรือปริมาณความสกปรกที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับปริมาณความสกปรกในลำน้ำสาขา ได้จากการประมวลข้อมูลหน้าตัดของลำน้ำ ข้อมูลอัตราการไหลของน้ำและข้อมูลการตรวจวิเคราะห์ค่า BOD ของมลพิษที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ

มลสารที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำในปริมาณต่างๆ จะถูกเจือจางโดยน้ำ เกิดกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์จะมีการใช้ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ส่งผลให้ออกซิเจนในน้ำมีปริมาณลดลงในระดับต่างๆ จนถึงระดับที่ปริมาณมลสารที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำมีปริมาณเท่าที่แหล่งน้ำสามารถรักษาคุณภาพไม่ให้คุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไปจนเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ทำให้แหล่งน้ำสามารถรักษาสมดุลหรือสภาพตามธรรมชาติหรือเกิดจากการฟอกตัวของแหล่งน้ำ (self purification) (รจนา อินทรธราช, 2550)

2.3.4 การวัดปริมาณสารอินทรีย์ละลายน้ำ

พารามิเตอร์ที่ใช้วัดสารอินทรีย์ ในน้ำและน้ำเสียมีหลายตัว เช่น บีโอดี (BOD) ซีโอดี (COD) ทีโอดี (TOC) และดีโอดี (DOC)

1) บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD) ปริมาณของออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในเวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ $20^{\circ}C$ มีหน่วยเป็น มิลลิกรัม/ลิตร ค่าบีโอดีเป็นค่าที่มีความสำคัญอย่างมาก ในการออกแบบและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ โดยใช้บ่ง

ลดลง เกิดสภาพเน่าเหม็น ระดับ TOC ขึ้นอยู่กับแหล่งน้ำในแหล่งน้ำผิวดินจะมีค่า TOC น้อยกว่า 10 mg/l (นิพนธ์ ตั้งคณาบุรุษ, 2550)

2.4 ไนโตรเจน

ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณมาก ดินที่ใช้เพื่อการเพาะปลูก โดยทั่วไปมักมีไนโตรเจนไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช นอกจากนี้พืชสามารถใช้ประโยชน์โดยตรงได้เฉพาะกรณีที่ไนโตรเจนอยู่ในรูปแอมโมเนีย (NH_4^+) หรือไนเตรต (NO_3^-) เท่านั้น ในขณะที่ไนโตรเจนในดินส่วนใหญ่อยู่ในรูปสารประกอบอินทรีย์ ซึ่งจะต้องรอให้จุลินทรีย์ย่อยสลายก่อนอินทรีย์วัตถุในดินมีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 5

นักสิ่งแวดล้อมมีความความสนใจต่อสารประกอบไนโตรเจนในรูปแบบต่างๆ เนื่องจากความสำคัญของสารเหล่านี้ ในบรรยากาศ ในน้ำและในกระบวนการทางชีวเคมีของพืชและสัตว์ค่อนข้างจะสลับซับซ้อนเพราะสาเหตุสองประการ

ประการแรก ได้แก่ การที่ไนโตรเจนสามารถมีสถานะออกซิเดชันได้หลายรูปแบบ

ประการที่สอง ได้แก่ ข้อเท็จจริงที่ว่าสถานะออกซิเดชันอาจเปลี่ยนแปลงได้โดยอาศัยปฏิกิริยาชีวเคมี (ต้องอาศัยสิ่งแวดล้อมช่วยเหลือให้เกิดขึ้น) อาจจะเป็นบวกหรือลบก็ได้ ขึ้นอยู่กับสถานะแวดล้อมซึ่งอาจจะเป็นแบบใช้ออกซิเจนหรือไม่ใช้ออกซิเจนได้

2.4.1 ประเภทของไนโตรเจนในน้ำและน้ำเสีย

มักพบได้ในรูปของก๊าซไนโตรเจนละลายและสารประกอบไนโตรเจน จำแนกได้เป็น 4 ชนิด คือ สารอินทรีย์ไนโตรเจน (organic nitrogen) แอมโมเนีย (ammonia) ไนเตรต (nitrate) และไนไตรต์ (nitrite)

1) สารอินทรีย์ไนโตรเจน (organic nitrogen) ได้แก่ ไนโตรเจนที่พบอยู่ในสารอินทรีย์ต่างๆ เช่น ยูเรีย โปรตีน ถั่วเหลืองและมูลสัตว์เป็นต้น ในบรรดาสารไนโตรเจนทั้ง 4 ชนิด สารอินทรีย์ไนโตรเจนจัดเป็นรูปรีดิวซ์มากที่สุด ในทางตรงกันข้ามไนเตรตเป็นชนิดที่อยู่ในรูปออกซิไดซ์มากที่สุด (สิทธิชัย ตันธนะสฤกษ์, 2549)

2) แอมโมเนียไนโตรเจน (NH_4^+-N) หมายถึง ไนโตรเจนทั้งหมดที่อยู่ในรูป NH_4^+ หรือในรูปซึ่งสมดุลกัน เรียกว่า แอมโมเนียไนโตรเจน ตามธรรมชาติจะพบแอมโมเนียในน้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน และในน้ำโสโครก แอมโมเนียจำนวนมากเกิดจากกระบวนการของสารประกอบที่มีอินทรีย์สารไนโตรเจน และจากการไฮโดรไลซิสของยูเรีย นอกจากนี้ยังเกิดตามธรรมชาติโดยการรีดักชันของไนเตรตภายใต้สภาวะที่ไม่มีออกซิเจน ในโรงบำบัดน้ำเสียบางแห่งแอมโมเนียจะถูกเติมลงไปเพื่อไปรวมกับคลอรีนตกค้างในน้ำ (สอแหละ บางสันและอิรอน หรนศิลา, 2552) ระดับปริมาณแอมโมเนียในน้ำจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง และความกระด้างของน้ำ หากแอมโมเนียมีความเข้มข้นสูงถึงปริมาณหนึ่งจะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำได้ (กรรณการ์ สิริสิงห์, 2549)

3) ไนไตรต์ไนโตรเจน (NO_2^--N) เป็นสารที่อยู่กึ่งกลางของวัฏจักรไนโตรเจน ทั้งขั้นตอนการออกซิเดชันของแอมโมเนียเป็นไนเตรตและในขั้นตอนการรีดักชันของไนเตรต ซึ่งกระบวนการทั้ง

ความเครียดต่อสัตว์น้ำ เรียกว่าภาวะดังกล่าวว่า hypoxia และปริมาณออกซิเจนที่ไม่สามารถวัดได้ เรียกว่า anoxia ภาวะ hypoxia และ anoxia จะทำให้ปลาและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังตายเป็นจำนวนมาก ซึ่งผลกระทบของการสูญเสียออกซิเจนอาจครอบคลุมพื้นที่เป็นจำนวนมาก (นิคม ละอองศิริวงศ์, ม.ป.ป.)

สรุปผลกระทบที่เกิดขึ้นมีดังนี้

- 1) ทำให้ความเป็นกรด-ด่างและออกซิเจนที่ละลายน้ำในเวลากลางวันมีค่าเพิ่มขึ้น
- 2) เพิ่มการผันแปรของความเป็นกรด-ด่างและออกซิเจนที่ละลายน้ำในรอบวัน
- 3) ลดความสามารถในการส่องผ่านของแสงลงไปใต้น้ำ
- 4) เป็นสาเหตุการตายของปลา
- 5) การเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของพืชน้ำ (ชนิดสาหร่าย เกิดเป่า, 2554)

2.3 สารอินทรีย์

สารอินทรีย์ หมายถึง สารที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ มีธาตุไฮโดรเจนและอนุพันธ์ของไฮโดรเจนคาร์บอน เป็นองค์ประกอบรวมอยู่ ตัวอย่างสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน สารเหล่านี้ถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนในแหล่งน้ำ เป็นเหตุให้ออกซิเจนละลายน้ำลดลง

สารอินทรีย์ส่วนใหญ่ในโลก เกิดจากสิ่งมีชีวิตทั้งที่อยู่บนบกและในน้ำ สารอินทรีย์บนพื้นดินจะอยู่ในรูปของฮิวมิก (humic) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของดิน สำหรับแหล่งน้ำมีสารอินทรีย์อยู่ในรูปสารละลาย สารแขวนลอย หรือตกตะกอนทับถมกัน สารอินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในแหล่งน้ำสามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ สารอินทรีย์ ประเภทที่ละลายน้ำ (dissolved organic matter, DOM) เป็นตัวการที่ทำให้ค่าบีโอดีในน้ำสูงและสารอินทรีย์ประเภทที่ไม่ละลายน้ำ

2.3.1 ประเภทของสารอินทรีย์ในน้ำ

สารอินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในแหล่งน้ำสามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ประเภทที่ไม่ละลายและประเภทที่ละลายน้ำ

สารอินทรีย์ประเภทที่ละลายน้ำ (dissolved organic matter, DOM) เป็นตัวการที่ทำให้ค่าบีโอดีในน้ำสูง DOM ในแหล่งน้ำธรรมชาติแบ่งออก เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ

1) non humic substances หมายถึง สารอินทรีย์ที่ถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ได้อย่างรวดเร็ว ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน

2) humic substances หมายถึง สารอินทรีย์ที่ถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ได้ยากและใช้เวลานาน ได้แก่ เศษซากพืช ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีรูปร่างและขนาดโมเลกุล ไม่นั่นอนและยังเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของดินและน้ำ ที่ทำให้ดินและน้ำมีสีเข้มในแหล่งน้ำธรรมชาติ จะมีสารอินทรีย์กลุ่มนี้มากที่สุดโดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 6-30 ส่วนในดินจะมี humic substances ประกอบร้อยละ 50-80 โดยน้ำหนักสารอินทรีย์ในดินทั้งหมด humic substances จำแนกออกเป็น 3 ชนิด คือ

- humic acid ประกอบด้วยคาร์บอนร้อยละ 50-60 ออกซิเจนร้อยละ 44-45 ไนโตรเจนร้อยละ 4-6 ไนโตรเจน 2-6 humic acid ไม่ละลายในกรด
- fulvic acid ประกอบด้วยคาร์บอนร้อยละ 40-50 ออกซิเจนร้อยละ 44-45 ไนโตรเจนร้อยละ 4-6 และไนโตรเจนน้อยกว่าร้อยละ 1-3 fulvic acid ละลายในกรด
- humic มีองค์ประกอบเป็นธาตุต่างๆ เหมือนกับ humic acid แตกต่างที่ humic ไม่ถูกไฮโดรไลสในเบสและโมเลกุลเล็กกว่า ส่วน humic acid ถูกไฮโดรไลสในเบส และโมเลกุลใหญ่กว่า

2.3.2 แหล่งที่มาของสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำธรรมชาติ

สารอินทรีย์ ในแหล่งน้ำธรรมชาติมีปริมาณมากและน้อยแตกต่างกันตามแหล่งกำเนิด ซึ่งแบ่งตามชนิดของแหล่งกำเนิด แบ่งได้ 2 แหล่ง

1) แหล่งกำเนิดน้ำเสียที่สามารถกำหนดจุดแน่นอน (Point Source) แหล่งกำเนิดจากชุมชน เกิดจากน้ำทิ้งประเภทต่างๆ แหล่งน้ำที่ผ่านชุมชนที่หนาแน่นจะพบปริมาณสารอินทรีย์แตกต่างกันไปตามกิจกรรมของมนุษย์

- น้ำทิ้งจากบ้านเรือนและชุมชน ได้แก่ น้ำทิ้งจากการชำระล้างหรือสิ่งปฏิกูลต่างๆ ที่มีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบ

- น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นน้ำทิ้งจากขบวนการผลิตต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม จะพบปริมาณสารอินทรีย์ที่แตกต่างกันของโรงงานและลักษณะการใช้ น้ำ

2) แหล่งกำเนิดน้ำเสียที่ไม่สามารถกำหนดจุดแน่นอน (Non-Point Sources) น้ำที่ได้จากการเกษตร น้ำไหลบ่าจากพื้นที่เกษตรกรรม การเกษตรกรรมที่ปล่อยน้ำทิ้งที่มีสารอินทรีย์เป็นจำนวนมาก ได้แก่ การเลี้ยงเบ็ด เลี้ยงหมู บ่อเลี้ยงปลา-กุ้ง

2.3.3 ผลกระทบของสารอินทรีย์ในน้ำและในดินตะกอนต่อสิ่งแวดล้อม

แหล่งน้ำใดมีปริมาณสารอินทรีย์น้อยเกินไป ทำให้แหล่งน้ำนั้นขาดความอุดมสมบูรณ์ ส่งผลกระทบต่อ การดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตในน้ำ เพราะสิ่งมีชีวิตในน้ำบางชนิดใช้สารอินทรีย์ในการดำรงชีพโดยใช้เป็นแหล่งอาหารและพลังงาน

ถ้าแหล่งน้ำใดมีปริมาณสารอินทรีย์มากเกินไป อันเนื่องมาจากกิจกรรมของมนุษย์เข้าไปเกี่ยวข้อง ทำให้การสะสมของสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำเป็นปริมาณมากเกินกว่าที่น้ำ จะสามารถปรับสภาพตัวเองได้จะก่อให้เกิดปัญหามลพิษในแหล่งน้ำ 3 ประการ คือ

1) การลดปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำอย่างรวดเร็ว เนื่องจากจุลินทรีย์แอโรบิกแบคทีเรีย (aerobic bacteria) และแฟคคัลเตติฟแบคทีเรีย (facultative bacteria) จะใช้ออกซิเจนในกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ ทำให้ปริมาณการเติมออกซิเจนลงในแหล่งน้ำน้อยกว่าปริมาณที่จุลินทรีย์ใช้ออกซิเจนในแหล่งน้ำ ในที่สุดจะไม่มีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำอยู่เลย ส่งผลกระทบ

ต่อสัตว์น้ำโดยอาจเกิดอาการเครียดหรือตายได้ ทั้งนี้เพราะสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำทุกชนิดต้องการใช้ออกซิเจนในการหายใจ

2) การเพิ่มปริมาณของเสียในน้ำ ที่สำคัญได้แก่ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และแอมโมเนีย (NH_3) โดยไฮโดรเจนซัลไฟด์จะไปรวมตัวกับโลหะในแหล่งน้ำ ทำให้น้ำมีสีดำและมีกลิ่นเหม็น ส่วนแอมโมเนียที่ได้จะถูกออกซิไดร์โดยแบคทีเรียไนโตรโซโมนาส (nitrosomonas bacteria) กลายเป็นไนไตรต์ และจะถูกออกซิไดซ์ต่อโดยแบคทีเรียไนโตรแบคเตอร์ (nitrobacter bacteria) กลายเป็นไนเตรต แอมโมเนียที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำต่อเมื่ออยู่รูปไม่แตกตัว (un-ionized form) รูปของแอมโมเนียในน้ำขึ้นกับค่าความเป็นกรด-เบสสูงๆ และอุณหภูมิ แต่ผลของอุณหภูมิต่อรูปของแอมโมเนียมีน้อยกว่าที่ค่าความเป็นกรด-เบสสูงๆ หรือที่อุณหภูมิสูงขึ้น แอมโมเนียจะอยู่ในรูปไม่แตกตัว (unionized form) สูงกว่ารูปแตกตัว (ionized form (NH_4^+)) ความทนทานของสัตว์น้ำต่อปริมาณแอมโมเนียขึ้นกับชนิด สภาพทางสรีระของสัตว์และปัจจัยทางสภาพแวดล้อม ปริมาณแอมโมเนีย 0.4-2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถทำให้สัตว์น้ำตายภายในระยะเวลาอันสั้น

3) เป็นแหล่งสะสมเชื้อโรคและสารพิษอื่นๆ เช่น จุลินทรีย์หลายชนิดที่เป็นพิษ (เชื้อโรคต่างๆ) และอาจเกิดแพลงตอนพวกไดโนแฟลกเจลเลท (dinoflagellate) ขึ้นอย่างมากมายทำให้เกิดน้ำแดง อาจเรียกว่า ซึปลาวาฟ หรือ red tide อันจะมีผลเสียต่อสัตว์น้ำเป็นจำนวนมาก (สิทธิชัย ตันธนะสฤษฎ์, 2549)

2.3.4 การบรรเทาผลกระทบอินทรีย์ หรือปริมาณความสกปรกที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับปริมาณความสกปรกในลำน้ำสาขา ได้จากการประมวลข้อมูลหน้าตัดของลำน้ำ ข้อมูลอัตราการไหลของน้ำและข้อมูลการตรวจวิเคราะห์ค่า BOD ของมลพิษที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ

มลสารที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำในปริมาณต่างๆ จะถูกเจือจางโดยน้ำ เกิดกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์จะมีการใช้ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ส่งผลให้ออกซิเจนในน้ำมีปริมาณลดลงในระดับต่างๆ จนถึงระดับที่ปริมาณมลสารที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำมีปริมาณเท่าที่แหล่งน้ำสามารถรักษาคุณภาพไม่ให้คุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไปจนเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ทำให้แหล่งน้ำสามารถรักษาสมดุลหรือสภาพตามธรรมชาติหรือเกิดจากการฟอกตัวของแหล่งน้ำ (self purification) (รจนา อินทรธีราช, 2550)

2.3.4 การวัดปริมาณสารอินทรีย์ละลายน้ำ

พารามิเตอร์ที่ใช้วัดสารอินทรีย์ ในน้ำและน้ำเสียมีหลายตัว เช่น บีโอดี (BOD) ซีโอดี (COD) ทีโอดี (TOC) และดีโอดี (DOC)

1) บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD) ปริมาณของออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในเวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ $20^{\circ}C$ มีหน่วยเป็น มิลลิกรัม/ลิตร ค่าบีโอดีเป็นค่าที่มีความสำคัญอย่างมาก ในการออกแบบและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ โดยใช้บ่ง

บอกถึงค่าภาระอินทรีย์ (Organic Loading) ใช้ในการหาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย และใช้สำหรับการตรวจสอบคุณภาพของน้ำตามแหล่งน้ำต่างๆ

หลักการวัดบีโอดีมีหลักง่ายๆ คือ ทดสอบดูว่าตัวอย่างน้ำเสียมีความต้องการออกซิเจนมากน้อยเพียงใดเมื่อถูกนำมาบ่มในตู้อบที่อุณหภูมิ 20°C เป็นเวลา 5 วัน การออกแบบการวิเคราะห์จึงกระทำได้ง่าย โดยวัดค่าดีไอของตัวอย่างน้ำที่วันเริ่มต้น (วันที่ 0) และวันที่ 5 ผลต่างของค่าดีไอทั้งสองค่าคือ ความต้องการของออกซิเจนของตัวอย่างน้ำ ซึ่งคือค่าบีโอดี นั่นเอง

2) ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD) หมายถึง ปริมาณออกซิเจนทั้งหมดที่ต้องการใช้เพื่อออกซิเดชันสารอินทรีย์ในน้ำเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ โดยใช้หลักการว่า สารประกอบอินทรีย์ อินทรีย์เกือบทุกชนิดจะถูกออกซิไดซ์ด้วย Strong Oxidizing Agents ($K_2Cr_2O_7$) ภายใต้สภาวะที่เป็นกรด ค่าซีโอดีมักจะมีค่าสูงกว่าบีโอดี เนื่องจากซีโอดีไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างสารอินทรีย์ที่ถูกย่อยสลายทางชีวภาพและสารที่ยากต่อการย่อยสลายทางชีวภาพได้ แต่มีข้อดีคือใช้เวลาในการวิเคราะห์เพียง 3 ชม. เท่านั้น ค่าซีโอดีมีความสำคัญในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้ง การคุมระบบบำบัดน้ำเสีย การตรวจสอบคุณภาพของน้ำในแหล่งน้ำเช่นเดียวกับค่าบีโอดีและยังสามารถใช้ในการประเมินค่าบีโอดีอย่างคร่าวๆได้

ในระหว่างการวิเคราะห์หาซีโอดี สารอินทรีย์ในน้ำจะถูกเปลี่ยนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำโดยไม่เกี่ยงว่าสารอินทรีย์สามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้ดีเพียงใด ยกตัวอย่างเช่นกลูโคส (แบคทีเรียย่อยสลายได้ง่าย) และลิกนิน (แบคทีเรียย่อยสลายได้ยากมาก) จะถูกออกซิไดซ์เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำได้อย่างสมบูรณ์ ด้วยเหตุนี้ค่าซีโอดีจึงสูงกว่าค่าบีโอดีและอาจสูงกว่ามาก ถ้า น้ำมีสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ยากอยู่เป็นจำนวนมาก

3) ทีโอซี (Total Organic Carbon, TOC) หมายถึง ปริมาณคาร์บอนที่มีอยู่ในน้ำประกอบด้วยอนินทรีย์คาร์บอน (Inorganic Carbon) ได้แก่คาร์บอนไดออกไซด์ ไบคาร์บอเนตและคาร์บอเนตในน้ำและอินทรีย์คาร์บอน (Organic Carbon) หลักการวิเคราะห์ค่าทีโอซี คือการออกซิไดซ์คาร์บอนในสารอินทรีย์ให้เปลี่ยนสภาพไปเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และทำการหาปริมาณของก๊าซ TOC วัดสารอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมดในตัวอย่างน้ำทุกชนิด เช่น น้ำธรรมชาติ น้ำดื่ม น้ำบริสุทธิ์ น้ำทะเล น้ำกร่อย น้ำเสียชุมชน น้ำเสียอุตสาหกรรมและน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว (มันลิน ตัณฑุลเวศม์และมันรักษ์ ตัณฑุลเวศม์, 2547)

ถ้าตรวจพบว่าปริมาณ TOC ในแหล่งน้ำมีปริมาณมาก แสดงว่า ปริมาณออกซิเจนในแหล่งน้ำนั้นถูกใช้เพื่อการออกซิไดส์มาก หรือกล่าวได้ว่าถ้าในแหล่งน้ำมีปริมาณ TOC มาก จะทำให้มีการเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ในแหล่งน้ำ ซึ่งมีผลทำให้ความต้องการปริมาณออกซิเจนของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น แหล่งน้ำจึงมีปริมาณออกซิเจนลดลง สารอินทรีย์ในแหล่งน้ำมีผลกระทบต่อสภาพความเป็นอยู่ของพืชและสัตว์น้ำเปลี่ยนไป เช่น ทำให้ปริมาณออกซิเจนในแหล่งน้ำลดลง สารอินทรีย์ประเภทไขมันจะเป็นอุปสรรคต่อการสังเคราะห์แสงและกีดขวางการกระจายตัวของออกซิเจนจากอากาศลงสู่แหล่งน้ำ น้ำเสียจากโรงฟอกหนัง โรงฆ่าสัตว์ หรือ โรงงานอาหารกระป๋องจะมีจุลินทรีย์เป็นจำนวนมาก จุลินทรีย์เหล่านี้จะใช้ออกซิเจนในย่อยสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำ ทำให้ออกซิเจนในน้ำ

สดลง เกิดสภาพเน่าเหม็น ระดับ TOC ขึ้นอยู่กับแหล่งน้ำในแหล่งน้ำผิวดินจะมีค่า TOC น้อยกว่า 10 mg/l (นิพนธ์ ตั้งคณาภิรักษ์, 2550)

2.4 ไนโตรเจน

ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณมาก ดินที่ใช้เพื่อการเพาะปลูกโดยทั่วไปมักมีไนโตรเจนไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช นอกจากนี้พืชสามารถใช้ประโยชน์โดยตรงได้เฉพาะกรณีที่ไนโตรเจนอยู่ในรูปแอมโมเนีย (NH_4^+) หรือไนเตรต (NO_3^-) เท่านั้น ในขณะที่ไนโตรเจนในดินส่วนใหญ่อยู่ในรูปสารประกอบอินทรีย์ ซึ่งจะต้องรอให้จุลินทรีย์ย่อยสลายก่อนอินทรีย์วัตถุในดินมีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 5

นักสิ่งแวดล้อมมีความความสนใจต่อสารประกอบไนโตรเจนในรูปแบบต่างๆ เนื่องจากความสำคัญของสารเหล่านี้ ในบรรยากาศ ในน้ำและในกระบวนการทางชีวเคมีของพืชและสัตว์ค่อนข้างจะสลับซับซ้อนเพราะสาเหตุสองประการ

ประการแรก ได้แก่ การที่ไนโตรเจนสามารถมีสถานะออกซิเดชันได้หลายรูปแบบ

ประการที่สอง ได้แก่ ข้อเท็จจริงที่ว่าสถานะออกซิเดชันอาจเปลี่ยนแปลงได้โดยอาศัยปฏิกิริยาชีวเคมี(ต้องอาศัยสิ่งแวดล้อมช่วยเหลือให้เกิดขึ้น) อาจจะเป็นบวกหรือลบก็ได้ ขึ้นอยู่กับสถานะแวดล้อมซึ่งอาจจะเป็นแบบใช้ออกซิเจนหรือไม่ใช้ออกซิเจนได้

2.4.1 ประเภทของไนโตรเจนในน้ำและน้ำเสีย

มักพบได้ในรูปของก๊าซไนโตรเจนละลายและสารประกอบไนโตรเจน จำแนกได้เป็น 4 ชนิด คือ สารอินทรีย์ไนโตรเจน (organic nitrogen) แอมโมเนีย (ammonia) ไนเตรต (nitrate) และไนไตรต์ (nitrite)

1) สารอินทรีย์ไนโตรเจน (organic nitrogen) ได้แก่ ไนโตรเจนที่พบอยู่ในสารอินทรีย์ต่างๆ เช่น ยูเรีย โปรตีน ถั่วเหลืองและมูลสัตว์เป็นต้น ในบรรดาสารไนโตรเจนทั้ง 4 ชนิด สารอินทรีย์ไนโตรเจนจัดเป็นรูปรีดิวซ์มากที่สุด ในทางตรงกันข้ามไนเตรตเป็นชนิดที่อยู่ในรูปออกซิไดซ์มากที่สุด (สิทธิชัย ตันธนะสฤทธ์, 2549)

2) แอมโมเนียไนโตรเจน (NH_4^+-N) หมายถึง ไนโตรเจนทั้งหมดที่อยู่ในรูป NH_4^+ หรือในรูปซึ่งสมดุลกัน เรียกว่า แอมโมเนียไนโตรเจน ตามธรรมชาติจะพบแอมโมเนียในน้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน และในน้ำโสโครก แอมโมเนียจำนวนมากเกิดจากกระบวนการของสารประกอบที่มีอินทรีย์สารไนโตรเจน และจากการไฮโดรไลซิสของยูเรีย นอกจากนี้ยังเกิดตามธรรมชาติโดยการรีดักชันของไนเตรทภายใต้สภาวะที่ไม่มีออกซิเจน ในโรงบำบัดน้ำเสียบางแห่งแอมโมเนียจะถูกเติมลงไปเพื่อไปรวมกับคลอรีนตกค้างในน้ำ (สอหะละ บางสันและอิมรอน หรนศิลา, 2552) ระดับปริมาณแอมโมเนียในน้ำจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง และความกระด้างของน้ำ หากแอมโมเนียมีความเข้มข้นสูงถึงปริมาณหนึ่งจะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำได้ (กรรณิการ์ สิริสิงห์, 2549)

3) ไนไตรต์ไนโตรเจน (NO_2^--N) เป็นสารที่อยู่กึ่งกลางของวัฏจักรไนโตรเจน ทั้งขั้นตอนการออกซิเดชันของแอมโมเนียเป็นไนเตรตและในขั้นตอนการรีดักชันของไนเตรต ซึ่งกระบวนการทั้ง

สองนี้อาจจะเกิดในระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ ระบบประปาและน้ำในธรรมชาติ ไนโตรต์ปริมาณเล็กน้อยที่พบในน้ำ เกิดจากการสลายตัวของชีวเคมีและโปรตีน ซึ่งเป็นตัวชี้ให้ทราบถึงความสกปรกเนื่องจากสารอินทรีย์ อาจพบไนโตรต์บ้างในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว แต่มักพบในปริมาณน้อยคือไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ในน้ำผิวดินและใต้ดิน มีค่าต่ำกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร (สิทธิชัย ต้นธนะสฤษฎ์, 2549)

4) ไนเตรตไนโตรเจน (NO_3^- -N) สารประกอบไนโตรเจนที่สำคัญในน้ำจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับการเจริญเติบโตของพืช สามารถนำไปใช้ในการสร้างโปรตีน เพื่อเป็นอาหารของคนและสัตว์ต่อไป ไนเตรตเกิดจากการที่สิ่งมีชีวิตปล่อยของเสีย ซึ่งมีสารประกอบไนโตรเจนออกมาและเมื่อสิ่งมีชีวิตตายลง โปรตีนในสิ่งมีชีวิตจะย่อยสลายเป็นแอมโมเนียซึ่งพืชนำไปใช้ในการสร้างโปรตีนได้ ถ้ามากเกินไปความต้องการ จะถูกออกซิไดซ์โดยแบคทีเรียไปเป็นไนไตรต์และไนเตรตต่อไป ในน้ำผิวดินพบไนเตรตในปริมาณน้อยมักต่ำกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตรของ N และอย่างสูงไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลิตรของ N นอกจากนี้ไนเตรตเข้าสู่แหล่งน้ำจากการเน่าเปื่อยของสิ่งมีชีวิตแล้ว ยังมาจากปุ๋ยที่ใช้ในการเกษตรกรรม (เกินขนาดและต่อเนื่อง) และน้ำเสียอีกด้วย (สิทธิชัย ต้นธนะสฤษฎ์, 2549)

5) ทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen, TKN) ผลรวมของแอมโมเนียและสารอินทรีย์ไนโตรเจน การหาทีเคเอ็นมักทำโดยการเปลี่ยนสารอินทรีย์ไนโตรเจนให้มาอยู่ในรูปของแอมโมเนียก่อน แล้วจึงวัดปริมาณแอมโมเนีย สารอินทรีย์ไนโตรเจนจะถูกย่อยสลายเปลี่ยนไปเป็นแอมโมเนียโดยการออกซิไดส์ของกรดกำมะถัน ทำให้ไนโตรเจนหลุดออกมาในรูปแอมโมเนียดังกล่าว ส่วนคาร์บอนและไฮโดรเจนจะถูกออกซิไดส์เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ แล้วนำไปกลั่นเพื่อเก็บอิมูนแอมโมเนียในกรดบอริก จากนั้นจึงนำกรดบอริกไปหาปริมาณแอมโมเนียโดยวิธี Nesslerization หรือไตเตรทด้วยสารละลายกรดแก่มาตรฐาน ทำให้ทราบปริมาณทีเคเอ็นที่มีอยู่ในตัวอย่างน้ำ ไนโตรเจนเป็นธาตุที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพืชและจุลินทรีย์ต่างๆ ดังนั้น หากมีการระบายน้ำทิ้งที่มีไนโตรเจนในปริมาณสูงจะทำให้มีการเจริญเติบโตของสาหร่ายมาก (algae blooms) ในแม่น้ำลำคลองที่รองรับน้ำทิ้งนั้นๆ (มันสิน ต้นทุลเวศม์ และมันรัช วัฒนทุลเวศม์, 2551)

2.5 คลองแห

2.5.1 ตลาดน้ำคลองแห

ตลาดน้ำคลองแห คือ ตลาดน้ำเชิงวัฒนธรรมแห่งแรกและแห่งเดียวของภาคใต้ที่เป็นที่รู้จักกันทั่วไปของบรรดาผู้ชื่นชอบสัมผัสบรรยากาศธรรมชาติและอาหารอร่อย ตลาดแห่งนี้ตั้งอยู่ริมฝั่งตรงกันข้ามกับวัดคลองแห เขตเทศบาลเมืองคลองแห อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ความยาวของตลาดประมาณ 200 เมตร

หลายร้อยปีมาแล้ว มีคลองเล็กๆสายหนึ่งไหลระเรื่ออยู่ทางทิศตะวันตกของวัดคลองแห เรียกขานกันว่า คลองลาน ส่วนทางทิศใต้มีคลองยาวเอื่อยอีกสายหนึ่งชื่อว่า คลองเตย คลองสองสายนี้เดินทางบรรจบกัน บริเวณเนินดินและปากรั้วที่ชาวบ้านเรียกว่า “โคกนกคุ้ม” ก่อเกิดเป็นลำคลองสายใหม่ชื่อว่า คลองแห

ตลาดน้ำคลองแหเปิดตัวเมื่อวันที่ 22 สิงหาคม 2551 ในชื่อ ตลาดน้ำคลองแหวัฒนศิลป์ ถิ่นใต้ ผสมผสานกันระหว่างตลาดที่จำหน่ายสินค้าในเรือ กับตลาดโบราณจำหน่ายสินค้าบนบก จุดเด่นของการเปิดตัวตลาดน้ำ คือ การฟื้นฟูคลองแหซึ่งเป็นลำคลองสายเล็กๆ เสื่อมระหว่างคลองเตยกับคลองอู่ตะเภาที่เคยต้นเขินมาเป็นคลองสะอาดสวยใสดั้งเดิม

ปัจจุบันตลาดน้ำคลองแหมีเรือขายอาหารทั้งสิ้น 89 ลำ และร้านค้าในตลาดโบราณอีก 232 ร้าน ส่วนใหญ่จำหน่ายอาหารคาวหวานและอาหารพื้นบ้าน เช่น ข้าวยาปักษ์ใต้ ถั่วคั่ว ขนมจีน ขนมมด ขนมด้วง ขนมโค ลูกชิ้น น้ำผลไม้ หอยทอด ก๋วยเตี๋ยว ส้มตำ หอยคลก เป็นต้น และยังมีสินค้าพื้นบ้านจากภูมิปัญญาท้องถิ่นอีกมากมายให้เลือกซื้อหา (สอแหละ บางสันและอิมรอน หรนศิลา , 2552)

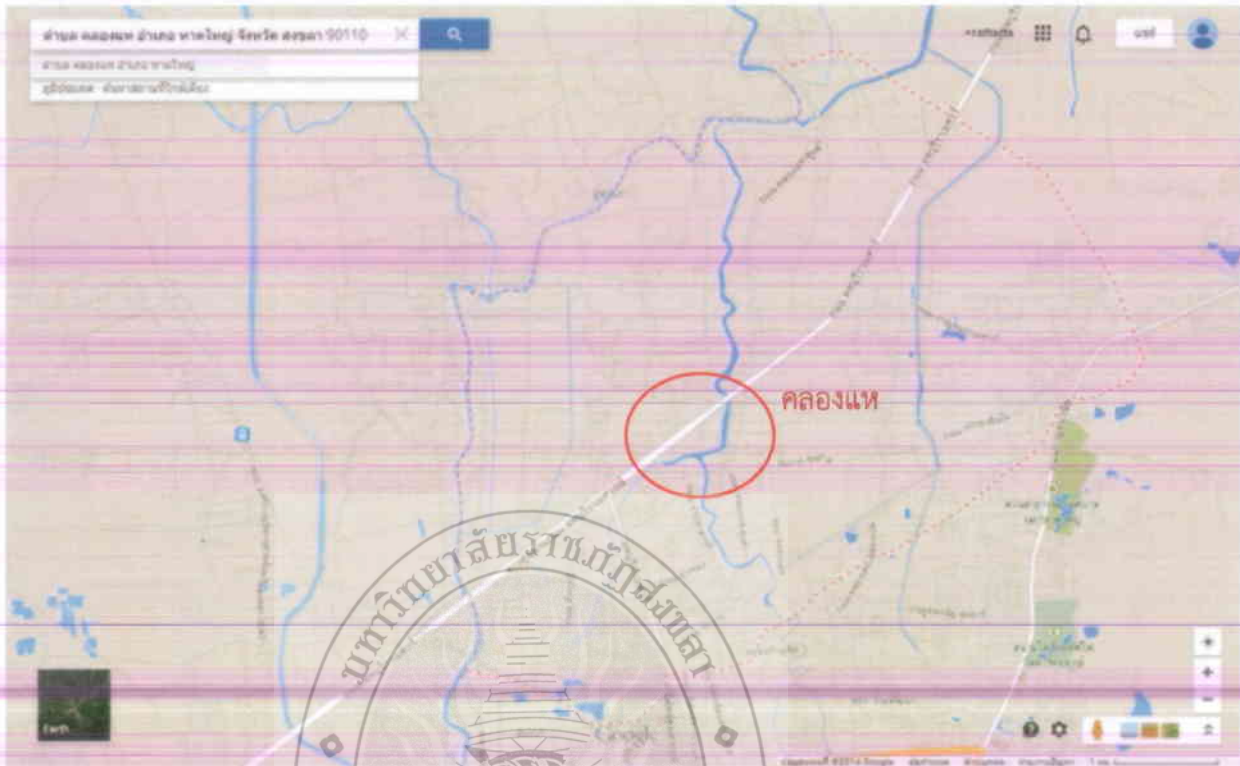
2.5.2 รายละเอียดทั่วไปของตลาดน้ำคลองแห

ตั้งอยู่ในท่าน้ำวัดคลองแห ตำบลคลองแห นอกตัวเมืองหาดใหญ่ไปเล็กน้อย เป็นตลาดแห่งแรกและแห่งเดียวของภาคใต้ แม้เป็นตลาดน้ำเกิดใหม่แต่ได้รับความนิยมอย่างรวดเร็ว มีอาหารพื้นบ้านหลากหลายทั้งอาหารไทย มุสลิม รวมทั้งผลไม้ และสินค้างานชนิต

ตลาดเปิดในวันศุกร์ เสาร์ อาทิตย์ ตั้งแต่เวลาประมาณ 16:00–20:00 น. สามารถซื้อหาของฝากกลับบ้านหรือนั่งรับประทานที่ตลาดน้ำตามสะดวก โดยทางตลาดน้ำได้รณรงค์ให้ใช้ภาชนะใส่อาหารจำพวก กะลา กระบอกไม้ไผ่ หม้อดินเผา ที่ไม่มีพิษ เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ที่ตั้งและแผนที่

ทิศเหนือ	ถนนลพบุรีราเมศวร์
ทิศใต้	ชุมชนวัดคลองแห
ทิศตะวันออก	ชุมชนวัดคลองแห
ทิศตะวันตก	ชุมชนหลังบึงชี



รูปที่ 2.1 แสดงแผนที่คลองแห

(ที่มา <https://www.google.co.th/maps/@13.7245995,100.6331106,10z>)

หมายเหตุ สัญลักษณ์  คือ บริเวณโดยรอบตลาดน้ำคลองแห (บริเวณที่มีการเก็บตัวอย่าง)
 คือ บริเวณโดยรอบชุมชนคลองแห ต.คลองแห อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ยงยุทธ ปรีดาลัยพะบุตและคณะ (2542) คุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำปากพั้งและสาขา ก่อนการสร้างประตูระบายน้ำกั้นแม่น้ำปากพั้ง จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่า คุณภาพน้ำผิวดิน บริเวณคลองหัวไทร ซึ่งคลองหัวไทรเป็นพื้นที่หนึ่งที่มีคลองจากทะเลสาบสงขลาถึงปากน้ำปากพั้ง ไหลผ่าน จากการตรวจสอบค่า COD เมื่อเดือนตุลาคม 2542 โดยจุดS1 มีค่าอยู่ในช่วง 18.70-79.76 mg/L จุดS3 มีค่าอยู่ในช่วง 35.53-74.19 mg/L และจุดS5 มีค่าอยู่ในช่วง 32.90-50.09 mg/L

สอแหทะ บารุกับและอิมรอน หรนศิกา (2552) จากการวิจัยผลกระทบของตลาดน้ำต่อ คุณภาพน้ำคลองแห ทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ 12 พารามิเตอร์ วันที่มีตลาดน้ำมีค่า DO 3.43-6.86 mg/L ค่า BOD 0.75-2.30 mg/L แอมโมเนีย 3.36-4.60 mg/L และ TKN 20.25-24.17 mg/L ส่วนวันที่ไม่มีตลาดน้ำ ค่า DO 4.53-7.73 mg/L ค่า BOD 0.80-1.55 mg/L แอมโมเนีย 2.25-3.09 mg/L และ TKN 21.74-25.10 mg/L นั้นแสดงว่า ตลาดน้ำมีผลต่อความสกปรกที่เกิดขึ้นกับคลองแห

ภรณ์ จันตะมาและคณะ (2553) จากงานวิจัยผลกระทบจากกิจกรรมของตลาดน้ำต่อ คุณภาพน้ำในคลองอัมพวา บริเวณตลาดน้ำอัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม พบว่ากิจกรรมของตลาดน้ำ ในวันเสาร์และอาทิตย์ทำให้เกิดของแข็งแขวนลอย ค่าไขมัน น้ำมันและไขมัน และค่าออกซิเจนละลาย

น้ำสูง ผลการศึกษาพบว่ากิจกรรมของตลาดน้ำอัมพวามีผลต่อคุณภาพน้ำคือเป็นการเพิ่มออกซิเจนละลายหรือค่าดีไอโอกซินในน้ำจากการวิ่งของเรือส่งผลให้ค่าบีโอดีลดลง ส่วนพารามิเตอร์ไนเตรต วันที่มีตลาดน้ำมีค่า 0–12.8 mg/L วันที่ไม่มีตลาดน้ำมีค่า 0–16.7 mg/L และค่าแอมโมเนีย วันที่มีตลาดน้ำมีค่า 0.37–2.24 mg/L วันที่ไม่มีตลาดน้ำมีค่า 0.42–1.86 mg/L

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5 (2556) รายงานการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำแม่น้ำท่าจีน คลองสาขา และแม่น้ำคาบเกี่ยว พบว่า การวิเคราะห์ค่าไนโตรเจนในคลองดำเนินสะดวก ซึ่งเป็นคลองสายที่มีการตั้งตลาดน้ำอยู่บริเวณตอนบน มีค่าไนโตรเจนในวันที่ 19/2/56 27/5/56 และ 5/11/56 มีค่าเท่ากับ 0.2 0.04 และ 0.04 mg/L ตามลำดับ

สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดสงขลา (2543) กิจกรรมติดตามและการตรวจสอบผลของสิ่งแวดล้อมต่อการประมงและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจากการสร้างเขื่อนกันแม่น้ำปากน้ำจังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งคลองหัวไทรเป็นพื้นที่หนึ่งที่มีคลองจากทะเลสาบสงขลาถึงปากน้ำปากพองไหลผ่าน พบว่า คุณภาพผิวดินบริเวณคลองหัวไทรก่อนการปิดประตูระบายน้ำ เมื่อเดือนตุลาคม 2542 มีการปนเปื้อนของอินทรีย์ค่อนข้างสูง โดยแอมโมเนียรวมเฉลี่ย 0.388–1.090 mgN/L (สูงสุดบริเวณ S1), ออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ย 3.00–4.42 mg/L, ความเค็มเฉลี่ย 7.43–12.03 ppt. และสารอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ย (TOC) 4.48–6.61 mg/L

นักวิจัยด้านการจัดการน้ำ (2554) การพัฒนาแนวทางการจัดการน้ำเสีย แบบชุมชนมีส่วนร่วมของตลาดน้ำวัดลำพญา อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม ปีพ.ศ.2554 พบว่า ตลาดน้ำวัดลำพญาเป็นตลาดน้ำที่คงวิถีชีวิตของชุมชนท้องถิ่นเดิมมากกว่าร้อยละ 50 มีกิจกรรมที่ก่อให้เกิดน้ำเสียในพื้นที่ 2 ลักษณะประกอบด้วยกิจกรรมจากการประกอบการค้าขายและกิจกรรมจากการใช้บริการห้องน้ำของพื้นที่ จากการศึกษาพบว่า มีค่าไนเตรตในวันที่ไม่มีตลาดน้ำบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำและปลายน้ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.187 0.182 และ 0.194 mg/L ตามลำดับ ส่วนในวันที่มีตลาดน้ำบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำและปลายน้ำ มีค่าไนเตรตเท่ากับ 0.196 0.220 และ 0.253 mg/L ตามลำดับ

จากงานวิจัยที่รวบรวมมาได้ พบว่า ค่า COD จากคลองหัวไทรซึ่งเป็นพื้นที่หนึ่งที่มีคลองจากทะเลสาบสงขลาไหลผ่าน มีค่า COD จุด S1 อยู่ในช่วง 18.70–79.76 mg/L จุด S3 อยู่ในช่วง 35.53–74.19 mg/L และจุด S5 อยู่ในช่วง 32.90–50.09 mg/L ค่า TOC จากคลองหัวไทรซึ่งเป็นพื้นที่หนึ่งที่มีคลองจากทะเลสาบสงขลาไหลผ่าน มีค่า TOC อยู่ในช่วง 4.48–6.61 mg/L ค่าแอมโมเนีย จากคลองแหในปีพ.ศ.2551 ในวันที่มีตลาดน้ำมีค่าแอมโมเนีย อยู่ในช่วง 3.36–4.60 mg/L และวันที่ไม่มีตลาดน้ำ ค่าแอมโมเนีย อยู่ในช่วง 2.25–3.09 mg/L ค่าไนโตรเจนจากคลองดำเนินสะดวก ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการจัดตั้งตลาดน้ำอยู่ทางตอนบน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.2 และ 0.04 mg/L ค่าไนโตรเจน จากตลาดน้ำวัดลำพญา มีค่าไนเตรต ในวันที่ไม่มีตลาดน้ำบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำและปลายน้ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.187 0.182 และ 0.194 mg/L ตามลำดับ ส่วนในวันที่มีตลาดน้ำบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำและปลายน้ำ มีค่าไนเตรตเท่ากับ 0.196 0.220 และ 0.253 mg/L ตามลำดับ ค่า TKN จากคลองแหในปี พ.ศ.2552 ในวันที่มีตลาดน้ำมีค่า TKN อยู่ในช่วง 20.25–24.17 mg/L และวันที่ไม่มีตลาดน้ำมีค่า TKN อยู่ในช่วง 21.74–25.10 mg/L ซึ่งจากงานวิจัยดังกล่าวสามารถนำมาใช้เปรียบเทียบกับค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการศึกษาตลาดน้ำคลองแหได้

บทที่ 3 วิธีการวิจัย

3.1 ขอบเขตการศึกษา

งานวิจัยในครั้งนี้ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ โดยมีพื้นที่ศึกษา คือ แม่น้ำ บริเวณตลาดน้ำคลองแห เทศบาลเมืองคลองแห อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ที่เชื่อมต่อมาจากคลองเตยและคลองลานลงสู่คลองอู่ตะเภา จะทำการเก็บตัวอย่างน้ำในช่วงฤดูร้อน คือ เดือนเมษายน แบ่งเป็นวันที่มีตลาดน้ำและไม่มีตลาดน้ำ โดยเก็บตัวอย่างน้ำจำนวน 5 จุดเก็บตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 3.1

กำหนดจุดเก็บจำนวน 5 จุด



รูปที่ 3.1 แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำในคลองแห

(ที่มา <https://www.google.co.th/maps/@7.0463998,100.4720969,1366m/data=!3m1!1e3?hl=th>)

หมายเหตุ แสดงทิศทางการไหลของน้ำ แสดงทิศเหนือ แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำ



รูปที่ 3.2 แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำจุดที่ 1 (S_1) ปากน้ำคลองแห (สะพานประชาสรรค์)

UTM 0778985 , 0662244



รูปที่ 3.3 แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำจุดที่ 2 (S_2) สะพานหลังวัดคลองแห (ปากน้ำคลองเตย)

UTM 0770883 , 0662766



รูปที่ 3.4 แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำจุดที่ 3 (S_3) จุดเชื่อมคลองเตยกับคลองแห

UTM 0778384 , 0662720



รูปที่ 3.5 แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำจุดที่ 4 (S₄) สะพานข้ามตลาดน้ำคลองแห
UTM 07791051, 0662905



รูปที่ 3.6 แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำจุดที่ 5 (S₅) สะพานลพบุรีราเมศวร์ (คลองแห)
UTM 0779581, 0662945

3.2 วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี

3.2.1 วัสดุและอุปกรณ์

- 1) พารามิเตอร์ ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD)
 - ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 125 ml
 - บิวเรต (Burette)
 - ปิเปต (Volumetric pipette)
 - ลูกยาง
 - ขวดเก็บตัวอย่าง
 - ปีกเกอร์ ขนาด 100 ml
 - ตะแกรง

- หลอดทดลอง
 - ตู้อบ ยี่ห้อ Memmert รุ่น Beschickung-Loading Modell 100-800
 - ถุงมือ
- 2) พารามิเตอร์ ทีโอซี (Total Organic Carbon, TOC)
- ชุดการกรอง
 - กระดาษกรอง GF/C
 - เครื่อง TOC analyzer
- 3) พารามิเตอร์ แอมโมเนีย (NH_4^+)
- เครื่อง UV-VISIBLE SPECTROPHOTOMETER ยี่ห้อ SHIMADZU รุ่น UV mini 1240 V และ UV-1201 V
 - ขวดรูปชมพู่ ขนาด 100 ml
 - ลูกยาง
 - ปิเปต ขนาด 1, 2, 5 และ 10 ml
 - PARAFILM
 - กระดาษกรอง What man No.1
 - ชุดการกรอง
 - บีกเกอร์ 500 ml
 - กระบอกตวง 50, 25, 100 และ 125 ml
- 4) พารามิเตอร์ ไนไตรต์ (NO_2^-)
- เครื่อง UV-VISIBLE SPECTROPHOTOMETER ยี่ห้อ SHIMADZU รุ่น UV mini 1240 V และ UV-1201 V
 - ขวดรูปชมพู่ ขนาด 100 ml
 - ลูกยาง
 - ปิเปต ขนาด 1, 2, 5 และ 10 ml
 - กระดาษกรอง membrane filter ขนาด 0.45 ไมครอน
 - ชุดการกรอง
 - บีกเกอร์ 500 ml
 - กระบอกตวง 50, 25, 100 และ 125 ml
- 5) พารามิเตอร์ ไนเตรต (NO_3^-)
- เครื่อง UV-VISIBLE SPECTROPHOTOMETER ยี่ห้อ SHIMADZU รุ่น UV mini 1240 V และ UV-1201 V
 - ขวดรูปชมพู่ ขนาด 100 ml
 - ลูกยาง
 - ปิเปต ขนาด 1, 2, 5 และ 10 ml

- หลอดทดลอง
 - ตู้อบ ยี่ห้อ Memmert รุ่น Beschickung-Loading Modell 100-800
 - ถุงมือ
- 2) พารามิเตอร์ ทีโอซี (Total Organic Carbon, TOC)
- ชุดการกรอง
 - กระดาษกรอง GF/C
 - เครื่อง TOC analyzer
- 3) พารามิเตอร์ แอมโมเนีย (NH_4^+)
- เครื่อง UV-VISIBLE SPECTROPHOTOMETER ยี่ห้อ SHIMADZU รุ่น UV mini 1240 V และ UV-1201 V
 - ขวดรูปชมพู่ ขนาด 100 ml
 - ลูกยาง
 - ปิเปต ขนาด 1, 2, 5 และ 10 ml
 - PARAFILM
 - กระดาษกรอง What man No.1
 - ชุดการกรอง
 - ปีกเกอร์ 500 ml
 - กระบอกตวง 50, 25, 100 และ 125 ml
- 4) พารามิเตอร์ ไนไตรต์ (NO_2^-)
- เครื่อง UV-VISIBLE SPECTROPHOTOMETER ยี่ห้อ SHIMADZU รุ่น UV mini 1240 V และ UV-1201 V
 - ขวดรูปชมพู่ ขนาด 100 ml
 - ลูกยาง
 - ปิเปต ขนาด 1, 2, 5 และ 10 ml
 - กระดาษกรอง membrane filter ขนาด 0.45 ไมครอน
 - ชุดการกรอง
 - ปีกเกอร์ 500 ml
 - กระบอกตวง 50, 25, 100 และ 125 ml
- 5) พารามิเตอร์ ไนเตรต (NO_3^-)
- เครื่อง UV-VISIBLE SPECTROPHOTOMETER ยี่ห้อ SHIMADZU รุ่น UV mini 1240 V และ UV-1201 V
 - ขวดรูปชมพู่ ขนาด 100 ml
 - ลูกยาง
 - ปิเปต ขนาด 1, 2, 5 และ 10 ml

- ไยแก้ว (Glass Wool)
 - กระดาษกรอง What man No.1
 - ชุดการกรอง
 - ปีกเกอร์ 500 ml
 - กระบอกตวง 50, 25, 100 และ 125 ml
 - คอลัมน์แคดเมียมและเม็ดแคดเมียม
- 6) พารามิเตอร์ ทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen, TKN)
- เครื่องวัดพีเอช (pH meter)
 - ปีกเกอร์ขนาด 100 ml
 - หลอดเจลตาห์ล
 - เศษแก้วหรือเศษกระเบื้อง
 - เครื่องย่อย (Block Digestion Unit) ยี่ห้อ Gerhardt รุ่น KB 20
 - ถูงมือ
 - กระบอกตวงขนาด 25, 50 และ 100 ml
 - บิวเรต
 - เครื่องกลั่นไนโตรเจน ยี่ห้อ BEHR รุ่น S3

3.2.2 สารเคมี

- 1) พารามิเตอร์ ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD)
 - น้ำกลั่น
 - อินดิเคเตอร์เฟอโรอิน
 - สารละลาย FAS 0.05 N (สารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอมโมเนียซัลเฟต)
 - สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมต
 - สารละลาย $H_2SO_4 + Ag_2SO_3$
- 2) พารามิเตอร์ ทีไอซี (Total Organic Carbon, TOC)
 - น้ำกลั่น
 - สารละลาย HCl
- 3) พารามิเตอร์ แอมโมเนีย (NH_4^+)
 - น้ำกลั่น
 - สารละลายฟีนอล
 - สารละลายโซเดียมไนโตรพรัสไซด์
 - Oxidizing solution

- 4) พารามิเตอร์ ไนไตรต์ (NO_2^-)
 - น้ำกลั่น
 - Color reagent
- 5) พารามิเตอร์ ไนเตรต (NO_3^-)
 - น้ำกลั่น, น้ำ DI
 - NH_4Cl -EDTA solution
 - Sulfanilamide reagent
 - NED dihydrochloride
- 6) พารามิเตอร์ ทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen, TKN)
 - น้ำยาย่อยสลาย (Digestion Reagent)
 - Sodium hydroxide–sodium thiosulfate reagent (NaOH - $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)
 - Indicator boric acid solution
 - Mix Indicator
 - H_2SO_4 0.02 N

3.3 การเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างโดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างน้ำ (Water sample) เก็บตัวอย่างน้ำแบบรวม (composite sample) คือ ส่วนผสมของตัวอย่างแยกที่ทำการเก็บ ณ จุดเดียวกัน แต่ต่างเวลา ใช้ตัวอย่างรวมในช่วง 24 ชั่วโมงเป็นมาตรฐาน เก็บทุกๆ 4 ชั่วโมง โดยที่แต่ละตัวอย่างน้ำที่เก็บขึ้นอยู่กับแพคเตอร์เดียว คือ อัตราการไหล ณ เวลานั้น (คือผสมกันตามอัตราส่วนปริมาณการไหล) รายละเอียดภาชนะบรรจุตัวอย่างและวิธีการเก็บรักษาสำหรับแต่ละพารามิเตอร์ได้แสดงไว้ภาคผนวก ข (กรณีการ สิริสิงห, 2525) ใส่สารโซเดียมไทโอซัลเฟตเพื่อใส่คลอรีน ก่อนจะนำมาทำการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำของแต่ละพารามิเตอร์ ณ ห้องปฏิบัติการ

3.4 วิธีการวิเคราะห์

นำตัวอย่างน้ำจากจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด มาวิเคราะห์คุณภาพน้ำดังต่อไปนี้

3.4.1 พารามิเตอร์ COD วิเคราะห์วิธี Closed Reflux Method (Titrimetric Method) (Standard method 5220C)

1) ปิเปิดน้ำตัวอย่างใส่ในหลอดทดลองทั้ง 2 หลอด หลอดละ 10 ml แล้วปิเปิดสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมต ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) หลอดละ 6 ml

2) ปิเปิดสารละลาย $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ag}_2\text{SO}_3$ ใส่หลอดทดลอง หลอดละ 14 ml ปิดฝาเขย่าให้เข้ากัน วางหลอดลงใน Block Digester หรือ ตู้อบ ที่อุณหภูมิ 150°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาแล้วทิ้งไว้ให้เย็นแล้วเทใส่ในขวดรูปชมพู่ ใช้ น้ำกลั่นฉีดล้างสารละลายในหลอดให้หมด

3) หยดอินดิเคเตอร์เฟอโรอิน 2-3 หยด เขย่าและไตเตรตกับสารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต (FAS) สารละลายจะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินอมเขียวเป็นสีน้ำตาลแดงอิฐเมื่อถึงจุดยุติ แล้วบันทึกปริมาณที่ใช้ไป

3.4.2 พารามิเตอร์ TOC วิเคราะห์โดยวิธี TOC analyzer (Standard method 5310C)

เก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านการทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน ด้วยการปั่นในขวดแก้วสีชาที่เตรียมไว้สำหรับเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ค่า TOC โดยเฉพาะทำให้เป็นกรดด้วยการเติมสารละลาย (1+1)HCl จนมี pH < 2 เก็บไว้ในที่ที่ถูกละแสงน้อยที่สุด รักษาอุณหภูมิเป็น < 4°C ทำการวิเคราะห์ภายใน 7 วัน ก่อนนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง TOC analyzer

3.4.3 พารามิเตอร์แอมโมเนีย (NH_4^+) วิเคราะห์โดยวิธี Phenate method

(Standard method 4500-NH₃F.)

- 1) นำตัวอย่างน้ำไปกรองโดยใส่ตัวอย่างน้ำปริมาตร 300 ml กรองเสร็จใส่ในบีกเกอร์ ขนาด 500 ml
- 2) ตวงน้ำตัวอย่าง 25 ml ใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 125 ml
- 3) ปิเปตสารละลายฟีนอล 1 ml เขย่าให้เข้ากัน รวมทั้งปิเปตสารละลายโซเดียมไนโตรพรัสไซด์ 1 ml และ Oxidizing solution 2.5 ml เขย่าให้เข้ากัน
- 4) ปิดตัวอย่างโดยใช้ PARAFILM แล้วตั้งทิ้งไว้ให้เกิดสีที่อุณหภูมิห้อง ในที่มีดประมาณ 1 ชั่วโมง นำมาวัดค่า absorbance ที่ความยาวคลื่น 640 nm ด้วยเครื่อง Spectrophotometer

3.4.4 พารามิเตอร์ไนไตรต์ (NO_2^-) วิเคราะห์โดยวิธี Colorimetric method

(Standard method 4500-NO₂-B.)

- 1) ตวงน้ำตัวอย่าง 50 ml ที่กรองด้วยกระดาษกรอง 0.45 μm membrane filter และปรับ pH 5-9 ด้วย 1 N HCl หรือ NH₄OH
- 2) ปิเปต Color reagent 2 ml เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที
- 3) นำไปวัดค่า absorbance ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ 543 nm

3.4.5 พารามิเตอร์ไนเตรต (NO_3^-) วิเคราะห์โดยวิธี Cadmium reduction method

(Standard method 4500-NO₃-E.)

- 1) ตวงน้ำตัวอย่างที่กรองแล้ว 25 ml ใส่ในขวดรูปชมพู่
- 2) ตวง NH₄CL-EDTA 75 ml กวนให้ทั่วกัน แล้วเทใส่ในคอลัมน์แคดเมียม ปลอ่ยให้ตัวอย่างน้ำไหลผ่านในอัตรา 7-10 ml/นาที ทิ้งน้ำ 25 ml แรกที่กรองได้ แล้วเก็บที่เหลือ 50 ml ไว้
- 3) น้ำจาก 50 ml ที่ได้ มาเติม Sulfanilamide 2 ml ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 2-8 นาที จึงเติม NED dihydrochloride 2 ml ผสมให้เข้ากัน นำไปวัดค่า absorbance ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ 543 nm

3.4.6 พารามิเตอร์ไนโตรเจน (TKN) วิเคราะห์โดยวิธี Kjedahl method

(Standard method 4500-N_{org} B.)

- 1) ตวงตัวอย่างน้ำปริมาตร 100ml ใส่ลงใน Kjedahl flask แล้วเติมลูกแก้วหรือเศษกระเบื้องไป 3-4 ชิ้น
- 2) เติมน้ำย่อยสลาย (Digestion Reagent) ลงไป 50 ml แล้วนำเข้าเครื่องย่อยที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที
- 3) เพิ่มอุณหภูมิเป็น 380°C จากนั้นย่อยจนกว่าสารละลายที่ได้เป็นสีฟ้าใส และย่อยต่ออีก 20 นาที ปิดเครื่องและทำให้ตัวอย่างเย็นและเติมน้ำลงไป 25 ml
- 4) เติม (NaOH-Na₂S₂O₃) ลงไป 50 ml แล้วนำไปทำการกลั่น
- 5) ทำการเก็บ Distillate 250 ml ด้วย Indicator boric acid solution 50 ml
- 6) ไตเตรทสารละลายที่ได้ด้วย H₂SO₄ 0.02 N จนกระทั่งอินดิเคเตอร์เปลี่ยนสีเป็นม่วงอ่อนแล้วจดปริมาตรที่ใช้
- 7) ทำการวิเคราะห์ Blank โดยใช้น้ำกลั่นแทนน้ำตัวอย่างและใช้วิธีการเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ตัวอย่าง

หมายเหตุ ในทุกการทดลองทำการทดลอง 3 ซ้ำทั้งหมด วิธีการโดยละเอียดอธิบายไว้ในภาคผนวก ง

3.5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ T-test แบบ Paired-Samples T test เพื่อเปรียบเทียบผลการทดลองของวันที่มีตลาดน้ำและวันที่ไม่มีตลาดน้ำ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ซึ่งรายละเอียดและหลักการอยู่ในภาคผนวก ข



บทที่ 4

ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำในแหล่งน้ำตลาดน้ำคลองแห อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา โดยทำการเก็บน้ำตัวอย่าง 2 ครั้ง คือ 1.วันไม่มีตลาดน้ำ (วันพฤหัสบดี ที่ 3 เดือนเมษายน พ.ศ.2557) และ 2.วันที่มีตลาดน้ำ (วันอาทิตย์ ที่ 6 เดือนเมษายน พ.ศ.2557) ได้ผลการวิเคราะห์ ดังนี้

4.1 สภาพลักษณะทางกายภาพของจุดเก็บตัวอย่าง (จากการสัมภาษณ์ประชาชนที่อาศัยอยู่ดั้งเดิมในพื้นที่บริเวณจุดเก็บตัวอย่างน้ำ บริเวณคลองแห ต.คลองแห อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา)



รูปที่ 4.1 ภาพการสัมภาษณ์ประชาชนในพื้นที่ดั้งเดิม

จากการสัมภาษณ์ นายเรือน ดวงสุวรรณ อายุ 80 ปี ที่อยู่ 114/1 หมู่ 4 ตำบลคลองแห อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ซึ่งเป็นประชาชนที่อยู่ในพื้นที่เก็บตัวอย่างดั้งเดิม ได้ให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุดเก็บ ดังนี้

4.1.1 จุดที่ 1 (S₁) บริเวณปากน้ำคลองแห (สะพานประชาสรรค์) เป็นจุดที่ไม่ค่อยจะมีการทำกิจกรรมใดๆ น่าจะเป็นจุดที่ไม่มีผลกระทบตลาดน้ำเท่าไร จุดนี้จะเป็นจุดที่มีน้ำตื้นมาก สภาพทางตอนบนของจุดเก็บเป็นป่ารก จากการลงพื้นที่ในปี 2556 พบว่าพื้นที่ดังกล่าวมีสภาพการไหลของน้ำยังคงไหลดี น้ำมีสีเขียว มีตะไคร่น้ำและสาหร่ายเป็นจำนวนมาก แต่ในปี 2557 พบว่า พื้นที่ดังกล่าวมีผักตบชวาเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและมีจำนวนมาก การไหลของน้ำก็ไหลได้ยากมากยิ่งขึ้น

4.1.2 จุดที่ 2 (S₂) บริเวณสะพานหลังวัดคลองแห (ปากน้ำคลองเตย) เป็นจุดที่มีการรองรับน้ำมาจากตัวเมืองหาดใหญ่โดยตรงทั้งจากตลาดสด โรงงานต่างๆ อาคารบ้านเรือน ซึ่งในอดีตน้ำจากแหล่งต่างๆได้รับการดูแลจากหน่วยงาน มีการรองรับน้ำและทำท่อไม่ให้ไหลลงคลองแห แต่ให้ไหลไปทางหลังบึงซีหาดใหญ่และจะส่งต่อไปยังจุดรองรับน้ำเสียของหาดใหญ่ เพื่อทำการบำบัดต่อไป แต่ปัจจุบันน้ำได้ไหลลงสู่คลองแหอีก เนื่องจากท่อรั่วและแตก ไม่ได้มีการเข้ามาซ่อมแซมและช่วยเหลือจากหน่วยงาน จึงมีการปล่อยน้ำไหลลงสู่คลองแหโดยผ่านจุดที่ 2 อีกครั้งและปล่อยมาจนถึงปัจจุบัน ซึ่งน้ำที่ถูกปล่อยมานั้นมีเศษขยะปนมาด้วย ได้มีการดักจับขยะ โดยได้รับการสนับสนุนจากบริษัทหาด

ทิพย์ จุดนี้ น้ำมีสีค่อนข้างดำและเขียวปนกันไป ส่งกลิ่นเหม็นรบกวนชาวบ้าน น้ำจากจุดนี้จะไหลต่อไปยังจุดที่ 3 ต่อไป

4.1.3 จุดที่ 3 (S_3) บริเวณจุดเชื่อมคลองเตยกับคลองแห เป็นจุดที่รับน้ำจากบ้านเรือน และรับจากจุดเก็บตัวอย่างน้ำถึงสองจุดคือ จุดที่ 1 ปากน้ำคลองแห(สะพานประชาสรรค์) และจุดที่ 2 บริเวณสะพานหลังวัดคลองแห (ปากน้ำคลองเตย) และอยู่ใกล้จุดมีการตั้งตลาดน้ำ น้ำมีสีเขียว มีฟิซ น้ำเจริญเติบโตพอสมควร ส่งกลิ่นเหม็นเล็กน้อย น้ำยังมีการไหลได้อย่างสะดวก

4.1.4 จุดที่ 4 (S_4) บริเวณสะพานข้ามตลาดน้ำคลองแห เป็นจุดที่มีการตั้งตลาดน้ำ รับน้ำทั้งจากตลาดน้ำ จากห้องน้ำสาธารณะ จากบ้านเรือน และจากจุดเก็บตัวอย่างอีกสามจุด คือ จุดที่ 1 บริเวณปากน้ำคลองแห(สะพานประชาสรรค์) จุดที่ 2 บริเวณสะพานหลังวัดคลองแห(ปากน้ำคลองเตย) และจุดที่ 3 บริเวณจุดเชื่อมคลองเตยกับคลองแห จากการลงพื้นที่ในปี 2556 มีการซ่อมแซมและก่อสร้างสะพานข้ามตลาดน้ำขึ้นมาใหม่ แทนที่สะพานอันเก่า ซึ่งในปัจจุบันปี 2557 สะพานได้มีการก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว น้ำมีสีเขียว ส่งกลิ่นเหม็นเล็กน้อย ชาวบ้านยังสามารถลงไปเล่นน้ำในบริเวณนี้ได้ แต่จากการสอบถามพบว่า เมื่อเล่นเสร็จจะมีอาการคันที่บริเวณผิวหนัง การไหลอยู่ในระดับที่ไหลดีกว่าจุดอื่นๆ เนื่องจากสภาพคลองมีความกว้างพอสมควร มีผักตบชวาเจริญเติบโตขึ้นเป็นจำนวนมาก แต่บริเวณตอนบนของตลาดน้ำมีการดักผักตบชวาไว้ เพื่อวิสัยทัศน์ที่สวยงามในการเดินชมตลาดน้ำ ส่วนบริเวณตลาดน้ำและตอนล่างของสะพานมีการช่วยกันเก็บผักตบชวา เพื่อไม่ให้เกิดความสวยงามของตลาดน้ำเอง

4.1.5 จุดที่ 5 (S_5) บริเวณสะพานลพบุรีรามесวรร (คลองแห) เป็นจุดสุดท้ายที่รับน้ำจากทั้งสี่จุด รับน้ำจากบ้านเรือน ท่อระบายน้ำต่างๆ จากการลงพื้นที่ในปี 2556 มีผักตบชวาเจริญเติบโตในปริมาณที่น้อยกว่าปี 2557 ชาวบ้านโดยรอบมีการลงไปหาปลา และเก็บผักบุงในคลองแห ปัจจุบันปี 2557 บริเวณดังกล่าวมีผักตบชวาเจริญเติบโตอยู่เป็นจำนวนมาก แต่ยังสามารถเก็บผักตบชวาที่บริเวณนี้อยู่

4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำในแหล่งน้ำตลาดน้ำคลองแห อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา โดยทำการเก็บน้ำตัวอย่าง 2 ครั้ง คือวันไม่มีตลาดน้ำและวันที่มีตลาดน้ำ ได้ผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 4.1-4.2

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำบริเวณตลาดน้ำคลองแห

พารามิเตอร์		จุดเก็บตัวอย่าง					เฉลี่ย
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	
COD (mg/l)	วันที่ไม่มีตลาดน้ำ	62.40	60.00	79.20	76.80	69.53	69.59
	วันที่มีตลาดน้ำ	24.00	52.73	55.07	62.33	81.60	55.15
TOC (mg/l)	วันที่ไม่มีตลาดน้ำ	8.48	9.20	9.14	8.55	8.67	8.81
	วันที่มีตลาดน้ำ	7.82	8.27	8.49	8.29	8.58	8.29
แอมโมเนีย (mg/l)	วันที่ไม่มีตลาดน้ำ	0.022	0.071	0.114	0.137	0.148	0.098
	วันที่มีตลาดน้ำ	0.037	0.133	0.131	0.125	0.138	0.113
ไนโตรต์ (mg/l)	วันที่ไม่มีตลาดน้ำ	0.0061	0.0050	0.0055	0.0050	0.0074	0.0058
	วันที่มีตลาดน้ำ	0.0031	0.0022	0.0029	0.0020	0.0037	0.0028
ไนเตรต (mg/l)	วันที่ไม่มีตลาดน้ำ	1.132	1.157	1.158	1.161	1.171	1.156
	วันที่มีตลาดน้ำ	0.936	1.013	1.049	1.083	1.107	1.038
TKN (mg/l)	วันที่ไม่มีตลาดน้ำ	11.62	11.90	20.16	19.46	14.98	15.624
	วันที่มีตลาดน้ำ	12.60	13.44	19.46	19.18	14.86	15.908

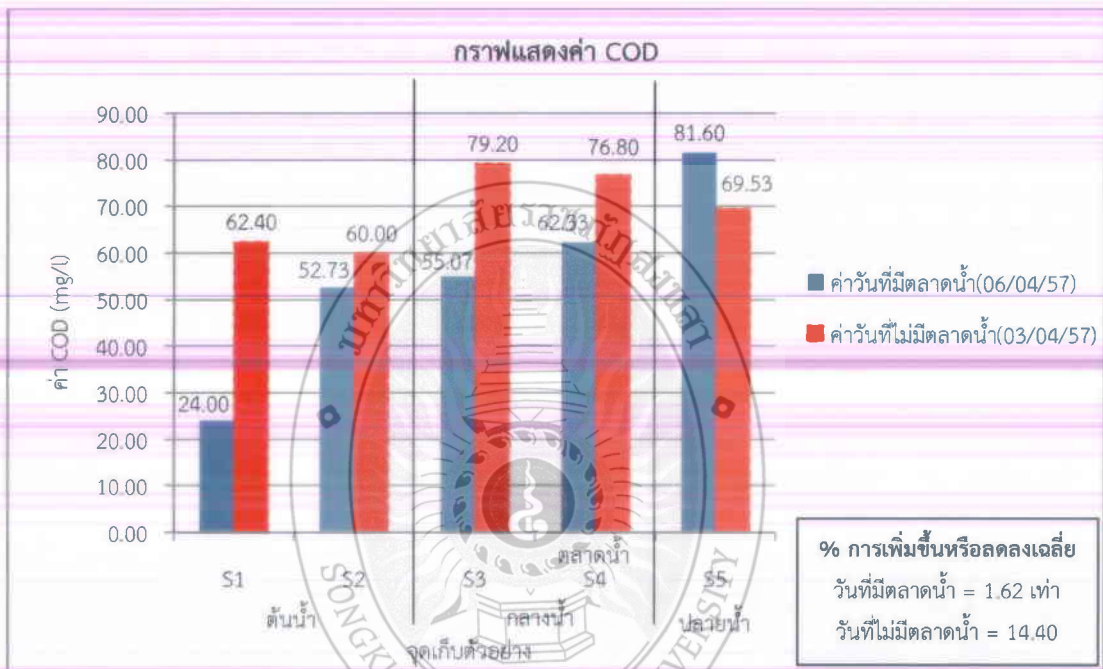
ตารางที่ 4.2 แสดงค่าอัตราส่วน C/N

อัตราส่วน C/N		จุดเก็บตัวอย่าง					เฉลี่ย
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	
C/N (COD / TKN)	วันที่ไม่มีตลาดน้ำ	5.370	5.042	3.929	3.947	4.642	4.586
	วันที่มีตลาดน้ำ	1.905	3.923	2.830	3.250	5.491	3.480
C/N (TOC / TN)	วันที่ไม่มีตลาดน้ำ	0.6647	0.7043	0.4286	0.4145	0.5366	0.5497
	วันที่มีตลาดน้ำ	0.5776	0.5721	0.4139	0.4091	0.5372	0.5020

- หมายเหตุ จุดที่ 1 (S₁) ปากน้ำคลองแห (สะพานประชาสรรค์)
 จุดที่ 2 (S₂) สะพานหลังวัดคลองแห (ปากน้ำคลองเตย)
 จุดที่ 3 (S₃) จุดเชื่อมคลองเตยกับคลองแห
 จุดที่ 4 (S₄) สะพานข้ามตลาดน้ำคลองแห
 จุดที่ 5 (S₅) สะพานลพบุรีราเมศวร์ (คลองแห)

4.2.1 พารามิเตอร์ ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD)

ค่า COD บริเวณตลาดน้ำคลองแห ในวันที่มีตลาดน้ำมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 24.00-81.60 mg/L โดยมีค่า COD สูงสุดอยู่ในจุดที่ S₅ บริเวณสะพานลพบุรีราเมศวร์ และมี COD ต่ำสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ S₁ ปากน้ำคลองแห (สะพานประชาสรรค์) ส่วนวันที่ไม่มีตลาดน้ำมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 60.00-79.20 mg/L โดยมีค่า COD สูงสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ S₃ จุดเชื่อมคลองเตยกับคลองแห และค่า COD ต่ำสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ S₂ บริเวณปากน้ำคลองเตย ดังตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ค่า COD บริเวณตลาดน้ำคลองแห

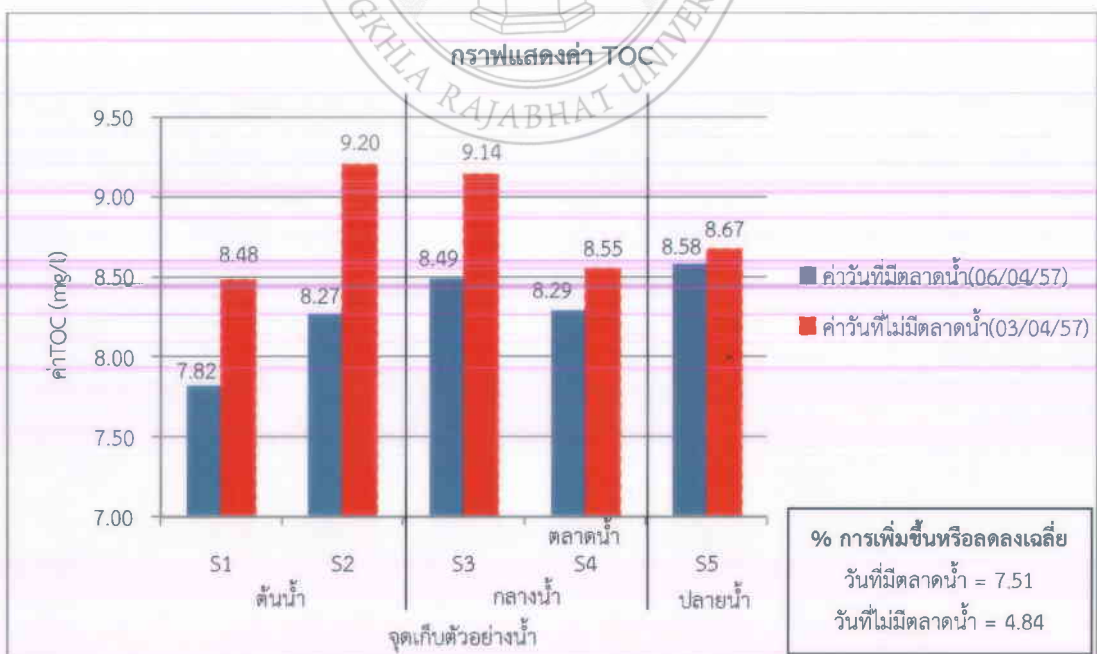
การตรวจวัดค่า COD บริเวณตลาดน้ำคลองแหพบว่า วันที่มีตลาดน้ำมีค่าสูงสุดอยู่ที่บริเวณสะพานลพบุรีราเมศวร์ ซึ่งเป็นบริเวณปลายน้ำของตลาดน้ำคลองแห มีฝักตบขึ้นอยู่ในบริเวณเป็นจำนวนมาก แหล่งน้ำอาจจะได้รับสิ่งสกปรกจากพวกสารอินทรีย์มากจนเกินไป หรืออาจจะมีการปล่อยน้ำทิ้งจากห้องน้ำสาธารณะของตลาดน้ำเอง ที่ไม่ได้ผ่านการบำบัดให้มีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน และพร้อมทั้งได้รับน้ำทิ้งจากบริเวณอื่นอีกด้วย และค่าต่ำสุดอยู่บริเวณปากน้ำคลองแห ซึ่งบริเวณนี้เป็นจุดเชื่อมต่อระหว่างคลองลานกับคลองแห ไม่ได้มีการทำกิจกรรมใดๆและอยู่ห่างจากตลาดน้ำมาก จึงทำให้ค่าที่ได้น้อยกว่าจุดอื่น ส่วนวันที่ไม่มีตลาดน้ำมีค่าสูงสุดอยู่ที่บริเวณจุดเชื่อมคลองเตยกับคลองแห ซึ่งเป็นจุดที่ได้รับความสกปรกทั้งจากจุดที่มีตลาดน้ำ เพราะเป็นบริเวณที่อยู่ใกล้กับพื้นที่ที่มีการตั้งตลาดน้ำมากกว่าจุดอื่น และคลองเตยที่มีการรับน้ำทิ้งจากตัวเมืองหาดใหญ่ น้ำทิ้งจากอาคารบ้านเรือนโรงงานอุตสาหกรรม ประกอบกับมีการดักเศษขยะต่างๆไว้ อาจจะทำให้บริเวณนี้มีการรวมตัวของน้ำเสียและสารอินทรีย์อยู่ในปริมาณที่มากกว่าจุดอื่น ส่วนค่าที่ต่ำสุดอยู่ในบริเวณปากน้ำคลองเตย ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการดักจับขยะจากตัวเมืองหาดใหญ่ แต่สาเหตุที่ค่าต่ำอาจจะเป็นเพราะน้ำจากบริเวณส่วนใหญ่จะไหลไปรวมที่บริเวณจุดเชื่อมคลองเตยกับคลองแหมากกว่า ซึ่งค่า

COD เป็นตัวบ่งบอกถึงความสกปรกของน้ำ แสดงถึงปริมาณสารอินทรีย์เกือบทั้งหมดในน้ำที่แบคทีเรียย่อยสลายได้ (ศุภชัยวิจิตรและผิกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม, 2556)

เมื่อเปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำปากพ่องและคลองสาขา ก่อนการสร้างประตุน้ำกั้นแม่น้ำปากพ่อง จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่า คุณภาพน้ำผิวดินบริเวณคลองหัวไทร ซึ่งคลองหัวไทรเป็นพื้นที่หนึ่งที่มีคลองจากทะเลสาบสงขลาถึงปากน้ำปากพ่องไหลผ่าน จากการตรวจสอบเมื่อเดือนตุลาคม 2542 โดยจุด S_1 มีค่าอยู่ในช่วง 18.70-79.76 mg/l จุด S_3 มีค่าอยู่ในช่วง 35.53-74.19 mg/l และจุด S_5 มีค่าอยู่ในช่วง 32.90-50.09 mg/l (ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตรและคณะ, 2542) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกับค่า COD บริเวณตลาดน้ำคลองแห ซึ่งค่า COD บริเวณตลาดน้ำคลองแหอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้ง และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยวันที่มีตลาดน้ำกับวันที่ไม่มีตลาดน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (ดังตารางในภาคผนวก ข)

4.2.2 พารามิเตอร์ ทีโอซี (Total Organic Carbon, TOC)

ค่า TOC บริเวณตลาดน้ำคลองแห ในวันที่มีตลาดน้ำมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7.80-8.58 mg/l โดยมีค่า TOC สูงสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ S_5 บริเวณสะพานลพบุรีราเมศวร์ และมีค่า TOC ต่ำสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ S_1 ปากน้ำคลองแห (สะพานประชาสรรค์) ส่วนวันที่ไม่มีตลาดน้ำมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 8.48-9.20 mg/l โดยมีค่า TOC สูงสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ S_2 - S_3 บริเวณปากน้ำคลองเตยและจุดเชื่อมคลองเตยกับคลองแห ตามลำดับและค่า TOC ต่ำสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ S_1 ปากน้ำคลองแห (สะพานประชาสรรค์) ดังตารางที่ 4.1 และ รูปที่ 4.3



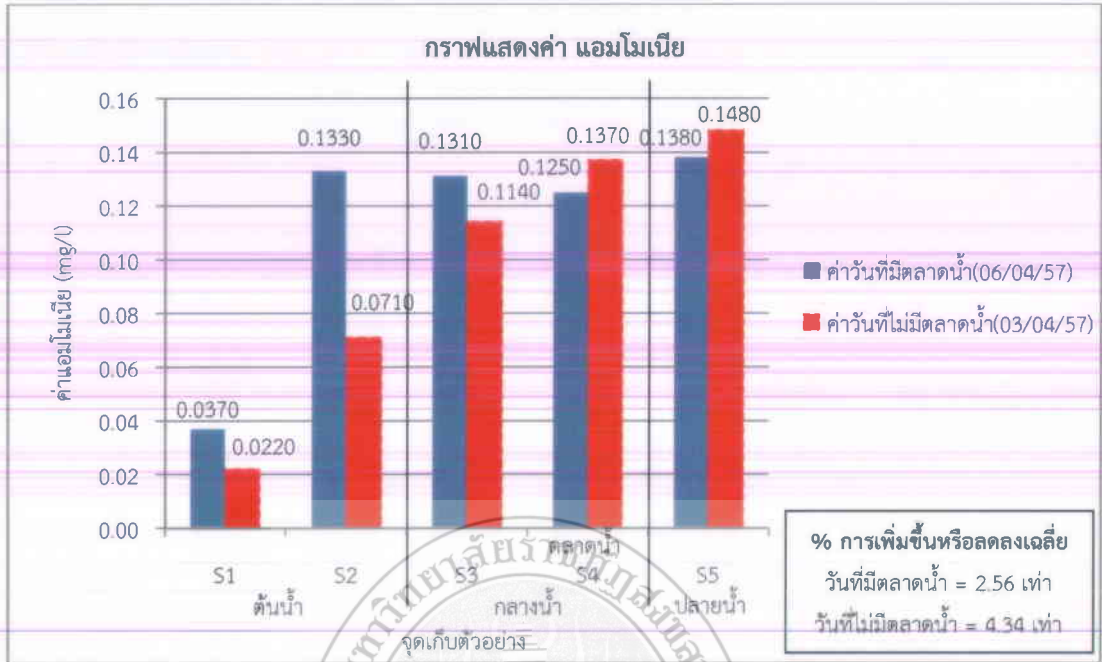
รูปที่ 4.3 ค่า TOC บริเวณตลาดน้ำคลองแห

การตรวจวัดค่า TOC บริเวณตลาดน้ำคลองแหพบว่า วันที่มีตลาดน้ำมีค่าสูงสุดอยู่ที่ บริเวณสะพานลพบุรีราเมศวร์(คลองแห) ซึ่งจุดนี้เป็นบริเวณปลายน้ำของตลาดน้ำคลองแห มีฝักตบ ขึ้นอยู่ในบริเวณเป็นจำนวนมาก แหล่งน้ำอาจจะได้รับสิ่งสกปรกจากพวกสารอินทรีย์มากจนเกินไป หรืออาจจะมีการปล่อยน้ำทิ้งจากห้องน้ำสาธารณะของตลาดน้ำเอง ที่ไม่ได้ผ่านการบำบัดให้มีคุณภาพ ตามเกณฑ์มาตรฐาน และพร้อมกันก็ได้รับน้ำทิ้งจากจุดอื่นๆที่ไหลมารวมกันที่จุดนี้อีกด้วย วันที่ไม่มี ตลาดน้ำมีค่าสูงสุดอยู่ในบริเวณปากน้ำคลองเตยและจุดเชื่อมคลองเตยและคลองแห ซึ่งบริเวณ ดังกล่าวอาจจะมีการสะสมของสารอินทรีย์ เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีได้รับน้ำทิ้งจากตัวเมืองหาดใหญ่ และน้ำทิ้งจากอาคารบ้านเรือน ประกอบกับมีการดักจับขยะต่างๆไว้ตรงบริเวณที่อยู่เหนือจุดนี้ และ อาจจะมียุทธิพลจากตลาดน้ำ เพราะเป็นบริเวณที่อยู่ใกล้เคียงกับตลาดน้ำอีกด้วย ส่วนค่าต่ำสุดของ วันที่มีตลาดน้ำและไม่มีตลาดน้ำ อยู่ในบริเวณปากน้ำคลองแห เนื่องจากบริเวณนี้เป็นจุดเชื่อมต่อกัน ระหว่างคลองลานกับคลองแห ซึ่งไม่ได้มีการทำกิจกรรมใดๆจึงทำให้บริเวณนี้มีค่าต่ำกว่าจุดอื่นๆ ซึ่ง ปริมาณ TOC ในแหล่งน้ำมีปริมาณมากนั้น แสดงว่า ปริมาณออกซิเจนในแหล่งน้ำนั้นถูกใช้เพื่อการ ออกซิไดส์มาก หรือกล่าวได้ว่าถ้าในแหล่งน้ำมีปริมาณ TOC มาก จะทำให้มีการเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ใน แหล่งน้ำ ซึ่งมีผลทำให้ความต้องการปริมาณออกซิเจนของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น แหล่งน้ำจึงมีปริมาณ ออกซิเจนลดลง สารอินทรีย์ในแหล่งน้ำมีผลกระทบต่อสภาพความเป็นอยู่ของพืชและสัตว์น้ำ เปลี่ยนไป ซึ่งระดับ TOC จะขึ้นอยู่กับแหล่งน้ำในแหล่งน้ำผิวดินจะมีค่า TOC น้อยกว่า 10 mg/l (นิพนธ์ ตั้งคณาภิรักษ์, 2550)

เมื่อเปรียบเทียบกับกิจกรรมติดตามและตรวจสอบผลคุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำปากพยับ และพื้นที่ใกล้เคียง พบว่า คุณภาพน้ำผิวดินบริเวณคลองหัวไทร ซึ่งคลองหัวไทรเป็นพื้นที่หนึ่งที่มีคลอง จากทะเลสาบสงขลาถึงปากน้ำปากพยับไหลผ่าน จากการตรวจสอบเมื่อเดือนตุลาคม 2542 มีค่า สารอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ย (TOC) 4.48-6.61 mg/L (สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัด สงขลา, 2543) ซึ่งมีค่าที่ต่ำกว่าค่า TOC ในบริเวณตลาดน้ำคลองแห ค่า TOC ในตลาดน้ำคลองแหยัง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดิน และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยวันที่มีตลาดน้ำกับวันที่ไม่มีตลาดน้ำ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (ดังตารางในภาคผนวก ข)

4.2.3 พารามิเตอร์ แอมโมเนีย (NH_4^+)

ค่าแอมโมเนีย บริเวณตลาดน้ำคลองแห ในวันที่มีตลาดน้ำมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.0370–0.1380 mg/L โดยมีค่าแอมโมเนียสูงสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ S₅ บริเวณสะพานลพบุรีราเมศวร์ (คลอง แห) และมีค่าแอมโมเนียต่ำสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ S₁ บริเวณปากน้ำคลองแห (สะพานประชาสรรค์) ส่วนวันที่ไม่มีตลาดน้ำมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.0220–0.1480 mg/L โดยมีค่าแอมโมเนียสูงสุดในจุดเก็บ ตัวอย่างที่ S₅ บริเวณสะพานลพบุรีราเมศวร์ (คลองแห) และมีค่าแอมโมเนียต่ำสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ S₁ บริเวณปากน้ำคลองแห (สะพานประชาสรรค์) ดังตาราง 4.1 และ รูปที่ 4.4



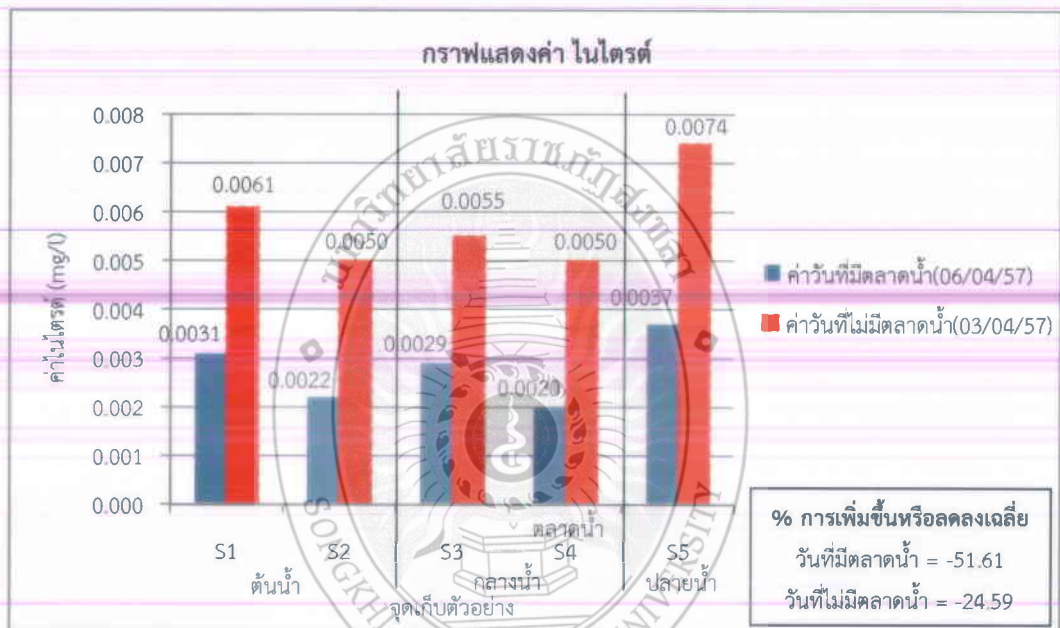
รูปที่ 4.4 ค่าแอมโมเนียบริเวณตลาดน้ำคลองแห

การตรวจวัดค่าแอมโมเนีย บริเวณตลาดน้ำคลองแหพบว่า วันที่มีตลาดน้ำและวันที่ไม่มีตลาดน้ำมีค่าสูงสุดอยู่บริเวณเดียวกัน คือ สะพานลพบุรีราเมศวร์ (คลองแห) เนื่องจากบริเวณนี้เป็นจุดที่มีการปล่อยน้ำทิ้งจากห้องน้ำจากบ้านเรือนและเป็นจุดที่อยู่ใกล้กับจุดที่มีการค้าขาย (บริเวณตลาดน้ำคลองแห) ซึ่งเป็นบริเวณปลายน้ำของตลาดน้ำคลองแห อาจได้รับน้ำทิ้งจากบริเวณอื่นเช่นจากตัวเมืองหาดใหญ่ จากบ้านเรือนและจากโรงงานอุตสาหกรรม จึงทำให้มีการสะสมของธาตุอาหารอยู่ในบริเวณดังกล่าวและมีค่าต่ำสุดอยู่บริเวณเดียวกัน คือ บริเวณปากน้ำคลองแห (สะพานประชาสรรค์) ซึ่งเป็นบริเวณที่เชื่อมต่อกันระหว่างคลองลานและคลองแห ซึ่งไม่ได้มีการทำกิจกรรมใดๆ จึงทำให้มีค่าแอมโมเนียที่ต่ำกว่าจุดอื่นๆ ระดับปริมาณแอมโมเนียในน้ำจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง และความกระด้างของน้ำ หากแอมโมเนียมีความเข้มข้นสูงถึงปริมาณหนึ่งจะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำได้ (กรรณิการ์ สิริสิงห์, 2549)

เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยผลกระทบของตลาดน้ำต่อคุณภาพน้ำคลองแห อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา พบว่า วันที่มีตลาดน้ำมีค่าแอมโมเนียอยู่ในช่วง 3.36-4.60 mg/L และวันที่ไม่มีตลาดน้ำมีค่าแอมโมเนียอยู่ในช่วง 2.25-3.09 mg/L (สอหะละ บางุสันและอิมรอน หรนศิลา, 2552) ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าแอมโมเนียบริเวณตลาดน้ำคลองแห (เดือนเมษายน ปีพ.ศ.2557) ค่าแอมโมเนียบริเวณตลาดน้ำคลองแหอยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3 และเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยวันที่มีตลาดน้ำกับวันที่ไม่มีตลาดน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (ดังตารางในภาคผนวก ข)

4.2.4 พารามิเตอร์ ไนไตรต์ (NO₂)

ไนไตรต์บริเวณตลาดน้ำคลองแห ในวันที่มีตลาดน้ำมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.0020-0.0037 mg/L โดยมีค่าไนไตรต์สูงสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ S₅ บริเวณสะพานลพบุรีราเมศวร์และมีค่าไนไตรต์ต่ำสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ S₄ สะพานข้ามตลาดน้ำคลองแห ส่วนวันที่ไม่มีตลาดน้ำมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.0050-0.0074 mg/L โดยมีค่าไนไตรต์สูงสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ S₅ บริเวณสะพานลพบุรีราเมศวร์และค่าไนไตรต์ต่ำสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ S₂ และ S₄ ปากน้ำคลองเตยและสะพานข้ามตลาดน้ำคลองแห ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.1 และ รูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 ค่าไนไตรต์บริเวณตลาดน้ำคลองแห

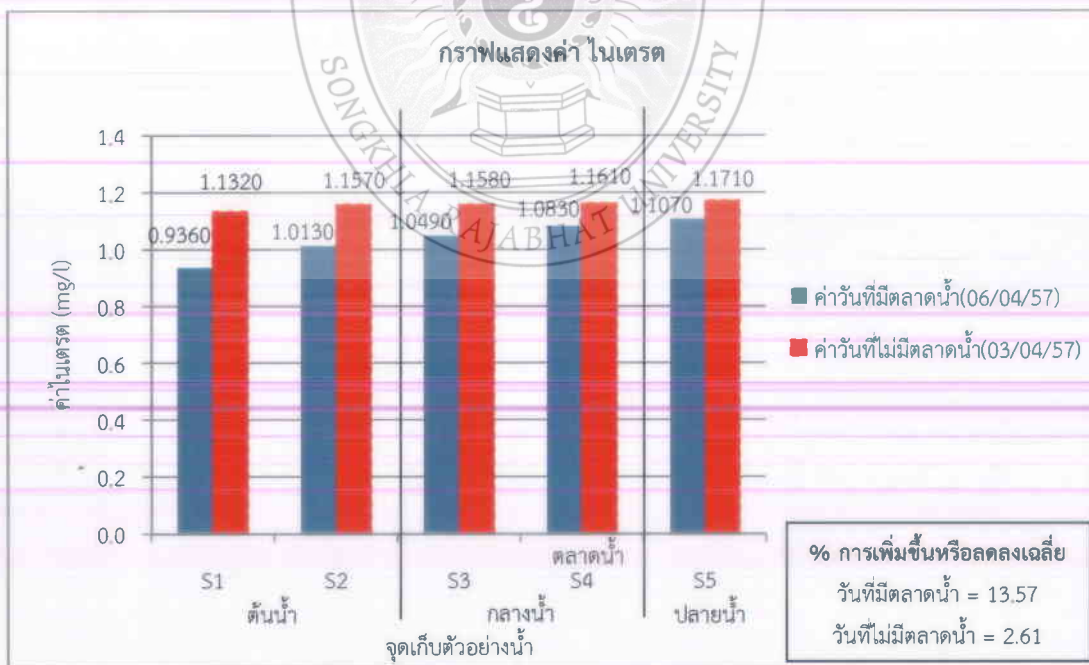
การตรวจวัดค่าไนไตรต์ บริเวณตลาดน้ำคลองแหพบว่า วันที่มีตลาดน้ำและวันที่ไม่มีตลาดน้ำมีค่าสูงสุดบริเวณเดียวกัน คือ สะพานลพบุรีราเมศวร์ (คลองแห) เนื่องจากบริเวณนี้เป็นบริเวณปลายน้ำของตลาดน้ำคลองแห อาจได้รับน้ำทิ้งจากบริเวณอื่นเช่นจากตัวเมืองหาดใหญ่ จากบ้านเรือนและจากโรงงานอุตสาหกรรม จึงทำให้มีการสะสมของธาตุอาหารอยู่ในบริเวณดังกล่าว และค่าต่ำสุดอยู่บริเวณสะพานข้ามตลาดน้ำคลองแหและบริเวณปากน้ำคลองเตย ซึ่งมาจากบริเวณดังกล่าวมีการทำกิจกรรม เช่น การค้าขาย การทำการก่อสร้างสะพานข้ามคลองแห แต่น้ำอาจจะไม่มีการสะสมตัวของธาตุอาหารและบริเวณดังกล่าวมีอัตราการไหลของน้ำสูงกว่าจุดอื่น ๆ จึงทำให้ธาตุอาหารไหลไปสะสมอยู่ที่สะพานลพบุรีราเมศวร์ (คลองแห) ไนไตรต์ปริมาณเล็กน้อยที่พบในน้ำเกิดจากการสลายตัวของโปรตีน ซึ่งเป็นตัวชี้ให้ทราบถึงความสกปรกเนื่องจากสารอินทรีย์ ในน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินมีค่าต่ำกว่า 0.1 mg/L (สิทธิชัย ต้นชนะสฤณี, 2549) และไนไตรต์นี้ เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของไนโตรเจน โดยจุลินทรีย์สามารถดึงออกซิเจนมาใช้เพื่อการดำรงชีพ หากขาดออกซิเจนหรือออกซิเจนไม่เพียงพอ ทำให้เกิดการสะสมของไนไตรต์ การสะสมของของเสียเป็นแหล่งของสารประกอบไนโตรเจนที่ทำให้เกิดไนไตรต์ขึ้น ระดับปริมาณไนไตรต์ในน้ำจะขึ้นอยู่กับ

ปริมาณแบคทีเรียในแหล่งน้ำ อาจเกิดการสะสมของไนโตรเจนในปริมาณมากจะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ และสิ่งแวดล้อมภายในแหล่งน้ำ และยังมีผลต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ (Kio mio, 2553)

เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำแม่น้ำท่าจีนคลองสาขาและแม่น้ำคาบเกี่ยว พบว่า การวิเคราะห์ค่าไนโตรเจนในคลองดำเนินสะดวก ซึ่งเป็นคลองสายที่มีการตั้งตลาดน้ำอยู่บริเวณตอนบน มีค่าไนโตรเจนในวันที่ 19/2/56, 27/5/56 และ 5/11/56 เท่ากับ 0.2 0.04 และ 0.04 mg/l ตามลำดับ (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5, 2556) ซึ่งมีค่าที่สูงกว่าค่าไนโตรเจนบริเวณตลาดน้ำคลองแห ค่าไนโตรเจนบริเวณตลาดน้ำคลองแหอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3 และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยวันที่มีตลาดน้ำกับวันที่ไม่มีตลาดน้ำ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (ดังตารางในภาคผนวก ข)

4.2.5 พารามเตอร์ ไนเตรต (NO₃)

ไนเตรตบริเวณตลาดน้ำคลองแห ในวันที่มีตลาดน้ำมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.9360-1.1070 mg/l โดยมีค่าไนเตรตสูงสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ S₅ บริเวณสะพานลพบุรีราเมศวร์ และมีค่าไนเตรตต่ำสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ S₁ ปากน้ำคลองแห (สะพานประชาสรรค์) ส่วนวันที่ไม่มีตลาดน้ำมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.1320-1.1710 mg/l โดยมีค่าไนเตรตสูงสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ S₅ บริเวณสะพานลพบุรีราเมศวร์ (คลองแห) และมีค่าไนเตรตต่ำสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ S₁ ปากน้ำคลองแห(สะพานประชาสรรค์) ดังตารางที่ 4.1 และ รูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ค่าไนเตรตบริเวณตลาดน้ำคลองแห

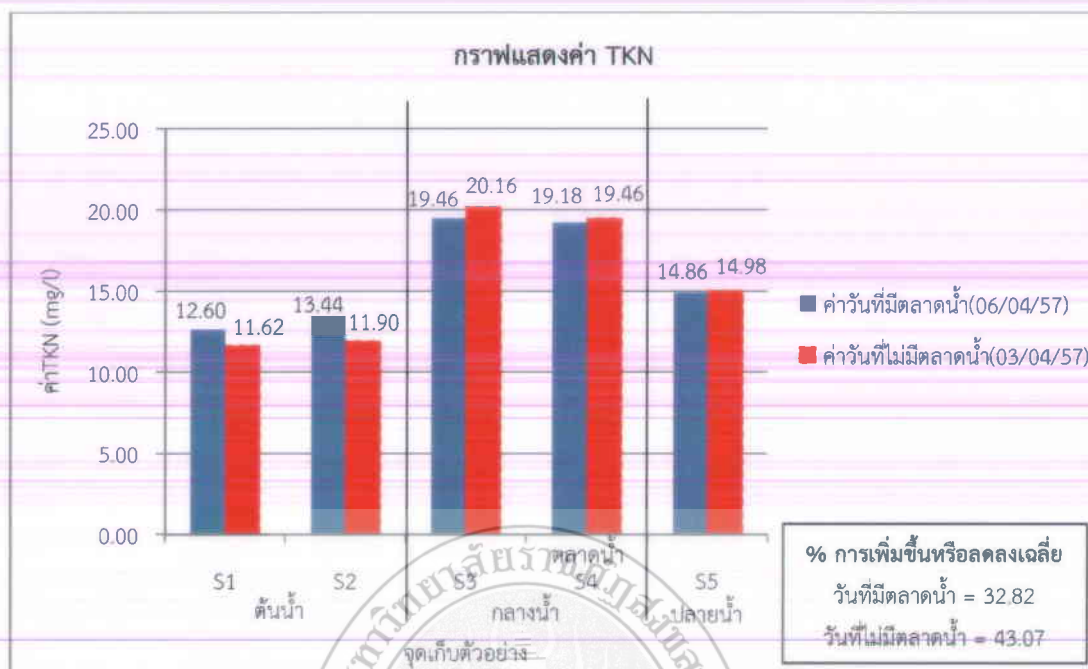
การตรวจวัดค่าไนเตรตบริเวณตลาดน้ำคลองแห พบว่าวันที่มีตลาดน้ำและวันที่ไม่มีตลาดน้ำ มีค่าสูงสุดบริเวณเดียวกัน คือ สะพานสะพานลพบุรีราเมศวร์ (คลองแห) เนื่องจากบริเวณนี้เป็นบริเวณปลายน้ำของตลาดน้ำคลองแห และอาจได้รับน้ำทิ้งจากบริเวณอื่น จึงทำให้มีการสะสมของ

ธาตุอาหารอยู่ในบริเวณดังกล่าว จะเห็นได้ชัดเจนจากปริมาณของสาหร่ายและพีชน้ำ เช่น ผักตบชวา เพราะพวกนี้จะนำเอาส่วนหนึ่งของไนโตรเจนไปใช้ในการเจริญเติบโต ส่วนค่าต่ำสุดของวันที่มีตลาดน้ำ และไม่มีตลาดน้ำอยู่ที่บริเวณเดียวกัน คือ ปากน้ำคลองแห เนื่องจากบริเวณนี้เป็นจุดเชื่อมต่อกัน ระหว่างคลองลานกับคลองแห ซึ่งไม่ได้มีการทำกิจกรรมใดๆ และห่างจากบริเวณที่มีตลาดน้ำมากกว่า จุดอื่นๆ ไปทางตอนบนของแม่น้ำ ซึ่งไนเตรตเป็นสารประกอบไนโตรเจนที่สำคัญในน้ำ จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับการเจริญเติบโตของพืช เกิดจากการที่สิ่งมีชีวิตปล่อยของเสีย ซึ่งมีสารประกอบไนโตรเจนออกมาและเมื่อสิ่งมีชีวิตตายลง โปรตีนในสิ่งมีชีวิตจะย่อยสลายเป็นแอมโมเนียซึ่งพืชนำไปใช้ในการสร้างโปรตีนได้ ถ้ามากเกินไปความต้องการ จะถูกออกซิไดซ์โดยแบคทีเรียไปเป็นไนเตรตและไนเตรตต่อไป ในน้ำผิวดินพบไนเตรตในปริมาณน้อย นอกจากไนเตรตเข้าสู่แหล่งน้ำจากการเน่าเปื่อยของสิ่งมีชีวิตแล้ว ยังมาจากปุ๋ยที่ใช้ในการเกษตรกรรมและน้ำเสียอีกด้วย (สิทธิชัย ต้นธนะสุภะ, 2549) ดังนั้นน้ำทิ้งที่มีไนเตรตเมื่อปล่อยลงสู่แหล่งน้ำจะเป็นตัวการไปเร่งการเจริญเติบโตของสาหร่ายและพีชน้ำ จนเกิดภาวะที่สาหร่ายหรือพีชน้ำเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว (Algae Bloom) ไนเตรตปริมาณ 0.3 mg/L มีผลทำให้เกิดยูโทรฟิเคชัน ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพของแหล่งน้ำ และคุณภาพน้ำใช้เมื่อมีการนำแหล่งน้ำนั้นมาใช้ประโยชน์รวมทั้งเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ (สุทธิรัตน์ พุฒษนันต์, 2549)

เมื่อเปรียบเทียบกับการพัฒนาแนวทางการจัดการน้ำเสียแบบชุมชนมีส่วนร่วมของตลาดน้ำวัดลำพญา อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม ปีพ.ศ. 2554 พบว่ามีค่าไนเตรตในวันที่ไม่มีตลาดน้ำบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำและปลายน้ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.187 0.182 และ 0.194 mg/L ตามลำดับ ส่วนในวันที่มีตลาดน้ำบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำและปลายน้ำ มีค่าไนเตรตเท่ากับ 0.196 0.220 และ 0.253 mg/L ตามลำดับ (ทีมนักวิจัยด้านการจัดการน้ำ, 2554) จากซึ่งมีค่าที่ต่ำกว่าค่าไนเตรตในบริเวณตลาดน้ำคลองแห ค่าไนเตรตในบริเวณตลาดน้ำคลองแหยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3 และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยวันที่มีตลาดน้ำกับวันที่ไม่มีตลาดน้ำ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (ดังตารางในภาคผนวก ข)

4.2.6 พารามิเตอร์ ทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen, TKN)

ค่า TKN บริเวณตลาดน้ำคลองแหพบว่าวันที่มีตลาดน้ำมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 12.60–19.46 mg/L โดยมีค่า TKN สูงสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ S₃ บริเวณจุดเชื่อมคลองเตยกับคลองแห และมีค่า TKN ต่ำสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ S₁ บริเวณปากน้ำคลองแห (สะพานประชาสรรค์) ส่วนวันที่ไม่มีตลาดน้ำมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 11.62–20.16 mg/L โดยมีค่า TKN สูงสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ S₃ บริเวณจุด เชื่อมคลองเตยกับคลองแห และมีค่า TKN ต่ำสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ S₁ บริเวณปากน้ำคลองแห (สะพานประชาสรรค์) ดังตาราง 4.1 และ รูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 ค่า TKN บริเวณตลาดน้ำคลองแห

การตรวจวัดค่า TKN บริเวณตลาดน้ำคลองแหพบว่า วันที่มีตลาดน้ำและวันที่ไม่มีตลาดน้ำค่าสูงสุดอยู่บริเวณจุดเชื่อมคลองเตยกับคลองแห ซึ่งเป็นบริเวณที่อยู่ใกล้ตลาดน้ำคลองแหมากกว่าจุดอื่นๆ และได้รับน้ำทิ้งจากตัวเมืองหาดใหญ่และน้ำทิ้งจากอาคารบ้านเรือนใกล้เคียง และมีค่าต่ำสุดอยู่บริเวณปากน้ำคลองแห (สะพานประชาสรรค์) ซึ่งเป็นบริเวณที่จุดเชื่อมต่อกันระหว่างคลองลานและคลองเตย ไม่มีการทำกิจกรรมใดๆ ไนโตรเจนเป็นธาตุที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพืชและจุลินทรีย์ต่างๆ ดังนั้น หากมีการระบายน้ำทิ้งที่มีไนโตรเจนในปริมาณสูงจะทำให้มีการเจริญเติบโตของสาหร่ายมาก (algae blooms) ในแม่น้ำลำคลองที่รองรับน้ำทิ้งนั้นๆ (มันสิน ต้นทุลเวศม์และมันรัชต์ ตัญทุลเวศม์, 2551)

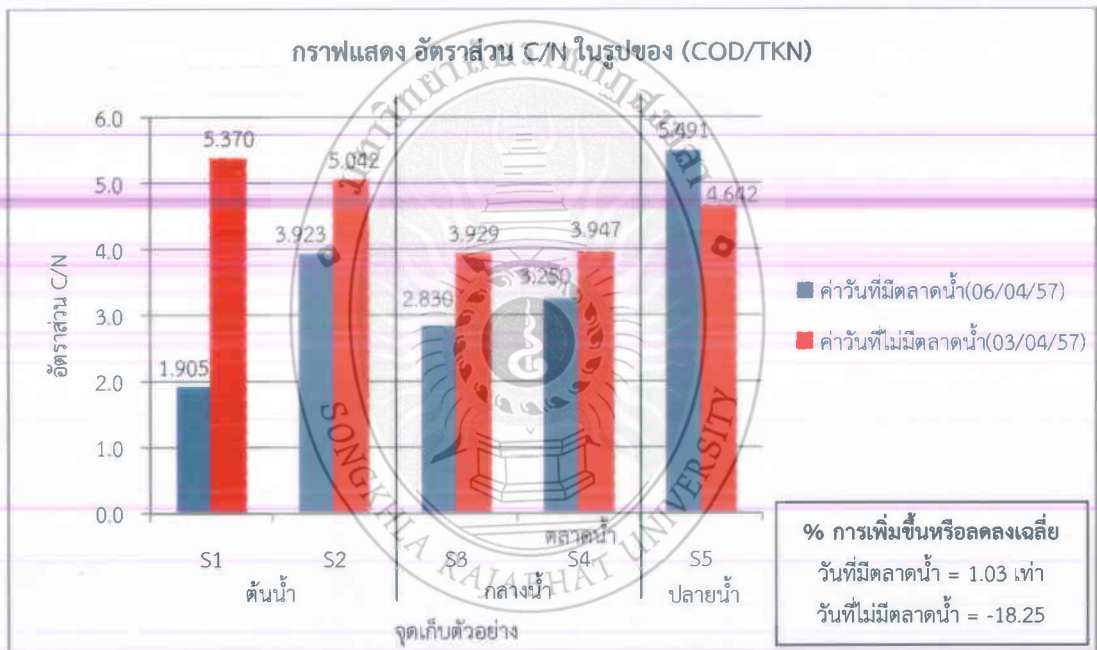
เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยผลกระทบของตลาดน้ำต่อคุณภาพน้ำคลองแห อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา พบว่า วันที่มีตลาดน้ำมีค่า TKN อยู่ในช่วง 20.25-24.17 mg/L และวันที่ไม่มีตลาดน้ำมีค่า TKN อยู่ในช่วง 21.74-25.10 mg/L (สอแหละ บางูสันและอิมรอน หรนศิลา, 2552) ซึ่งมีค่า TKN สูงกว่าค่า TKN ของบริเวณตลาดน้ำคลองแห (เดือนเมษายน ปีพ.ศ. 2557) ปริมาณ TKN บริเวณตลาดน้ำคลองแหยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งและเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยวันที่มีตลาดน้ำกับวันที่ไม่มีตลาดน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (ดังตารางในภาคผนวก ข)

สรุป จากผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ คือ COD TOC แอมโมเนีย ไนโตรต์ ไนเตรต และ TKN ในบริเวณตลาดน้ำคลองแห ทำการเก็บตัวอย่าง 5 จุด ทุกพารามิเตอร์มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมด โดยจุดเก็บตัวอย่างที่ S₅ บริเวณสะพานลพบุรีรามесวรร (คลองแห) จะมีค่าสูงสุดเกือบทุกพารามิเตอร์ อาจเนื่องจากจุด S₅ เป็นปลายน้ำ รับน้ำจากทุกจุดเก็บตัวอย่างและยังรับน้ำจากท่อระบายน้ำต่างๆ อาคารบ้านเรือน ตัวเมืองหาดใหญ่ ตลาดสดและโรงงานอุตสาหกรรม มีผักตบชวาเจริญเติบโตเป็นจำนวนมาก สำหรับจุดเก็บตัวอย่างที่ S₁ บริเวณปากน้ำคลองแห มีค่าต่ำสุดในเกือบทุกพารามิเตอร์ อาจเนื่องจากพื้นที่โดยรอบไม่มีการทำกิจกรรมใดๆ และนอกจากนี้ยังพบว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ S₄ บริเวณสะพานข้ามตลาดน้ำคลองแห มีค่าคุณภาพน้ำน้อยกว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ S₅ บริเวณสะพานลพบุรีรามесวรร (คลองแห) ทั้งที่เป็นจุดที่รับน้ำจากตลาดน้ำโดยตรง อาจเนื่องจากบริเวณ S₄ มีการพัฒนาพื้นที่ทุกสัปดาห์และทางตอนบนของตลาดน้ำมีการดักจับพีชีน้ำและเศษขยะไม่ให้ไหลลงมาในจุดที่มีการจัดตั้งตลาดน้ำ ทำให้บริเวณตลาดน้ำมีอัตราการไหลของน้ำค่อนข้างดี เมื่อเปรียบเทียบกับวันที่มีตลาดน้ำและวันที่ไม่มีตลาดน้ำแล้ว พบว่า ปัจจุบันปี 2557 มีค่าพารามิเตอร์ที่บ่งชี้ปริมาณสารอินทรีย์และไนโตรเจนใกล้เคียงกัน ซึ่งค่าCOD ค่าแอมโมเนียและค่าTKN ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 และค่าTOC ค่าไนโตรต์และค่าไนเตรต มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 จากการสังเกตจุดเก็บตัวอย่างจะเห็นว่าน้ำที่ไหลผ่านจุดที่มีตลาดน้ำมีค่าที่เพิ่มสูงขึ้น นั่นแสดงว่าตลาดน้ำมีผลต่อปริมาณสารอินทรีย์และไนโตรเจนที่ถูกปล่อยลงสู่คลองแห จากงานวิจัยของ สอหเส และ อิมรอน หรนศิลา ปี 2552 พบว่า วันที่มีตลาดน้ำมีความสกปรกมากกว่าวันที่ไม่มีตลาดน้ำอย่างเห็นได้ชัดมากกว่าปี 2557 เนื่องจากในอดีตน้ำในคลองแหส่งกลิ่นเหม็นและมีสีที่สกปรกอย่างเห็นได้ชัด แตกต่างจากปัจจุบันคลองแหมีสภาพที่ดีกว่าเดิม ไม่มีการส่งกลิ่นที่ชัดเจนเหมือนในอดีต ในปัจจุบันคลองแหได้รับการพัฒนามากยิ่งขึ้น เพื่อวิสัยทัศน์ที่สวยงามในการเดินชมตลาดน้ำ มีการเข้ามาช่วยเหลือจากหน่วยงานและชาวบ้านในการพัฒนาพื้นที่ เก็บผักตบชวาบริเวณตลาดน้ำ เพราะเหตุนี้อาจจะทำให้วันที่มีตลาดน้ำมีการสะสมสารอินทรีย์และธาตุอาหารไว้ในปริมาณที่น้อยกว่าในอดีต

4.2.7 ปริมาณภาระบรรทุกคาร์บอนต่อไนโตรเจน

1) อัตราส่วน C/N ในรูปของ COD/TKN

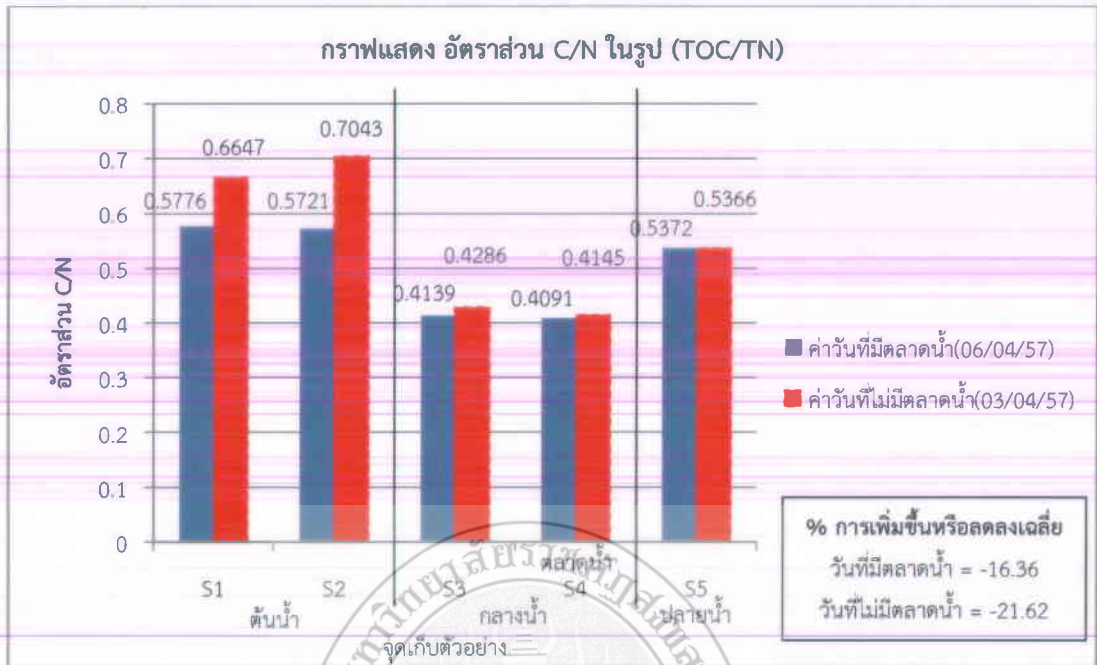
อัตราส่วน C/N ในรูปของ COD/TKN บริเวณตลาดน้ำคลองแห ในวันที่มีตลาดน้ำมีอัตราส่วน C/N อยู่ในช่วง 1.905-5.491 โดยมีค่าสูงสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ S₅ บริเวณสะพานลพบุรีราเมศวร์ (คลองแห) มีอัตราส่วน C/N เท่ากับ 5.491 และมีค่าต่ำสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ S₁ ปากน้ำคลองแห มีอัตราส่วน C/N เท่ากับ 1.905 ส่วนวันที่ไม่มีตลาดน้ำมีอัตราส่วน C/N อยู่ในช่วง 3.929-5.370 โดยมีค่าสูงสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ S₁ ปากน้ำคลองแห มีอัตราส่วน C/N เท่ากับ 5.370 และค่าต่ำสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ S₃ จุดเชื่อมระหว่างคลองเตยและคลองแห มีอัตราส่วน C/N เท่ากับ 3.929 ดังตารางที่ 4.2 และ รูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 ค่าปริมาณภาระบรรทุก C/N ในรูปของ COD/TKN บริเวณตลาดน้ำคลองแห

2) อัตราส่วน C/N ในรูปของ TOC/TN

อัตราส่วน C/N ในรูปของ TOC/TN บริเวณตลาดน้ำคลองแห ในวันที่มีตลาดน้ำมีอัตราส่วน C/N อยู่ในช่วง 0.4091-0.5776 โดยมีค่า C/N สูงสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ S₁ บริเวณปากน้ำคลองแห มีอัตราส่วน C/N เท่ากับ 0.5776 และมีค่าต่ำสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ S₄ สะพานข้ามตลาดน้ำ มีอัตราส่วน C/N เท่ากับ 0.4091 ส่วนวันที่ไม่มีตลาดน้ำมีอัตราส่วนอยู่ในช่วง 0.4145-0.7043 โดยมีค่า C/N สูงสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ S₂ บริเวณปากน้ำคลองเตย มีอัตราส่วน C/N เท่ากับ 0.7043 และมีค่าต่ำสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ S₄ สะพานข้ามตลาดน้ำ มีอัตราส่วน C/N เท่ากับ 0.4145 ดังตารางที่ 4.2 และ รูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 ค่าปริมาณการระบรทุก C/N ในรูปของ TOC/TN บริเวณตลาดน้ำคลองแห

จากรูปที่ 4.8-4.9 แสดงค่าการระบรทุก C/N พบว่า จุดเก็บตัวอย่าง S₁-S₃ มีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของวันที่มีตลาดน้ำต่ำกว่าวันที่ไม่มีตลาดน้ำ เนื่องจากเป็นจุดที่อยู่เหนือตลาดน้ำค่อนข้างที่จะไม่ได้รับผลกระทบจากตลาดน้ำ จุด S₄ เป็นจุดที่มีตลาดน้ำมีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของวันที่มีตลาดน้ำต่ำกว่าวันที่ไม่มีตลาดน้ำ เนื่องจากมีการพัฒนาพื้นที่ มีการสะสมคาร์บอนและไนโตรเจนในปริมาณที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ประกอบกับปริมาณของน้ำในวันที่มีตลาดน้ำมีค่าที่สูงกว่าวันที่ไม่มีตลาดน้ำอีกด้วย ซึ่งอาจจะเป็นไปได้ว่าสารอินทรีย์และธาตุอาหารถูกเจือจางไปมากกว่าวันที่มีปริมาณน้ำน้อยกว่า(วันที่ไม่มีตลาดน้ำ) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในรูป COD/TKN และ TOC/TN จากการสังเกตในจุด S₅ มีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของวันที่มีตลาดน้ำมากกว่าวันที่ไม่มีตลาดน้ำ นั่นคือ น้ำที่ไหลผ่านจุดที่มีตลาดน้ำมายังจุด S₅ ทำให้มีค่าที่เพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากความสกปรกจากตลาดน้ำนั่นเอง เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราส่วน C/N ที่เหมาะสมสำหรับสารอินทรีย์ในน้ำเสียชุมชนยุโรป ซึ่งกำหนดค่าไว้ที่ 4-5 พบว่า อัตราส่วน C/N ของคลองแหวันที่มีตลาดน้ำและไม่มีตลาดน้ำมีค่าที่ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานยกเว้นจุดเก็บตัวอย่างที่ S₅ ในวันที่มีตลาดน้ำและเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราส่วน C/N ในวันที่มีตลาดน้ำกับวันที่ไม่มีตลาดน้ำ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (ดังตารางในภาคผนวก ข)

4.2.8 อัตราการไหลของน้ำ

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงอัตราการไหลของน้ำเฉลี่ย ครั้งที่ 1 (แยกตามเวลา)

อัตราการไหลเฉลี่ย		
เวลา	มี	ไม่มี
08.00	36.37	45.55
10.00	39.54	44.40
12.00	40.58	49.46
14.00	45.04	39.36
16.00	83.78	99.31
18.00	23.34	42.98
20.00	22.30	37.39
22.00	22.07	32.70
00.00	18.87	30.83
02.00	15.77	32.63
04.00	13.73	36.99
06.00	14.21	36.72

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงอัตราการไหลของน้ำเฉลี่ย ครั้งที่ 2 (แยกตามเวลา)

อัตราการไหลเฉลี่ย		
เวลา	มี	ไม่มี
08.00	27.71	54.29
12.00	28.60	45.51
16.00	43.68	75.31
20.00	31.23	57.40
00.00	34.17	46.32
04.00	22.91	31.93
08.00	12.03	32.92

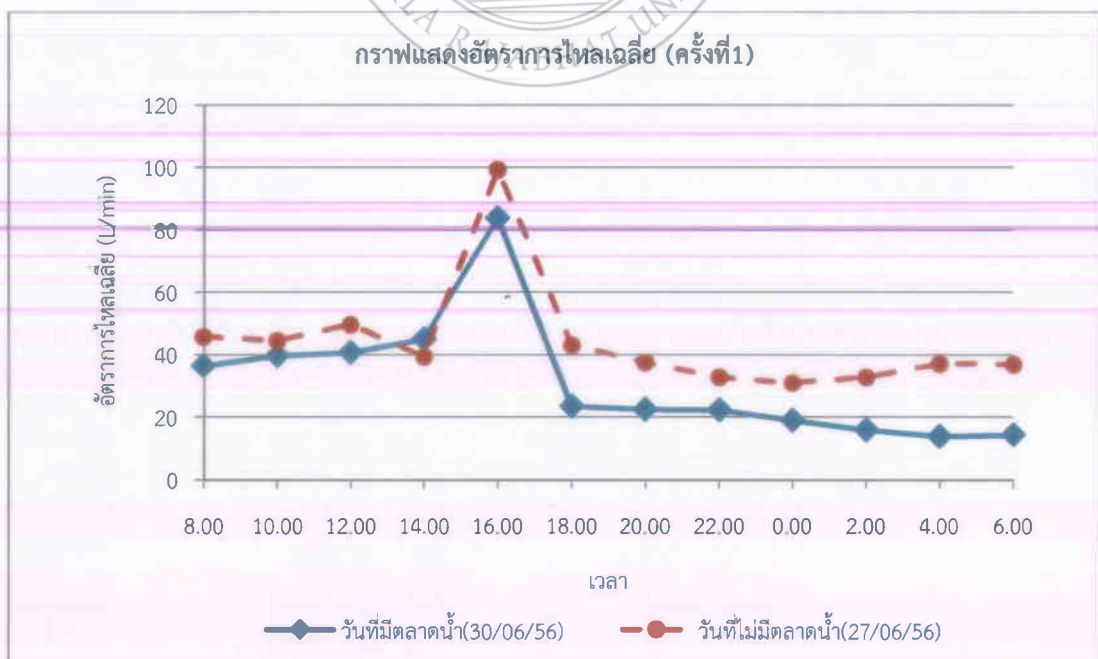
หมายเหตุ : มี หมายถึง วันที่มีตลาดน้ำ (06/04/57)

ไม่มี หมายถึง วันที่ไม่มีตลาดน้ำ (03/04/57)

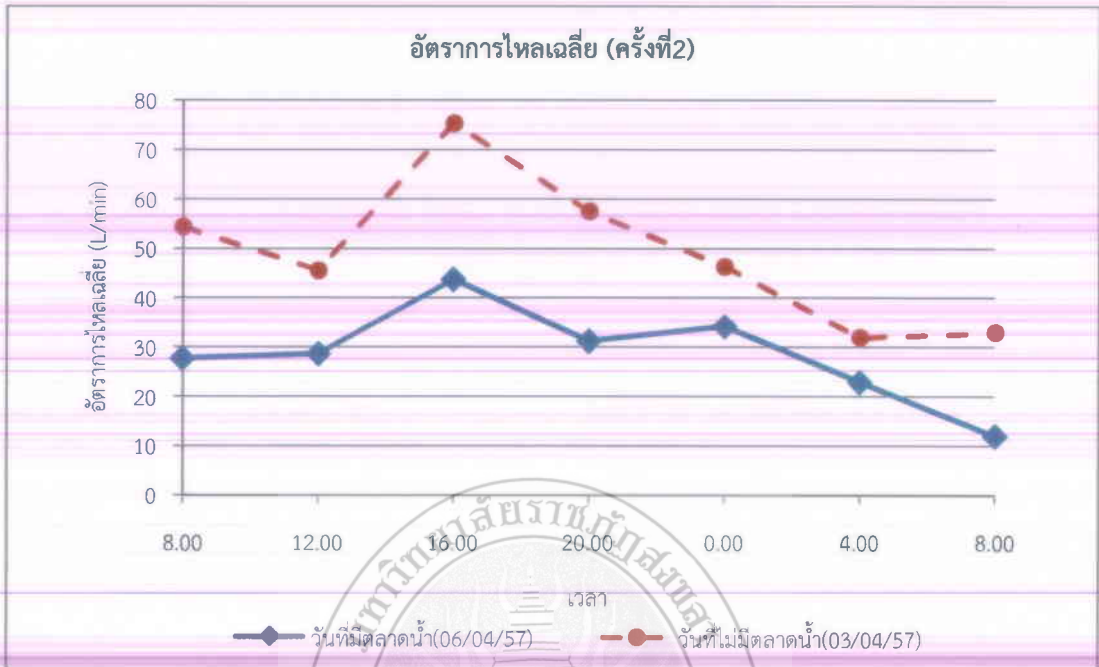
หมายเหตุ : มี หมายถึง วันที่มีตลาดน้ำ (30/06/56)

ไม่มี หมายถึง วันที่ไม่มีตลาดน้ำ (27/06/56)

กราฟแสดงอัตราการไหลเฉลี่ย (ครั้งที่ 1)



รูปที่ 4.10 แสดงอัตราการไหลของน้ำเฉลี่ย (ครั้งที่ 1) แยกตามเวลา



รูปที่ 4.11 แสดงอัตราการไหลของน้ำเฉลี่ย (ครั้งที่ 2) แยกตามเวลา

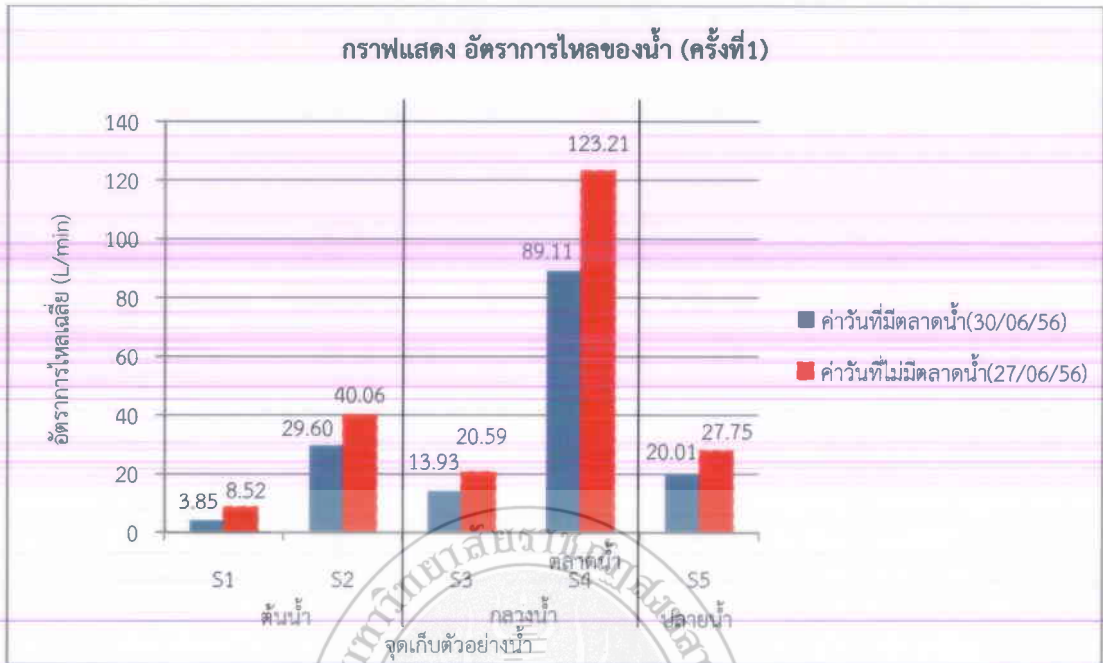
ข้อมูลจากตารางที่ 4.3-4.4 และ รูปที่ 4.10-4.11 แสดงอัตราการไหลของน้ำโดยเฉลี่ยในการลงพื้นที่ครั้งที่ 1 (เดือนมิถุนายน ปี 2556) และครั้งที่ 2 (เดือนเมษายน ปี 2557) อัตราการไหลของน้ำโดยเฉลี่ยในทั้งสองครั้ง พบว่า โดยภาพรวมทั้งวันที่มีตลาดน้ำและไม่มีตลาดน้ำ แม่น้ำคลองแหจะมีอัตราการไหลสูงสุดอยู่ที่เวลา 16.00-20.00 น. นั้นแสดงว่า ในพื้นที่ดังกล่าว มีการใช้น้ำมากในเวลานี้ มีการปล่อยน้ำที่ผ่านการใช้แล้วลงสู่แม่น้ำในปริมาณที่มากกว่าเวลาอื่นๆ ซึ่งอาจจะเป็นไปได้ว่ามีจุดปล่อยมาจากแหล่งชุมชน เพราะเวลาดังกล่าวเป็นเวลาທີ່ประชาชนอาศัยอยู่ที่บ้านมีการใช้น้ำเยอะ เป็นสาเหตุหนึ่งในการเพิ่มปริมาณสารอินทรีย์และไนโตรเจนลงสู่แหล่งน้ำ

ตารางที่ 4.5 ตารางแสดงอัตราการไหลของน้ำเฉลี่ย ครั้งที่ 1 (แยกตามจุดเก็บตัวอย่าง)

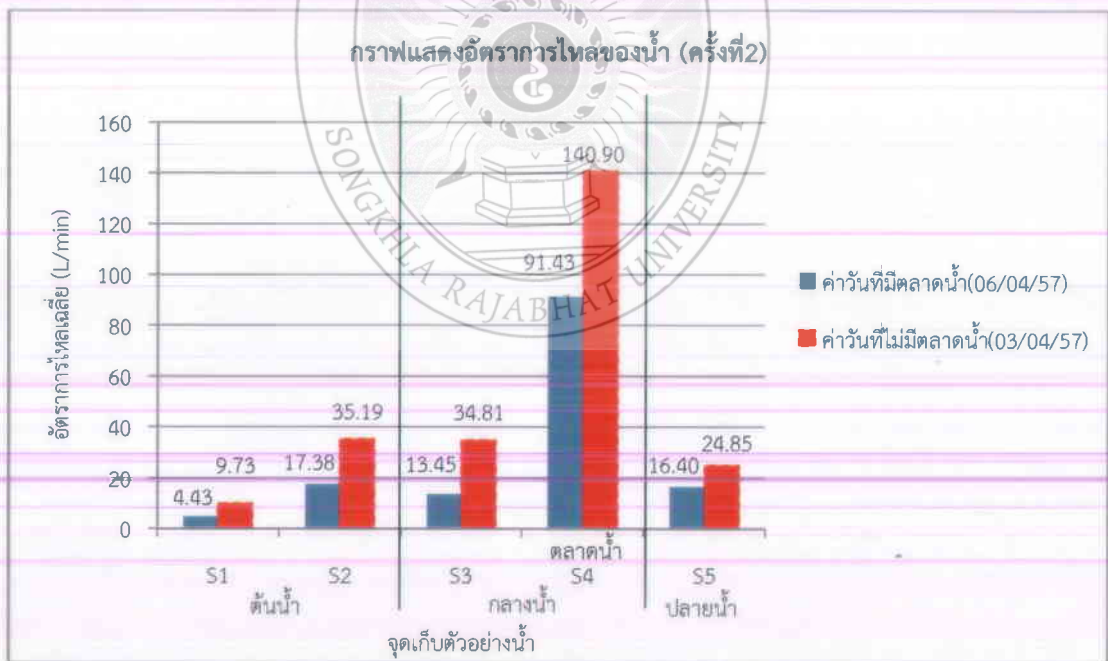
จุดเก็บ	อัตราการไหลเฉลี่ย	
	วันที่มีตลาดน้ำ (30/06/56)	วันที่ไม่มีตลาดน้ำ (27/06/56)
S ₁	3.85	8.52
S ₂	29.60	40.06
S ₃	13.93	20.59
S ₄	89.11	123.21
S ₅	20.01	27.75

ตารางที่ 4.6 ตารางแสดงอัตราการไหลของน้ำเฉลี่ย ครั้งที่ 2 (แยกตามจุดเก็บตัวอย่าง)

จุดเก็บ	อัตราการไหลเฉลี่ย	
	วันที่มีตลาดน้ำ (06/04/57)	วันที่ไม่มีตลาดน้ำ (03/04/57)
S ₁	4.43	9.73
S ₂	17.38	35.19
S ₃	13.45	34.81
S ₄	91.43	140.90
S ₅	16.40	24.85



รูปที่ 4.12 แสดงอัตราการไหลของน้ำเฉลี่ย (ครั้งที่ 1) แยกตามจุดเก็บตัวอย่าง



รูปที่ 4.13 แสดงอัตราการไหลของน้ำเฉลี่ย (ครั้งที่ 2) แยกตามจุดเก็บตัวอย่าง

ข้อมูลจากตารางที่ 4.5-4.6 และ รูปที่ 4.12-4.13 แสดงอัตราการไหลโดยเฉลี่ยของการลงพื้นที่ในครั้งที่ 1 (เดือนมิถุนายน ปี 2556) และครั้งที่ 2 (เดือนเมษายน ปี 2557) อัตราการไหลของน้ำโดยเฉลี่ยในทั้งสองครั้ง พบว่า ในวันที่ไม่มีตลาดน้ำมีอัตราการไหลของน้ำโดยเฉลี่ยมากกว่าวันที่มีตลาดน้ำ และเมื่อสังเกตอัตราการไหลของน้ำทั้ง 5 จุดเก็บตัวอย่าง จะเห็นได้ว่า จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่มี

อัตราการไหลเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ S_4 คือ จุดที่มีการจัดตั้งตลาดน้ำ เนื่องจากบริเวณทางตอนบนของ S_4 มีการดักจับเศษขยะ ผักตบชวาและสิ่งกีดขวางทางน้ำอื่นๆเอาไว้ไม่ให้ไหลไปที่จุด S_4 และบริเวณนี้มีการพัฒนาพื้นที่อยู่เป็นประจำ มีการเก็บเศษขยะ ผักตบชวาและสิ่งกีดขวางทางน้ำออกจากพื้นที่ เพื่อวิสัยทัศน์ที่สวยงามในการเดินชมตลาดน้ำ อาจจะเป็นสาเหตุที่ทำให้จุด S_4 มีอัตราการไหลที่สูงกว่าจุดอื่นๆ ส่งผลให้ค่าของพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ต่ำกว่าจุดเก็บตัวอย่างอื่นๆ อาจจะเป็นผลส่วนหนึ่งมาจากอัตราการไหลของน้ำที่สูงนั่นเอง

หมายเหตุ ตารางและกราฟแสดงอัตราการไหลของน้ำโดยละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก จ



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 ผลการวิจัย

ผลจากการตรวจสอบปริมาณสารอินทรีย์และไนโตรเจนทั้งหมดในแหล่งน้ำ ตลาคน้ำคลองแห อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา พบว่าพารามิเตอร์ COD TOC แอมโมเนีย ไนไตรต์ ไนเตรต และTKN มีค่าที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมด เมื่อเปรียบเทียบกับวันที่มีตลาคน้ำและวันที่ไม่มีตลาคน้ำพบว่า ค่าCOD ค่าแอมโมเนียและค่าTKN ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 และค่าTOC ค่าไนไตรต์และค่าไนเตรต มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 จากการวิเคราะห์พบว่าน้ำที่ไหลผ่านจุด S₄ (ตลาคน้ำ) มีค่าที่สูงขึ้นในจุด S₅ และ S₅ มีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในรูป COD/TKN และ TOC/TN เท่ากับ 5.491 และ 0.5372 (วันที่มีตลาคน้ำ) 4.642 และ 0.5366 (วันที่ไม่มีตลาคน้ำ) เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของวันที่มีตลาคน้ำและวันที่ไม่มีตลาคน้ำพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 อาจจะเป็นไปได้ว่าเมื่อน้ำไหลผ่านจุดที่มีกิจกรรมจากตลาคน้ำ(S₄) มีผลในการเพิ่มปริมาณสารอินทรีย์และไนโตรเจนทั้งหมดลงสู่คลองแห อาจเนื่องจากจุด S₅ คือปลายน้ำ รับน้ำจากทุกจุดเก็บตัวอย่างที่อยู่เหนือตลาคน้ำ รับน้ำโดยตรงจากจุดที่มีกิจกรรมตลาคน้ำและไหลมายังจุด S₅ มีการสะสมของสารอินทรีย์และไนโตรเจนที่ไหลมาจากทุกจุดเก็บ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ S₅ มีค่ามากกว่าจุดเก็บตัวอย่างอื่นนั่นเองและเมื่อเปรียบเทียบกับคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่เหมาะสม พบว่า คลองแห ยังมีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่ต่ำกว่าเกณฑ์ นั้นแสดงว่าคาร์บอนและไนโตรเจนไม่สมดุลกัน มีไนโตรเจนในปริมาณที่สูง ซึ่งเมื่อแหล่งน้ำมีธาตุอาหารจำพวกไนโตรเจนเยอะจะทำให้มีพีชีน้ำ เจริญเติบโตเป็นจำนวนมาก แต่หากแหล่งน้ำมีสารอินทรีย์ที่สูงจะส่งผลทำให้ออกซิเจนในน้ำลดลงอย่างรวดเร็ว เกิดความสกปรกน้ำเน่าเสีย เป็นสาเหตุที่ทำให้สิ่งมีชีวิตในน้ำตายลงและเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันได้ในที่สุด ควรมีจัดการในส่วนของการลดปริมาณสารอินทรีย์และไนโตรเจนก่อนที่จะปล่อยไปยังคลองอยู่ตะเภาและปล่อยออกสู่ทะเลสาบสงขลาต่อไป

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรมีการศึกษาในช่วงฤดูฝนและทำการเก็บตัวอย่างให้ได้มากกว่านี้ เพื่อใช้เปรียบเทียบคุณภาพของน้ำและผลกระทบจากตลาคน้ำให้ชัดเจนได้มากกว่านี้

5.2.2 ควรมีการศึกษาปริมาณฟอสฟอรัสด้วย เนื่องจากเป็นสาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันในแหล่งน้ำ

5.2.3 ควรมีการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำบริเวณตลาคน้ำคลองแหเป็นประจำ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการป้องกัน แก้ไขและปรับปรุงคุณภาพน้ำต่อไป

บรรณานุกรม

- กรรณิการ์ สิริสิงห. 2525. **เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์**. ภาควิชาสุขุภาพิบาลวิศวกรรม คณะสาธารณสุขศาสตร์ ม.มหิดล
- กรรณิการ์ สิริสิงห. 2549. **เคมีของน้ำโสโครกและการตรวจวิเคราะห์**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: บริษัทประยูรวงศ์จำกัด
- โกมล สีวะบวรและคณะ. 2543. **การประปาเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล
- ขนิษฐา เกิดเป้า. 2554. **ยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication)**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : www.thaieditorial.com/ยูโทรฟิเคชัน-eutrophication/ (วันที่ค้นข้อมูล : 27 มีนาคม 2556).
- ดลรอนาด บางสันและทวีศักดิ์ ทองฉัตร. 2552. **การวิเคราะห์คุณภาพน้ำและการประเมินการปะปีโอติคคองนาทึบ ตำบลนาทึบ อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา**, รายงานวิจัยวิทยาศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.
- ทึมนักวิจัยด้านการจัดการน้ำ. 2554. **การพัฒนาแนวทางการจัดการน้ำเสียแบบชุมชนมีส่วนร่วมของตลาดน้ำวัดลำพญา อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.ertc.deqp.go.th/ertc/images/stories/user/pr/maewmiew/190925542.pdf> (วันที่ค้นข้อมูล : 7 กรกฎาคม 2557).
- นาคยา จึ้งเจริญธรรม. 2540. **การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำคลองเตยและคลองอู่ตะเภาในอำเภอลาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เพื่อจัดสร้างฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับการจัดการสิ่งแวดล้อม**. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.).
- นิคม ละอองศิริวงศ์. ม.ป.ป. **ยูโทรฟิเคชันสิ่งบ่งชี้ความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำ**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: www.nicaonline.com/download/An%20indication.doc (วันที่ค้นข้อมูล : 27 มีนาคม 2556).
- นิพนธ์ ตังคณานุกรักษ์. 2550. **หลังการการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี**. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ปราณี วิเศษ. 2551. **ปริมาณสารอินทรีย์ปนเปื้อนในภาชนะพลาสติกบรรจุอาหาร**, วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์ สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- พัฒนา มูลพฤษช์. 2545. **การป้องกันและควบคุมมลพิษ**. กรุงเทพฯ: บริษัทชิกม่าดีไซด์กราฟฟิกรรฟิกรรจำกัด
- พีระพิทย์ พิษมงคล และคณะ. 2542. **การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำคลองเตยและคลองอู่ตะเภาในอำเภอลาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เพื่อจัดสร้างฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์**, การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 37. กรุงเทพฯ

- ภรณ์ จันทะมา และคณะ. 2553. ผลกระทบจากกิจกรรมของตลาดน้ำต่อคุณภาพน้ำในคลองอัมพวาบริเวณตลาดน้ำอัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม, วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://research.psu.ac.th/~rdi/research_journal/journal/ journalRdiSP_1-3.pdf (วันที่ค้นข้อมูล : 7 กรกฎาคม 2557).
- มันสิน ตัณฑุลเวศม์. 2542. เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม เล่ม 1. ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มันสิน ตัณฑุลเวศม์และมันรัช ตัณฑุลเวศม์. 2547. เคมีสิ่งแวดล้อมน้ำและน้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มันสิน ตัณฑุลเวศม์และมันรัช ตัณฑุลเวศม์. 2551. คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และคณะ. 2542. คุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำปากพั้งและสาขาก่อนการสร้างประตูระบายน้ำกั้นแม่น้ำปากพั้ง จังหวัดนครศรีธรรมราช, เอกสารวิชาการสถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง
- รจนา อินทรธีราช. 2550. BOD Loading และความสามารถรองรับน้ำเสียของแหล่งน้ำ, กลุ่มงานเฝ้าระวังและควบคุมคุณภาพสิ่งแวดล้อม
- ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม. 2556. คำนิยาม ดัชนีคุณภาพน้ำ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.softwarethai.co.th/waterreusecenter/index.php?option=com_content&view=article&id=99%3A2013-06-17-06-18-44&catid=14%3Agis&Itemid=21 (วันที่ค้นข้อมูล : 6 กรกฎาคม 2557).
- สอแหละ บางสันและอิมรอน หรนศิลา. 2552. ผลกระทบของตลาดน้ำของคุณภาพน้ำคลองแหอำเภอลาดใหญ่ จังหวัดสงขลา, รายงานวิจัยวิทยาศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.
- สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดสงขลา. 2543. กิจกรรมติดตามและตรวจสอบผลของสิ่งแวดล้อมต่อการประมงและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจากการสร้างเขื่อนกั้นแม่น้ำปากพั้งจังหวัดนครศรีธรรมราช. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.nicaonline.com /0003.htm> (วันที่ค้นข้อมูล : 7 กรกฎาคม 2557).
- สาลินี ทิพย์เพ็ง. 2554. การส่งเสริมการท่องเที่ยวตลาดน้ำ กรณีศึกษา ตลาดน้ำคลองแห อำเภอลาดใหญ่ จังหวัดสงขลา, วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาการจัดการโรงแรมและการท่องเที่ยว มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สิทธิชัย ดันณะสฤงค์. 2549. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพน้ำ. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ:ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- สุภกิจ จิวเจริญ และคณะ. 2554. จากการศึกษาความผันแปรของสารอินทรีย์ละลายน้ำและคุณสมบัติฟลูออเรสเซนซ์ของสารอินทรีย์ละลายน้ำในแม่น้ำท่าจีน, การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมนครสวรรค์ ครั้งที่ 8. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.agi.nu.ac.th/nred/Document/เรื่องเต็มการประชุมวิชาการ%20สิ่งแวดล้อมนครสวรรค์%20ครั้งที่%208.pdf> (วันที่ค้นข้อมูล : 7 กรกฎาคม 2557).
- สุทธิชัย ฤทธิธรรม. 2555. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการประมงมหาชัย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.fisheries.go.th/cfsamutsa/index.php?option=com_content&view=article&id=56&Itemid=61 (วันที่ค้นข้อมูล : 6 กรกฎาคม 2557).
- สุทธิรัตน์ พฤษขันธ์. 2549. การศึกษาการกำจัดไนเตรทจากน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมโดยกระบวนการแอนอ็อกซิไดเซชัน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://research.rdi.ku.ac.th/world/cache/c8/SutthirutPRUAll.pdf> (วันที่ค้นข้อมูล : 6 กรกฎาคม 2557).
- สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 3. 2553. รายงานสรุปผลคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินครั้งที่ 4 ประจำปี 2553. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : www.reo3.go.th/newversion//images/stories/report/...4_53/044.doc (วันที่ค้นข้อมูล : 25 มีนาคม 2556).
- สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5. 2556. รายงานการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำแม่น้ำท่าจีนคลองสาขาและแม่น้ำคาบเกี่ยว. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.reo05monre.com/pdf/wq56_report.pdf (วันที่ค้นข้อมูล : 6 กรกฎาคม 2557).
- ส่วนน้ำเสียอุตสาหกรรม สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ. ม.ป.ป. สถานการณ์คุณภาพน้ำทะเลสาบสงขลา. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.tei.or.th/songkhllake/database/quality_water/quality.html (วันที่ค้นข้อมูล : 7 กรกฎาคม 2557).
- อภิชาติ สุขสว่าง. 2544. พลวัตประชากรสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่ตรงไนโตรเจนได้ในระบบนิเวศที่ต่างกัน, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ สาขาวิชาปฐพีศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อัศดร คำเมือง. 2553. แนวทางพัฒนาชุดตรวจสอบยูโทรฟิเคชันในแหล่งน้ำจืดอย่างง่าย กรณีศึกษา จังหวัดปทุมธานี และจังหวัดนครนายก, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- koi mio. 2553. การสะสมของไนโตรเจน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://koi-mio.blogspot.com/2010/03/blog-post_20.html (วันที่ค้นข้อมูล : 6 กรกฎาคม 2557).



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
คำมาตรฐานคุณภาพน้ำ

จากประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 111 ตอนที่ 16 ง ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537

ตารางที่ ก-1 ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ดัชนีคุณภาพน้ำ ^{1/}	หน่วย	ค่าทางสถิติ	เกณฑ์กำหนดสูงสุด ^{2/}				
			ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์	ประเภท1	ประเภท2	ประเภท3	ประเภท4
1.สี กลิ่นและรส (Colour, Odour and Taste)	-	-	๓	๓'	๓'	๓'	-
2.อุณหภูมิ (Temperature)	°ซ	-	๓	๓'	๓'	๓'	-
3.ความเป็นกรด ด่าง (pH)	-	-	๓	5-9	5-9	5-9	-
4.ออกซิเจนละลาย (DO) ^{2/}	มก./ล.	P20	๓	6.0	4.0	2.0	-
5.บีโอดี (BOD)	มก./ล.	P80	๓	1.5	2.0	4.0	-
6.แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria)	เอ็ม.พี. เอ็น/100 มล.	P80	๓	5,000	20,000	-	-
7.แบคทีเรียกลุ่มฟิคอลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform Bateria)	เอ็ม.พี. เอ็น/100 มล.	P80	๓	1,000	4,000	-	-
8.ไนเตรต (NO3) ในหน่วยไนโตรเจน	มก./ล.	-	๓	5.0			-
9.แอมโมเนีย (NH3) ในหน่วยไนโตรเจน	มก./ล.	-	๓	0.5			-
10.ฟีนอล (Phenols)	มก./ล.	-	๓	0.005			-
11.ทองแดง (Cu)	มก./ล.	-	๓	0.1			-
12.นิกเกิล (Ni)	มก./ล.	-	๓	0.1			-
13.แมงกานีส (Mn)	มก./ล.	-	๓	1.0			-
14.สังกะสี (Zn)	มก./ล.	-	๓	1.0			-
15.แคดเมียม (Cd)	มก./ล.	-	๓	0.005* 0.05**			-

ตารางที่ ก-1 ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (ต่อ)

ดัชนีคุณภาพน้ำ ^{1/}	หน่วย	ค่าทางสถิติ	เกณฑ์กำหนดสูงสุด ^{2/}				
			ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์				
			ประเภท1	ประเภท2	ประเภท3	ประเภท4	ประเภท5
16.โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ (Cr Hexavalent)	มก./ล.	-	๓		0.05		-
17.ตะกั่ว (Pb)	มก./ล.	-	๓		0.05		-
18.ปรอททั้งหมด (Total Hg)	มก./ล.	-	๓		0.002		-
19.สารหนู (As)	มก./ล.	-	๓		0.01		-
20.ไซยาไนด์ (Cyanide)	มก./ล.	-	๓		0.005		-
21.กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity)	เบคเคอเรล/ล.	-	๓		0.1		-
-ค่ารังสีแอลฟา(Alpha)					1.0		
-ค่ารังสีเบตา(Beta)							
22.สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดที่มีคลอรีนทั้งหมด (Total Organochlorine Pesticides)	มก./ล.	-	๓		0.05		-
23.ดีดีที (DDT)	ไมโครกรัม/ล.	-	๓		1.0		-
24.บีเอชซีชนิดแอลฟา (Alpha-BHC)	ไมโครกรัม/ล.	-	๓		0.02		-
25.ดีลดริน (Dieldrin)	ไมโครกรัม/ล.	-	๓		0.1		-
26.อัลดริน (Aldrin)	ไมโครกรัม/ล.	-	๓		0.1		-
27.เฮปตาคลอร์และเฮปตาคลออีพอกไซด์(Heptachor & Heptachlorepoxide)	ไมโครกรัม/ล.	-	๓		0.2		-
28.เอนดริน (Endrin)	ไมโครกรัม/ล.	-	๓		ไม่สามารถตรวจพบได้ตามวิธีการตรวจสอบที่กำหนด		-

ตารางที่ ก-1 ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (ต่อ)

- หมายเหตุ :
- 1/ กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า
 - 2/ ค่า DO เป็นเกณฑ์มาตรฐานต่ำสุด
 - ธ เป็นไปตามธรรมชาติ
 - ธ' อุณหภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติเกิน 3 องศาเซลเซียส
 - * น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ CaCO_3 ไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร
 - ** น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ CaCO_3 เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร
 - °ซ องศาเซลเซียส
- P 20 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง
- P 80 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง
- มก./ล. มิลลิกรัมต่อลิตร
- MPN เอ็ม.พี.เอ็น หรือ Most Probable Number
- วิธีการตรวจสอบเป็นไปตามวิธีการมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย Standard Methods for Examination of Water and Wastewater ซึ่ง APHA : American Public Health Association ,AWWA : American Water Works Association และ WPCF : Water Pollution Control Federation ของสหรัฐอเมริกา ร่วมกันกำหนด

มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

จาก ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ.2539) เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ลงวันที่ 3 มกราคม 2539 ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 113 ตอนที่ 13ง ลงวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2539

ตารางที่ ก-2 ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน
1. ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH)	5.5-9.0
2. ค่าทีดีเอส (TDS หรือ Total Dissolved Solids)	- ไม่เกิน 3,000 มก./ล. หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 5,000 มก./ล. - น้ำทิ้งที่จะระบายลงแหล่งน้ำกร่อยที่มีค่าความเค็ม (Salinity) เกิน 2,000 มก./ล. หรือลงสู่ทะเลค่าทีดีเอสในน้ำทิ้งจะมีค่ามากกว่าค่าทีดีเอส ที่มีอยู่ในแหล่งน้ำกร่อยหรือน้ำทะเลได้ไม่เกิน 5,000 มก./ล.
3. สารแขวนลอย (Suspended Solids)	ไม่เกิน 50 มก./ล. หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้งหรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมหรือประเภทของระบบบำบัดน้ำเสียตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 150 มก./ล
4. อุณหภูมิ (Temperature)	ไม่เกิน 40°C
5. สีหรือกลิ่น	ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ
6. ซัลไฟด์ (Sulfide as H ₂ S)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.
7. ไซยาไนด์ (Cyanide as HCN)	ไม่เกิน 0.2 มก./ล.
8. น้ำมันและไขมัน (Fat, Oil and Grease)	ไม่เกิน 5.0 มก./ล. หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือ ประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 15 มก./ล.
9. ฟอรัมาลดีไฮด์ (Formaldehyde)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.
10. สารประกอบฟีนอล (Phenols)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.
11. คลอรีนอิสระ (Free Chlorine)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.
12. สารที่ใช้ป้องกันหรือกำจัดศัตรูพืชหรือสัตว์ (Pesticide)	ต้องตรวจไม่พบตามวิธีตรวจสอบที่กำหนด
13. ค่าบีโอดี (5วันที่อุณหภูมิ20°C) (Biochemical Oxygen Demand : BOD)	ไม่เกิน 20 มก./ล. หรือแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควร แต่ไม่เกิน 60 มก./ล.

ตารางที่ ก-2 ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม (ต่อ)

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน
14. ค่าทีเคเอ็น (TKN หรือ Total Kjeldahl Nitrogen)	ไม่เกิน 100 มก./ล. หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษ เห็นสมควร แต่ไม่เกิน 200 มก./ล.
15. ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand : COD)	ไม่เกิน 120 มก./ล. หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษ เห็นสมควร แต่ไม่เกิน 400 มก./ล.
16. โลหะหนัก (Heavy Metal)	
1. สังกะสี (Zn)	ไม่เกิน 5.0 มก./ล.
2. โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ (Hexavalent Chromium)	ไม่เกิน 0.25 มก./ล.
3. โครเมียมชนิดไตรวาเลนต์ (Trivalent Chromium)	ไม่เกิน 0.75 มก./ล.
4. ทองแดง (Cu)	ไม่เกิน 2.0 มก./ล.
5. แคดเมียม (Cd)	ไม่เกิน 0.03 มก./ล.
6. แบเรียม (Ba)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.
7. ตะกั่ว (Pb)	ไม่เกิน 0.2 มก./ล.
8. นิกเกิล (Ni)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.
9. แมงกานีส (Mn)	ไม่เกิน 5.0 มก./ล.
10. อาร์เซนิก (As)	ไม่เกิน 0.25 มก./ล.
11. เซเลเนียม (Se)	ไม่เกิน 0.02 มก./ล.
12.ปรอท (Hg)	ไม่เกิน 0.005 มก./ล.



ภาคผนวก ข
จุดเก็บตัวอย่างน้ำ

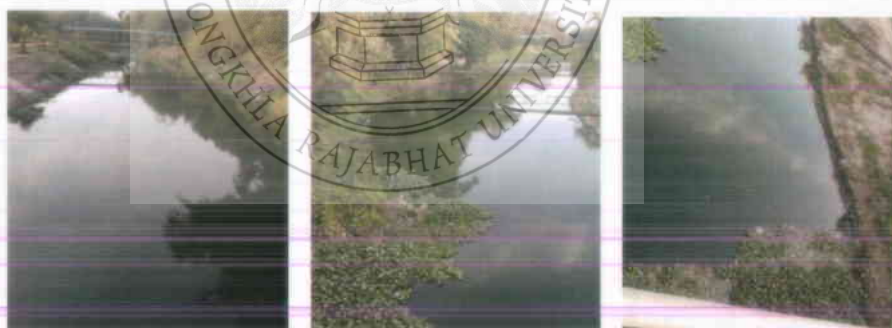


(ปี 2556)



(ปี 2557)

รูปที่ ช-1 จุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 1



(ปี 2556)



(ปี 2557)

รูปที่ ช-2 จุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 2



(ปี 2556)



(ปี 2557)

รูปที่ ข-3 จุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 3



(ปี 2556)



(ปี 2557)

รูปที่ ข-4 จุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 4

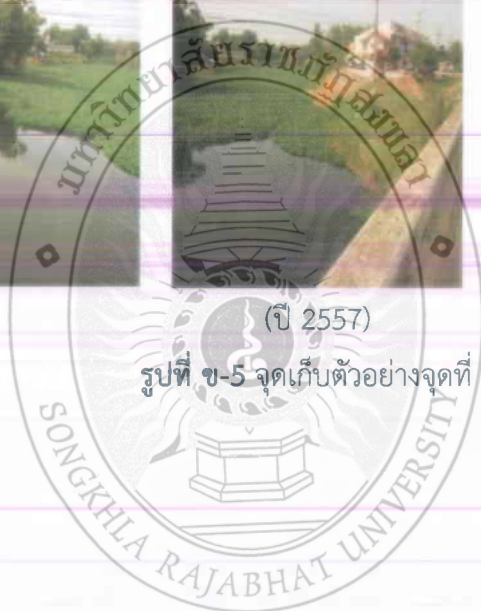


(ปี 2556)



(ปี 2557)

รูปที่ ข-5 จุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 5





ภาคผนวก ค
เครื่องมือและอุปกรณ์



รูปที่ ค-1 เครื่องชั่งละเอียด



รูปที่ ค-2 ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ



รูปที่ ค-3 เครื่องคลื่นไนโตรเจน



รูปที่ ค-4 เครื่องวัดจีพีเอส (GPS meter)



รูปที่ ค-5 เครื่องเก็บตัวอย่างน้ำ (Water Sampler)



รูปที่ ค-6 คอลลิมันแคดเมียม



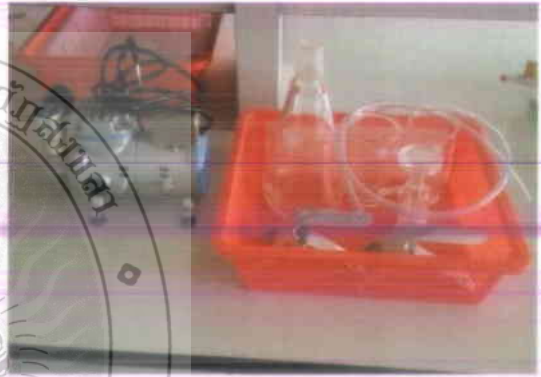
รูปที่ ค-7 ตู้อบ Oven



รูปที่ ค-8 เครื่อง Spectrophotometer



รูปที่ ค-9 เครื่องวัดพีเอช (pH meter)



รูปที่ ค-10 ชุดการกรอง



รูปที่ ค-11 เครื่องย่อย TKN



ภาคผนวก ง

การเก็บน้ำแบบคอมโพสิต

ตารางที่ ง-1 แสดงรูปแบบตารางการคำนวณปริมาตรตัวอย่างแบบคอมโพสิต

เวลา	อัตราการไหล (l/min)	ปริมาตรตัวอย่างน้ำแบบคอมโพสิต (ml)	
		ปริมาตรที่เก็บต่อครั้ง	ปริมาตรที่ต้องการในแต่ละครั้ง
08.00	$Q_1 = AV$		$(Q_1 \times 5000) / Q_{total}$
12.00	$Q_2 =$		
16.00	$Q_3 =$		
20.00	$Q_4 =$		
00.00	$Q_5 =$		
04.00	$Q_6 =$		
08.00	$Q_7 =$		
รวม	$Q_{total} = ?$		5000

การคำนวณการวัดอัตราการไหล โดยใช้สูตร $Q=AV$

- เมื่อ Q คือ ปริมาณการไหลของน้ำ
 A คือ พื้นที่หน้าตัดของลำน้ำที่ตั้งฉากกับทิศทางของความเร็วกระแสน้ำโดยเฉลี่ย
 V คือ ความเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำ



ภาคผนวก จ
วิธีการวิเคราะห์

1. พารามิเตอร์ COD

วิธีการวิเคราะห์

1) ปิเปตน้ำตัวอย่างใส่ในหลอดทดลองทั้ง 2 หลอด หลอดละ 10 ml แล้วปิเปตสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) หลอดละ 6 ml

2) ปิเปตสารละลาย $H_2SO_4 + Ag_2SO_3$ ใส่หลอดทดลอง หลอดละ 14 ml ปิดฝาเขย่าให้เข้ากัน วางหลอดลงใน Block Digester หรือ ตู้อบ ที่อุณหภูมิ $150^\circ C$ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาแล้วทิ้งไว้ให้เย็นแล้วเทใส่ในขวดรูปชมพู่ ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างสารละลายในหลอดให้หมด

3) หยดอินดิเคเตอร์เฟอโรอิน 2-3 หยด เขย่าและไตเตรตกับสารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต (FAS) สารละลายจะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินอมเขียวเป็นสีน้ำตาลแดงอิฐเมื่อถึงจุดยุติ แล้วบันทึกปริมาณที่ใช้ไป

$$\text{การคำนวณ COD (mg/l)} = \frac{(a - b) \times N \times 8000}{\text{ml sample}}$$

เมื่อ a = ml ของ $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ ที่ใช้ไทเทรต Blank

b = ml ของ $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ ที่ใช้ไทเทรต น้ำตัวอย่าง

N = Normality ของ $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ ที่ใช้

2. พารามิเตอร์ TOC

วิธีการวิเคราะห์

เก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านการทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน ด้วยการปั่นในขวดแก้วสีขาที่เตรียมไว้ สำหรับเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ค่า TOC โดยเฉพาะทำให้เป็นกรดด้วยการเติมสารละลาย (1+1) HCl จนมี pH < 2 เก็บไว้ในที่ที่ถูกแสงน้อยที่สุด รักษาอุณหภูมิเป็น $< 4^\circ C$ ทำการวิเคราะห์ภายใน 7 วัน ก่อนนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง TOC analyzer

3. พารามิเตอร์ แอมโมเนีย

วิธีการวิเคราะห์

1) นำตัวอย่างน้ำไปกรองด้วยชุดการกรองโดยใส่ตัวอย่างน้ำปริมาตร 300 ml กรองเสร็จใส่ในบีกเกอร์ ขนาด 500 ml

2) ตวงน้ำตัวอย่าง 25 ml ใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 125 ml

3) ปิเปตสารละลายฟินอล 1 ml เขย่าให้เข้ากัน รวมทั้งปิเปตสารละลายโซเดียมไนโตรพรัสไซด์ 1 ml และ Oxidizing solution 2.5 ml เขย่าให้เข้ากัน

4) ปิดตัวอย่างโดยใช้ PARAFILM แล้วตั้งทิ้งไว้ให้เกิดสีที่อุณหภูมิห้อง ในที่มีดประมาณ 1 ชั่วโมง นำมาวัดค่า absorbance ที่ความยาวคลื่น 640nm ด้วยเครื่อง Spectrophotometer

การเตรียมกราฟมาตรฐาน

การทำกราฟมาตรฐานทำโดยปิเปตสารละลายมาตรฐานแอมโมเนีย ความเข้มข้น 100 mg/L (100 ppm) และปิเปตสารละลายลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 ml ดังนี้ 0, 0.01, 0.05, 0.10, 0.50, 1.00 และ 2.00 ml เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 ml จะได้อนุกรมของสารละลายมาตรฐาน ซึ่งมีความเข้มข้นของแอมโมเนีย 0 0.01 0.05 0.10 0.50 1.00 และ 2.00 mgN/L ตามลำดับ ให้ทำทุกอย่างเหมือนตัวอย่าง นำไปวัด absorbance ที่ความยาวคลื่น 640 nm นำค่าที่ได้ไปพล็อตบนกราฟแล้วคำนวณความเข้มข้นของตัวอย่างโดยตรงจากกราฟมาตรฐาน

4. พารามิเตอร์ ไนไตรต์

วิธีการวิเคราะห์

- 1) ตวงน้ำตัวอย่าง 50 ml ที่กรองด้วยกระดาษกรอง 0.45 μ m membrane filter และปรับ pH 5-9 ด้วย 1 N HCL หรือ NH_4OH
- 2) ปิเปต Color reagent 2 ml เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที
- 3) นำไปวัดค่า absorbance ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ 543 nm

การเตรียมกราฟมาตรฐาน

ดูดสารละลายไนไตรต์มาตรฐาน 0 1.0 2.0 3.0 4.0 ml ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 50 ml ตามลำดับ เติมน้ำกลั่นจนเป็น 50 ml ให้ทำทุกอย่างเหมือนตัวอย่าง นำไปวัด absorbance ที่ความยาวคลื่น 543 nm นำค่าที่ได้ไปพล็อตบนกราฟแล้วคำนวณความเข้มข้นของตัวอย่างโดยตรงจากกราฟมาตรฐาน

5. พารามิเตอร์ ไนเตรต

วิธีการวิเคราะห์

- 1) ตวงน้ำตัวอย่างที่กรองแล้ว 25 ml ใส่ในขวดรูปชมพู่
- 2) ตวง $\text{NH}_4\text{CL-EDTA}$ 75 ml กวนให้ทั่วกัน แล้วเทใส่ในคอลัมน์แคดเมียม ปล่อยให้ตัวอย่างน้ำไหลผ่านในอัตรา 7-10 ml/นาที ทิ้งน้ำ 25 ml แรกที่กรองได้ แล้วเก็บที่เหลือ 50 ml ไว้
- 3) น้ำจาก 50 ml ที่ได้ มาเติม Sulfanilamide 2 ml ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 2-8 นาที เติมน้ำ NED dihydrochloride 2 ml ผสมให้เข้ากัน นำไปวัดค่า absorbance ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ 543 nm

การเตรียมกราฟมาตรฐาน

ดูดสารละลายไนเตรตมาตรฐาน 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.6, 0.8 และ 1.0 mg/L จำนวน 25 ml ให้ทำทุกอย่างเหมือนตัวอย่าง นำไปวัด absorbance ที่ความยาวคลื่น 543 nm นำค่าที่ได้ไปพล็อตบนกราฟแล้วคำนวณความเข้มข้นของตัวอย่างโดยตรงจากกราฟมาตรฐาน

6. พารามิเตอร์ TKN

วิธีการวิเคราะห์

- 1) ตวงตัวอย่างน้ำปริมาตร 100ml ใส่ลงใน Kjeldahl flask แล้วเติมลูกแก้วหรือเศษกระเบื้องไป 3-4 ชิ้น
- 2) เติมน้ำย่อยสลาย (Digestion Reagent) ลงไป 50 ml แล้วนำไปเข้าเครื่องย่อยที่อุณหภูมิ 200 °C เวลา 30 นาที
- 3) เพิ่มอุณหภูมิเป็น 380°C จากนั้นย่อยจนกว่าสารละลายที่ได้เป็นสีฟ้าใส และย่อยต่ออีก 20 นาที ปิดเครื่องและทำให้ตัวอย่างเย็นและเติมน้ำลงไป 25 ml
- 4) เติมน้ำ (NaOH-Na₂S₂O₃) ลงไป 50 ml แล้วนำไปทำการกลั่น
- 5) ทำการเก็บ Distillate 250 ml ด้วย Indicator boric acid solution 50 ml
- 6) ไตเตรทสารละลายที่ได้ด้วย H₂SO₄ 0.02 N จนกระทั่งอินดิเคเตอร์เปลี่ยนสีเป็นม่วงอ่อนแล้วจดปริมาตรที่ใช้
- 7) ทำการวิเคราะห์ Blank โดยใช้ น้ำกลั่นแทนน้ำตัวอย่างและใช้วิธีการเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ตัวอย่าง

$$\text{การคำนวณ TKN (mg/l)} = \frac{(A-B) \times 280}{\text{ml of sample}}$$

เมื่อ A = ปริมาณ H₂SO₄ 0.02 N ที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่างน้ำ (ml)

B = ปริมาณ H₂SO₄ 0.02 N ที่ใช้ไตเตรทกับ Blank (ml)

7. อัตราส่วน C/N

อัตราส่วน C/N ในรูป COD/TKN คือ ค่า COD / ค่า TKN

อัตราส่วน C/N ในรูป TOC/TN คือ ค่า TOC / ค่า TN (TKN+Nitrite+Nitrate)



ภาคผนวก ฉ
อัตราการไหลของน้ำ

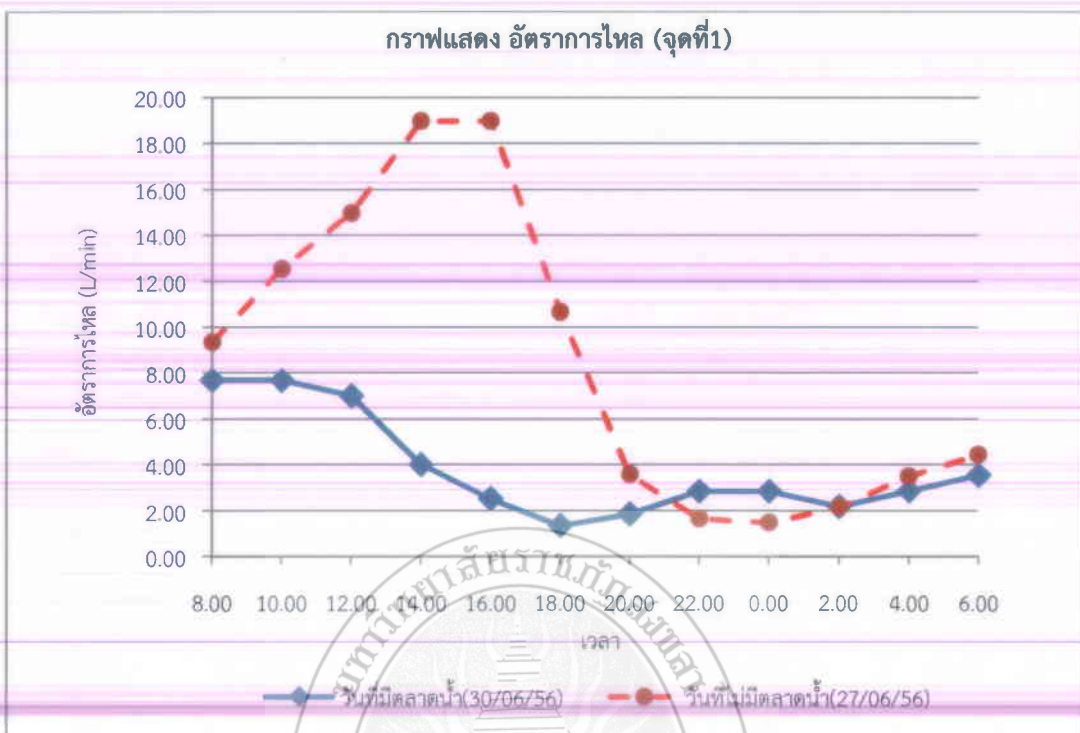
อัตราการไหลของน้ำในแต่ละจุด

ตารางที่ ฉ-1 ตารางแสดงอัตราการไหลของน้ำ ในวันที่ 27/06/56 และ 30/06/56

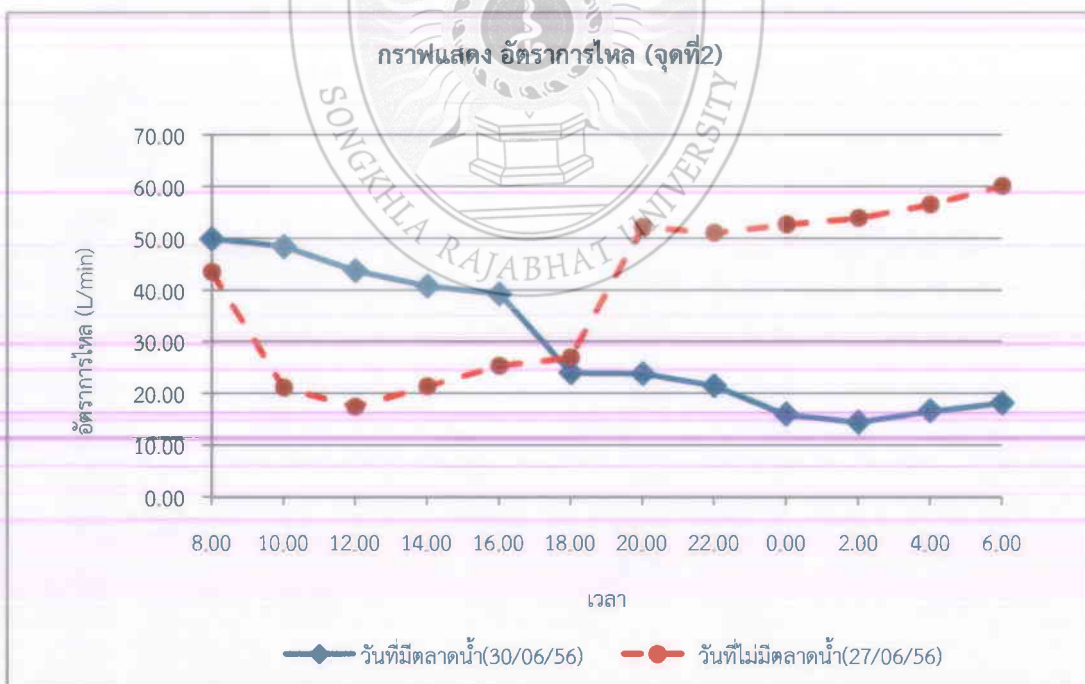
เวลา	อัตราการไหลของน้ำ (L/min)									
	S ₁		S ₂		S ₃		S ₄		S ₅	
	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี
08.00	7.67	9.35	49.80	43.45	11.84	12.70	101.69	138.28	10.85	23.98
10.00	7.67	12.53	48.34	20.95	14.84	15.38	103.85	144.15	23.01	28.98
12.00	7.00	14.97	43.68	17.28	18.34	19.23	109.02	161.82	24.84	33.98
14.00	4.00	18.98	40.67	21.22	15.84	16.95	134.19	101.10	30.50	38.55
16.00	2.50	18.98	39.17	25.23	29.67	28.40	309.73	376.82	37.84	47.12
18.00	1.33	10.65	23.83	26.80	9.34	9.75	67.18	140.93	15.00	26.77
20.00	1.83	3.58	23.67	52.02	11.67	21.83	61.01	86.85	13.34	22.67
22.00	2.83	1.65	21.34	50.90	16.34	29.82	49.01	62.75	20.84	18.40
00.00	2.83	1.47	15.84	52.63	8.00	25.68	43.84	58.43	23.84	15.95
02.00	2.17	2.13	14.34	53.83	5.33	17.30	38.34	67.83	18.67	22.05
04.00	2.83	3.48	16.50	56.45	8.00	22.83	28.34	77.15	13.00	25.05
06.00	3.53	4.45	18.00	60.00	18.00	27.17	23.17	62.42	8.34	29.55
เฉลี่ย	3.85	8.52	29.60	40.06	13.93	20.59	89.11	123.21	20.01	27.75

หมายเหตุ : มี หมายถึง วันที่มีตลาดน้ำ (30/06/56)

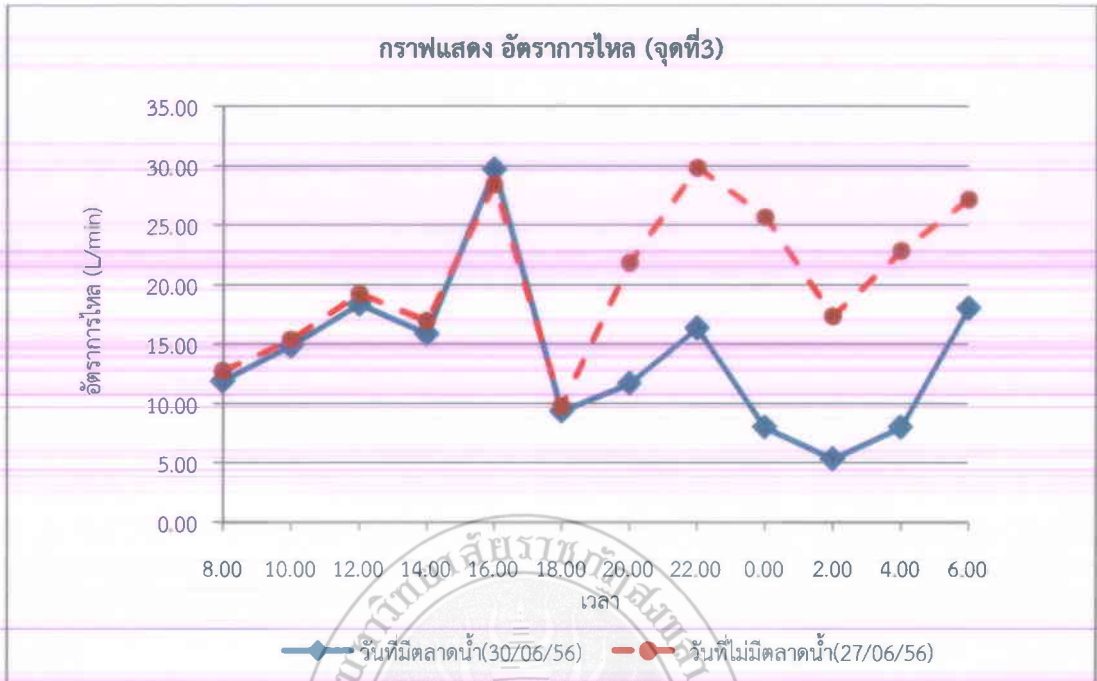
ไม่มี หมายถึง วันที่ไม่มีตลาดน้ำ (27/06/56)



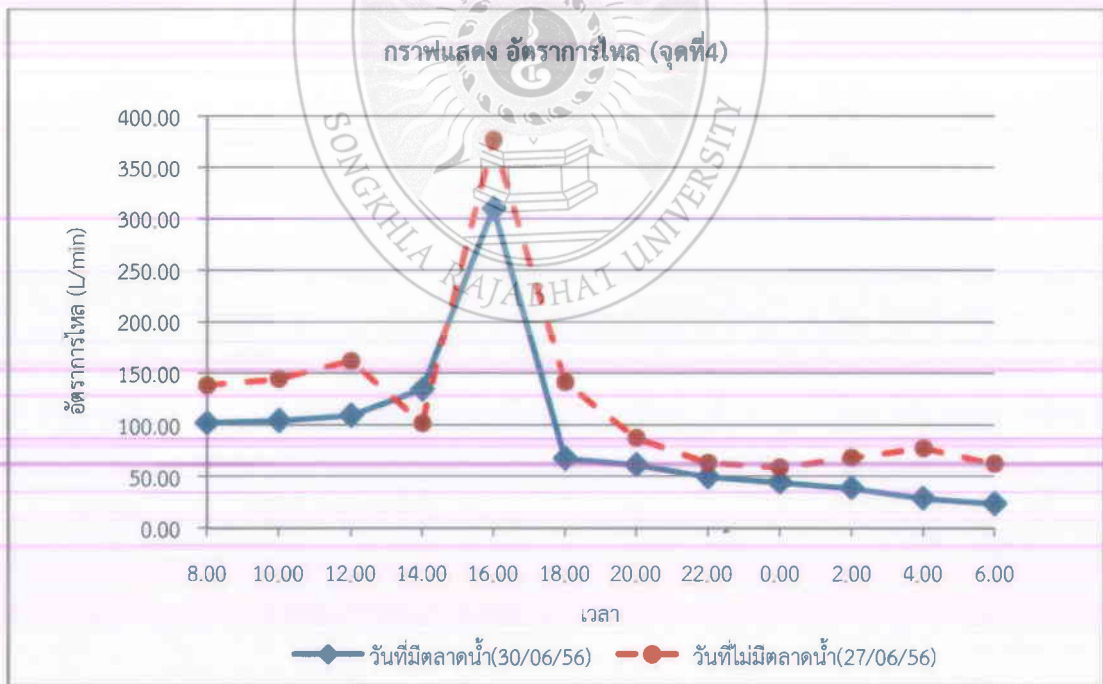
รูปที่ ฉ-1 แสดงอัตราการไหลของน้ำในจุดที่ 1



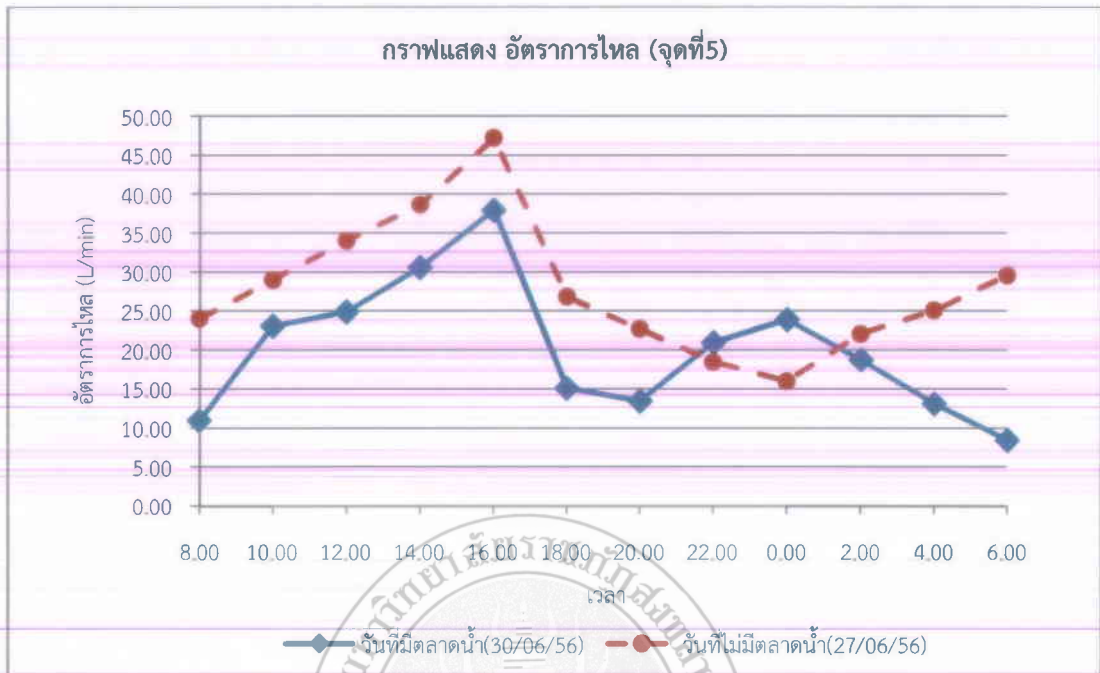
รูปที่ ฉ-2 แสดงอัตราการไหลของน้ำในจุดที่ 2



รูปที่ ฉ-3 แสดงอัตราการไหลของน้ำในจุดที่ 3



รูปที่ ฉ-4 แสดงอัตราการไหลของน้ำในจุดที่ 4



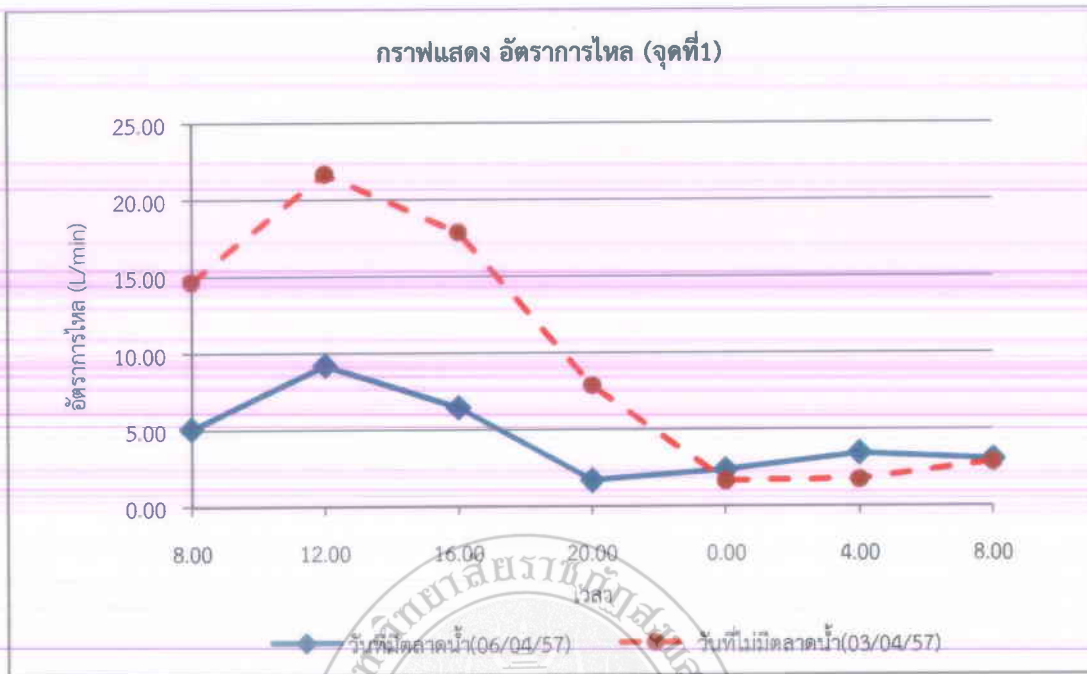
รูปที่ จ-5 แสดงอัตราการไหลของน้ำในจุดที่ 5

ตารางที่ จ-2 ตารางแสดงอัตราการไหลของน้ำ ในวันที่ 03/04/57 และ 06/04/57

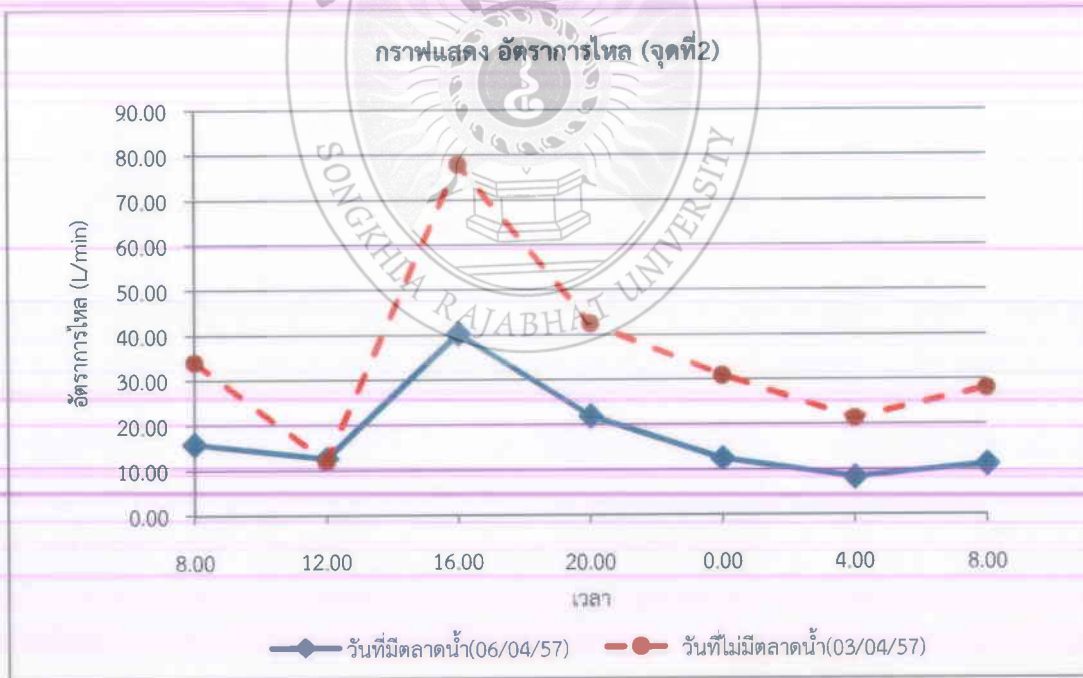
เวลา	อัตราการไหลของน้ำ (L/min)									
	S1		S2		S3		S4		S5	
	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี
08.00	5.03	14.65	15.67	33.95	11.17	19.17	97.33	188.00	9.33	15.67
12.00	9.17	21.67	12.50	11.90	7.50	23.33	91.17	133.00	22.67	37.67
16.00	6.40	17.87	40.17	77.85	8.83	22.17	126.50	201.67	36.50	57.00
20.00	1.67	7.83	21.83	42.50	25.00	70.33	97.33	149.33	10.33	17.00
00.00	2.33	1.60	12.33	30.83	17.67	30.17	120.67	155.50	17.83	13.48
04.00	3.40	1.68	8.17	21.33	17.33	19.33	74.50	107.50	11.17	9.83
08.00	3.00	2.83	11.00	28.00	6.67	59.17	32.50	51.28	7.00	23.33
เฉลี่ย	4.43	9.73	17.38	35.19	13.45	34.81	91.43	140.90	16.40	24.85

หมายเหตุ : มี หมายถึง วันที่มีตลาดน้ำ (06/04/57)

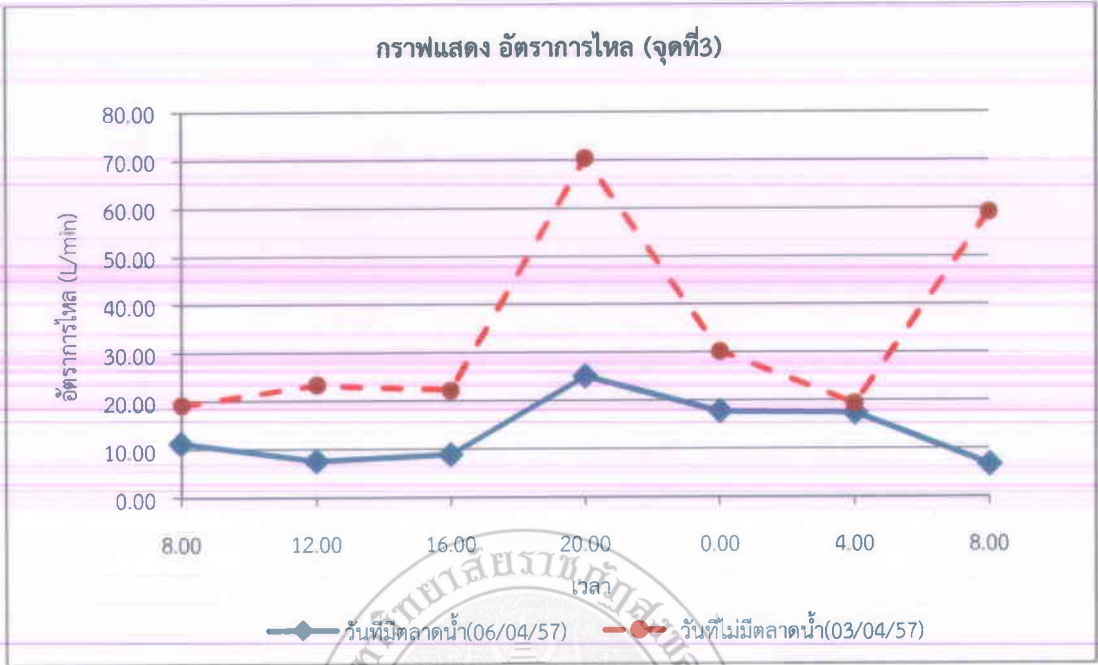
ไม่มี หมายถึง วันที่ไม่มีตลาดน้ำ (03/04/57)



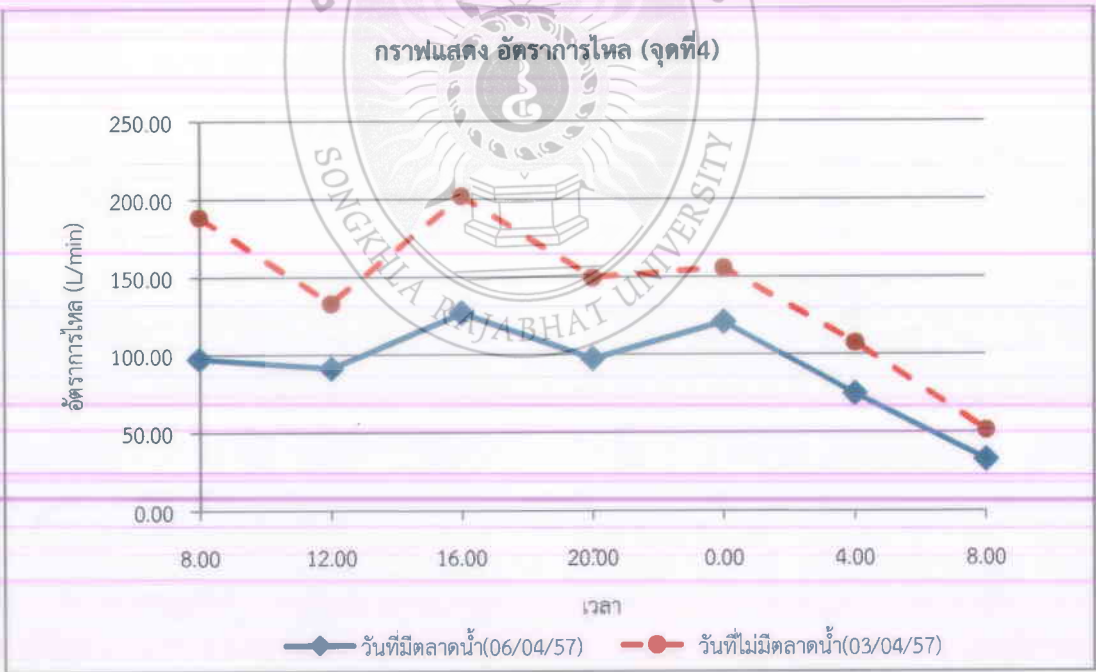
รูปที่ ฉ-6 แสดงอัตราการไหลของน้ำในจุดที่ 1



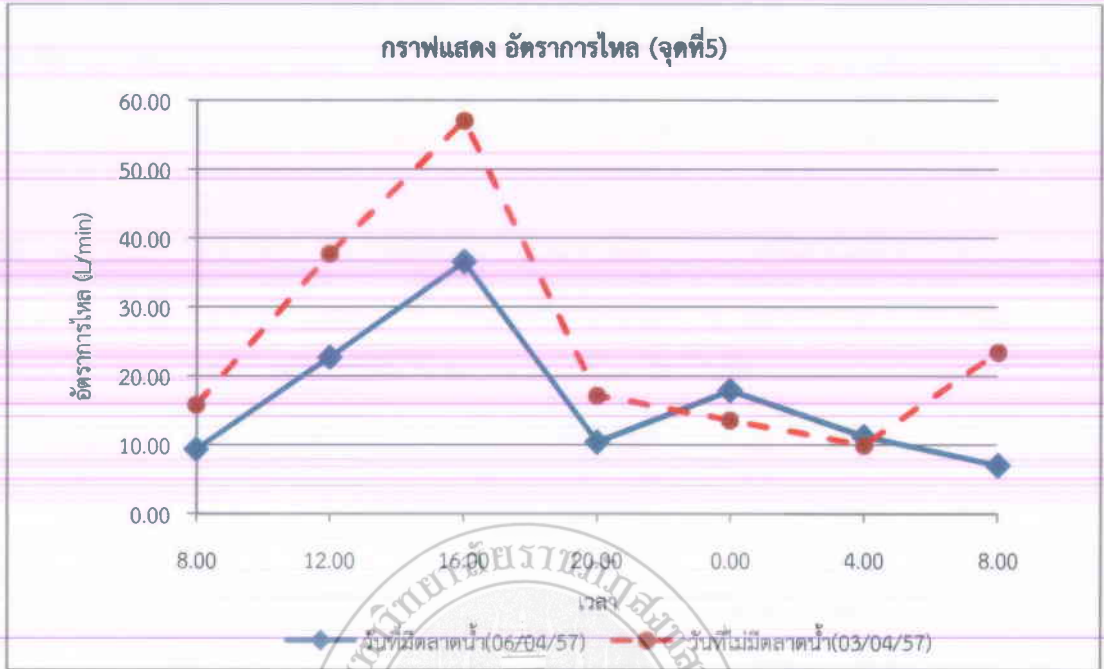
รูปที่ ฉ-7 แสดงอัตราการไหลของน้ำในจุดที่ 2



รูปที่ ฉ-8 แสดงอัตราการไหลของน้ำในจุดที่ 3



รูปที่ ฉ-9 แสดงอัตราการไหลของน้ำในจุดที่ 4



รูปที่ ฉ-10 แสดงอัตราการไหลของน้ำในจุดที่ 5





ภาคผนวก ข
วิธีการเก็บรักษาตัวอย่าง

ตารางที่ ซ-1 แสดงวิธีการเก็บรักษาตัวอย่าง

Determination	Container †	Minimum Sample Size ml	Sample Type+	Preservation	Maximum Storage Recommended/ Regulatory
Acidity	P,G (B)	100	g	Refrigerate	24 h/14 d
Alkalinity	P,G	200	g	Refrigerate	24 h/14 d
BOD	P,G	1000	g, c	Refrigerate	6 h/48 h
Boron	P(PTFE) or quartz	1000	g, c	HNO ₃ to pH <2	28 d/6 months
Bromide	P,G	100	g, c	None required	28 d/28 d
Carbon, organic, total	G (B)	100	g, c	Analyze immediately; or refrigerate and add HCL, H ₂ SO ₄ or H ₂ SO ₄ to pH <2	7 d/28 d
Carbon dioxide	P,G	100	g	Analyze immediately	0.25 h/N.S.
COD	P,G	100	g, c	Analyze as soon as possible, or add H ₂ SO ₄ to pH <2; refrigerate	7 d/28 d
Chloride	P,G	50	g, c	None required	N.S./28 d
Chlorine, total, residual	P,G	500	g	Analyze immediately	0.25 h/0.25 h
Chlorine dioxide	P,G	500	g	Analyze immediately	0.25 h/N.S.
Chlorophyll	P,G	500	g	Unfiltered, dark, 4°C Filter, dark, -20°C (Do not store in frost-free freezer)	28 d/ -
Color	P,G	500	g, c	Refrigerate	48 h/48 h
Specific conductance	P,G	500	g, c	Refrigerate	28 d/28 d
Cynide :					
Total	P,G	1000	g, c	Add NaOH to pH >12, refrigerate in dark#	24 h/14 d; 24 h if sulfide present
Amenable to chlorination	P,G	1000	g, c	Add 0.6 g ascorbic acid if chlorine is present and refrigerate	Stat/14 d;24 h if sulfide present
Fluoride	P	1000	g, c	None required	28 d/28 d
Hardness	P,G	100	g, c	Add HNO ₃ or H ₂ SO ₄ to pH <2	6 months/6 months
Iodine	P,G	500	g, c	Analyze immediately	0.25 h/N.S.
Metals, general	P(A), G(A)	1000	g	For dissolved metals filter immediately, add HNO ₃ to pH <2	6 months/6 months
Chromium VI	P(A), G(A)	1000	g	Refrigerate	24 h/24 h
Copper by colorimetry*			g, c		
Mercury	P(A), G(A)	500	g, c	Add HNO ₃ to pH <2,4°C, refrigerate	28 d/28 d
Nitrogen					
Ammonia	P,G	500	g, c	Analyze as soon as possible, or add H ₂ SO ₄ to pH <2; refrigerate	7 d/28 d
Nitrate	P,G	100	g, c	Analyze as soon as possible or refrigerate	48 h/48 h (28 d for Chlorinated samples)

ตารางที่ ช-1 แสดงวิธีการเก็บรักษาตัวอย่าง (ต่อ)

Determination	Container †	Minimum Sample Size ml	Sample Type+	Preservation	Maximum Storage Recommended/Regulatory
Nitrate+nitrite	P,G	200	g, c	Add H ₂ SO ₄ to pH <2; refrigerate	1-2 d/28 d
Nitrite	P,G	100	g, c	Analyze as soon as possible or refrigerate	None/48 h
Organic, Kjeldahl*	P,G	500	g, c	Refrigerate; add H ₂ SO ₄ to pH <2	7 d/28 d
Odor	G	500	g	Analyze as soon as possible or refrigerate	6 h/N.S.
Oil and gress	G, wide-mouth calibrated	1000	g, c	Add HCl or H ₂ SO ₄ to pH <2; refrigerate	28 d/28 d
Organic compounds:					
MBA's	P,G	250	g, c	Refrigerate	48 h/N.S.
Pesticides*	G(S), TFE-lined cap	1000	g, c	Refrigerate; add 1000 mg ascorbic acid/l if residual	7 d/7 d until extraction; 40 d after extraction
Phenols	P,G TFE-lined cap	500	g, c	Refrigerate add H ₂ SO ₄ to pH <2	*/28 d until extraction
Purgables* by Purge and trap	G, TFE-lined cap	2x40	g	Refrigerate, add HCl to pH <2; add 1000 mg ascorbic acid/l, if residual chlorine present	7 d/14 d
Base/neutral & acid	G (S) amber	1000	g, c	Refrigerate	7 d/7 d until extraction; 40 d after extraction
Oxygen,dissolved:	G, BOD bottle	300	g		
Electrode				Analyze immediately	0.25 h/0.25 h
Winkler				Titration may be delayed after acidification	8 h/8 h
Ozone	G	1000	g	Analyze immediately	0.25 h/N.S.
pH	P,G	50	g	Analyze immediately	2 h/24 h
Phosphate	G(A)	100	g	For dissolved phosphate filter immediately	48 h/N.S.
Phosphorus, total	P,G	100	g, c	Add H ₂ SO ₄ to pH <2 and refrigerate	28 d/ -
Salinity	G, wax seal	240	g	Analyze immediately or use wax seal	6 months/N.S.
Silica	P (PTFE) or quartz	200	g, c	Refrigerate, do not freeze	28 d/28 d
Sludge digester	Gas G, gas bottle	-	g		N.S./ -
Solids	P,G	200	g, c	Refrigerate	7 d/2-7 d; see cited reference
Sulfate	P,G	100	g, c	Refrigerate	28 d/28 d
Sulfide	P,G	100	g, c	Refrigerate; add 4 drops 2N zine acetate/100 mL; add NaOH to pH >9	28 d/ 7 d
Temperature	P,G	-	g	Analyze immediately	0.25 h /0.25 h
Turbidity	P,G	100	g, c	Analyze same day; store in dark up to 24 h, refrigerate	24 h/48 h

*For determinations not listed, use glass or plastic containers; preferably refrigerate during storage and analyze as soon as possible.

† P = plastic (polyethylene or equivalent); G = glass; G(A) or P(A) = rinsed with 1+1 HNO₃; G(B) = glass, borosilicate; G(S) = glass, rinsed with organic solvents or baked

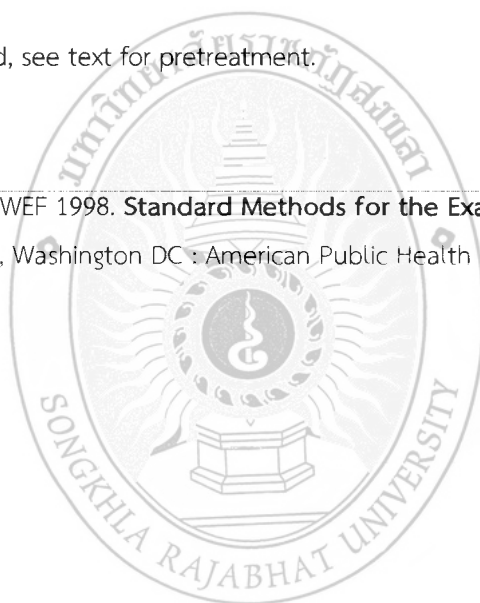
+ g = grab; c = composite

§ Refrigerate = storage at 4°C; in the dark; analyze immediately = analyze usually within 15 min of sample collection

N.S. = not stated; stat = no storage allowed; analyze immediately.

If sample is chlorinated, see text for pretreatment.

Source : APHA, AWWA & WEF 1998. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 20th edition, Washington DC : American Public Health Association





ภาคผนวก ซ
คำสถิติที่ทดสอบ

ตารางที่ ช-1 พารามิเตอร์ ซีโอดี (COD)

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	cod ไม่มีตลาดน้ำ	69.5860	5	8.48534	3.79476
	cod มีตลาดน้ำ	55.1460	5	20.78064	9.29339

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	cod ไม่มีตลาดน้ำ & cod มีตลาดน้ำ	5	.420	.481

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2 tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	cod ไม่มีตลาดน้ำ - cod มีตลาดน้ำ	14.4400	18.85582	8.43258	-8.9726	37.8526	1.712	4	.162

ตารางที่ ช-2 พารามิเตอร์ ทีโอซี (TOC)

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	toc ไม่มีตลาดน้ำ	8.8080	5	.33804	.15118
	toc มีตลาดน้ำ	8.2900	5	.29385	.13142

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	toc ไม่มีตลาดน้ำ & toc มีตลาดน้ำ	5	.435	.465

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	toc ไม่มีตลาดน้ำ - toc มีตลาดน้ำ	.5180	.33804	.15118	.0983	.9377	3.426	4	.027

ตารางที่ ๗-3 พารามิเตอร์ แอมโมเนีย (Ammonia)

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ammonia ไม่มีตลาดน้ำ	.098400	5	.0519163	.0232177
	ammonia มีตลาดน้ำ	.112800	5	.0426286	.0190641

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	ammonia ไม่มีตลาดน้ำ & ammonia มีตลาดน้ำ	5	.818	.091

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	ammonia ไม่มีตลาดน้ำ - ammonia มีตลาดน้ำ	-.014400	.0298546	.0133514	-.051469	.022669	-1.079	4	.341

ตารางที่ ช-4 พารามิเตอร์ ไนไตรต์ (Nitrite)

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	nitrite ไม่มีตลาดน้ำ	.005800	5	.0010025	.0004483
	nitrite มีตลาดน้ำ	.002780	5	.0006907	.0003089

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	nitrite ไม่มีตลาดน้ำ & nitrite มีตลาดน้ำ	5	.946	.015

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	nitrite ไม่มีตลาดน้ำ - nitrite มีตลาดน้ำ	.003020	.0004147	.0001855	.002505	.003535	16.283	4	.000

ตารางที่ ช-5 พารามิเตอร์ ไนเตรต (Nitrate)

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	nitrate ไม่มีตลาดน้ำ	1.155800	5	.0144118	.0064452
	nitrate มีตลาดน้ำ	1.037600	5	.0669612	.0299460

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	nitrate ไม่มีตลาดน้ำ & nitrate มีตลาดน้ำ	5	.960	.010

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	nitrate ไม่มีตลาดน้ำ - nitrate มีตลาดน้ำ	.118200	.0532841	.0238294	.052039	.184361	4.960	4	.008

ตารางที่ ช-6 พารามิเตอร์ ทีเคเอ็น (TKN)

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	TKN ไม่มีตลาดน้ำ	15.6240	5	4.04985	1.81115
	TKN มีตลาดน้ำ	15.9080	5	3.21927	1.43970

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	TKN ไม่มีตลาดน้ำ & TKN มีตลาดน้ำ	5	.993	.001

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	TKN ไม่มีตลาดน้ำ - TKN มีตลาดน้ำ	-.2840	.93695	.41902	-1.4474	.8794	-.678	4	.535

ตารางที่ ช-7 อัตราส่วน C/N ในรูปของ COD/TKN

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	c/n(COD/TKN) ไม่มีตลาดน้ำ	4.58600	5	.645310	.288591
	c/n(COD/TKN) มีตลาดน้ำ	3.47980	5	1.341305	.599850

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	c/n(COD/TKN) ไม่มีตลาดน้ำ & c/n(COD/TKN) มีตลาดน้ำ	5	-.100	.873

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	c/n(COD/TKN) ไม่มีตลาดน้ำ - c/n(COD/TKN) มีตลาดน้ำ	1.10620	1.545510	.691173	-.81280	3.02520	1.600	4	.185

ตารางที่ ช-8 อัตราส่วน C/N ในรูปของ TOC/TN

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	c/n(TOC/TN) ไม่มีตลาดน้ำ	.549740	5	.1325160	.0592630
	c/n(TOC/TN) มีตลาดน้ำ	.501980	5	.0840542	.0375902

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	c/n(TOC/TN) ไม่มีตลาดน้ำ & c/n(TOC/TN) มีตลาดน้ำ	5	.949	.014

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	c/n(TOC/TN) ไม่มีตลาดน้ำ - c/n(TOC/TN) มีตลาดน้ำ	.047760	.0589571	.0263664	-.025445	.120965	1.811	4	.144





ภาคผนวก ฅ
แบบเสนอโครงร่างวิจัย

1. ชื่อโครงการ

ภาษาไทย การตรวจสอบปริมาณการระบรทุกสารอินทรีย์และไนโตรเจนทั้งหมดในแหล่งน้ำ
ตลาดน้ำคลองแห อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา

ภาษาอังกฤษ Examination the amount of organic matter and total nitrogen
loading in water Khlong Hae Floating Market, Hatyai, Songkhla.

2. สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)

3. ชื่อผู้วิจัย

นางสาว รอหนา เปรมใจ รหัส 534291026
นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

นางสาว รัตนา กาสันต์ รหัส 534291027
นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

นางสาว สุชาดา สยามมล รหัส 534291038
นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

4. คณะกรรมการที่ปรึกษาวิจัยเฉพาะทาง

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์กมลนาวิน อินทนูจิตร
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

5. ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

น้ำเป็นทรัพยากรที่สำคัญอย่างหนึ่งในการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในปัจจุบันมนุษย์ได้ใช้น้ำได้ประโยชน์ที่หลากหลาย น้ำที่ผ่านการนำมาแล้วซึ่งอาจจะใช้ประโยชน์ในบ้านเรือนในการเกษตรหรือในอุตสาหกรรมต่างๆ การใช้น้ำเหล่านี้จะทำให้มีคุณสมบัติต่างไปจากเดิมเช่น มีอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป หรือมีการเจือปนเพิ่มขึ้น ชนิดและความเข้มข้นของสิ่งเจือปนขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้น้ำ เช่นน้ำเสียจากบ้านเรือนจะมีปริมาณสารอินทรีย์สูง น้ำเสียจากการเกษตรจะมีปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสตลอดจนสารพิษจากสารเคมีที่ใช้ในการเกษตรปะปนอยู่มาก เป็นต้น การระบายน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติทำให้คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติเปลี่ยนแปลงไป เพราะแหล่งน้ำธรรมชาติค่อนข้างจะมีความจำกัดต่อการดูดซับน้ำเสีย ซึ่งถ้ามันเกินกำลังความสามารถก็จะทำให้แหล่งน้ำธรรมชาติไม่สามารถที่จะดูดน้ำไปใช้ประโยชน์เพื่อกิจกรรมอื่นๆ ได้ ซึ่งน้ำที่ผ่านการใช้งานแล้วเหล่านี้ อาจทำให้ปริมาณสารอินทรีย์ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส เพิ่มมากขึ้น (พัฒนา มูลฤทธิ์, 2545) อาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาโทรฟิเคชันได้

ปัญหาโทรฟิเคชัน (Eutrophication) หรือการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของแพลงก์ตอนพืช พืชน้ำและสาหร่ายขนาดใหญ่ เป็นปัญหาการเปลี่ยนแปลงและเสื่อมโทรมหลักของแหล่งน้ำในปัจจุบัน และส่งผลกระทบต่ออย่างรุนแรงและกว้างขวางต่อพลวัตและความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศแหล่งน้ำ ซึ่งสถานการณ์โทรฟิเคชันในแหล่งน้ำนิ่งที่สำคัญในประเทศไทยของกรมควบคุมมลพิษ ปี2552 ได้ทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำนิ่งสี่แหล่ง หนึ่งในนั้นคือภาคใต้(ทะเลสาบสงขลา) ซึ่งมีปริมาณดัชนีบ่งชี้โทรฟิเคชันสูงกว่าเกณฑ์ แสดงให้เห็นว่าอยู่ในสภาวะโทรฟิเคชันและประสบปัญหาเพิ่มมากขึ้นและทวีความรุนแรงและความถี่ในการเกิดเพิ่มขึ้น (อัศดร คำเมือง, 2553) เมื่อมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำของทะเลสาบสงขลาโดยรวมมีความเสื่อมโทรมลงเป็นลำดับ โดยเฉพาะในช่วงปี 2544-2545 พบว่าบริเวณปากคลองอู่ตะเภา ปากคลองพะวง สะพานเกาะยอ และวัดสุวรรณคีรี คุณภาพน้ำมีความเสื่อมโทรมลงจากเกณฑ์พอใช้มาเป็นค่อนข้างเสื่อมโทรมต่อเนื่องมาถึงปัจจุบัน ในปัจจุบันคุณภาพน้ำของทะเลสาบโดยรวมยังคงมีแนวโน้มค่อนข้างเสื่อมโทรมอย่างต่อเนื่อง (ส่วนน้ำเสียอุตสาหกรรม สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ, ม.ป.ป.) ซึ่งทะเลสาบสงขลา มีคลองอู่ตะเภาเป็นลำน้ำย่อย จากการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำคลองเตยและคลองอู่ตะเภา พบว่า มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 0.23-25.40 mg/l เนื่องจากคลองเตยและคลองอู่ตะเภาเป็นแหล่งรองรับน้ำทิ้งจากชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม จึงก่อให้เกิดมลภาวะได้ (พีระพิทย์ พิษมงคลและคณะ, 2540) คลองแห่ก็เช่นเดียวกันเป็นลำน้ำย่อยที่ไหลลงสู่คลองอู่ตะเภา เป็นแหล่งน้ำสำคัญที่ประชาชนในพื้นที่ใช้ประโยชน์ แต่ในปัจจุบันเกิดความเสื่อมโทรม จากการวิจัยพบว่า วันที่มีตลาดน้ำมีความสกปรกมากกว่าวันที่ไม่มีตลาดน้ำ แต่ยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่3 ยกเว้นแอมโมเนียที่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน (สอแผละ บำรุงสันและอิมรอน หรนศิลา, 2552)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นทำการศึกษาปริมาณการะบรทุกสารอินทรีย์และไนโตรเจนในบริเวณคลองแห ซึ่งคลองแหเป็นลำน้ำที่เชื่อมต่อมาจากคลองเตยและคลองลาน ก่อนที่จะไหลลงสู่คลองอู่ตะเภาและเป็นแหล่งน้ำสายสำคัญที่ผู้คนบริเวณคลองแหได้ใช้ประโยชน์ในการดำเนินชีวิตขั้นพื้นฐาน แต่ในปัจจุบันน้ำในคลองแห มีปัญหาคุณภาพน้ำเสื่อมโทรม ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการปล่อยน้ำทิ้ง

จากโรงงานอุตสาหกรรมในตัวเมืองหาดใหญ่ ประกอบกับการทำเกษตรกรรมของผู้คนที่อาศัยอยู่ บริเวณรอบๆคลองแห จึงส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในคลองแหโดยตรง ในปัจจุบันได้ก่อตั้งตลาดน้ำขึ้นบริเวณวัดคลองแห ซึ่งในบริเวณตลาดน้ำคลองแหมีการจำหน่ายสินค้าทางน้ำและยังมีทั้งกิจกรรมทางน้ำเช่นการเดินเรือ ส่งผลกระทบต่อปริมาณสารอินทรีย์และไนโตรเจนในน้ำ หากมีในปริมาณมากเกินไป จะส่งผลทำให้น้ำในคลองแหเกิดการเน่าเสียมีผลต่อปริมาณการระบรทุกสารอินทรีย์และไนโตรเจนในน้ำ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางป้องกัน แก้ไขและจัดการน้ำในตลาดน้ำคลองแหให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่อไป

6. วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์ปริมาณการระบรทุกสารอินทรีย์และไนโตรเจนบริเวณตลาดน้ำคลองแห
2. เพื่อศึกษาผลกระทบของตลาดน้ำในคลองแหจากปริมาณการระบรทุกสารอินทรีย์และไนโตรเจนทั้งหมดของตลาดน้ำ

7. สมมุติฐาน การจัดตั้งตลาดน้ำมีผลต่อปริมาณการระบรทุกสารอินทรีย์และไนโตรเจนของพื้นที่รับน้ำบริเวณคลองแห

8. ตัวแปร

- ตัวแปรต้น : จุดเก็บตัวอย่างน้ำตลาดน้ำคลองแห เทศบาลเมืองคลองแห อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา
- ตัวแปรตาม : ปริมาณการระบรทุกสารอินทรีย์และไนโตรเจน
- ตัวแปรควบคุม : ช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างน้ำ วิธีการรักษาสภาพของตัวอย่างน้ำ

9. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

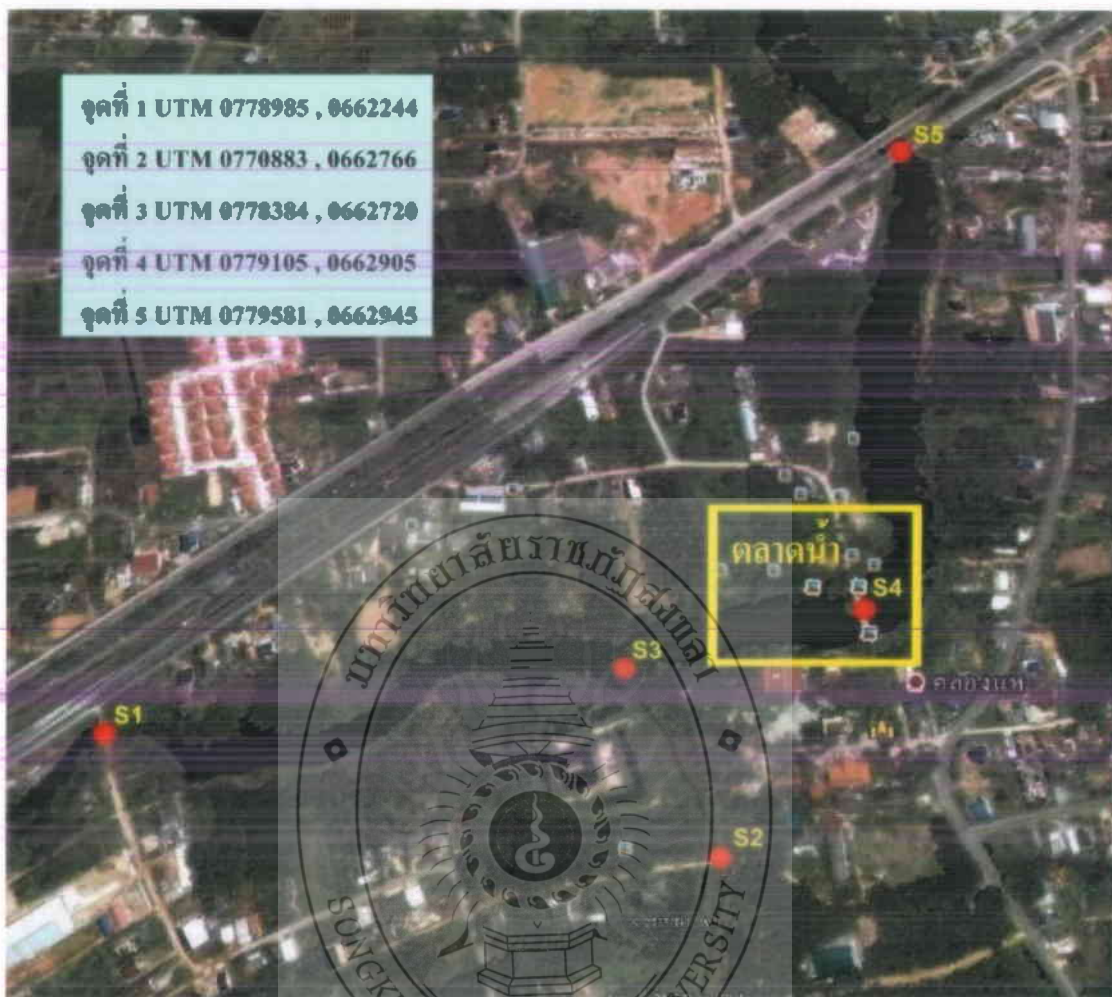
จากการตรวจสอบน้ำในบริเวณตลาดน้ำ จะทำให้ทราบการระบรทุกสารอินทรีย์และไนโตรเจนทั้งหมด และทำให้ทราบผลกระทบของตลาดน้ำคลองแหต่อปริมาณการระบรทุกสารอินทรีย์และไนโตรเจน ซึ่งเป็นประโยชน์ได้นำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาการจัดการน้ำ และเป็นแนวทางในการป้องกัน แก้ไขปัญหาให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่อไป

10. ขอบเขตที่ศึกษา

แม่น้ำบริเวณตลาดน้ำคลองแห เทศบาลเมืองคลองแห อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ที่เชื่อมต่อมาจากคลองเตยและคลองลาน ลงสู่คลองอู่ตะเภา จะทำการเก็บตัวอย่างน้ำในช่วงฤดูร้อน คือ เดือนมิถุนายน แบ่งเป็นวันที่มีตลาดน้ำและไม่มีตลาดน้ำ

กำหนดจุดเก็บจำนวน 5 จุด

1. จุดที่ 1 ปากน้ำคลองแห (สะพานประชาสรรค์) UTM 0778985 , 0662244
2. จุดที่ 2 สะพานหลังวัดคลองแห (ปากน้ำคลองเตย) UTM 0770883 , 0662766
3. จุดที่ 3 จุดเชื่อมคลองเตยกับคลองแห UTM 0778384 , 0662720
4. จุดที่ 4 สะพานข้ามตลาดน้ำคลองแห UTM 0779105 , 0662905
5. จุดที่ 5 สะพานลพบุรีรามศวร์ (คลองแห) UTM 0779581 , 0662945



รูปที่ ณ-1 แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำในคลองแห

11. นิยามศัพท์เฉพาะ

สารอินทรีย์ หมายถึง สารที่มีธาตุคาร์บอน (C) และไฮโดรเจน (H) เป็นองค์ประกอบหลัก และมีธาตุอื่นๆเป็นองค์ประกอบร่วม เช่น ออกซิเจน (O) ไนโตรเจน (N) เป็นต้น สารอินทรีย์เป็นสารที่เกิดเองตามธรรมชาติจากสิ่งมีชีวิตในปัจจุบันมนุษย์สามารถสังเคราะห์สารอินทรีย์เองได้ (ปราณี วิเศษ , 2551)

ไนโตรเจน หมายถึง ธาตุอาหาร (Nutrients) ที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตอยู่ของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด สัตว์ได้ไนโตรเจนในรูปของโปรตีนจากพืช และพืชได้จากดินในรูปไนโตรเจน (อิชิชาติ สุขสว่าง, 2544)

ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ (organic loading) หมายถึง ความสามารถของแหล่งน้ำที่จะรองรับความสกปรกที่ถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ (ตลอรณาด หมัดเหนาะและทวีศักดิ์ ทองฉัตร, 2552)

ตลาดน้ำคลองแห หมายถึง ตลาดน้ำที่ตั้งอยู่ในตำบลคลองแห อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา โดยมีการจัดการท่องเที่ยวในรูปแบบของตลาดน้ำแห่งแรกของภาคใต้ และนำเสนอวิถีชีวิตของประชาชนในท้องถิ่นได้ (สาลินี ทิพย์เพ็ง, 2554)

12. ตรวจเอกสาร

น้ำเสีย

น้ำที่ผ่านการเข้ามาแล้วซึ่งอาจจะใช้ประโยชน์ ในบ้านเรือน ในการเกษตรหรือในอุตสาหกรรมต่างๆการใช้น้ำเหล่านี้จะทำให้น้ำมีคุณสมบัติต่างไปจากเดิมเช่น มีอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป หรือมีการเจือปนเพิ่มขึ้น ชนิดและความเข้มข้นของสิ่งเจือปนขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้น้ำ เช่นน้ำเสียจากบ้านเรือนจะมีปริมาณสารอินทรีย์สูง น้ำเสียจากการเกษตรจะมีปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสตลอดจนสารพิษจากสารเคมีที่ใช้ในการเกษตรปะปนอยู่มาก ส่วนน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมจะมีลักษณะพิเศษ ขึ้นอยู่กับลักษณะประเภทของอุตสาหกรรม (ฉัตรไชย รัตนไชย, 2539)

การระบายน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติทำให้คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติเปลี่ยนแปลงไป เพราะแหล่งน้ำธรรมชาติค่อนข้างจำกัดต่อการดูดซับน้ำเสีย ซึ่งถ้ามันเกินกำลังความสามารถก็จะทำให้แหล่งน้ำธรรมชาติไม่สามารถที่จะดูดน้ำไปใช้ประโยชน์เพื่อกิจกรรมอื่น ๆ ได้ สารมลพิษที่อาจจะก่อให้เกิดน้ำในแหล่งน้ำเกิดภาวะมลพิษ ได้แก่ สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ กรดหรือด่าง สารแขวนลอย และของแข็ง เป็นต้น (พัฒนา มุลพฤษ, 2545)

ซึ่งน้ำที่ผ่านการใช้งานแล้วเหล่านี้ อาจทำให้ปริมาณสารอินทรีย์ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสเพิ่มมากขึ้น อาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหายูโทรฟิเคชันได้

ยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication) เป็นภาษาทางนิเวศวิทยาที่มีรากศัพท์มาจากคำในภาษากรีก 2 คำ คือ eu (ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า well) กับ trope (ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า nourishment) เมื่อรวมเข้าด้วยกันจึงมีความหมายว่า well-fed หรือ well-nourished แปลได้ว่า มีธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์ ปัจจุบันยังไม่มีคำนิยามของยูโทรฟิเคชันที่ชัดเจน ยูโทรฟิเคชันอาจหมายถึง ความอุดมสมบูรณ์ไปด้วยธาตุอาหารพืชในรูปสารอนินทรีย์ของแหล่งน้ำ หรือ ยูโทรฟิเคชันเป็นคำที่ใช้อธิบายผลกระทบทางชีววิทยาของการเพิ่มขึ้นของธาตุอาหารพืชต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำ หรือยูโทรฟิเคชันหมายถึง สภาพที่น้ำมีสีเขียวเนื่องจากความอุดมสมบูรณ์ของสาหร่ายเซลล์เดียว หรือยูโทรฟิเคชันหมายถึง ความอุดมสมบูรณ์ไปด้วยสารอาหารของแหล่งน้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเป็นเหตุให้แพลงก์ตอนพืชหรือพืชน้ำเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วจนส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำและสิ่งมีชีวิตอื่นในน้ำ เนื่องจากยูโทรฟิเคชันเป็นกระบวนการ(process) หรือสภาวะ(condition) ที่ประกอบด้วยหลายเหตุการณ์ที่เชื่อมโยงกัน อย่างน้อยก็ต้องประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก คือ 1) ระดับสารอาหารที่เพิ่มสูงขึ้น 2) การสร้างสารอินทรีย์ทั้งในรูปอนุภาคและที่ละลายน้ำ และ 3) การย่อยสลายสารอินทรีย์ซึ่งทำให้ปริมาณออกซิเจนลดต่ำลง (นิคม ละอองศิริวงศ์, ม.ป.ป.)

สรุปได้ว่า เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในแหล่งน้ำที่มีปริมาณธาตุอาหารจำพวกสารประกอบฟอสฟอรัสและไนโตรเจน ซึ่งธาตุอาหารเหล่านี้จำเป็นต่อการเจริญเติบโตสำหรับแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายอันเป็นแหล่งอาหารขั้นต้นของห่วงโซ่อาหาร ซึ่งธาตุอาหารเหล่านี้ก็จะไปกระตุ้นให้พืชสีเขียว

ในลำน้ำมีการสังเคราะห์แสงได้มากขึ้นและเจริญเติบโตแพร่พันธุ์ได้อย่างรวดเร็วซึ่งนับว่าเป็นการเพิ่มผลผลิตของแหล่งน้ำนั้นและเป็นอาหารต่อปลาและสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ แต่เมื่อมีในปริมาณที่มากเกินไปร่วมกับสารอินทรีย์แล้วในที่สุดก็ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางระบบนิเวศน์ทางน้ำขึ้นเนื่องจากปกติการสังเคราะห์แสงจะเกิดขึ้นได้เฉพาะตอนกลางวัน ส่วนตอนกลางคืนสาหร่ายและพืชสีเขียวจะใช้ออกซิเจนหายใจและคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศ ดังนั้นในช่วงเวลากลางวันแหล่งน้ำที่เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่นจะมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูงเกินกว่าขีดความเข้มข้นสูงสุด แต่ตอนกลางคืนระดับออกซิเจนก็จะลดลงบางแห่งเป็นมากอาจลดลงถึงศูนย์ ในกรณีเช่นนี้จะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำนั้น จนอาจทำให้สัตว์น้ำตายในเวลาเพียงชั่วข้ามคืนเดียว การเกิดยูโทรฟิเคชั่นในแหล่งน้ำที่ปราศจากการปนเปื้อนของมลพิษจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆในธรรมชาติ แต่ถ้าเกิดขึ้นในแหล่งน้ำที่ได้รับการปนเปื้อนจากสารอินทรีย์และธาตุอาหารจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว และเป็นเหตุให้มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของจุลินทรีย์บางชนิดจนเกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า ยูโทรฟิเคชั่น (ชนิษฐา เกิดเป่า, 2554)

ยูโทรฟิเคชั่นเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้เองในทุกแหล่งน้ำ (natural eutrophication) ซึ่งการเกิดยูโทรฟิเคชั่นในลักษณะนี้อาจต้องใช้เวลานานนับร้อยๆปีหรือพันปี อย่างไรก็ตามมนุษย์สามารถเร่งให้แหล่งน้ำเกิดยูโทรฟิเคชั่นได้เร็วขึ้น (cultural eutrophication) เนื่องจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ล้วนแล้วแต่เป็นต้นเหตุสำคัญของการเพิ่มสูงขึ้นของสารอาหารในแหล่งน้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจนและฟอสฟอรัส เช่น น้ำเสียจากชุมชนหรือโรงงานอุตสาหกรรม การเพาะปลูกพืช การทำปศุสัตว์ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เป็นต้น (นิคม ละอองศิริวงศ์, ม.ป.ป.)

ปัจจัยบ่งชี้การเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่น ได้แก่ สีของน้ำ ความขุ่น ค่าซีโอดี ค่าบีโอดี ค่าออกซิเจนละลายน้ำ ค่าความเข้มข้นของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ คลอโรฟิลล์ ค่าไนโตรเจนรวม ค่าฟอสฟอรัสรวม และปริมาณของแพลงตอนพืชและแพลงตอนสัตว์ที่มีอยู่ด้วย

ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับแหล่งน้ำ

สภาวะยูโทรฟิเคชั่นมีทั้งประโยชน์และโทษต่อแหล่งน้ำ สภาวะยูโทรฟิเคชั่นสร้างความอุดมสมบูรณ์ให้กับแหล่งน้ำ เพราะแพลงก์ตอนพืชที่เพิ่มจำนวนตามสารอาหารจะเป็นอาหารของปลาหรือสิ่งมีชีวิตอื่นๆ แหล่งน้ำที่เกิดสภาวะยูโทรฟิเคชั่นจึงมีสัตว์น้ำชุกชุม เช่น ชายฝั่งของประเทศเปรูซึ่งเป็นแหล่งทำการประมงที่สำคัญแห่งหนึ่งของโลก อย่างไรก็ตามแพลงก์ตอนพืชจะเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วเกินกว่าที่ผู้บริโภคจะกินได้หมด นอกจากนั้นผู้ผลิตที่เพิ่มจำนวนขึ้นอาจเป็นสาหร่ายขนาดใหญ่หรือพืชน้ำชนิดต่างๆซึ่งปลาหรือสัตว์น้ำใช้เป็นอาหารไม่ได้ การเพิ่มจำนวนของผู้ผลิตเหล่านี้ทำให้แหล่งน้ำมีสารอินทรีย์เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก สร้างผลกระทบต่อแหล่งน้ำทั้งทางตรงและทางอ้อม

การย่อยสลายสารอินทรีย์เป็นกระบวนการที่ใช้ออกซิเจน แหล่งน้ำที่อุดมไปด้วยสารอินทรีย์ที่พร้อมจะถูกย่อยสลายมีแนวโน้มบริโภคออกซิเจนเป็นจำนวนมาก ถ้าแหล่งน้ำเหล่านี้แบ่งชั้นตามความลึก มีการชะล้างเกิดขึ้นอย่างช้าๆ และ/หรือน้ำนิ่ง การบริโภคออกซิเจนก็จะมีมากกว่าที่ถูกเติมเข้ามาใหม่ (resupply) ความไม่สมดุลระหว่างการบริโภคที่ค่อนข้างมากกับการเติมใหม่ด้วยอัตราที่ต่ำจะทำให้ให้ออกซิเจนลดต่ำลงถึงระดับที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็นระดับที่ก่อให้เกิดความเครียดต่อ

สัตว์น้ำ เรียกภาวะดังกล่าวว่า hypoxia และปริมาณออกซิเจนที่ไม่สามารถวัดได้เรียกว่า anoxia ภาวะ hypoxia และ anoxia จะทำให้ปลาและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังตายเป็นจำนวนมาก ซึ่งผลกระทบของการสูญเสียออกซิเจนอาจครอบคลุมพื้นที่เป็นจำนวนมาก (นิคม ละอองศิริวงศ์, ม.ป.ป.)

สรุปผลกระทบที่เกิดขึ้นมีดังนี้

1. ทำให้ความเป็นกรด-ด่างและออกซิเจนที่ละลายน้ำในเวลากลางวันมีค่าเพิ่มขึ้นจากปกติ
2. เพิ่มการผันแปรของความเป็นกรด-ด่างและออกซิเจนที่ละลายน้ำในรอบวัน
3. ลดความสามารถในการส่องผ่านของแสงลงไปใต้น้ำ
4. เป็นสาเหตุการตายของปลา
5. การเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของพืชน้ำ (ชนิดสาหร่าย เกิดเปื้อน, 2554)

1. สารอินทรีย์

สารอินทรีย์ หมายถึง สารที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ มีธาตุไฮโดรเจน และอนุพันธ์ของไฮโดรเจนคาร์บอน เป็นองค์ประกอบร่วมอยู่ ตัวอย่างสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน สารเหล่านี้ถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนในแหล่งน้ำ เป็นเหตุให้ออกซิเจนละลายน้ำลดลง

สารอินทรีย์ส่วนใหญ่ในโลก เกิดจากสิ่งมีชีวิตทั้งที่อยู่บนบกและในน้ำ สารอินทรีย์บนพื้นดิน จะอยู่ในรูปของฮิวมิก (humic) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของดิน สำหรับแหล่งน้ำมีสารอินทรีย์อยู่ในรูป สารละลาย สารแขวนลอย หรือตกตะกอนทับถมกัน สารอินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในแหล่งน้ำสามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ 1.สารอินทรีย์ ประเภทที่ละลายน้ำ (dissolved organic matter, DOM) เป็นตัวการ ที่ทำให้ค่าบีโอดีในน้ำสูง และ 2.สารอินทรีย์ประเภทที่ไม่ละลายน้ำ

แหล่งที่มาของสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำธรรมชาติ

สารอินทรีย์ ในแหล่งน้ำธรรมชาติมีปริมาณมากและน้อยแตกต่างกันตามแหล่งกำเนิด ซึ่งแบ่งตามชนิดของแหล่งกำเนิด แบ่งได้ สองแหล่ง

1. แหล่งกำเนิดน้ำเสียที่สามารถกำหนดจุดแน่นอน (Point Source) แหล่งกำเนิดจากชุมชน เกิดจากน้ำทิ้งประเภทต่างๆ แหล่งน้ำที่ผ่านชุมชนที่หนาแน่นจะพบปริมาณสารอินทรีย์แตกต่างกันไปตามกิจกรรมของมนุษย์

1.1 น้ำทิ้งจากบ้านเรือนและชุมชน ได้แก่ น้ำทิ้งจากการชำระล้างหรือสิ่งปฏิกูลต่างๆที่มีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบ

1.2 น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นน้ำทิ้งจากขบวนการผลิตต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะพบปริมาณสารอินทรีย์ที่แตกต่างกัน ของโรงงานอุตสาหกรรมและลักษณะการใช้

2. แหล่งกำเนิดน้ำเสียที่ไม่สามารถกำหนดจุดแน่นอน (Non-Point Sources) น้ำที่ได้จากการเกษตร น้ำไหลบ่าจากพื้นที่เกษตรกรรม การเกษตรกรรมที่ปล่อยน้ำทิ้งที่มีสารอินทรีย์เป็นจำนวนมาก ได้แก่ การเลี้ยงเป็ด เลี้ยงหมู บ่อเลี้ยงปลา-กุ้ง

ลักษณะของสารอินทรีย์ในน้ำ

สารอินทรีย์ในแหล่งน้ำแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ สารละลายและสารแขวนลอย สารละลายมีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 0.45 ไมโครเมตร ได้แก่ ไมโครแพลงก์ตอน ส่วนสารแขวนลอยที่มีขนาดใหญ่กว่า 0.45 ไมโครเมตร ได้แก่ เศษอาหาร ซากสิ่งมีชีวิตและแพลงก์ตอนบางชนิด เป็นต้น สารอินทรีย์เหล่านี้สามารถย่อยสลายให้มีขนาดเล็กลง และอยู่ในรูปของสารละลายได้

ผลกระทบของสารอินทรีย์ในน้ำและในดินตะกอนต่อสิ่งแวดล้อม

แหล่งน้ำใดมีปริมาณสารอินทรีย์น้อยเกินไป ทำให้แหล่งน้ำนั้นขาดความอุดมสมบูรณ์ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตในน้ำ เพราะสิ่งมีชีวิตในน้ำบางชนิดใช้สารอินทรีย์ในการดำรงชีพโดยใช้เป็นแหล่งอาหารและพลังงาน

ถ้าแหล่งน้ำใดมีปริมาณสารอินทรีย์มากเกินไป อันเนื่องมาจากกิจกรรมของมนุษย์เข้าไปเกี่ยวข้อง ทำให้การสะสมของสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำเป็นปริมาณมากเกินกว่าที่น้ำ จะสามารถปรับสภาพตัวเองได้จะก่อให้เกิดปัญหามลพิษในแหล่งน้ำ 3 ประการ คือ

1. การลดปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำอย่างรวดเร็ว เนื่องจากจุลินทรีย์แอโรบิกแบคทีเรีย (aerobic bacteria) และแฟคคัลเตดแบคทีเรีย (facultative bacteria) จะใช้ออกซิเจนในกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ ทำให้ปริมาณการเติมออกซิเจนลงในแหล่งน้ำน้อยกว่าปริมาณที่จุลินทรีย์ใช้ออกซิเจนในแหล่งน้ำ ในที่สุดจะไม่มีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำอยู่เลย ส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำโดยอาจเกิดอาการเครียดหรือตายได้ ทั้งนี้เพราะสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำทุกชนิดต้องการใช้ออกซิเจนในการหายใจ

2. การเพิ่มปริมาณของเสียในน้ำ ที่สำคัญได้แก่ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และแอมโมเนีย (NH_3) โดยไฮโดรเจนซัลไฟด์จะไปรวมตัวกับโลหะในแหล่งน้ำ ทำให้น้ำมีสีดำและมีกลิ่นเหม็น ส่วนแอมโมเนียที่ได้จะถูกออกซิไดร์โดยแบคทีเรียไนโตรโซโมนาส (nitrosomonas bacteria) กลายเป็นไนไตรท์ และจะถูกออกซิไดซ์ต่อโดยแบคทีเรียไนโตรแบคเตอร์ (nitrobacter bacteria) กลายเป็นไนเตรต แอมโมเนียที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำต่อเมื่ออยู่รูปไม่แตกตัว (un-ionized form) รูปของแอมโมเนียในน้ำขึ้นกับค่าความเป็นกรด-เบสสูงๆ และอุณหภูมิ แต่ผลของอุณหภูมิต่อรูปของแอมโมเนียมีน้อยกว่าที่ค่าความเป็นกรด-เบสสูงๆ หรือที่อุณหภูมิสูงขึ้น แอมโมเนียจะอยู่ในรูปไม่แตกตัว (unionized form) สูงกว่ารูปแตกตัว (ionized form (NH_4^+)) ความทนทานของสัตว์น้ำต่อปริมาณแอมโมเนียขึ้นกับชนิดสภาพทางสรีระของสัตว์และปัจจัยทางสภาพแวดล้อม ปริมาณแอมโมเนีย 0.4-2.0 มิลลิกรัมต่อลิตรสามารถทำให้สัตว์น้ำตายภายในระยะเวลาอันสั้น

3. เป็นแหล่งสะสมเชื้อโรคและสารพิษอื่นๆ เช่น จุลินทรีย์หลายชนิดที่เป็นพิษ (เชื้อโรคต่างๆ) และอาจเกิดแพลงตอนพวกไดโนแฟลกเจลเลต (dinoflagellate) ขึ้นอย่างมากมายทำให้เกิดน้ำแดง อาจเรียกว่า ซึ่ปลาวาฬ หรือ red tide อันจะมีผลเสียต่อสัตว์น้ำเป็นจำนวนมาก (สิทธิชัย ต้นธนะสถิตย์, 2549)

การวัดปริมาณสารอินทรีย์ละลายน้ำ

พารามิเตอร์ที่ใช้วัดสารอินทรีย์ ในน้ำและน้ำเสียมีหลายตัว เช่น บีโอดี (BOD) ซีโอดี (COD) ทีโอดี (TOC) และดีโอดี (DOC)

บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD) ปริมาณของออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในเวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 20°C มีหน่วยเป็น มิลลิกรัม/ลิตร ค่าบีโอดีเป็นค่าที่มีความสำคัญอย่างมาก ในการออกแบบและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ โดยใช้บ่งบอกถึงค่าภาระอินทรีย์ (Organic Loading) ใช้ในการหาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย และใช้สำหรับการตรวจสอบคุณภาพของน้ำตามแหล่งน้ำต่างๆ

หลักการวัดบีโอดีมีหลักง่ายๆ คือ ทดสอบดูว่าตัวอย่างน้ำเสียมีความต้องการออกซิเจนมากน้อยเพียงใดเมื่อถูกนำมาบ่มในตู้อบที่อุณหภูมิ 20°C เป็นเวลา 5 วัน การออกแบบการวิเคราะห์จึงกระทำได้ง่าย โดยวัดค่าดีโอของตัวอย่างน้ำที่วันเริ่มต้น วันที่ 0 และวันที่ 5 ผลต่างของค่าดีโอทั้งสองค่า คือ ความต้องการของออกซิเจน ของตัวอย่างน้ำ ซึ่งก็คือค่า บีโอดี นั่นเอง

ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD) หมายถึง ปริมาณออกซิเจนทั้งหมดที่ต้องการใช้เพื่อออกซิเดชันสารอินทรีย์ในน้ำเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ โดยใช้หลักการว่า สารประกอบอินทรีย์ อินทรีย์เกือบทุกชนิดจะถูกออกซิไดซ์ด้วย Strong Oxidizing Agents ($K_2Cr_2O_7$) ภายใต้สภาวะที่เป็นกรด ค่าซีโอดีมักจะมีค่าสูงกว่าบีโอดี เนื่องจากซีโอดีไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างสารอินทรีย์ที่ถูกย่อยสลายทางชีวภาพและสารที่ยากต่อการย่อยสลายทางชีวภาพได้แต่มีข้อดีคือ ใช้เวลาในการวิเคราะห์เพียง 3 ชม.เท่านั้น ค่าซีโอดีมีความสำคัญ ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั้งการคุมระบบบำบัดน้ำเสีย การตรวจสอบคุณภาพของน้ำในแหล่งน้ำเช่นเดียวกับค่าบีโอดีและยังสามารถ ใช้ในการประเมินค่าบีโอดีอย่างคร่าวๆได้

ในระหว่างการวิเคราะห์หาซีโอดี สารอินทรีย์ในน้ำจะถูกเปลี่ยนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำโดยไม่เกี่ยงว่าสารอินทรีย์สามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้ดีเพียงใด ยกตัวอย่างเช่นกลูโคส (แบคทีเรียย่อยสลายได้ง่าย) และลิกนิน (แบคทีเรียย่อยสลายได้ยากมาก) จะถูกออกซิไดซ์เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำได้อย่างสมบูรณ์ ด้วยเหตุนี้ค่าซีโอดีจึงสูงกว่าค่าบีโอดี และอาจสูงกว่ามาก ถ้าน้ำมีสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ยากอยู่เป็นจำนวนมาก

ทีโอดี (Total Organic Carbon, TOC) หมายถึง ปริมาณคาร์บอนที่มีอยู่ในน้ำ ประกอบด้วยอนินทรีย์คาร์บอน (Inorganic Carbon) ได้แก่คาร์บอนไดออกไซด์ ไบคาร์บอเนตและคาร์บอเนต ในน้ำและอินทรีย์คาร์บอน (Organic Carbon) หลักการวิเคราะห์ค่าทีโอดี คือการออกซิไดซ์คาร์บอนในสารอินทรีย์ให้เปลี่ยนสภาพไปเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และทำการหาปริมาณของก๊าซ TOC วัดสารอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมดในตัวอย่างน้ำทุกชนิด เช่น น้ำธรรมชาติ น้ำดื่ม น้ำบริสุทธิ์ น้ำทะเล น้ำกร่อย น้ำเสียชุมชน น้ำเสียอุตสาหกรรมและน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว (มันลิน ต้นซุลเวคม์และมันรักซ์ ต้นซุลเวคม์, 2547)

2. ไนโตรเจน

ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณมาก ดินที่ใช้เพื่อการเพาะปลูกโดยทั่วไปมักมีไนโตรเจนไม่เพียงพอ ต่อความต้องการของพืช นอกจากนี้พืชสามารถใช้ประโยชน์โดยตรงได้เฉพาะกรณีที่ไนโตรเจนอยู่ในรูปแอมโมเนียม (NH_4^+) หรือไนเตรต (NO_3^-) เท่านั้น ในขณะที่ไนโตรเจนในดินส่วนใหญ่อยู่ในรูปสารประกอบอินทรีย์ ซึ่งจะต้องรอให้จุลินทรีย์ย่อยสลายก่อน อินทรีย์วัตถุในดินมีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 5

นักสิ่งแวดล้อมมีความความสนใจต่อสารประกอบไนโตรเจนในรูปแบบต่างๆ เนื่องจากความสำคัญของสารเหล่านี้ ในบรรยากาศ ในน้ำและในกระบวนการทางชีวเคมีของพืชและสัตว์ ค่อนข้างจะสลับซับซ้อนเพราะสาเหตุสองประการ

ประการแรก ได้แก่ การที่ไนโตรเจนสามารถมีสถานะออกซิเดชันได้หลายรูปแบบ

ประการที่สอง ได้แก่ ข้อเท็จจริงที่ว่าสถานะออกซิเดชันอาจเปลี่ยนแปลงได้โดยอาศัยปฏิกิริยาชีวเคมี (ต้องอาศัยสิ่งแวดล้อมช่วยเหลือให้เกิดขึ้น) อาจจะเป็นบวกหรือลบก็ได้ ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อมซึ่งอาจจะเป็นแบบใช้ออกซิเจนหรือไม่ใช้ออกซิเจนได้

ประเภทของไนโตรเจนในน้ำและน้ำเสีย

มักพบได้ในรูปของก๊าซไนโตรเจนละลายและสารประกอบไนโตรเจน จำแนกได้เป็น 4 ชนิด คือ สารอินทรีย์ไนโตรเจน (organic nitrogen) แอมโมเนีย (ammonia) ไนเตรต (nitrate) และ ไนไตรต์ (nitrite)

สารอินทรีย์ไนโตรเจน (organic nitrogen) ได้แก่ ไนโตรเจนที่พบอยู่ในสารอินทรีย์ต่างๆ เช่น ยูเรีย โปรตีน ถั่วเหลือง และมูลสัตว์เป็นต้น ในบรรดาสารไนโตรเจนทั้ง 4 ชนิด สารอินทรีย์ไนโตรเจนจัดเป็นรูปรีดิวซ์มากที่สุด ในทางตรงกันข้ามไนเตรตเป็นชนิดที่อยู่ในรูปออกซิไดซ์มากที่สุด (สิทธิชัย ตันธนะสฤทธิ, 2549)

แอมโมเนียไนโตรเจน ($\text{NH}_4^+ - \text{N}$) หมายถึง ไนโตรเจนทั้งหมดที่อยู่ในรูป NH_4^+ หรือในรูปซึ่งสมดุลกัน เรียกว่า แอมโมเนียไนโตรเจน ตามธรรมชาติจะพบแอมโมเนียในน้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน และในน้ำโสโครก แอมโมเนียจำนวนมากเกิดจากกระบวนการของสารประกอบที่มีอินทรีย์สารไนโตรเจน และจากการไฮโดรไลซิสของยูเรีย นอกจากนี้ยังเกิดตามธรรมชาติโดยการรีดักชันของไนเตรตภายใต้สภาวะที่ไม่มีออกซิเจน ในโรงบำบัดน้ำเสียข้างแอมโมเนียจะถูกเติมลงไป เพื่อไปรวมกับคลอรีนตกค้างในน้ำ (สอแหละ บำรุงสันและอิมรอน หรนศิลา, 2552)

ไนไตรต์ไนโตรเจน ($\text{NO}_2^- - \text{N}$) เป็นสารที่อยู่กึ่งกลางของวัฏจักรไนโตรเจน ทั้งขั้นตอนการออกซิเดชันของแอมโมเนียเป็นไนเตรตและในขั้นตอนการรีดักชันของไนเตรต ซึ่งกระบวนการทั้งสองนี้อาจจะเกิดในระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ ระบบประปาและน้ำในธรรมชาติ ไนไตรต์ปริมาณเล็กน้อยที่พบในน้ำ เกิดจากการสลายตัวของชีวเคมีและโปรตีน ซึ่งเป็นตัวชี้ให้ทราบถึงความสกปรกเนื่องจากสารอินทรีย์ อาจพบไนไตรต์บ้างในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว แต่มักพบในปริมาณน้อยคือไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ในน้ำผิวดินและใต้ดิน มีค่าต่ำกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร

ไนโตรเจนไนโตรเจน (NO_2^- -N) สารประกอบไนโตรเจนที่สำคัญในน้ำอย่างหนึ่งคือ ไนเตรต ซึ่งจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้เป็นไนโตรเจนสำหรับการเจริญเติบโตของพืช สามารถนำไปใช้ในการสร้างโปรตีนเพื่อเป็นอาหารของสัตว์และคนต่อไป ไนเตรตเกิดจากการที่สิ่งมีชีวิต ปล่อยของเสียซึ่งเป็นสารประกอบไนโตรเจนออกมา และเมื่อสิ่งมีชีวิตตายลง โปรตีนภายในสิ่งมีชีวิตก็จะถูกย่อยสลายกลายเป็นแอมโมเนีย ซึ่งพืชนำไปใช้ในการสร้างโปรตีนได้ แต่ถ้ามีมากเกินไปความต้องการก็就会被ออกซิไดซ์โดยแบคทีเรียไปเป็นไนไตรต์และไนเตรตต่อไป นอกจากนี้ไนเตรตเข้าสู่แหล่งน้ำจากการเน่าเปื่อยของสิ่งมีชีวิตแล้ว ยังมาจากปุ๋ยที่มาจากจากการเกษตรกรรมและน้ำเสียอีกด้วย(สิทธิชัย ต้นธนะสฤกษ์, 2549)

3. ผลงานวิจัยที่ผ่านมา

ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตรและคณะ (2542) คุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำปากพองและสาขาก่อนการสร้างประตูระบายน้ำกั้นแม่น้ำปากพอง จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่า คุณภาพน้ำผิวดินบริเวณคลองหัวไทร ซึ่งคลองหัวไทรเป็นพื้นที่หนึ่งที่มีคลองจากทะเลสาบสงขลาถึงปากน้ำปากพองไหลผ่าน จากการตรวจสอบค่า COD เมื่อเดือนตุลาคม 2542 โดยจุดS1 มีค่าอยู่ในช่วง 18.70-79.76 mg/l จุดS3 มีค่าอยู่ในช่วง 35.53-74.19 mg/l และจุดS5 มีค่าอยู่ในช่วง 32.90-50.09 mg/l

สอแหละ บางสันและอิมรอน หรรษิลา (2552) จากการวิจัยผลกระทบของตลาดน้ำต่อคุณภาพน้ำคลองแห ทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ 12 พารามิเตอร์ วันที่มีตลาดน้ำมีค่าDO 3.43-6.86 mg/l BOD 0.75-2.30 mg/l แอมโมเนีย 3.36-4.60 mg/l และ TKN 20.25-24.17 mg/l ส่วนวันที่ไม่มีตลาดน้ำ ค่าDO 4.53-7.73 mg/l BOD 0.80-1.55 mg/l แอมโมเนีย 2.25-3.09 mg/l และ TKN 21.74-25.10 mg/l นั้นแสดงว่า ตลาดน้ำมีผลต่อความสกปรกที่เกิดขึ้นกับคลองแห

ภรณ์ จันทะมาและคณะ (2553) จากงานวิจัยผลกระทบจากกิจกรรมของตลาดน้ำต่อคุณภาพน้ำในคลองอัมพวา บริเวณตลาดน้ำอัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม พบว่ากิจกรรมของตลาดน้ำในวันเสาร์และอาทิตย์ทำให้เกิดของแข็งแขวนลอย ค่าไขมัน น้ำมันและไขมัน และค่าออกซิเจนละลายน้ำสูง ผลการศึกษาพบว่ากิจกรรมของตลาดน้ำอัมพวามีผลต่อคุณภาพน้ำคือเป็นการเพิ่มออกซิเจนละลายหรือค่าดีไอโกลในน้ำจากการวิ่งของเรือส่งผลให้ค่าบีโอดีลดลง ส่วนพารามิเตอร์ไนเตรต วันที่มีตลาดน้ำมีค่า 0-12.8 mg/l วันที่ไม่มีตลาดน้ำมีค่า 0-16.7 mg/l และค่าแอมโมเนีย วันที่มีตลาดน้ำมีค่า 0.37-2.24 mg/l วันที่ไม่มีตลาดน้ำมีค่า 0.42-1.86 mg/l

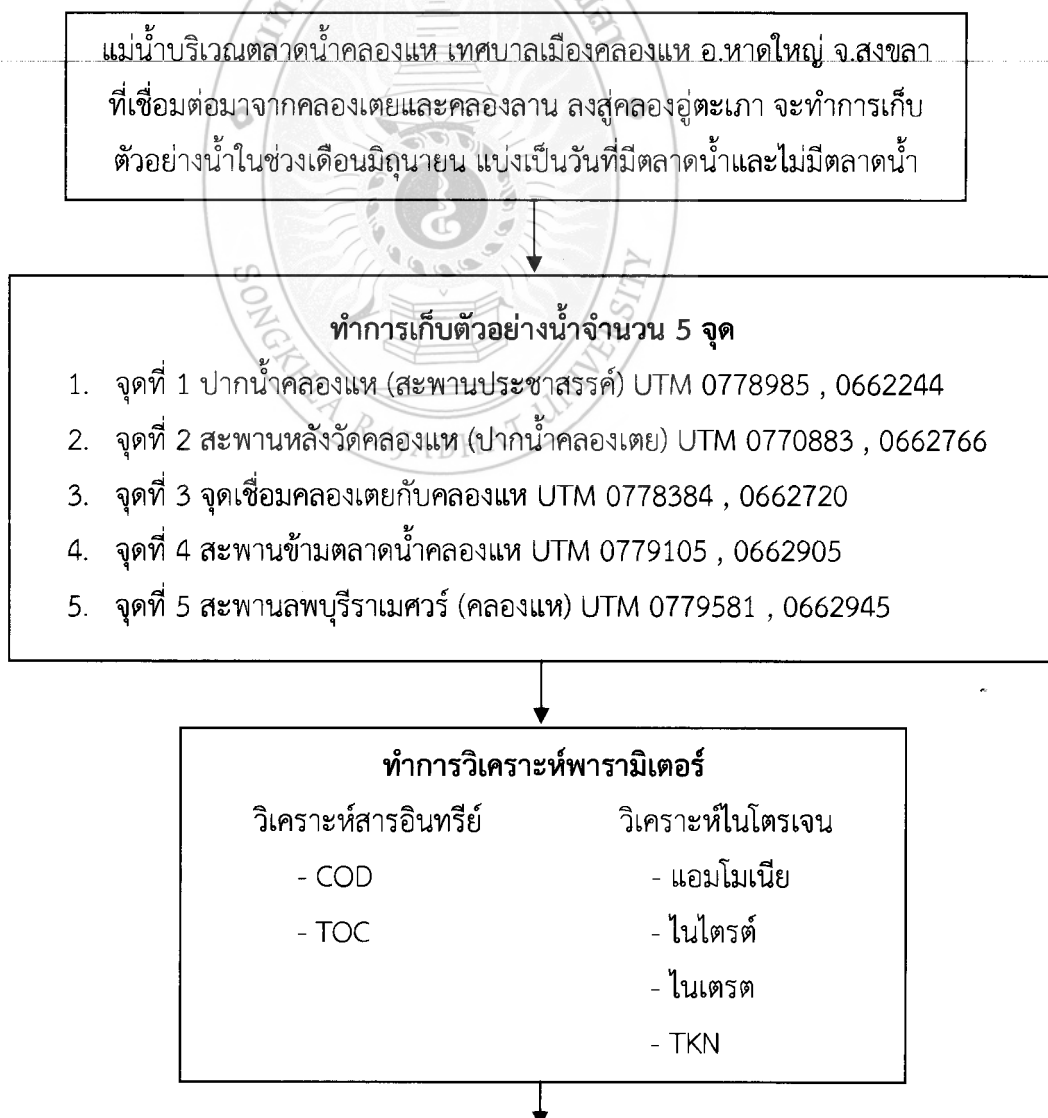
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5 (2556) รายงานการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำแม่น้ำท่าจีน คลองสาขา และแม่น้ำคาบเกี่ยว พบว่า การวิเคราะห์ค่าไนโตรเจนไนโตรเจนในคลองดำเนินสะดวก ซึ่งเป็นคลองสายที่มีการตั้งตลาดน้ำอยู่บริเวณตอนบน มีค่าไนโตรเจนไนโตรเจนในวันที่19/2/56 27/5/56 และ 5/11/56 มีค่าเท่ากับ 0.2 0.04 และ 0.04 mg/l ตามลำดับ

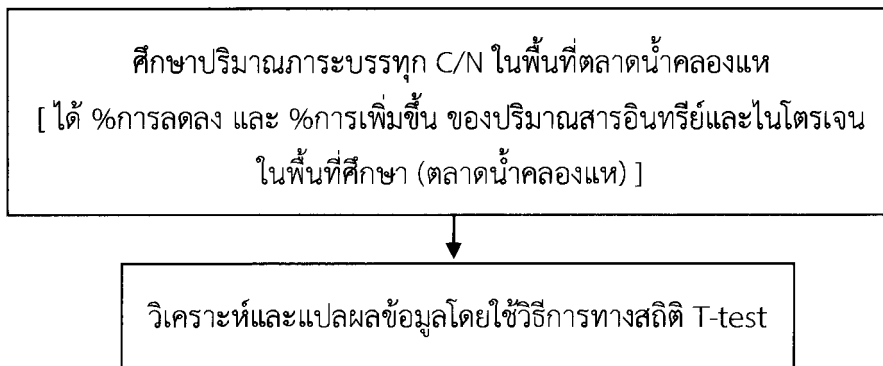
สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดสงขลา (2543) กิจกรรมติดตามและการตรวจสอบผลของสิ่งแวดล้อมต่อการประมงและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจากการสร้างเขื่อนกั้นแม่น้ำปากพองจังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งคลองหัวไทรเป็นพื้นที่หนึ่งที่มีคลองจากทะเลสาบสงขลาถึงปากน้ำปากพองไหลผ่าน พบว่า คุณภาพผิวดินบริเวณคลองหัวไทรก่อนการปิดประตูระบายน้ำ เมื่อ

เดือนตุลาคม 2542 มีการปนเปื้อนของอินทรีย์ค่อนข้างสูง โดยแอมโมเนียรวมเฉลี่ย 0.388-1.090 mgN/l (สูงสุดบริเวณS1), ออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ย 3.00-4.42 mg/l, ความเค็มเฉลี่ย 7.43-12.03 ppt. และสารอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ย (TOC) 4.48-6.61 mg/l

นักวิจัยด้านการจัดการน้ำ (2554) การพัฒนาแนวทางการจัดการน้ำเสีย แบบชุมชนมีส่วนร่วมของ ตลาดน้ำวัดลำพญา อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม ปีพ.ศ.2554 พบว่า ตลาดน้ำวัดลำพญาเป็นตลาดน้ำที่คงวิถีชีวิตของชุมชนท้องถิ่นเดิมมากกว่าร้อยละ 50 มีกิจกรรมที่ก่อให้เกิดน้ำเสียในพื้นที่ 2 ลักษณะประกอบด้วยกิจกรรมจากการประกอบการค้าขายและกิจกรรมจากการให้บริการห้องน้ำของพื้นที่ จากการศึกษาพบว่ามีความแปรปรวนในวันที่ไม่มีตลาดน้ำบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำและปลายน้ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.187 0.182 และ 0.194 mg/l ตามลำดับ ส่วนในวันที่มีตลาดน้ำบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำและปลายน้ำ มีค่าในเตรตเท่ากับ 0.196 0.220 และ 0.253 mg/l ตามลำดับ

13. วิธีการดำเนินการวิจัย





1. เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมี

พารามิเตอร์	เครื่องมือและอุปกรณ์	สารเคมี
COD	ขวดรูปชมพู่ ขนาด 125 ml, บิวเรต, ปิเปต, ลูกยาง, ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ, ปิกเกอร์ ขนาด 100 ml, ตะแกรง, หลอดทดลอง, ตู้อบความร้อน 150°C, ถังมือ	น้ำกลั่น, อินดิเคเตอร์เฟอโรอิน, สารละลาย FAS 0.05 N (สารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต), สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต (Na ₂ S ₂ O ₃), สารละลายกรดซัลฟูริก (H ₂ SO ₄ + Ag ₂ SO ₃)
TOC	เครื่อง TOC analyzer, เครื่องปั่นตัวอย่าง (Sample blander), เดลิคเคเตอร์ สำหรับเก็บสารเคมีเพื่อป้องกันความชื้น, ขวดเก็บตัวอย่างน้ำสำหรับวิเคราะห์ TOC ขวดแก้วสีชาขนาด 60 มิลลิลิตร	โปแตสเซียมไบธาเรส (Potassium biphthalate; C ₈ H ₅ KO ₄), กรดไฮโดรคลอริก (HCl)
แอมโมเนียไนไตรต์ไนเตรต	เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์, ขวดรูปชมพู่ ขนาด 100 ml, ลูกยาง, ปิเปต ขนาด 25 และ 5 ml, หลอดหยด, PARAFILM, กระดาษกรอง What man No.1, ชุดการกรอง, ปิกเกอร์ 500 ml, กระบอกตวง 50 ml, คอลัมน์แคดเมียม	น้ำกลั่น, สารละลายฟีนอล, สารละลายโซเดียมไนโตรพรัสไซด์, Oxidizing golution, Color reagent, NH ₄ Cl-EDTA solution, Sulfanilamide reagent, NED dihydrochloride
TKN	เครื่องวัดพีเอช, ปิกเกอร์, หลอดเจลดาทาล, เครื่องย่อยสลาย, กระบอกตวง, บิวเรต	น้ำย่อยสลาย (Digestion Reagent), NaOH-Na ₂ S ₂ O ₃ , Indicator boric acid solution, Mix Indicator, H ₂ SO ₄ 0.02 N

2. วิธีการทดลอง

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์	ที่มา
COD	Closed Reflux method (Titrimetric method)	Standard method, 2005
TOC	TOC analyzer	Standard method, 2005
แอมโมเนีย	Phenate method	Standard method, 2005
ไนไตรต์	Colorimetric method	Standard method, 2005
ไนเตรต	Cadmium reduction method	Standard method, 2005
TKN	Kjedahl method	Standard method, 2005

วิธีการวิเคราะห์

1. พารามิเตอร์ COD วิเคราะห์วิธี Closed Reflux Method (Titrimetric Method) (Standard method 5220C)

1) ปิเปตน้ำตัวอย่างใส่ในหลอดทดลองทั้ง 2 หลอด หลอดละ 10 ml แล้วปิเปตสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) หลอดละ 6 ml

2) ปิเปตสารละลาย $H_2SO_4 + Ag_2SO_3$ ใส่หลอดทดลอง หลอดละ 14 ml แล้วปิดฝาแล้วเขย่าให้เข้ากัน วางหลอดลงใน Block Digester หรือ ตู้อบ ที่อุณหภูมิ $150^\circ C$ เป็นเวลา 2 ชั่วโมงเมื่อครบเวลาแล้วทิ้งไว้ให้เย็นแล้วเทใส่ในขวดรูปชมพู่ ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างสารละลายในหลอดให้หมด

3) หยดอินดิเคเตอร์เฟอโรอิน 2-3 หยด เขย่าและไตเตรตกับสารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต (FAS) สารละลายจะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินอมเขียวเป็นสีน้ำตาลแดงอิฐเมื่อถึงจุดยุติ แล้วบันทึกปริมาณที่ใช้ไป

2. พารามิเตอร์ TOC วิเคราะห์โดยวิธี TOC analyzer (Standard method 5310C)

เก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านการทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน ด้วยการปั่นในขวดแก้วสีชาที่เตรียมไว้สำหรับเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ค่า TOC โดยเฉพาะทำให้เป็นกรดด้วยการเติมสารละลาย (1+1)HCl จนมี pH < 2 เก็บไว้ในที่ที่ถูกแสงน้อยที่สุด รักษาอุณหภูมิเป็น < $4^\circ C$ ทำการวิเคราะห์ภายใน 7 วันก่อนนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง TOC analyzer

3. พารามิเตอร์แอมโมเนีย (NH_4^+) วิเคราะห์โดยวิธี Phenate method (Standard method 4500-NH₃F.)

1) นำตัวอย่างน้ำไปกรองด้วยชุดการกรองโดยใส่ตัวอย่างน้ำปริมาตร 300 ml กรองเสร็จใส่ในบีกเกอร์ ขนาด 500 ml

2) ตวงน้ำตัวอย่าง 25 ml ใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 125 ml

3) ปิเปตสารละลายฟีนอล 1 ml เขย่าให้เข้ากัน รวมทั้งปิเปตสารละลายโซเดียมไนโตรพริสไซด์ 1 ml และ Oxidizing solution 2.5 ml เขย่าให้เข้ากัน

4) ปิดตัวอย่างโดยใช้ PARAFILM แล้วตั้งทิ้งไว้ให้เกิดสีที่อุณหภูมิห้อง ในที่มีดประมาณ 1 ชั่วโมง นำมาวัดค่า absorbance ที่ความยาวคลื่น 640nm ด้วยเครื่อง Spectrophotometer

4. พารามิเตอร์ไนไตรต์ (NO_2^-) วิเคราะห์โดยวิธี Colorimetric method

(Standard method 4500- NO_2^- B.)

1) ตวงน้ำตัวอย่าง 50 ml ที่กรองด้วยกระดาษกรอง 0.45 μm membrane filter และปรับ pH 5-9 ด้วย 1 N HCl หรือ NH_4OH

2) ปิเปต Color reagent 2 ml เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที

3) นำไปวัดค่า absorbance ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ 543 nm

5. พารามิเตอร์ไนเตรต (NO_3^-) วิเคราะห์โดยวิธี Cadmium reduction method

(Standard method 4500- NO_3^- E.)

1) ตวงน้ำตัวอย่างที่กรองแล้ว 25 ml ใส่ในขวดรูปชมพู่

2) ตวง $\text{NH}_4\text{Cl-EDTA}$ 75 ml กวนให้ทั่วกัน แล้วเทใส่ในคอลัมน์แคดเมียม ปลอຍให้ตัวอย่างน้ำไหลผ่านในอัตรา 7-10 ml/นาที ทิ้งน้ำ 25 ml แรกที่รองได้ แล้วเก็บที่เหลือ 50 ml ไว้

3) น้ำจาก 50 ml ที่ได้ มาเติม Sulfanilamide 2 ml ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 2-8 นาที จึงเติม NED dihydrochloride 2 ml ผสมให้เข้ากัน นำไปวัดค่า absorbance ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ 543 nm

6. พารามิเตอร์ไนโตรเจน (TKN) วิเคราะห์โดยวิธี Kjeldahl method

(Standard method 4500- N_{org} B.)

1) ตวงตัวอย่างน้ำปริมาตร 100ml ใส่ลงใน Kjeldahl flask แล้วเติมลูกแก้วหรือเศษกระเบื้องไป 3-4 ชิ้น

2) เติมน้ำย่อยสลาย (Digestion Reagent) ลงไป 50 ml แล้วนำเข้าเครื่องย่อยที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที

3) เพิ่มอุณหภูมิเป็น 380°C จากนั้นย่อยจนกว่าสารละลายที่ได้เป็นสีฟ้าใส และย่อยต่ออีก 20 นาที ปิดเครื่องและทำให้ตัวอย่างเย็นและเติมน้ำลงไป 25 ml

4) เติม ($\text{NaOH-Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) ลงไป 50 ml แล้วนำไปทำการกลั่น

5) ทำการเก็บ Distillate 250 ml ด้วย Indicator boric acid solution 50 ml

6) ไตเตรตสารละลายที่ได้ด้วย H_2SO_4 0.02 N จนกระทั่งอินดิเคเตอร์เปลี่ยนสีเป็นม่วงอ่อนแล้วจดปริมาตรที่ใช้

7) ทำการวิเคราะห์ Blank โดยใช้กากลั่นแทนน้ำตัวอย่างและใช้วิธีการเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ตัวอย่าง

หาปริมาณการะบรรทุกสารอินทรีย์และไนโตรเจน

ศึกษาปริมาณการะบรรทุก C/N ในพื้นที่ตลาดน้ำคลองแห [ได้ % เพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณสารอินทรีย์และไนโตรเจนในพื้นที่ศึกษา (ตลาดน้ำคลองแห)]

การวิเคราะห์และแปลผล

วิเคราะห์และแปลผลข้อมูลโดยใช้วิธีการทางสถิติ T-test

14. แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

ขั้นตอน	2556										2557						
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	ม.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
รวบรวมข้อมูลและตรวจเอกสาร																	
สอบโครงร่างวิจัย			▲														
ลงพื้นที่ เก็บตัวอย่างน้ำ (ตลาดน้ำ 5 จุด)																	
วิเคราะห์พารามิเตอร์																	
ศึกษาการะบรรทุกC/N																	
สอบความก้าวหน้า														▲			
สรุปผลการทดลอง																	
สอบจบเล่มวิจัย																	▲
เขียนและแก้ไขเล่มวิจัย																	

หมายเหตุ ช่วงเดือน *พ.ย. 2556 – ก.พ. 2557 เป็นช่วงของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

15. งบประมาณ

รายการ	งบประมาณตลอดโครงการ(บาท)
ค่าใช้จ่าย	
- ค่าถ่ายเอกสาร การค้นคว้าข้อมูล	1,000
- ค่าใช้จ่ายเกี่ยวเนื่องกับการลงพื้นที่เก็บน้ำ	2,000
ค่าวัสดุ	
- ค่าน้ำมันรถ	1,000
- ค่าอุปกรณ์และสารเคมี	1,000
- ค่าทำเล่มรายงาน	3,000
- ค่าอุปกรณ์อื่นๆ	1,000
รวม	9,000



16. เอกสารอ้างอิง

- ชนิดิษฐา เกิดเป้า. 2554. ยูโทรฟิเคชัน(Eutrophication). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : www.thaieditorial.com/ยูโทรฟิเคชัน-eutrophication/ (วันที่ค้นข้อมูล : 27 มีนาคม 2556).
- ทีมนักวิจัยด้านการจัดการน้ำ. 2554. การพัฒนาแนวทางการจัดการน้ำเสียแบบชุมชนมีส่วนร่วมของตลาดน้ำวัดลำพญา อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.ertc.deqp.go.th/ertc/images/stories/user/pr/maewmiew/190925542.pdf> (วันที่ค้นข้อมูล : 7 กรกฎาคม 2557).
- นิคม ละอองศิริวงศ์. ม.ป.ป. ยูโทรฟิเคชันสิ่งบ่งชี้ความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : www.nicaonline.com/download/An%20indication.doc (วันที่ค้นข้อมูล : 27 มีนาคม 2556).
- ปราณี วิเศษ. 2551. ปริมาณสารอินทรีย์ปนเปื้อนในภาชนะพลาสติกบรรจุอาหาร, วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์ สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- พัฒนา มุลพฤษ. 2545. การป้องกันและควบคุมมลพิษ. กรุงเทพฯ: บริษัทชิคมาดีไซด์กราฟิกกราฟิก จำกัด
- พีระพิทย์ พีฆมกลและคณะ. 2542. การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำคลองเตยและคลองอู่ตะเภาในอำเภอลาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เพื่อจัดสร้างฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์, การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 37. กรุงเทพฯ
- ภรณ์ จันทะมา และคณะ. 2553. ผลกระทบจากกิจกรรมของตลาดน้ำต่อคุณภาพน้ำในคลองอัมพวาบริเวณตลาดน้ำอัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม, วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏวิบูลสงคราม. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://research.psru.ac.th/~rdi/research_journal/journal/journalRdiSP_1-3.pdf (วันที่ค้นข้อมูล : 7 กรกฎาคม 2557).
- มันสิน ตันตุลเวศม์และมันรัช ตันตุลเวศม์. 2547. เคมีสิ่งแวดล้อมน้ำและน้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และคณะ. 2542. คุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำปากพองและสาขาก่อนการสร้างประตูระบายน้ำกั้นแม่น้ำปากพอง จังหวัดนครศรีธรรมราช, เอกสารวิชาการสถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง
- สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดสงขลา. 2543. กิจกรรมติดตามและตรวจสอบผลของสิ่งแวดล้อมต่อการประมงและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจากการสร้างเขื่อนกั้นแม่น้ำปากพองจังหวัดนครศรีธรรมราช. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.nicaonline.com/0003.htm> (วันที่ค้นข้อมูล : 7 กรกฎาคม 2557).

- สาลินี ทิพย์เพ็ง. 2554. การส่งเสริมการท่องเที่ยวตลาดน้ำ ภูมิศึกษาด้านน้ำคลองแห อำเภอกาบัง จังหวัดสงขลา, วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาการจัดการโรงแรมและการท่องเที่ยว มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สิทธิชัย ต้นธนะสฤกษ์ดี. 2549. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพน้ำ. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ:ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุภกิจ จิวเจริญ และคณะ. 2554. จากการศึกษาความผันแปรของสารอินทรีย์ละลายน้ำและคุณสมบัติฟลูออเรสเซนซ์ของสารอินทรีย์ละลายน้ำในแม่น้ำท่าจีน, การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมนเรศวร ครั้งที่ 8. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.agi.nu.ac.th/nred/Document/เรื่องเต็มการประชุมวิชาการ%20สิ่งแวดล้อมนเรศวร%20ครั้งที่%208.pdf> (วันที่ค้นข้อมูล : 7 กรกฎาคม 2557).
- สุทธิชัย ฤทธิธรรม. 2555. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการประมงมหาชัย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.fisheries.go.th/cfsamutsa/index.php?option=com_content&view=article&id=56&Itemid=61 (วันที่ค้นข้อมูล : 6 กรกฎาคม 2557).
- สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 3. 2553. รายงานสรุปผลคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินครั้งที่4 ประจำปี 2553. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : www.reo3.go.th/newversion//images/stories/report/...4_53/044.doc (วันที่ค้นข้อมูล : 25 มีนาคม 2556).
- สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5. 2556. รายงานการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำแม่น้ำท่าจีนคลองสาขาและแม่น้ำคาบเกี่ยว. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.reo05monre.com/pdf/wq56_report.pdf (วันที่ค้นข้อมูล : 6 กรกฎาคม 2557).
- ส่วนน้ำเสียอุตสาหกรรม สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ. ม.ป.ป. สถานการณ์คุณภาพน้ำทะเลสาบสงขลา. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.tei.or.th/songkhlalake/database/quality_water/quality.html (วันที่ค้นข้อมูล : 7 กรกฎาคม 2557).
- สอทะเล บางสันและอิมรอน หรนศิลา. 2552. ผลกระทบของตลาดน้ำของคุณภาพน้ำคลองแหอำเภอกาบัง จังหวัดสงขลา, รายงานวิจัยวิทยาศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.
- อภิชาติ สุขสว่าง. 2544. พลวัตประชากรสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่ตรึงไนโตรเจนได้ในระบบนิเวศที่ต่างกัน, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ สาขาวิชาปฐพีศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อัศดร คำเมือง. 2553. แนวทางพัฒนาชุดตรวจสอบยูโทรฟิเคชันในแหล่งน้ำจืดอย่างง่าย ภูมิศึกษาจังหวัดปทุมธานีและจังหวัดนครนายก, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.