



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอย ฟลักซ์ของธาตุอาหารอนินทรีย์ต่อ ความ
หลากหลายทางชีวภาพของปะการังบริเวณหาดเจ้าหลาว จังหวัดจันทบุรี – ปีที่ 2

Relationship between total suspended solid and flux of inorganic nutrients on coral
biodiversity, Chao - Lao beach area, Chanthaburi Province – Year 2

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เบ็ญจมาศ ไพบูลย์กิจกุล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อนุกุล บุรณประทีปรัตน์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชลี ไพบูลย์กิจกุล

โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้

จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559

มหาวิทยาลัยบูรพา

รหัสโครงการ 2559 A10802042

สัญญาเลขที่ 38/ 2559

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอย ฟลักซ์ของธาตุอาหาร
อนินทรีย์ต่อความหลากหลายทางชีวภาพของปะการัง
บริเวณหาดเจ้าหลาว จังหวัดจันทบุรี – ปีที่ 2

Relationship between total suspended solid and flux of inorganic
nutrients on coral biodiversity, Chao - Lao beach area,
Chanthaburi Province – Year 2

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เบ็ญจมาศ ไพบูลย์กิจกุล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อนุกุล บุรณประทีปรัตน์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชลี ไพบูลย์กิจกุล

คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

สิงหาคม พ.ศ. 2559

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559 มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 38/2559

Acknowledgment

This work was financially supported by the Research Grant of Burapha University through National Research Council of Thailand (Grant no. 38/2559).

บทคัดย่อ (ภาษาไทย)

การศึกษาทิศทางการไหลของน้ำและ ปริมาณตะกอนแขวนลอยต่อความหลากหลายของปะการัง บริเวณหาดเจ้าหลาวจังหวัดจันทบุรีตลอดทั้งปีตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 – เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2556 ทิศทางการไหลของน้ำ ทิศทางการเคลื่อนที่ของตะกอน ปริมาณตะกอนทั้งผิวหน้า และพื้นที่ท้องน้ำถูกศึกษาด้วย เครื่องมือเฉพาะ (current meter and water trap) ผลการศึกษาพบว่า ทิศทางการไหลของกระแสน้ำกับทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนในฤดูฝนมีแนวโน้มมาจากปากแม่น้ำแฉมหนูเป็นส่วนมาก ส่วนในฤดูแล้งนั้นทิศทางการไหลของกระแสน้ำกับทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนนั้นเป็นแบบสับสนเนื่องจากไม่ได้รับผลกระทบของคลื่นลมและกระแสน้ำ สำหรับในเดือนสิงหาคม มีนาคม และมีถุนายนพบว่าตะกอนผิวหน้า และพื้นที่ท้องน้ำมีความสัมพันธ์กันเนื่องจากได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมในฤดูฝนซึ่งจะพัดพาตะกอนจากชายฝั่งลงทะเล

ผลการศึกษาพบว่าตะกอนบริเวณอ่าวคู้งกระเบนมีขนาดเล็กกว่า และมีปริมาณน้อยกว่าตะกอนบริเวณปากแม่น้ำแฉมหนู ผลการสำรวจแนวปะการังทั้ง 3 แนว พบว่า ในแนวสำรวจที่ใกล้กับอ่าวคู้งกระเบน และหาดเจ้าหลาวมีความหลากหลายของปะการังมากกว่าในบริเวณปากน้ำแฉมหนู สำหรับปริมาณฟอสเฟต และซิลิเกตพบได้มากในฤดูฝนมากกว่าฤดูแล้ง ในขณะที่ตะกอนแขวนลอย ความเค็ม และอุณหภูมิพบได้ปริมาณมากในฤดูร้อนมากกว่าฤดูฝน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างการนำไฟฟ้าและค่าตะกอนแขวนลอยค่าเท่ากับ 0.38 ค่าแอมโมเนียและไนเตรทมีความสัมพันธ์กันแบบแปรผันตรงโดยมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.62

Abstract

Directions of water flow and suspended solid on biodiversity of coral at Chao Lao Beach, Chanthaburi Province were study during August 2012 - November 2013. The direction of water flow, the direction of sediment movement and quantity of sediment (surface and bottom) around area were collected by current meter and sediment trap. The results found that the direction of water flow and sediment movement had been came from the Kham-Nu Estuary in the rainy season. In the winter, the direction of water flow and sediment movement had been not affected on wind, waves and water flow. On August, March and June, amounts of surface and bottom sediment had been related because the sediment had been carried from the shoreline into the sea by the monsoon.

Result found that sediment from Kung Kraben Bay was smaller and less quantity than the sediment from Kham-Nu Estuary. Coral located near Kung Krabaen Bay and Chao Lao Beach had higher biodiversity that those located near Kham-Nu Estuary. Phosphate and silicate in rainy season were greater amount than those in summer. While, suspension solid, salinity and temperature in summer were higher concentration than those in rainy season. Correlation index between conductivity and total suspension solid was 0.38. Concentration of ammonia and nitrate had linear relationship equal 0.38 of correlation index.

สารบัญ

		หน้า
	กิตติกรรมประกาศ	ก
	Acknowledgement	ข
	บทคัดย่อ	ค
	Abstract	ง
	สารบัญ	จ
	สารบัญภาพ	ช
	สารบัญตาราง	ญ
บทที่ 1	บทนำ	1
	1 ความสำคัญ และโจทย์ที่มาของการวิจัย	1
	2 วัตถุประสงค์ของโจทย์วิจัย	2
	3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
	4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
	5 การตรวจสอบเอกสารงานวิจัย	3
บทที่ 2	เนื้อเรื่อง	23
	1 วิธีดำเนินการวิจัย	23
	1.1 แผนงานการวิจัย	23
	1.2 พื้นที่ศึกษาวิจัย	23
	1.3 ระยะเวลาศึกษาวิจัย และอุปกรณ์การเก็บตัวอย่าง	24
	1.4 วิธีการดำเนินการวิจัยภาคสนาม	25
	2 ผลการวิจัย	30
	2.1 ฟลักซ์ของน้ำบริเวณปากน้ำแฉมหนู	30
	2.2 ความเข้มข้นของธาตุอาหารอนินทรีย์ไนโตรเจนบริเวณปากน้ำแฉมหนู .	32
	2.3 ปริมาณฟลักซ์ธาตุอาหารอนินทรีย์ไนโตรเจนบริเวณปากน้ำแฉมหนู	35
	2.4 ความเข้มข้นของธาตุอาหารอนินทรีย์ฟอสเฟตละลายน้ำบริเวณ	
	ปากน้ำแฉมหนู	38
	2.5 ปริมาณฟลักซ์ธาตุอาหารอนินทรีย์ฟอสเฟตละลายน้ำบริเวณ	
	ปากน้ำแฉมหนู	40
	2.6 ความเข้มข้นของธาตุอาหารอนินทรีย์ซิลิเกตบริเวณปากน้ำแฉมหนู	42
	2.7 ปริมาณฟลักซ์ของธาตุอาหารอนินทรีย์ซิลิเกตบริเวณปากน้ำแฉม	
	หนู	43
	2.8 ปริมาณตะกอนแขวนลอยทั้งหมดบริเวณปากน้ำแฉมหนู	44
	2.9 ปริมาณตะกอนแขวนลอยทั้งหมดในรูป Volatile	45
	2.10 สัดส่วนตะกอนอินทรีย์และตะกอนอนินทรีย์	46

	หน้า
2.11	ฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอย 47
2.12	ฟลักซ์ตะกอนในรูป Volatile 48
2.13	ฟลักซ์สุทธิของตะกอนแขวนลอยทั้งหมดและตะกอน Volatile 50
2.14	ความลึก พื้นที่หน้าตัด ปริมาณน้ำฝน และ คุณภาพน้ำทาง กายภาพและเคมีบางประการ 50
2.15	ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่อปะการัง ... 52
2.16	ศึกษาฟลักซ์ธาตุอาหาร และปัจจัยสิ่งแวดล้อม 56
2.17	ศึกษาปริมาณตะกอนบริเวณพื้นที่ศึกษา 58
2.18	ศึกษาชนิด และความหลากหลายของปะการังบริเวณหาด เจ้าหลาว อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี 60
2.19	ภาพถ่ายปะการังที่พบจากการสำรวจ 64
บทที่ 3	อภิปรายผลการศึกษา 44
3.1	ศึกษาความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสเฟต ซิลิเกต และตะกอนแขวนลอย 67
3.2	ฟลักซ์ความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสเฟต ซิลิเกต และตะกอนแขวนลอย 71
3.3	ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณธาตุ อาหาร 77
3.4	ศึกษาทิศทางการไหลของน้ำและทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอน 78
3.5	ศึกษาปริมาณตะกอนผิวน้ำ และตะกอนพื้นน้ำ 79
3.6	ศึกษาชนิด และความหลากหลายของปะการังหาดเจ้าหลาว 80
3.7	ผลกระทบของตะกอนแขวนลอยต่อความหลากหลายของปะการัง 84

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

<p>บทที่ 4</p>	<p>สรุป และ ข้อเสนอแนะ</p> <p>4.1 สรุปผลการศึกษา</p> <p>4.2 ข้อเสนอแนะ</p>	<p>85</p> <p>85</p> <p>86</p>
<p>บทที่ 5</p>	<p>ผลผลิต</p> <p>5.1 ผลงานเตรียมพิมพ์เผยแพร่</p> <p>5.2 ผลงานเชิงสาธารณะ</p>	<p>88</p> <p>88</p> <p>88</p>
<p>รายงานการเงิน</p>		<p>89</p>
<p>บรรณานุกรม</p>		<p>90</p>
<p>ภาคผนวก</p>		<p>97</p>
<p>ประวัติผู้วิจัย</p>		<p>100</p>

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1 - 1	สถานที่ศึกษาในโครงการนี้ และสถานที่ใกล้เคียง จังหวัดจันทบุรี	6
1 - 2	ลักษณะรูปทรงของปะการังและสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ	13
2 - 1	แผนที่บริเวณพื้นที่ศึกษาวิจัย	23
2 - 2	เครื่องมือวัดความเร็ว และ ทิศทางกระแสน้ำ	25
2 - 3	กระบอกเก็บน้ำแบบ Van Dorn เพื่อศึกษาตะกอนผิวหน้า	25
2 - 4	ขั้นตอนการวิเคราะห์น้ำเพื่อคำนวณธาตุอาหาร และคำนวณฟลักซ์	26
2 - 5	การศึกษาสำรวจความหลากหลายของปะการังด้วยวิธี Manta tow	27
2 - 6	พื้นที่ในการสำรวจแนวปะการังหาดเจ้าหลาว	28
2 - 7	เครื่องมือเก็บตะกอนพื้นท้องน้ำ	29
2 - 8	ฟลักซ์ของน้ำเดือนเมษายนและเดือนกันยายน	31
2 - 9	ค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนบริเวณปากแม่น้ำแฉมหนูช่วงฤดูแล้ง	33
2 - 10	ค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนบริเวณปากแม่น้ำแฉมหนูช่วงฤดูน้ำมาก	34
2 - 11	ปริมาณฟลักซ์ไนโตรเจนบริเวณปากแม่น้ำแฉมหนูในช่วงเมษายน	36
2 - 12	ปริมาณฟลักซ์ไนโตรเจนบริเวณปากแม่น้ำแฉมหนูในช่วงกันยายน	37
2 - 13	ค่าความเข้มข้นของออร์โธฟอสเฟต บริเวณปากแม่น้ำแฉมหนู	39
2 - 14	ค่าฟลักซ์ของฟอสเฟต บริเวณปากแม่น้ำแฉมหนู จังหวัดจันทบุรี	41
2 - 14	ทิศทางการไหลของกระแสน้ำในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2556	41
2 - 15	ความเข้มข้นของซิลิเกตเดือนเมษายนและเดือนกันยายน	43
2 - 16	ฟลักซ์ของซิลิเกตเดือนเมษายนและเดือนกันยายน	43
2 - 17	ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยเดือนเมษายนและเดือนกันยายน	45
2 - 18	ความเข้มข้นของ Volatile Solid ก) เดือนเมษายนและ ข) เดือนกันยายน ...	46
2 - 19	สัดส่วนตะกอนอินทรีย์และตะกอนอนินทรีย์เดือนเมษายนและเดือนกันยายน	47
2 - 20	ฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอยเดือนเมษายนและเดือนกันยายน	48
2 - 21	ฟลักซ์ของตะกอน Volatile เดือนเมษายนและเดือนกันยายน	49
2 - 22	ความลึกกลางร่องเดือนเมษายนและเดือนกันยายน	51
2 - 23	พื้นที่หน้าตัดเดือนเมษายนและเดือนกันยายน	51
2 - 24	ปริมาณน้ำฝนรายเดือนที่สถานีตรวจวัดจังหวัดจันทบุรีปีพ.ศ.2557	52
2 - 25	การแพร่กระจายชนิดต่างๆ ของปะการังในพื้นที่ศึกษา	53
2 - 26	ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของปะการัง ปัจจัยสิ่งแวดล้อม และสถานีเก็บตัวอย่าง ในพื้นที่ศึกษา	54
2 - 27	การแพร่กระจายชนิดต่างๆ ของปะการังในพื้นที่ศึกษาซึ่งที่ 3 สถานีพบได้ชนิดที่แตกต่างกัน	55
2 - 28	ความเหมือนกันของข้อมูลของปะการังในพื้นที่ศึกษาในช่วงครึ่งละ 6 เดือน ...	55

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
2 - 29	ความสัมพันธ์ระหว่างฤดูกาลเก็บตัวอย่าง ธาตุอาหาร และปัจจัยสิ่งแวดล้อมในการศึกษา	56
2 - 30	ความสัมพันธ์ระหว่างการเก็บตัวอย่างแต่ละพารามิเตอร์บริเวณผิวน้ำ และพื้นที่ท้องน้ำ ในพื้นที่ศึกษา	57
2 - 31	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเรื่องความเข้มข้นของธาตุอาหาร ตะกอนแขวนลอยและปัจจัยแวดล้อมต่างๆ ในบริเวณที่ศึกษา	58
2 - 32	ปริมาณตะกอนผิวน้ำในแต่ละช่วงการเก็บตัวอย่างของการศึกษาครั้งนี้	59
2 - 33	ปริมาณตะกอนพื้นที่ท้องน้ำในแต่ละช่วงการเก็บตัวอย่างของการศึกษาครั้งนี้ ...	60
2 - 34	ภาพถ่ายปะการังบริเวณหาดเจ้าหลาว จังหวัดจันทบุรี	66

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2 - 1	วิธีการวิเคราะห์ธาตุอาหารอนินทรีย์ในน้ำ และ ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง	24
2 - 2	ฟลักซ์ในเดือนเมษายนและเดือนกันยายนพิจารณาจากน้ำชั้นบนและชั้นล่าง	31
2 - 3	ฟลักซ์เฉลี่ยในวัฏจักรน้ำขึ้น-น้ำลงของสารอาหารอนินทรีย์ในการศึกษา	38
2 - 4	ค่าความเข้มข้นของฟอสเฟต บริเวณปากแม่น้ำแฉมหนู	40
2 - 5	ฟลักซ์เฉลี่ยของออร์โธฟอสเฟตในวัฏจักรน้ำขึ้น-น้ำลง	41
2 - 6	ฟลักซ์ในเดือนเมษายนและเดือนกันยายน	44
2 - 7	ฟลักซ์ในเดือนเมษายนและเดือนกันยายน	50
2 - 8	ค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ในเดือนเมษายนและเดือนกันยายน	52
2 - 9	ชนิดและปริมาณของปะการังที่พบในแนวปะการังเส้นสำรวจ A	61
2 - 10	ชนิดและปริมาณของปะการังที่พบในแนวปะการังเส้นสำรวจ B	62
2 - 11	ชนิดและปริมาณของปะการังที่พบในแนวปะการังเส้นสำรวจ C	63
2 - 12	จำนวนชนิดปะการังที่พบในแนวปะการังบริเวณหาดเจ้าหลาว	63

บทที่ 1 บทนำ (Introduction)

1 ความสำคัญ และโจทย์ที่มาของการวิจัย

ประเทศไทยมีทรัพยากรทางทะเลที่หลากหลายไม่ว่าจะเป็นป่าชายเลน หญ้าทะเล ปะการัง เป็นต้น ซึ่งระบบนิเวศน์ที่สมบูรณ์นั้นต่างพึ่งพาอาศัยกันอย่างลงตัวระหว่างมนุษย์ที่อยู่ในชุมชนนั้น กับทรัพยากรที่ล้นหลามหลายทรัพยากรทางทะเลเหล่านั้น รวมถึงความงดงามของบรรยากาศ ทิวทัศน์ของทะเลล้วนเป็นต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมที่สำคัญมากอันจะส่งผลต่อเป็นต้นทุนในทางเศรษฐกิจต่อไป การเก็บเกี่ยวผลประโยชน์ทางทะเลได้ในหลายรูปแบบ เช่น เป็นอาหารให้กับมนุษย์ นำไม้ไปสร้างที่พักอยู่อาศัย นำไม้ไปสกัดทำยา นำสิ่งมีชีวิตทางทะเลไปสกัดเป็นยารักษาโรค เป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจ เป็นแหล่งอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น ท่าเรือพาณิชย์ สนามบิน สะพานปลา รวมถึงแหล่งนิคมอุตสาหกรรม เป็นต้น

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่ามนุษย์ได้ใช้ประโยชน์จากทรัพยากรทางทะเลที่หลากหลายรูปแบบมาก อาทิ เช่น เป็นแหล่งท่องเที่ยวทางทะเลที่สำคัญนำเงินรายได้จากชาวต่างชาติ และคนไทยสู่ประเทศไทยเป็นจำนวนมากในแต่ละปี ทั้งในแง่การท่องเที่ยวทางนิเวศ รวมถึงธุรกิจต่อเนื่องจากการท่องเที่ยวทรัพยากรทางทะเลนั้น ทรัพยากรทางทะเลที่มีความงดงามและดึงดูดนักท่องเที่ยวทั้งชาวต่างชาติ และคนไทยมาเที่ยวนำเงินตราสู่ประเทศไทยปีละหลายหมื่นล้านบาทในอุตสาหกรรมต่อเนื่อง นั่นคือ ทรัพยากรปะการัง ซึ่งมีความสำคัญทั้งแหล่งท่องเที่ยวที่งดงามในโลกใต้ทะเล และการเสริมสร้างความเข้มแข็งให้กับสายใยอาหารในระบบนิเวศทางทะเล กล่าวคือ ปะการังเป็นอีกหนึ่งแหล่งที่อนุบาลลูกสัตว์น้ำวัยอ่อนในทะเลและชายฝั่ง ซึ่งชาวประมงพื้นบ้านได้ทำมาหาเลี้ยงชีพตนในการทำประมงด้วยวิธีการที่ไม่ซับซ้อนนัก ไม่ต้องลงทุนค่าน้ำมัน อีกทั้งปะการังยังเป็นปราการของธรรมชาติที่สำคัญอันจะช่วยลดความแรงของกระแสน้ำ และคลื่นไม่ให้ซัดเข้าฝั่งด้วยความเร็ว และแรงมากเกินไป อันจะทำให้เกิดการกัดเซาะตามชายฝั่งทะเลนั่นเอง นอกจากนี้แล้วปะการังยังเป็น “สินค้าธรรมชาติที่ช่วยส่งเสริมการท่องเที่ยว” ที่เรียกว่า “การท่องเที่ยวเชิงนิเวศน์” ได้อีกด้วย ในรูปแบบต่างๆ เช่น การดำน้ำดูปะการัง และปลาในแนวปะการัง เป็นต้น

มีหลายปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของปะการัง อาทิเช่น มลสาร (Pollutant) หรือ สิ่งที่มีสะสมมากขึ้นในทะเล แล้วก่อให้เกิดภาวะสายใยอาหารมีปัญหา นอกจากนี้ยังมีพารามิเตอร์ที่สำคัญอื่นประกอบดังนี้ ความเค็ม อุณหภูมิของน้ำทะเล ค่าความโปร่งแสงของน้ำ ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทะเล ปริมาณสารอาหารในทะเล (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และซิลิเกต เป็นต้น) ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ เป็นต้น ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นสาเหตุที่ส่งผลกระทบต่อสายใยอาหารในระบบนิเวศน์นั่นเอง อนึ่งทิศทางการกระแสน้ำ ความเร็ว และมวลน้ำนั้นมีความสัมพันธ์กับ สายใยอาหารดังกล่าวด้วย เนื่องจากเป็นปัจจัยที่นำพาปัจจัยสิ่งแวดล้อมดังกล่าวมีการเคลื่อนย้าย จากสถานที่หนึ่งสู่สถานที่หนึ่ง

ดังนั้นในโครงการวิจัยครั้งนี้จึงได้มีแนวความคิดว่าควรศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพ (อาทิเช่น ปริมาณตะกอนแขวนลอย และ ฟลักซ์ของปริมาณตะกอนแขวนลอย) และปัจจัยทางเคมี (อาทิเช่น สารอาหารอนินทรีย์ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และซิลิเกต) ต่อความหลากหลายทางชีวภาพของปะการังบริเวณหาดเจ้าหลาว จังหวัดจันทบุรี ซึ่งจะทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ และผลกระทบที่อาจจะมามากน้อยเพียงใด อันจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดสรร และ จัดการทรัพยากรชายฝั่ง ที่สามารถให้ประชาชนส่วนใหญ่ใน

พื้นที่เข้าถึงทรัพยากร และเป็นการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรอย่างรู้คุณค่า และให้เกิดผลประโยชน์สูงสุด โดยคำนึงถึงยังคงเหลือทรัพยากรปะการังในพื้นที่นี้ไว้ให้ลูกหลานได้ใช้ประโยชน์อีกต่อไปในอนาคต อีกทั้งนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการประเมินผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากตะกอนแขวนลอยต่อสิ่งแวดล้อมชายฝั่งในบริเวณนั้นและบริเวณใกล้เคียงได้

นอกจากนี้จะได้แนวความคิดในเรื่องความสัมพันธ์ปัจจัยแวดล้อมประเภทตะกอนแขวนลอย และสารอาหารอนินทรีย์ที่มีต่อความหลากหลายของปะการัง อันจะนำไปเป็นต้นแบบ และแนวทางในการบริหารจัดการในพื้นที่ชายฝั่งทะเลที่มีแนวปะการัง อันจะทำให้ประชาชนในพื้นที่ได้มีชีวิตอยู่แบบพอเพียงในการเข้าถึงทรัพยากรอย่างถ้วนหน้า และ เป็นธรรม ซึ่งคิดว่าหากงานวิจัยนี้สำเร็จน่าจะเป็นประโยชน์ต่อ องค์การบริหารปกครองส่วนท้องถิ่นในการปรับใช้งานวิจัยนี้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อชุมชน และทรัพยากรธรรมชาติทะเลและชายฝั่งต่อไป

2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. ศึกษาทิศทาง และปริมาณตะกอนแขวนลอยที่มีผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพของปะการังบริเวณหาดเจ้าหลาว จ. จันทบุรี
2. ศึกษาทิศทาง และปริมาณฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอยบริเวณปากน้ำแหลมหนูในน้ำที่มีผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพของปะการัง
3. ศึกษาฟลักซ์ของธาตุอาหารอนินทรีย์ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ ซิลิเกตบริเวณปากน้ำแหลมหนูที่มีผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพของปะการัง
4. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพ (ตะกอนแขวนลอย ความเค็ม และอุณหภูมิ) และปัจจัยทางเคมี (ปริมาณธาตุอาหารอนินทรีย์ และพีเอช) บริเวณปากน้ำแหลมหนูและพื้นที่ใกล้เคียงที่ส่งผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพของปะการังบริเวณหาดเจ้าหลาว จ. จันทบุรี

3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

การวิจัยมีกำหนดระยะเวลา 2 ปี ในปีแรก (พ.ศ. 2558) เป็นการศึกษาวิจัยเรื่อง ศึกษาทิศทาง และปริมาณตะกอนแขวนลอยที่มีผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพของปะการัง โดยจะวางเครื่อง current meter เพื่อศึกษาทิศทาง และ ความเร็วกระแสน้ำทั้งหมด 6 ครั้ง ดังนี้

ครั้งที่	เดือน	ช่วงมรสุม
1	สิงหาคม 2555	ตะวันตกเฉียงใต้
2	พฤศจิกายน 2555	ตะวันออกเฉียงเหนือ
3	มกราคม 2556	ตะวันออกเฉียงเหนือ
4	มีนาคม 2556	ช่วงเปลี่ยนฤดู
5	มิถุนายน 2556	ตะวันตกเฉียงใต้
6	กันยายน 2556	ตะวันตกเฉียงใต้
7	พฤศจิกายน 2556	ตะวันออกเฉียงเหนือ

โดยมีการเก็บตะกอนผิวหน้าด้วยกระบอกเก็บน้ำแบบ Van Dorn และตะกอนพื้นท้องน้ำด้วย Sediment trap ในทั้ง 6 ครั้งที่วางเครื่อง current meter นอกจากนี้ยังสำรวจความหลากหลายของปะการังในบริเวณหาดเจ้าหลาว อ. ท่าใหม่ จ. จันทบุรี ด้วย

ในโครงการวิจัยปีที่สอง (พ.ศ. 2559) จะศึกษา ดังนี้

1) ศึกษาทิศทาง และปริมาณฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอยบริเวณปากน้ำแหลมหนูในน้ำที่มีผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพของปะการัง

2) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพ (ตะกอนแขวนลอย ความเค็ม และอุณหภูมิ) และปัจจัยทางเคมี (ปริมาณธาตุอาหารอนินทรีย์ และพีเอช) บริเวณปากน้ำแหลมหนูและพื้นที่ใกล้เคียงที่ส่งผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพของปะการังบริเวณหาดเจ้าหลาว จ. จันทบุรี

4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบถึงทิศทาง และปริมาณตะกอนแขวนลอยที่มีผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพของปะการังบริเวณหาดเจ้าหลาว จ. จันทบุรี

2. ได้ทราบถึงทิศทาง และปริมาณฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอยบริเวณปากน้ำแหลมหนูในน้ำที่มีผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพของปะการัง

3. ได้ทราบถึงฟลักซ์ของธาตุอาหารอนินทรีย์ในโตรเจน ฟอสฟอรัส และ ซิลิเกตบริเวณปากน้ำแหลมหนูที่มีผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพของปะการัง

4. ได้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพ (ตะกอนแขวนลอย ความเค็ม และอุณหภูมิ) และปัจจัยทางเคมี (ปริมาณธาตุอาหารอนินทรีย์ และพีเอช) บริเวณปากน้ำแหลมหนูและพื้นที่ใกล้เคียงที่ส่งผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพของปะการังบริเวณหาดเจ้าหลาว จ. จันทบุรี

5. นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาไปประยุกต์ใช้ในการจัดการทรัพยากรสิ่งแวดล้อมในพื้นที่การศึกษา เช่น ปะการัง เพื่อใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนต่อไป

5 การตรวจสอบเอกสารงานวิจัย

5.1 ความสำคัญของปะการังในระบบนิเวศทางทะเล และชายฝั่ง

แนวปะการังจัดเป็นระบบนิเวศทางทะเลและทรัพยากรชายฝั่งที่สำคัญเป็นประติมากรรมที่งดงาม และเป็นประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งเป็นสมบัติที่มีคุณค่ายิ่งต่อท้องทะเล โดยแนวปะการังที่เกิดขึ้นนี้จะเป็นแหล่งอาหาร เป็นแหล่งหลบภัย เป็นแหล่งแพร่ขยายพันธุ์ของสัตว์น้ำนานาชนิดที่เข้ามาอยู่อาศัย เราสามารถอธิบายให้เข้าใจอย่างง่าย ๆ คือ เป็นแหล่งที่สร้างอาหารให้แก่สัตว์น้ำในท้องทะเล และสัตว์น้ำเหล่านั้นก็เป็นอาหารของมนุษย์เรานั้นเอง นอกจากสร้างอาหารแล้ว แนวปะการังยังเป็นแหล่งท่องเที่ยวสำหรับคนชอบดำน้ำชมปะการังอีกด้วย ซึ่งแนวปะการังก่อให้เกิดประโยชน์มากมายมหาศาล

ปะการัง เป็นสัตว์ที่จัดอยู่ใน Phylum Cnidaria Class Anthozoa Subclass Zoantharia Order Scleratinia ซึ่งปะการังนั้นเกิดขึ้นจากสิ่งมีชีวิต 2 ชนิดที่อาศัยอยู่แบบพึ่งพาอาศัยกัน โดยฝ่ายหนึ่งเป็นสัตว์ คือ ตัวปะการัง ส่วนอีกฝ่ายหนึ่งเป็น พืช คือ สาหร่าย ที่มีชื่อว่า ซูแซนเทลลี (Xooxanthellae) เป็นสาหร่ายเซลล์เดียวขนาดเล็กอาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อของปะการัง และมีรงควัตถุสีต่างๆ ที่ช่วยสร้างสีสันทให้แก่ปะการังเกิดความสวยงามภายใต้ท้องทะเลลึก เราจะสามารถพบแนวปะการังเฉพาะเขตร้อนของโลก บริเวณที่มีน้ำอุณหภูมิ 18-

33 องศาเซลเซียส มีระดับความเค็ม 30-35 ppt และเป็นบริเวณที่มีแสงส่องถึง ปะการังเป็นสัตว์ชนิดหนึ่งเช่นเดียวกับพวกดอกไม้ทะเล และแมงกะพรุน แต่ปะการังนั้นจะมีสาหร่าย Zooxanthellae อาศัยอยู่ภายในเนื้อเยื่อ สาหร่ายชนิดนี้ในเวลากลางวันจะสังเคราะห์แสงให้พลังงานแก่ปะการัง รวมทั้งช่วยสร้างโครงสร้างหินปูน นอกจากนี้ปะการังจะได้พลังงานจาก Zooxanthellae แล้วในเวลากลางคืนปะการังจะยื่นหนวดออกมา ปลายหนวดจะมีเข็มพิษ (Nematocyst) ใช้จับ plankton กินเป็นอาหาร โดยจะใช้หนวดดึงเข้าสู่ปากซึ่งอยู่บริเวณกลางลำตัว (ธรณ์ ชำรงนาวาสวัสดิ์, 2538)

5.2 ปะการังของจังหวัดจันทบุรี

จังหวัดจันทบุรี เป็นจังหวัดที่มีอาณาเขตติดกับชายฝั่งทะเลตะวันออก มีแนวปะการังเป็นแนวปะการังประเภทที่เกิดขึ้นบริเวณริมฝั่ง (Fringing reef) อยู่ในเขตอำเภอท่าใหม่ ตั้งอยู่บริเวณหาดเจ้าหลาวและบริเวณชายฝั่งของเกาะนมสาว โดยแนวปะการังทั้งสองแนวมีคุณค่าด้านการประมงและการท่องเที่ยวแก่จังหวัดและชุมชนที่ตั้งอยู่โดยรอบ แนวปะการังบริเวณใกล้ฝั่งเป็นแนวปะการังมีขนาดเล็ก ที่ความลึกประมาณ 1 เมตร องค์ประกอบของแนวปะการังเป็นกลุ่มที่มีลักษณะเป็นก้อนขนาดเล็ก แนวปะการังค่อนข้างกระจายตัว ปะการังกลุ่มเด่น ได้แก่ ปะการังโขด (*Porites lutea*) และปะการังวงแหวน (*Favia* sp.) แนวปะการังบริเวณห่างฝั่ง (หินอ้ายหลาว) ตั้งอยู่ห่างฝั่งประมาณ 500 เมตร มีความลึกประมาณ 2 – 7 เมตร โครงสร้างของแนวปะการังประกอบด้วยปะการังโขดขนาดใหญ่ และกลุ่มปะการังวงแหวนเป็นกลุ่มเด่น สภาพโดยทั่วไปปะการังที่อยู่บริเวณที่ตื้นเป็นซากปะการังตายสลับกับปะการังโขด และปะการังวงแหวน ปะการังสมอร่องยาว (*Platygyra* sp.) ในบริเวณที่ลึกมีปะการังโขดขนาดใหญ่ ปะการังวงแหวน ปะการังสมอร่องยาว ปะการังสมอร่องใหญ่ (*Symphyllia* sp.) และปะการังหนวดดอกไม้ทะเล (*Goniopora* sp.) เป็นกลุ่มเด่น

5.3 ปากน้ำแหลมหนู หาดเจ้าหลาว และอ่าวคู้กระเบน

ปากแม่น้ำเป็นบริเวณพื้นที่ที่มีความสำคัญต่อสังคม เศรษฐกิจของประเทศไทยมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน การผสมผสานกันของน้ำจืดกับน้ำทะเลบริเวณปากแม่น้ำ ทำให้บริเวณพื้นที่นั้นมีความอุดมสมบูรณ์ มีธาตุอาหารจากแผ่นดิน และทะเล รวมถึงระบบนิเวศที่มีจำนวนของสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่มากมายหลายชนิด จากความอุดมสมบูรณ์บริเวณปากแม่น้ำ ทำให้มีผู้ใช้ประโยชน์จากบริเวณนี้ในการประกอบอาชีพจับสัตว์น้ำ และการประมงเป็นมากมาย และจากการที่บริเวณปากแม่น้ำเป็นพื้นที่เชื่อมต่อระหว่างทะเลและแผ่นดิน บริเวณนี้จึงเป็นเส้นทางสัญจรการเดินเรือของผู้ประกอบการเกี่ยวกับเรือ โดยเฉพาะการเดินเรือประมงนั่นเอง นอกจากนี้บริเวณปากแม่น้ำยังเป็นพื้นที่รองรับน้ำทิ้งหรือน้ำเสีย และสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ ทำให้คุณภาพน้ำในปากแม่น้ำมีความแปรผันตามแหล่งกิจกรรมของมนุษย์

ปากน้ำแหลมหนู หรือปากน้ำวังโตนด เป็นปากแม่น้ำที่มีความสำคัญอีกแห่งหนึ่งของจังหวัดจันทบุรีที่เคยมีเรือสำเภานขนาดใหญ่จำนวนมาก บรรทุกสินค้าแล่นผ่านเข้ามาค้าขายกับชาวจันทบุรีที่ตั้งชุมชนอยู่ใกล้แม่น้ำวังโตนด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการค้าขายกับชุมชนท่าใหม่หลังจากทหารฝรั่งเศสเข้ายึดครอง เมืองจันทบุรี และควบคุมการแล่นเรือผ่านปากน้ำแหลมสิงห์ แม่น้ำวังโตนด ต้นน้ำเกิดจากเทือกเขาสูงในอำเภอแก่งหางแมวด้านทิศเหนือของจังหวัดจันทบุรี ซึ่งเป็นเขตติดต่อระหว่างอำเภอวังสมบูรณ์ จังหวัดสระแก้ว และอำเภอสยามไชยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา ประกอบด้วยคลองโตนด และคลองประแกต คือ เขาช่อง เขาป้อม เขาลำปลายประแกต เขาเลือดแตก และเขาสอบแม่ เนินเขาเหล่านี้อยู่ทางด้านทิศตะวันออกของเขาชะมูล และทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือของบ้านขุนของ ลำคลองประแกตจะไหลลงมาจากทิศใต้บรรจบกับคลองโตนด แม่น้ำวัง

โตนดไหลลงสู่เกาะนก (ทางทิศใต้ของบ้านโขมง) ลักษณะของอ่าวเกาะนกมีความยาว 6.25 กิโลเมตร บริเวณปากอ่าวเรียกว่า ปากน้ำแฉมหนู ปาก อ่าวแคบเหมือนกับปากขวดโดยมีแหลมท้ายร้านดอกไม้ยื่นลงไปทางทิศใต้ ทำให้ปากน้ำแฉมหนูเป็นแหลมทรายยื่นตรงไปทางทิศใต้ยาวถึง 1.8 กิโลเมตร

ในปัจจุบันปากแม่น้ำแฉมหนู หรือปากน้ำวังโตนด เป็นแหล่งชุมชนที่มีประชากรอาศัยอยู่หนาแน่น เป็นชุมชนประมงเล็กๆ ที่ปลูกบ้านเรียงรายตามริมฝั่งแม่น้ำวังโตนด ซึ่งส่วนใหญ่มีอาชีพทำการประมง เช่น ลอบหมึกและจับแมงกะพรุนกัน และมีการสัญจรของเรือประมงพาณิชย์จำนวนมาก นอกจากนี้ปากแม่น้ำแฉมหนูยังเป็นแหล่งเลี้ยงหอยนางรม และแหล่งเลี้ยงหอยแมลงภู่อ่าวบริเวณริมฝั่งปากแม่น้ำด้วย ซึ่งหอยแมลงภู่อ่าวมีคุณสมบัติเป็นตัวกรองของเสีย จึงเป็นไปได้ว่า ของเสียที่ไหลลงบริเวณปากแม่น้ำแฉมหนูบางส่วนถูกกรองโดยหอยแมลงภู่อ่าวก่อนไหลลงสู่ทะเล นอกจากนี้นับตั้งแต่มีการสร้างสะพานเฉลิมพระเกียรติข้ามปากน้ำแฉมหนู สะพานตากสินมหาราชข้ามปากน้ำแหลมสิงห์ และการสร้างถนนเฉลิมบูรพาชลทิศเชื่อมโยงแหล่งท่องเที่ยวชายทะเลต่างๆ ของจังหวัดจันทบุรีเข้าด้วยกัน ปากน้ำแฉมหนูซึ่งอยู่บนถนนเฉลิมบูรพาชลทิศด้วยเช่นกันกลายมาเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญแห่งหนึ่งขึ้นมาทันที เพราะมีจุดชมวิวที่มีทิวทัศน์ที่สวยงาม และมีชุมชนซึ่งเป็นหมู่บ้านชาวประมงดั้งเดิมให้นักท่องเที่ยวได้ศึกษาวิถี ชีวิตความเป็นอยู่ที่น่าสนใจของชาวบ้าน

อ่าวคู้กระเบนเป็นอ่าวกึ่งปิดขนาดเล็ก ตั้งอยู่ในจังหวัดจันทบุรี มีพื้นที่ประมาณ 4,000 ไร่ เป็นพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็กรูปทรงลิ้นแคบๆ ล้อมรอบด้วยภูเขา บริเวณภายในอ่าวเป็นแหล่งหญ้าทะเล และล้อมรอบด้วยป่าชายเลน โดยลักษณะของพื้นที่อ่าวส่วนใหญ่เป็นดินร่วนเหนียวปนทรายหรือดินเหนียว และเปลือกหอยปะปนอยู่ในดินเป็นจำนวนมาก มีตะกอนที่มาจากนากุ้ง บ่อเก็บเลน และแหล่งชุมชนชาวประมงใกล้เคียง

หาดเจ้าหลาว เป็นหาดทรายละเอียดสีแสด ซึ่งเป็นลักษณะพิเศษของหาดทรายเมืองจันทบุรี เมื่อน้ำลงแนวสันทรายจะโผล่พ้นน้ำ ทอดเป็นแนวยาวไปจดเขตห้ามล่าสัตว์ป่าคู้กระเบน ส่วนชายหาดด้านตะวันออกเป็นแหลมหิน บริเวณสันเขาหาดเจ้าหลาวเป็นจุดชมทิวทัศน์ทะเลที่สวยงาม และมีหมู่บ้านชาวประมงพื้นบ้านขนาดเล็กตั้งอยู่ ปัจจุบันพัฒนาเป็นจุดชมวิว และสถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญของจังหวัดจันทบุรี ชื่อว่า เนินนางพญา จากหาดนี้ไปไม่กี่กิโล สามารถออกไปดำน้ำชมปะการังน้ำตื้นได้ หาดเจ้าหลาวเป็นที่นิยมของนักท่องเที่ยว เพราะมีทั้งที่พักและร้านอาหารทะเล ขึ้นชื่อในความสดใหม่ ไม่ว่าจะปุด้า หมึก ปลากระรัง ปลากระพง เป็นต้น สถานที่ทำการศึกษ และที่ใกล้เคียงดังภาพที่ 1 - 1



หาดเจ้าหลาว



หาดแหลมเสด็จ



ภาพที่ 1 – 1 สถานที่ศึกษาในโครงการนี้ และสถานที่ใกล้เคียง จังหวัดจันทบุรี

5.4 แหล่งที่มีของตะกอนในบริเวณที่ศึกษา

ปากแม่น้ำเป็นบริเวณพื้นที่ที่มีความสำคัญต่อสังคม เศรษฐกิจของประเทศไทยมาตั้งแต่ลักษณะการสะสมของตะกอนอินทรีย์ในอ่าวคุ้งกระเบนพบว่าด้านทิศเหนือและใต้ของอ่าวมีการสะสมของสารอินทรีย์ค่อนข้างสูง เนื่องจากทั้งสองบริเวณเป็นแนวร่องน้ำ ของเสียดจากนาุ้งและแหล่งชุมชนที่ไหลผ่านแนวร่องน้ำ บริเวณนี้ จึงมีอิทธิพลต่อการสะสมตัวของตะกอนอินทรีย์ปริมาณสูง ทั้งยังมีการขุดลอกร่องน้ำกลางอ่าวเพื่อประโยชน์เป็นร่องน้ำเดินเรือของชุมชน ด้วยเหตุนี้ ปริมาณตะกอนอินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ภายในบริเวณอ่าวได้ เช่น การบดบังแสงเป็นผลทำให้การสังเคราะห์ด้วยแสงของแหล่งหญ้าทะเล และแพลงก์ตอนพืชลดลง ผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของสัตว์หน้าดิน ปริมาณตะกอนที่เพิ่มขึ้นยังทำให้ร่องน้ำเดินเรือตื้นเขินเร็วยิ่งขึ้น ซึ่งกระทบต่อวิถีชีวิตชุมชนในการทำประมงยังชีพ เมื่อมีการขุดลอกร่องน้ำจะทำให้ตะกอนฟุ้งกระจาย ซึ่งอาจไปรบกวนต่อโครงสร้างนิเวศวิทยาของสัตว์น้ำ และแนวปะการังชายฝั่งได้

5.5 ความสำคัญของตะกอนชายฝั่ง

ตะกอน (Sediment) หมายถึง อนุภาคอินทรีย์สารซึ่งเกิดจากการกัดเซาะพังทลายของหินซึ่งเป็นแร่กลุ่มอลูมิโนซิลิเกต (Clay minerals) หรือเกิดขึ้นเองภายในแหล่งน้ำโดยมีภาวะทางเคมีฟิสิกัล (Physicochemical conditions) รวมไปถึงโครงสร้างแข็งของสิ่งมีชีวิตที่ถูกพัดพามากับแม่น้ำและตกทับถมลงบนพื้นท้องน้ำบริเวณชายฝั่งทะเล ตะกอนเหล่านี้ถูกเคลือบด้วยอินทรีย์สาร (Organic coating) บนบริเวณผิวแพลงก์ตอนพืชและพรรณไม้น้ำต่างๆสามารถนำมาใช้ในกระบวนการผลิตขั้นต้นในแหล่งน้ำได้อีกครั้งโดยบทบาทของตะกอนในวัฏจักรชีวธรณีทางธรณีเคมีทางทะเลเป็นซึ่งแหล่งสะสมกักเก็บธาตุอาหาร ตลอดจนยังเป็นแหล่งหมุนเวียนธาตุอาหารของมวลน้ำเบื้องบน (Sink and source of nutrients) เนื่องจากตะกอนพื้นท้องน้ำจะเป็นที่รวมของผู้ย่อยสลาย (Decomposer) ซึ่งจะทำหน้าที่เปลี่ยนรูปอินทรีย์สารที่มีการตกทับถมลงมาในบริเวณพื้นท้องน้ำให้กลับไปอยู่ในรูปของสารอนินทรีย์ที่ละลายน้ำ (Remineralization) นอกจากนี้ บริเวณตะกอนพื้นท้องน้ำ ยังนับเป็นชุมชนสิ่งมีชีวิตของสัตว์หน้าดินหลายประเภท (จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2548)

5.6 รูปแบบของการตกตะกอนชายฝั่ง

อัปสรสุตา ศิริพงษ์ และคณะ (2547) รายงานรูปแบบการตกตะกอนชายฝั่งมีหลายแบบดังนี้

ก) ตะกอนในบริเวณเอสทูรี (Estuarine sediment) มีแหล่งที่มาหลายทางด้วยกัน เช่น การ

ชะล้างจากแผ่นดินโดยน้ำท่าพัดพามากับน้ำทิ้งของชุมชนและโรงงาน เคลื่อนตัวมาตามชายฝั่ง หรือ ลมกัดกร่อนและพัดพาทรายจากเนินทรายหรือที่ตื้นน้ำท่วมถึง รวมไปถึงตะกอนจากการขุดลอกร่องน้ำและชิ้นส่วนของสัตว์หรือพืชเมื่อตายลง เป็นต้น ตะกอนในเอสทูรีจะถูกพัดพา ตกตะกอน จับตัวหรือแตกตัวตามอิทธิพลของกระแสน้ำและความเค็มของน้ำ

กระแสน้ำมีส่วนในการอ้อมพัดพาตะกอนให้ออกจากแหล่งกำเนิด เมื่อกระแสน้ำอ่อนแรงลงไม่สามารถอ้อมตะกอนขนาดใหญ่ได้ก็เกิดการตกตะกอน โดยเฉพาะที่บริเวณปากแม่น้ำจะมีสันดอนน้ำลง (Ebb tidal delta) และสันดอนน้ำขึ้น (Flood tidal delta) เกิดขึ้น ซึ่งขนาดของตะกอนที่ตกจะขึ้นกับแหล่งที่มาของตะกอน โดยตะกอนละเอียดจะมากับน้ำท่า ในขณะที่ตะกอนทรายมาจากชายฝั่ง การทับถมของตะกอนทรายเนื่องจากคลื่นจะทำให้เกิดสันทรายบริเวณปากแม่น้ำ (Spit) สันดอนและสันทรายนั้นจะเปลี่ยนขนาดและรูปร่างอยู่ตลอดเวลาตามอิทธิพลของคลื่น และกระแสน้ำ ตะกอนทรายที่เคลื่อนเข้าไปในแม่น้ำอาจเกิดจาก Gravitational circulation หรือ Tidal pumping และรูปร่างของลอนทรายสามารถบอกได้ว่ากระแสน้ำไหลออก (Ebb current) หรือไหลเข้า (Flood current) แรงกว่ากัน โดยที่ตะกอนดินเหนียวจะเกิดขึ้นบริเวณจุดที่มีความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยสูงสุด (Turbidity maximum estuary) บริเวณมวลน้ำไหลมาบรรจบกัน กระแสน้ำวนตรงที่น้ำไหลมาบรรจบกันทำให้เกิดการกัดเซาะบริเวณท้องน้ำจนเป็นร่องลึก ตะกอนขนาดเล็กในเอสทูรีบริเวณพื้นน้ำแบบมวลน้ำผสมผสานบางส่วน (Partially mixed estuary) จะผ่านกระบวนการ Flocculation/Deflocculation โดยตะกอนขนาดเล็กซึ่งมีประจุไฟฟ้าเมื่อเจอกับน้ำทะเลซึ่งมีความเค็มที่เพิ่มขึ้นจะรวมตัวกันเป็นก้อนเท่าเม็ดทราย (Flocculation) แล้วตกตะกอนในทะเล ตะกอนบางส่วนจะไหลย้อนกลับเข้าไปในเอสทูรีในน้ำขึ้นล่างเมื่อถึงบริเวณที่มีความเค็มของน้ำลดต่ำลง ตะกอนจะมีการกระจายตัวอีกครั้ง (Deflocculation) ซึ่งเป็นจุดที่มีความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยสูงสุด เม็ดตะกอนบางส่วนจะผ่านกระบวนการ Flocculation/Deflocculation ไปเรื่อยๆ ของตะกอนผิดไปจากธรรมชาติ อาจเกิดสิ่งไม่พึงประสงค์ได้ เช่น การพังทลายของชายฝั่ง การหดหายของชายหาดได้ ในขณะที่การตัดไม้ทำลายป่าทำให้การชะล้างหน้าดินสูงขึ้น เป็นการเพิ่มปริมาณของตะกอนในแม่น้ำ โดยสรุปแล้วบริเวณเอสทูรีถือเป็นแหล่งดักตะกอนที่มากับแม่น้ำนั่นเอง ทรายที่ระดับน้ำทะเลเพียงตรงตัวอยู่ ตะกอนจะทับถมในเขตเอสทูรีจนตื้นเขินที่สุดในที่สุด

ข) ตะกอนในทะเลสาบเปิดใกล้แหล่งทะเล (Lagoon sediment) เป็นบริเวณแหล่งน้ำตื้นที่เกิดจากชายฝั่งแยกจากทะเลสาบเปิดโดยมีแนวสันทราย (Sand bar) และสามารถติดต่อกับทะเลได้โดยมีทางเชื่อมต่อกัน การเกิดทะเลสาบชนิดนี้จะต้องอาศัยปัจจัยที่สำคัญ คือ ขนาดของเม็ดทรายซึ่งมีปริมาณมากเพียงพอ ซึ่งสามารถถูกพัดพาโดยแม่น้ำหรือกระแสน้ำในทะเล และมีกระแสน้ำคลื่นลมแรงพอเหมาะที่จะทำให้เกิดการทับถมของทรายได้ การเกิดการทับถมของทราย ดังกล่าวทำให้เกิดแนวสันทรายขึ้น ตะกอนจะถูกพัดพาเข้ามาสู่ภายในทะเลสาบเปิด โดยผ่านร่องคลองและเกิดการตกทับถมได้เฉพาะเวลาที่มีความเร็วของกระแสน้ำพอเหมาะ นอกจากนี้การที่ทะเลสาบเปิดจะมีน้ำหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับกระบวนการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในทะเลเปิด ซึ่งผิดกับการทับถมของตะกอนในบริเวณน้ำขึ้นน้ำลง (Tidal flat) จะไม่มีลักษณะคล้ายร่องคลองดังกล่าว ทะเลสาบเปิดบางแห่งมีความเค็มของน้ำทะเลที่แตกต่างจากทะเลภายนอก ทั้งนี้เนื่องจากการระเหยของน้ำหรือการผสมระหว่างน้ำจืดและน้ำทะเลลักษณะดังกล่าวเป็นปัจจัยสำคัญในการจำกัดการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิต

ค) ตะกอนในบริเวณที่ราบน้ำขึ้นน้ำลง (Tidal flat) บริเวณชายฝั่งที่มีน้ำขึ้นน้ำลงมักเกิดการทับถมของอนุภาคตะกอนในปริมาณมาก บริเวณดังกล่าวมีความเร็วของกระแสน้ำใกล้ฝั่งไม่รุนแรง และทำให้มีการทับถมของอนุภาคต่างๆ บนพื้นบริเวณน้ำขึ้นสูงสุดและน้ำลงต่ำสุดได้ ลักษณะโดยทั่วไป ของบริเวณทับถมดังกล่าวนี้จะมีลำคลองและคลองย่อยแผ่แขนงออกไปความเร็วของกระแสน้ำจะอยู่ในช่วง 30-50 เซนติเมตร

ต่อวินาที การทับถมของดินตะกอนในบริเวณนี้มักเกิดเป็นบริเวณกว้างใหญ่ เช่น ในบริเวณดอนหอยหลอดมีดินตะกอนเป็นชั้นหนาประกอบด้วยชั้นของตะกอนที่ทับถมกันอยู่ก่อนเป็นระยะเวลาอันยาวนานและมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่มาก ได้แก่ พันธุ์พืชในป่าชายเลนและสัตว์หน้าดินต่างๆ

5.7 กระบวนการพัดพาตะกอนชายฝั่ง

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (2554) รายงานพบว่ากระบวนการพัดพาตะกอนเป็นกระบวนการเคลื่อนตัวของตะกอนชายฝั่งตามธรรมชาติซึ่งทำให้เกิดการพอกพูนและการกัดเซาะแตกต่างกันไปในแต่ละบริเวณหาดทรายมีกำเนิดมาจากตะกอนทรายที่พัดตามลำน้ำ แล้วไหลออกสู่ทะเล ซึ่งจะตกทับถมบริเวณปากคลองและชายฝั่ง คลื่นเป็นตัวการพัดพาให้ตะกอนทรายนั่นเคลื่อนที่ไปตามแนวชายฝั่งและจัดเรียงตัวเป็นหาดทราย ความสมดุลระหว่างตะกอนทรายที่ไหลล่อเลี้ยงชายหาดกับการพัดพาของคลื่น ทำให้เกิดเป็นหาดทรายที่มั่นคง สาเหตุและปัจจัยที่ทำให้เกิดกระบวนการพัดพาตะกอน ดังนี้

ก) คลื่น (Waves) มีผลต่อการพัดพาทราย และกรวดออกจากฝั่งทำให้ความลาดชันหาดเปลี่ยนไปถึง 6 ฟุตภายใน 1 วัน เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า Beach drifting ทิศทางของกระแสคลื่นมีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลและมุมคลื่นตกกระทบ

ข) น้ำขึ้นน้ำลง (Tide) นำตะกอนขนาดเล็กและตะกอนแขวนลอยออกสู่ชายฝั่งด้านนอกโดยเฉพาะปากอ่าวเอสทรี แม้ว่าบริเวณนี้จะมีสิ่งกีดขวางการเคลื่อนย้ายตะกอนแต่ยังมีการเคลื่อนที่อยู่ได้

ค) ลม (Wind) ที่พัดเข้าหาฝั่ง หรือออกจากฝั่งจะพัดพาทรายออกจาก Berm เข้าไปสะสมบนสันทรายหรือออกไปทับถมนอกฝั่ง ลมที่พัดเข้าหาฝั่งยังเป็นตัวทำให้เกิดกระแสน้ำที่พื้นท้องน้ำในทิศทางออกจากฝั่ง กระแสน้ำนี้เป็นตัวเคลื่อนย้ายอนุภาคที่แขวนลอยอยู่ในน้ำออกไปจากฝั่ง ทำให้เกิดการกัดเซาะบนชายหาดด้านหน้าตอนบน ลมที่พัดออกจากฝั่งทำให้เกิดกระแสน้ำเข้าสู่ฝั่งที่พื้นท้องทะเลทำให้เกิดการสะสมตะกอนบริเวณชายหาดด้านหน้าตอนบน ลมที่พัดขนานกับชายฝั่งที่เรียกว่า Longshore transport

ง) กระแสน้ำเลียบชายฝั่ง (Longshore current) เป็นตัวการพัดพาอนุภาคตะกอนทรายไป เกิดการกัดเซาะทำลายที่แห่งหนึ่งและไปสะสมในอีกแห่ง ความเร็วของกระแสน้ำนี้จะแปรผันตามความสูงและพลังงานของคลื่น

5.8 ตะกอนในน้ำ

เอิบ เขียวรัตน์ (2542) พื้นท้องมหาสมุทรโลกส่วนใหญ่ถูกปกคลุมด้วยตะกอนที่ยังไม่จับตัวกันแน่น แหล่งที่มาของตะกอนเหล่านี้มาจากที่ต่างๆ เช่น การผุพังของหินแร่ และกรวดทราย ฝุ่นละอองต่างๆ จากพื้นทวีปพัดลงสู่ทะเลโดยน้ำและลม ชิ้นส่วนโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในทะเลเมื่อตายลงส่วนที่ไม่ละลายน้ำหรือละลายน้ำได้ยากจะจมตัวลง กระบวนการทางเคมีของน้ำทะเลทำให้เกิดการตกตะกอนหรือการแยกตัวของแร่ธาตุจากน้ำทะเล แม้กระทั่งสะเก็ดดาว ดาวหาง อุกาบาตที่ผ่านชั้นบรรยากาศตกลงสู่ทะเลก็ถือเป็นตะกอนชนิดหนึ่ง ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับการสะสมตะกอนในมหาสมุทรถือเป็นแหล่งข้อมูลสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้ทราบถึงความเป็นมาของมหาสมุทรได้

ความสำคัญของตะกอนในน้ำ: ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนล่าง (2550) รายงานว่าปริมาณตะกอนจะมีผลการยับยั้งการสังเคราะห์แสงในแนวปะการังโดยความขุ่นที่เกิดจากตะกอนจะไปบดบังการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย Zooxanthellae ที่อาศัยในตัวปะการัง

รูปแบบของตะกอนแขวนลอยในน้ำ

ตะกอนแขวนลอยในน้ำเป็นเพียงส่วนหนึ่งของของแข็งในน้ำ ซึ่งมีหลากหลายชนิด ซึ่งของแข็งหมายถึงสารหรือสิ่งเจือปนที่หลงเหลืออยู่หลังการนำน้ำออกแล้ว ไม่รวมถึงสารที่ระเหยไปกับน้ำ สิ่งที่เหลืออยู่มีทั้งตะกอน สารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ซึ่งอาจละลายน้ำหรือไม่ละลายน้ำก็ได้ ในการวิเคราะห์ความขุ่นโดยทั่วไปสามารถจัดแบ่งวิเคราะห์ปริมาณของแข็งในน้ำตัวอย่างเป็นชนิดต่างๆ ได้ดังนี้ (เบญจมาศ จันทะภา ไพบูลย์กิจกุล, 2556)

1. ของแข็งทั้งหมด (Total solid; TS) คือของแข็งทั้งหมดที่เหลืออยู่จากการระเหยน้ำออกหมดแล้ว
2. ของแข็งละลายน้ำ (Dissolved solid; DS หรือ Total dissolved solid; TDS) คือของแข็งที่สามารถละลายน้ำได้ เช่น เกลือ
3. ของแข็งไม่ละลายน้ำ หรือ ของแข็งแขวนลอย (Total suspended solid; TSS) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่
 - 3.1 Suspended solid คือ ของแข็งที่ไม่ละลายน้ำและสามารถแขวนลอยอยู่ในน้ำได้โดยอนุภาคของตะกอนมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา
 - 3.2 Settleable solid คือของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ อนุภาคตะกอนมีขนาดใหญ่ มีความถ่วงจำเพาะสูงกว่าน้ำ ทำให้เมื่อตั้งทิ้งไว้สักระยะหนึ่งจะสามารถตกตะกอนที่ก้นภาชนะได้
4. ของแข็งระเหย (Volatile solid) คือของแข็งระเหยได้เมื่อนำไปเผาในเตาเผาความร้อนสูงที่อุณหภูมิ 550 - 600 °C ของแข็งนี้ได้แก่ สารอินทรีย์เมื่อถูกเผาจะเปลี่ยนไปเป็น CO₂ และ H₂O ได้ ของแข็งที่ระเหยได้มี 2 รูปคือ
 - 4.1 Total volatile solid คือ ของแข็งระเหยง่ายทั้งหมดในตะกอนของแข็งทั้งหมด
 - 4.2 Volatile suspended solid คือ ของแข็งระเหยแขวนลอยในตะกอนแขวนลอย
5. ของแข็งคงตัว (Fixed solid) คือของแข็งคงตัวซึ่งหลงเหลือจากการเผาของตะกอนที่อุณหภูมิ 550-600 °C ของแข็งนี้ได้แก่ สารอนินทรีย์ เมื่อถูกเผาแล้วไม่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพ

5.9 ปริมาณตะกอนส่งผลกระทบต่อปะการัง

จะมีผลยับยั้งการก่อตัวของแนวปะการัง เนื่องจากความขุ่นที่เกิดจากตะกอนแขวนลอยเป็นตัวลดปริมาณแสงที่ส่องลงใต้ผิวน้ำ ทำให้ Zooxanthellae สังเคราะห์แสงได้น้อยลง อัตราการสร้างหินปูนจึงลดลง (ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนล่าง, 2550) นอกจากนี้เมื่อเกิดการตกตะกอนจะทำให้ปะการังถูกทับถมอยู่ภายใต้ตะกอนจึงไม่สามารถเติบโตหรือดำรงชีวิตอยู่ได้ ผลกระทบของตะกอนที่มีต่อปะการังแบ่งเป็น 4 รูปแบบ คือ

ก) ตะกอนจะไปขัดขวางการหายใจของปะการัง ทำให้หายใจไม่ได้ (Smothering) ก่อให้เกิดความเสียหายเป็นวงกว้างต่อแนวปะการังและสิ่งมีชีวิตอื่นที่มีความไวต่อตะกอน

ข) ตะกอนจะไปขัดขูดปะการัง ทำให้ปะการังเกิดรอยสึกและถลอก (Abrasion) นอกจากนี้การขัดขูดของตะกอนจะเป็นตัวจำกัดชนิดของปะการังที่จะสามารถมีชีวิตอยู่ได้ในบริเวณส่วนยอดของแนวปะการังน้ำตื้น

ค) ตะกอนจะบดบังการส่องผ่านของแสงลงสู่ น้ำ (Shading) เป็นผลกระทบที่สำคัญที่สุด จะทำให้ลดการเจริญเติบโตของปะการัง และส่งผลกระทบต่อรูปแบบของเขตปะการัง (Zonation Patterns) และนำไปสู่การตายหมู่ของปะการังถ้าหากเกิดขึ้นเป็นเวลานาน

ง) ตะกอนจะขัดขวางการขยายพันธุ์ของปะการัง (Inhibition of Recruitment) โดยการตกตะกอนที่มากเกินไปจะขัดขวางการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง (Coral Larvae)

5.10 ประเภทของแนวปะการัง

สุวลักษณ์ สารมณีสพันธุ์ (2543) รายงานว่าแนวปะการังก่อกำเนิดในรูปแบบที่แตกต่างกัน จึงทำให้ปะการังแต่ละบริเวณไม่เหมือนกัน แนวปะการังมี 3 ประเภท คือ

ก) แนวปะการังบริเวณชายฝั่ง (Fringing reefs) เป็นแนวปะการังที่เกิดขึ้นอยู่ติดชายฝั่ง บริเวณแนวลาดชันบนไหล่ทวีปหรือรอบ ๆ เกาะในทะเลนอก แนวปะการังนี้จะเป็นแนวอยู่ตามแนวชายฝั่ง ซึ่งเกิดจากการเติบโตของปะการังในน้ำตื้นใกล้ชายฝั่ง แนวปะการังรูปแบบนี้ ในหลายพื้นที่ของโลกได้รับความเสียหายจากกิจกรรมของมนุษย์ เนื่องจากอยู่ใกล้กับชายฝั่งและง่ายต่อการเข้าถึง ปัญหาจากตะกอน สารอาหาร และน้ำจืดจากแม่น้ำที่ไหลลงสู่ทะเล สามารถทำให้เกิดความเสียหายต่อปะการังได้ แนวปะการังในประเทศไทยจัดเป็นแนวปะการังประเภทนี้

ข) แนวปะการังแบบกำแพง (Barrier reefs) เป็นแนวปะการังที่เกิดขึ้นอยู่นอกชายฝั่งออกไปมากกว่า fringing reefs ซึ่งเกิดจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้น แนวปะการังแบบ Barrier reefs ที่ใหญ่ที่สุดคือเกรท แบรีเออร์รีฟ (Great Barrier Reef) อยู่ทางตะวันออกของประเทศออสเตรเลีย มีความยาวประมาณ 2,000 กิโลเมตร และยังพบแนวปะการังแบบ Barrier reefs ที่อื่นๆ ได้แก่ แคริเบียน ฟิจิ และบริเวณอื่นๆ ในมหาสมุทรแปซิฟิก รูปแบบปะการังแบบ Barrier reefs นี้ ได้รับผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์น้อยกว่าแบบ Fringing reefs เนื่องจากอยู่ไกลจากชายฝั่ง ในประเทศไทยไม่พบแนวปะการังลักษณะนี้

ค) แนวปะการังแบบวงแหวนหรือเกือกม้า (Atoll reefs) เป็นแนวปะการังที่อยู่ในทะเลลึกไกลจากชายฝั่งมาก เกิดอยู่บนเกาะภูเขาไฟใต้น้ำกลางมหาสมุทร มีลักษณะวงแหวน ล้อมรอบด้วยทะเลสาบน้ำเค็มอยู่ภายใน แนวปะการังประเภทนี้จะมีหาดทรายเกิดจากการสลายตัวของโครงสร้างหินปูนของปะการังชาร์ล ดาร์วิน เป็นผู้เสนอทฤษฎี การเกิดแนวปะการังทั้งสามแบบไว้ โดยกล่าวว่า เมื่อภูเขาไฟบนเกาะสงบลง ก็จะเกิดปะการังเติบโตรอบๆ ชายฝั่งและตายทับถมกัน ซึ่งแนวปะการังระยะนี้เรียกว่า Fringing reefs จากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป ภูเขาไฟจะเริ่มจมตัวลงช้าๆ และปะการังตายทับถมกันมากขึ้น ทำให้แนวปะการังอยู่ห่างจากชายฝั่งและไกลออกไป เรียกแนวปะการังระยะนี้ว่า Barrier reefs และเมื่อภูเขาไฟจมตัวลงต่ำกว่าระดับน้ำทะเล จะทำให้เห็นแนวปะการังเป็นรูวงแหวน มีทะเลสาบน้ำเค็มอยู่ภายใน

ง) Reef zones แนวปะการังจะมีรูปแบบตามลักษณะทางภูมิประเทศที่แตกต่างกัน ปัจจัยหลักที่เป็นตัวกำหนดรูปแบบและตำแหน่งของแนวปะการังคือทิศทางของลม ทิศทางของลมจะเป็นตัวกำหนดทิศของคลื่น และผลกระทบของคลื่นจะเป็นตัวแบ่งลักษณะภูมิประเทศซึ่งได้รับผลจากคลื่นจากมากไปน้อย พื้นที่ในแนวปะการังทั่วไปจะแบ่งเป็น ปะการังแนวลาดชัน (Reef slope), ปะการังแนวสัน (Reef crest หรือ Reef edge) และปะการังแนวราบ (Reef flat) สัตว์ที่อาศัยในบริเวณต่างๆ ของแนวปะการัง ก็จะมี ความแตกต่างกัน เช่น สัตว์ที่สามารถทนทานต่อคลื่นสูง จะสามารถ อาศัยในบริเวณแนวสันได้ ในบริเวณที่เป็นแอ่งทะเลสาบสามารถพบสัตว์ที่ชอบน้ำนิ่ง ไม่มีคลื่น อาศัยบนหรือในดินตะกอน

5.11 ความหลากหลายของรูปร่างของปะการัง

สุวลักษณ์ สารมณีสพันธุ์ (2543) รายงานว่ารูปร่างของปะการังคือ ลักษณะภายนอกของมัน ปะการังนั้นมีลักษณะภายนอกหลากหลาย บางชนิดมีรูปร่างแตกต่างกันไปตามบริเวณที่อยู่ด้วย แต่โดยทั่วไปแล้วสามารถจำแนกรูปร่างของปะการังออกได้ 7 แบบ คือ

แบบที่ 1 ปะการังก้อน มีลักษณะเป็นก้อนคล้ายหิน เช่น ปะการังสมอง

แบบที่ 2 ปะการังกิ่งก้อน มีลักษณะเป็นแท่งรวมกันเป็นกระจุก ไม่ได้ติดเป็นเนื้อเดียวกันทั้งหมด เช่น ปะการังดอกกระหล่ำ ปะการังนิ้วมือ

แบบที่ 3 ปะการังกิ่ง มีลักษณะเป็นกิ่งก้านแตกแขนง เช่น ปะการังเขากวาง

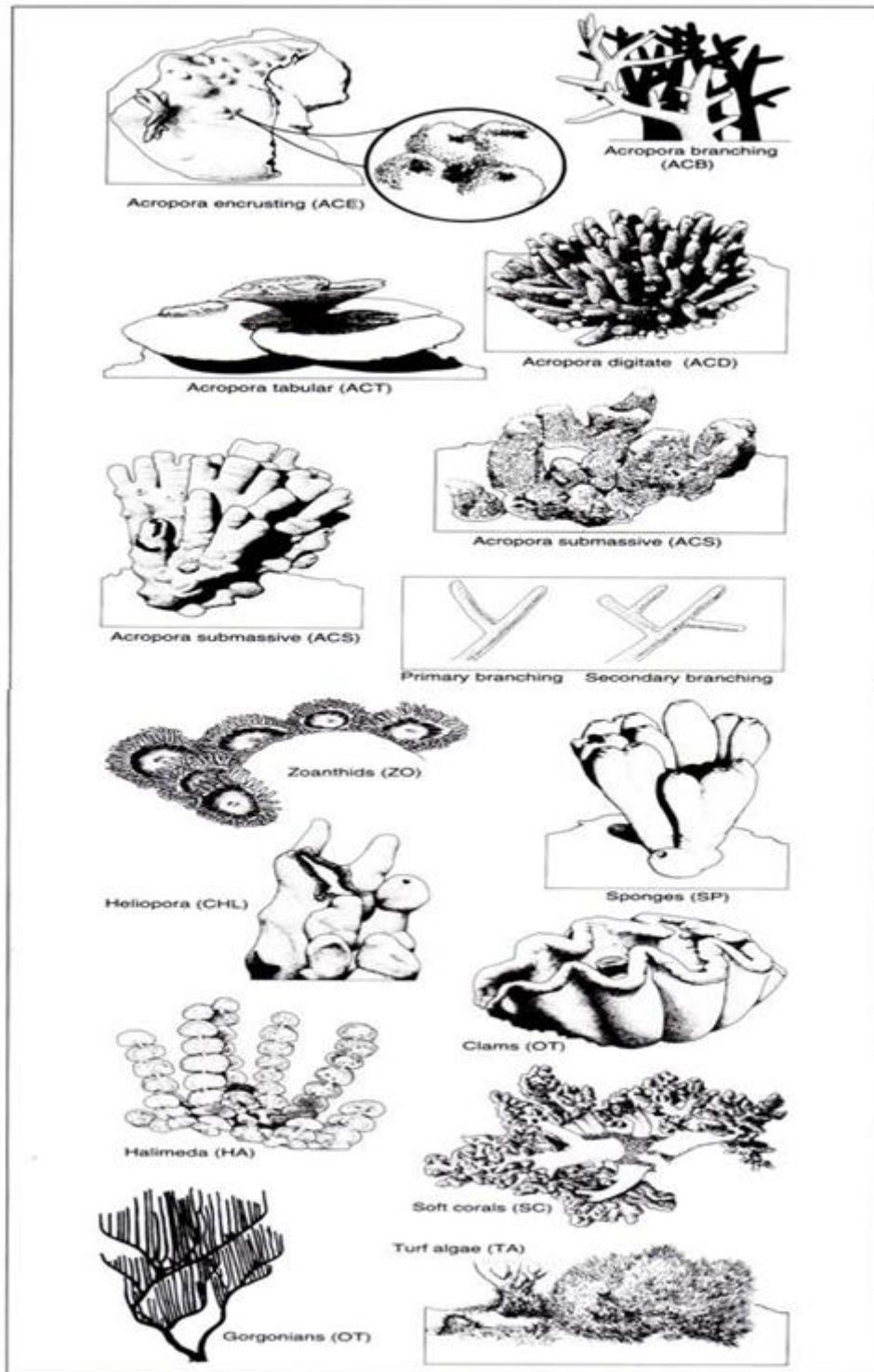
แบบที่ 4 ปะการังกลีบซ้อน เป็นแผ่นซ้อนกัน รวมเป็นกระจุก คล้ายใบไม้ เช่น ปะการังผักกาด

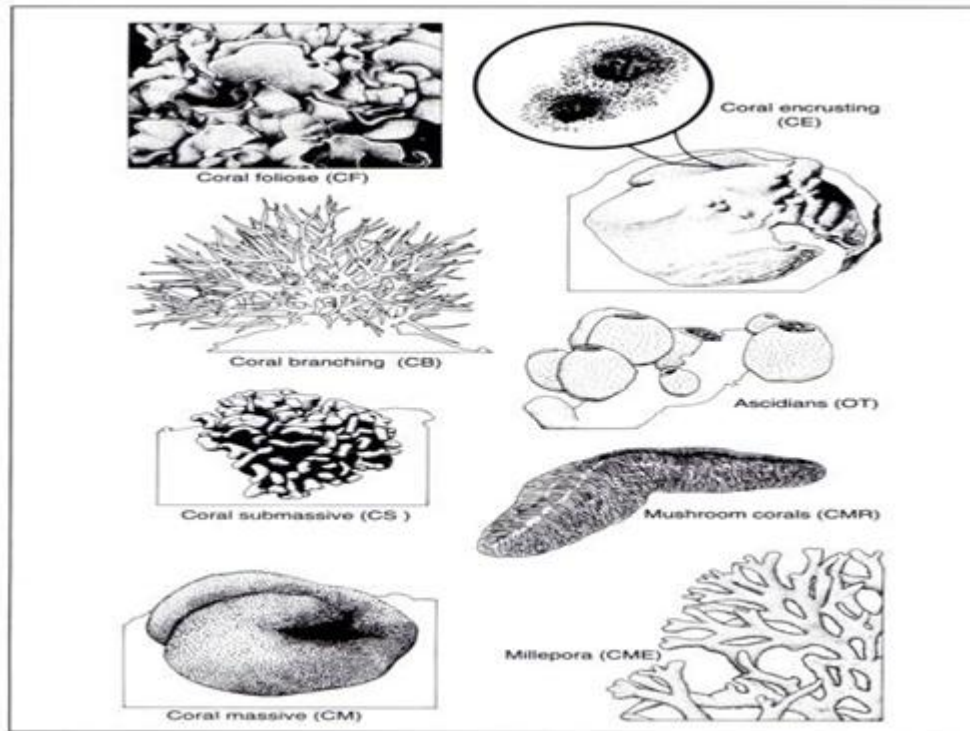
แบบที่ 5 ปะการังเคลือบ เติบโตคลุมไปตามพื้นผิวที่มันห่อหุ้มอยู่

แบบที่ 6 ปะการังแผ่น มีลักษณะเป็นแผ่นแนวราบคล้ายโต๊ะ เช่น ปะการังเขากวางรูปโต๊ะ

แบบที่ 7 ปะการังเห็ด มีลักษณะเป็นปะการังก้อนเดี่ยวๆ เช่น ปะการังเห็ด

รูปร่างภายนอกของปะการังนั้นส่วนมากแล้วเกิดจากพันธุกรรม แต่อย่างไรก็ตามปัจจัยที่สามารถมีผลต่อรูปร่างของปะการังคือสภาพแวดล้อมที่มันอาศัยอยู่ โดยปะการังชนิดเดียวกันสามารถมีรูปร่างแตกต่างกันได้ ถ้าอาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ปะการังบางชนิดสามารถเติบโตให้รูปร่างที่แตกต่างกันได้มากกว่าชนิดอื่น ซึ่งปะการังชนิดนี้จะมีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ปะการังเป็นสัตว์ที่เกาะอยู่กับที่ ดังนั้นเมื่อมันลงเกาะแล้วในที่แห่งหนึ่งมันก็ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ถ้าหากว่าสภาพแวดล้อมที่อาศัยอยู่นั้นเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรง ปะการังก็ไม่สามารถเคลื่อนที่หนีไปอาศัยในที่แห่งใหม่ได้ การที่ปะการังมีรูปร่างและขนาดแตกต่างกันจึงเป็นตัวช่วยหนึ่งทำให้ปะการังสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันได้ ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ปะการังชนิดเดียวกันอาจจะเติบโตมีขนาดรูปร่างแตกต่างกันได้ ดังภาพที่ 1 - 2





ภาพที่ 1 – 2 ลักษณะรูปร่างของปะการังและสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ (English *et al.*, 1997)

ปัจจัยสภาพแวดล้อมสำคัญที่มีผลต่อรูปร่างของปะการัง คือ คลื่นและแสง นอกจากปัจจัยทางกายภาพแล้ว ความสัมพันธ์กับปะการังที่อยู่ใกล้กัน หรือกับสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ก็เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อรูปร่างของปะการัง ความสัมพันธ์ที่กล่าวมานี้คือ การแข่งขันกัน (Competition)

พายุอาจก่อให้เกิดคลื่นขนาดใหญ่เหนือแนวปะการัง ซึ่งบริเวณที่คลื่นแตกนี้เรียกว่าบริเวณพลังงานสูง แนวปะการังที่ได้รับคลื่นขนาดใหญ่หรือลมแรงนั้นจึงต้องมีการปรับตัว โดยบริเวณที่พลังคลื่นแรงนั้นปะการังที่มีรูปร่างและขนาดที่มั่นคงเท่านั้นที่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ ถ้าหากปะการังนั้นมีรูปร่างเป็นกิ่งก้านและตั้งตรง มันจะเกิดการแตกหักง่าย สำหรับปะการังชนิดที่เหมาะสมต่อการเติบโตในบริเวณที่สภาพแวดล้อมมีคลื่นแรงคือปะการังก้อน นอกจากนี้ปะการังแบบเคลือบ ก็เติบโตได้ดีเช่นกัน แต่ถ้าเป็นปะการังรูปกิ่งก้านคลื่นก็จะทำให้กิ่งปะการังหักได้

แสงนั้นมีความสำคัญอย่างมากต่อการเติบโตของปะการัง บริเวณน้ำลึกปะการังจะได้รับแสงน้อยกว่าในน้ำตื้น บริเวณด้านล่างของแนวปะการังแนวลาดชันนั้น ปะการังที่มีรูปร่างที่สามารถรับแสงได้ดีจะสามารถมีชีวิตอยู่ได้ รูปร่างที่ว้านี้มักจะแบน หรือมีเนื้อเยื่อของปะการังที่โผล่มารับแสงได้ ด้วยเหตุนี้ปะการังรูปร่างแบนหรือเป็นแผ่นจึงเจริญเติบโตได้ดี ในบริเวณน้ำลึกรูปร่างที่ดักแสงได้ดีจะมีประโยชน์มากกว่ารูปร่างที่สามารถทนพลังงานคลื่น ส่วนในแนวปะการังน้ำตื้นนั้น น้ำมักจะขุ่น ช่วงที่ฝนตกหนักตะกอนจากแผ่นดินถูกชะล้างลงสู่แนวปะการัง ดังนั้นกลุ่มปะการังที่มีรูปร่างดักตะกอนจะไม่สามารถเติบโตได้ดีในสภาพแวดล้อมเช่นนี้

รูปร่างภายนอกของปะการังสามารถบอกสภาพแวดล้อมทางกายภาพของสิ่งมีชีวิตของปะการังได้ ชนิดของปะการังแต่ละชนิดจะเติบโตได้ดีที่สุดในเขตอาศัยซึ่งรูปร่างของมันเป็นตัวออกแบบไว้ การกระจายตัวในแนวปะการังนั้นอาจขึ้นอยู่กับรูปร่างของมัน แต่อย่างไรก็ตามปะการังบางชนิดสามารถเติบโตเป็นกลุ่มปะการังหลายรูปร่าง ดังนั้นปะการังเหล่านี้จึงอาศัยในพื้นที่เขตอาศัยที่แตกต่างกันในแนวปะการัง (สวลักษณ์ สารมณีสัมพันธ์, 2543)

5.12 แนวปะการังเจ้าหลาว

แนวปะการังเจ้าหลาว ตั้งอยู่ในตำบลคลองขุด อำเภอท่าใหม่ ลักษณะเป็นแนวปะการังไกล่ฝั่ง มีการตรวจพบการฟอกขาวของปะการังในพื้นที่จังหวัดจันทบุรีโดยชาวประมงพื้นบ้านในช่วงเดือนเมษายน 2553 และจากการสำรวจเบื้องต้นพบว่าบริเวณไกล่ฝั่งได้รับผลกระทบมากที่สุดโดยพบว่าปะการังเกือบทั้งหมดเกิดการฟอกขาวแต่ยังมีชีวิตอยู่ขณะที่บริเวณห่างฝั่งเกิดการฟอกขาวเป็นส่วนใหญ่แต่เนื่องจากมีความลึกของน้ำมากกว่าประกอบกับโครงสร้างของปะการังมีความซับซ้อนมากกว่า จึงพบว่าปะการังที่มีโคโลนีขนาดใหญ่มักจะฟอกขาวเฉพาะส่วนบนของโคโลนี

แนวปะการังบริเวณไกล่ฝั่งเป็นแนวปะการังมีขนาดเล็ก ที่ความลึกประมาณ 1 เมตร องค์กรประกอบของแนวปะการังเป็นกลุ่มที่มีลักษณะเป็นก้อนขนาดเล็ก แนวปะการังค่อนข้างกระจายตัว ปะการังกลุ่มเด่น ได้แก่ ปะการังโชด (*Porites lutea*) และปะการังวงแหวน (*Favia* sp.)

แนวปะการังบริเวณห่างฝั่ง (หินอ้ายหลาว) ตั้งอยู่ห่างฝั่งประมาณ 500 เมตร มีความลึกประมาณ 2 – 7 เมตร โครงสร้างของแนวปะการังประกอบด้วยปะการังโชดขนาดใหญ่ และกลุ่มปะการังวงแหวนเป็นกลุ่มเด่น สภาพโดยทั่วไปปะการังที่อยู่บริเวณที่ตื้นเป็นซากปะการังตายสลับกับปะการังโชด และปะการังวงแหวน ปะการังสมอร่องยาว (*Platygyra* sp.) ในบริเวณที่ลึกมีปะการังโชดขนาดใหญ่ ปะการังวงแหวน ปะการังสมอร่องยาว ปะการังสมอร่องใหญ่ (*Symphyllia* sp.) และปะการังหนวดดอกไม้ทะเล (*Goniopora* sp.) เป็นกลุ่มเด่น

5.13 ปากแม่น้ำ

ปากแม่น้ำ (Esturines) คือบริเวณที่เป็นเขตติดต่อกันระหว่างแม่น้ำกับทะเล เป็นบริเวณที่มีการผสมระหว่างน้ำจืดและน้ำเค็มจากทะเล รวมถึงได้รับอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงด้วย สภาพของบริเวณปากแม่น้ำสามารถเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา ปากแม่น้ำที่มีร่องน้ำเดียวเรียกว่า Simple estuary แต่ถ้าบางแห่งที่มีลำธารหลายสายแยกกันลงไปทะเล เช่น Chesapeake Bay เรียกว่า Irregular aetuary (เบ็ญจมาศ จันทะภา ไพบูลย์กิจกุล, 2556)

สิ่งที่ควบคุมการหมุนเวียนของน้ำในบริเวณปากแม่น้ำมีอยู่ทั้งหมด 4 ประการด้วยกัน คือ กระแสน้ำขึ้นน้ำลง กระแสน้ำที่ไหลเข้ามาจากแม่น้ำ ลักษณะของร่องน้ำบริเวณปากแม่น้ำ และผลของ Coriolis คือ ถ้ากระแสน้ำที่ไหลจากแม่น้ำมีพลังมากเมื่อถึงบริเวณปากแม่น้ำก็จะแผ่กว้างออกไปปกคลุมน้ำทะเล ทำให้เกิดชั้นของน้ำจืดและน้ำเค็มอย่างเห็นได้ชัด แต่ถ้ากระแสน้ำขึ้นน้ำลงมีพลังมากก็จะทำให้เกิดการกลมกลืนจากระดับบนลงระดับล่าง Coriolis จะมีผลในบริเวณปากแม่น้ำที่มีพื้นที่กว้างใหญ่ โดยถ้าอยู่ซีกโลกด้านเหนือผลของ Coriolis จะทำให้กระแสน้ำผิวบนไหลไปทางขวาเสมอการแบ่งประเภทของปากแม่น้ำพิจารณาจากการหมุนเวียนของน้ำและลักษณะของความเค็มในระดับลึกต่างๆได้ 5 ประเภท คือ.

1. ปากแม่น้ำแบบลิ่มน้ำเค็ม (Salt-wedge estuary)

เป็นลักษณะการไหลของน้ำจากแม่น้ำที่มีพลังมากกว่าการไหลของน้ำขึ้นน้ำลง น้ำจืดจึงแผ่กระจายออกเหนือน้ำทะเลจึงเป็นผลให้น้ำเค็มจะอยู่ในระดับต่ำกว่าน้ำจืดโดยอยู่ในสภาพเหมือนกับคาน หรือ ลิ่ม

2. ปากแม่น้ำแบบไหลสองชั้นโดยน้ำทะเลซึมเข้าชั้นบน (Two-layers flow with entrainment)

การหมุนเวียนของน้ำประเภทนี้เกิดขึ้นในบริเวณปากแม่น้ำที่มีกระแสน้ำในแม่น้ำมีพลังมากกว่า กระแสน้ำขึ้นน้ำลงเล็กน้อย น้ำทะเลจะซึมเข้าสู่ชั้นของน้ำจืดที่อยู่ข้างบนอย่างไรก็ตามน้ำจืดจะไม่ลงมาผสมกับน้ำเค็มด้านล่าง ทำให้ความเค็มเฉพาะส่วนบนเท่านั้นที่เปลี่ยนแปลงไป

3. ปากแม่น้ำแบบไหลสองชั้นและมีการผสมกันระหว่างชั้นบนกับชั้นล่าง (Two-layers flow with vertical mixing)

การหมุนเวียนของน้ำประเภทนี้เกิดขึ้นในปากแม่น้ำที่มีร่องน้ำค่อนข้างตื้น กระแสน้ำจากแม่น้ำมีพลังเท่าๆกับกระแสน้ำขึ้นน้ำลง เพราะฉะนั้นจึงทำให้เกิดการผสมกันระหว่างน้ำจืดกับน้ำเค็มในระดับกลาง

4. ปากแม่น้ำแบบที่มีการผสมกันในแนวตั้งแบบสมบูรณ์ (Vertically homogeneous estuary)

ถ้ากระแสน้ำขึ้นน้ำลงมีพลังมากกว่ากระแสน้ำของแม่น้ำ จะทำให้เกิดการผสมกลมกลืนโดยตลอดแนวตั้ง เพราะฉะนั้นความเค็มจากระดับบนถึงระดับล่างจึงไม่แตกต่างกัน

5. ปากแม่น้ำแบบพิเศษ (Exceptional case)

นอกเหนือจากการหมุนเวียนของน้ำในปากแม่น้ำที่กล่าวมาแล้วยังมีการหมุนเวียนของน้ำที่ต่างกันอย่างอื่น โดยบางปากแม่น้ำจะมีรูปร่างที่แปลกทำให้การหมุนเวียนของน้ำไม่สามารถจำแนกได้

5.14 ไนโตรเจน

ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญมากสำหรับสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ เนื่องจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสำคัญของโปรตีน ซึ่งมีความสำคัญในด้านการสังเคราะห์แสง การสังเคราะห์โปรตีน การเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต ธาตุไนโตรเจนที่ละลายอยู่ในแหล่งน้ำอาจอยู่ในรูปของก๊าซไนโตรเจน แอมโมเนีย ไอออน ไนไตรต์ ไอออน ไนเตรต ไอออน เนื่องจากก๊าซไนโตรเจนมีอากาศที่มีความสามารถในการละลายน้ำได้สูง ถึง 12 มิลลิกรัม/ลิตร ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังมีธาตุไนโตรเจนที่ละลายน้ำอยู่ในรูปของสารอนินทรีย์ไนโตรเจน ไนไตรท์ ไนเตรต และแอมโมเนีย สารอนินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต รวมถึงซากพืชซากสัตว์ที่ตายแล้วที่ถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียโดยการปล่อยแอมโมเนียออกมาซึ่งกระบวนการดังกล่าวเกิดได้ทั้งในสภาวะที่มีออกซิเจนและไร้ออกซิเจน

5.14.1 แอมโมเนีย (Ammonia)

เกิดจากการย่อยสลายทางชีวภาพของสารอินทรีย์ไนโตรเจน การขับถ่ายของสิ่งมีชีวิต อาหารที่ตกค้าง การย่อยสลายยูเรีย แพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำ ใช้แอมโมเนียเพื่อสร้างโปรตีน (กรดอะมิโน) แอมโมเนียที่เหลือจะถูกปล่อยลงแหล่งน้ำ ในสภาวะที่มีออกซิเจน แอมโมเนียในแหล่งน้ำจะถูกออกซิไดซ์โดย Nitrosomonas bacteria ไปเป็นไนไตรท์ในแหล่งน้ำโดยทั่วไปจะพบความเข้มข้นของแอมโมเนียไม่เกิน 1 mg N/L (กรมประมง, 2546)

ระดับแอมโมเนียที่เพิ่มขึ้นจะทำให้สัตว์น้ำขับถ่ายแอมโมเนียออกมาได้น้อยลง ทำให้ระดับแอมโมเนียในเลือดและเนื้อเยื่อมีปริมาณที่เพิ่มสูงขึ้น เป็นผลทำให้ค่า pH ในเลือดมีค่าสูงขึ้นส่งผลทำให้ความสามารถของ

เลือดในการขับถ่ายออกซิเจนมีค่าลดลง จึงทำให้สัตว์น้ำมีความต้องการปริมาณออกซิเจนที่มากขึ้นตามไปด้วย เป็นอันตรายต่อเหงือกสัตว์น้ำเอง อย่างไรก็ตามความเป็นพิษของแอมโมเนียต่อสัตว์น้ำยังขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย โดยเฉพาะออกซิเจนละลายในน้ำ ซึ่งพบว่าระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียที่เท่ากัน เช่น 2 mg N/L ในสถานะที่ออกซิเจนละลายในน้ำได้น้อยจะมีความเป็นพิษของแอมโมเนียมากกว่าในสถานะที่มีออกซิเจนละลายในน้ำมากกว่า

5.14.2) ไนไตรท์ (Nitrite)

ไนไตรท์เป็นสารประกอบกึ่งการของปฏิกิริยาในกระบวนการไนตริฟิเคชัน (Nitrification) โดยทั่วไปจะไม่พบไนไตรท์สะสมอยู่บริเวณแหล่งน้ำ เพราะไนไตรท์เปลี่ยนรูปไปเป็นไนเตรตอย่างรวดเร็ว ด้วยกระบวนการไนตริฟิเคชัน แต่ในบางกรณีหากอัตราการออกซิไดซ์แอมโมเนียได้เร็วกว่าอัตราการออกซิไดซ์ไนไตรท์ก็เกิดการสะสมของไนไตรท์ขึ้นได้ แหล่งน้ำทั่วไปพบว่า ความเข้มข้นของไนไตรท์ไม่เกิน 0.1 mg N/L ในสถานะที่ไร้ออกซิเจน ไนไตรท์สามารถถูกรีดิวซ์ได้เป็นแอมโมเนียด้วยกระบวนการดีไนตริฟิเคชันในสถานะที่มีออกซิเจน ไนไตรท์ถูกออกซิไดซ์ไปเป็นไนเตรตด้วยกระบวนการ ไนตริฟิเคชัน

ความเป็นพิษของไนไตรท์อาจเนื่องมาจากความเข้มข้นของกรดไนตริก ซึ่งปริมาณของกรดไนตริกจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ และค่า pH ตลอดจนความเค็มของน้ำโดยเมื่อน้ำมีค่า pH และอุณหภูมิต่ำจะเกิดกรดไนตริกได้ดี สำหรับผลกระทบของไนไตรท์มีผลต่อสัตว์น้ำที่เกิดจากเพอร์ริสไอออน ซึ่งทำให้ฮีโมโกลบิน ที่มีความสามารถในการรับก๊าซออกซิเจนได้ต่ำลง ซึ่งทำให้เกิดสภาวะเม็ตเลือดที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำกว่าปกติ (Hypoxia) หรือที่เรียกว่า “Brown blood disease” ความเป็นพิษของไนไตรท์จะเพิ่มมากขึ้นในสถานะที่น้ำมีระดับออกซิเจนต่ำ และอุณหภูมิสูง ในบางครั้งพบว่า หากไนไตรท์สูงเกิน 1 mg N/L จะเป็นอันตรายต่อปลา (เบ็ญจมาศ จันทะภา ไพบูลย์กิจกุล, 2556)

5.14.3) ไนเตรต (Nitrate)

ไนเตรตเป็นสารอนินทรีย์ไนโตรเจนที่พบในแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งส่วนใหญ่ได้จากผลผลิตขั้นสุดท้ายของกระบวนการไนตริฟิเคชัน นอกจากนี้ไนเตรตยังสามารถเข้าสู่แหล่งน้ำธรรมชาติจากการเน่าเปื่อยของสิ่งมีชีวิต แล้วยังมาจากปุ๋ยเพื่อการเกษตรกรรมและน้ำเสียอีกด้วย โดยทั่วไปพบว่า แหล่งน้ำที่มาจากชุมชน หรือการเพาะเลี้ยงแบบหนาแน่นมักมีความเข้มข้นไนเตรตเฉลี่ย 0.3 mg N/L อย่างไรก็ตามไนเตรตในแหล่งน้ำจะถูกนำไปใช้โดยแพลงก์ตอนพืช และมีการนำออกไปผ่านกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน ปกติความเป็นพิษของไนเตรตที่มีผลต่อสัตว์น้ำนั้นน้อยมาก (เบ็ญจมาศ จันทะภา ไพบูลย์กิจกุล, 2556) นอกจากนี้ในสถานะที่แหล่งน้ำขาดออกซิเจน แบคทีเรียกลุ่ม denitrifying bacteria ที่รีดิวซ์ไนเตรตเป็นไนไตรท์ทำให้เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ

5.15 ฟอสฟอรัส

5.15.1) ชนิดของฟอสฟอรัส

ฟอสเฟตพบทั้งในน้ำธรรมชาติและน้ำเสียในรูปของฟอสเฟตและโมเลกุลของฟอสเฟต ปัจจุบันนิยมจำแนกฟอสฟอรัสออกเป็น 3 ชนิด คือ ออร์โธฟอสเฟส คอนเดนส์ฟอสเฟส และสารอินทรีย์ฟอสเฟต อาจพบฟอสฟอรัสในรูปของสารละลาย สารแขวนลอยในน้ำ ตะกอนดินก้นบ่อ ตลอดจนในตัวของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ออร์โธฟอสเฟสและคอนเดนส์ฟอสเฟสมักจะพบในรูปของสารละลายในน้ำ สารอินทรีย์ฟอสเฟสในน้ำอาจอยู่ในรูปสารละลายเชิงซ้อนหรือในรูปตะกอนแขวนลอยก็ได้ (มันสิน ตัณฑุลเวศม์ และมันรัก ตัณฑุลเวศม์, 2547)

ก. ออร์โธฟอสเฟต (Orthophosphate) หรืออาจเรียกอีกอย่างว่าฟอสฟอรัสละลายน้ำ (Soluble Reactive Phosphorus) สารประกอบเหล่านี้ละลายน้ำได้ดีและแพลงก์ตอนพืชสามารถนำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโต

ข. โพลีฟอสเฟต (Polyphosphate) ซึ่งเป็นสารประกอบที่พบได้มากในน้ำเสียที่มาจากบ้านเรือนหรือโรงงานอุตสาหกรรมเนื่องจากเป็นส่วนผสมของน้ำยาทำความสะอาดเมื่อแตกตัวจะให้ออร์โธฟอสเฟต ออกมาสารประกอบเหล่านี้เป็น Dehydrated Phosphate ดังนั้นจะถูกไฮโดรไลซิสในน้ำกลับไปเป็นพวกออร์โธฟอสเฟต (Orthophosphate) ตามเดิม อัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและค่าพีเอชที่ต่ำ การย่อยสลายจะเกิดขึ้นได้ช้าถ้าอยู่ในน้ำสะอาด 4-50 วัน แต่จะเกิดได้เร็วในน้ำเสียประมาณ 20 ชั่วโมง

ค. อินทรีย์ฟอสเฟต (Organic Phosphate) ซึ่งได้จากกระบวนการทางชีวภาพสารฟอสฟอรัสเหล่านี้พบได้ในสารละลาย สารแขวนลอยหรืออินทรีย์วัตถุที่กำลังเน่าสลายหรือเป็นองค์ประกอบในร่างกายสิ่งมีชีวิต

5.15.2) แหล่งที่มาของฟอสเฟต

มาจาก 2 แหล่งใหญ่ๆ ได้แก่

ก) จากธรรมชาติ เช่น การละลายของหินฟอสเฟต ผงฝุ่นฟอสฟอรัสในอากาศซึ่งถูกฝนพัดพาให้ตกลงสู่แหล่งน้ำ รวมทั้งฝนที่ตกลงมายังพื้นดินพัดพาเศษซากดินและหินที่มีฟอสเฟตลงในแหล่งน้ำ นอกจากนี้ อาจมาจากมูลนกบางชนิด เศษซากพืชซากสัตว์ที่ตายทับถมในแหล่งน้ำ การสะสมดังกล่าว อาจก่อให้เกิดปัญหา ยูโทรฟิเคชันในแหล่งน้ำได้

ข) จากกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ ได้แก่ น้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม และการเกษตรกรรม แม้ว่าจะมีการบำบัดน้ำทิ้งแล้ว แต่ยังคงมีฟอสฟอรัสเหลืออยู่ในปริมาณสูง อย่างไรก็ตามเราสามารถควบคุมฟอสฟอรัสที่ไหลลงสู่แหล่งน้ำได้

5.16 ซิลิคอน

สารประกอบซิลิคอนพบในน้ำทะเลทั้งในรูปที่ละลายน้ำและในรูปสารแขวนลอย ส่วนที่อยู่ในรูปสารแขวนลอยเป็นโครงสร้างของเซลล์ของแพลงก์ตอนบางชนิด และในรูปอินทรีย์ที่เป็นแร่ ซิลิคอนที่ละลายในน้ำทะเลทั่วไปส่วนใหญ่อยู่ในรูปกรดซิลิสิก (H_4SiO_4) ซิลิคอนเป็นสารอาหารสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในทะเลบางชนิด เช่น ไดอะตอม เรดิโอแลเรีย และฟองน้ำ ซึ่งสิ่งมีชีวิตเหล่านี้จะใช้สำหรับสร้างโครงสร้างแข็งของมัน ดังนั้นปริมาณของซิลิคอนในน้ำจึงถูกควบคุมโดยสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ สำหรับในแม่น้ำ ซิลิคอนจะอยู่ในรูปสำคัญ 3 รูปคือ เศษควอร์ตซ์ แร่ดินเหนียวอลูมิโนซิลิเกต และซิลิคอนละลายน้ำ ซึ่งได้กระบวนการทางธรณีเคมีของแร่ประเภทอลูมิโนซิลิเกตซึ่งเป็นแร่ที่ได้จากการกัดเซาะของแผ่นดินและถูกพามาที่แม่น้ำก็มีบทบาทสำคัญด้วย (มนูวดี หังสพฤกษ์, 2532)

ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมซิลิคอน

1. กระบวนการทางชีวภาพ

กระบวนการทางชีวภาพเป็นกระบวนการหนึ่งในการควบคุมปริมาณซิลิคอนที่ละลายน้ำ โดยสิ่งมีชีวิตนำซิลิคอนไปใช้ในการสร้างโครงสร้างแข็ง เช่น ไดอะตอม Anderson (1986) อ้างใน สมภพ เหลือง

กังวานกิจ (2541) ได้ศึกษาแม่น้ำที่ไหลลง Chasepeake Bay พบว่าซิลิโคนมีการเคลื่อนย้ายออกจากน้ำทะเลที่แผ่เข้ามา โดยการ Bloom ของไดอะตอม และมีการเพิ่มขึ้นของซิลิโคนในน้ำเค็มจากการละลายของไดอะตอมน้ำจืด

2. ความเข้มข้นของสารละลาย

ในระหว่างการผสมผสานกันของแม่น้ำและน้ำทะเล การเพิ่มขึ้นของอิเล็กโทรไลต์ สามารถที่จะนำไปสู่การสร้างของ Ppolymeric และ Colloidal form จาก Silicic acid ซึ่งจะเกิดการ Flocculate และเกิดการเคลื่อนย้ายของ Dissolved silicate เช่นการศึกษาของ Sholkovitz (1976) อ้างใน สมภพ เหลืองกังวานกิจ (2541) โดยทำการผสมน้ำทะเลกับน้ำจืด โดยผ่านการกรองและไม่ผ่านการกรอง พบว่า มีการสูญเสียของซิลิเกตมากในกรณีน้ำที่ไม่ได้ผ่านการกรอง แสดงว่าเกิดการสูญเสียเนื่องมาจากกระบวนการดูดซับของซิลิเกตที่ละลายน้ำบนตะกอนแขวนลอย โดยที่อิเล็กโทรไลต์อื่นๆ ในน้ำทะเลมีส่วนเกี่ยวข้อง

5.17 ฟลักซ์ของธาตุอาหาร

ฟลักซ์คือการส่งผ่านของคุณสมบัติทางฟิสิกส์ เคมีหรือชีวภาพโดยในหนึ่งหน่วยเวลาโดยการศึกษานี้จะหมายถึงการส่งผ่านธาตุอาหารจากแหล่งหนึ่งไปยังอีกแหล่งหนึ่งว่ามีค่าเท่าใดโดยผ่านพื้นที่หน้าตัดในหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งค่าฟลักซ์จะสามารถบอกถึงปริมาณและทิศทางของไหลของธาตุอาหารละลายน้ำและตะกอนที่ถูกลำเลียงจากปากแม่น้ำสู่ทะเลหรือจากทะเลสู่ปากแม่น้ำในหนึ่งหน่วยเวลาได้ (อนุกุล บูรณประทีปรัตน์ และคณะ, 2556a)

5.18 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ซิลิโคนเป็นสารอาหารที่สำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในทะเลบางชนิด เช่น ไดอะตอม เรดิโอแลเรีย และฟองน้ำ สิ่งมีชีวิตเหล่านี้จะใช้ซิลิโคนในการสร้างโครงสร้างแข็งของมัน ดังนั้น ปริมาณซิลิโคนจึงถูกควบคุมโดยสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ในแม่น้ำ ซิลิโคนอยู่ในรูปสำคัญ คือ เศษควอร์ตซ์ แร่ดินเหนียวอลูมิเนียมซิลิเกต และซิลิโคนละลายน้ำ ซึ่งได้จากการชะล้างพวกหินซิลิเกต (มนูวดี หังสพฤกษ์, 2532)

พรทิพย์ งานสกุล (2534) ศึกษาการแพร่กระจายของธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสทั้งส่วนที่ละลายน้ำและส่วนที่แขวนลอยในแม่น้ำบางปะกงระหว่างฤดูน้ำมาก (เดือนสิงหาคม 2532) และฤดูน้ำน้อย (เดือนกุมภาพันธ์ 2533) พบว่าธาตุอาหารส่วนใหญ่อยู่ในรูปที่ละลายน้ำ โดยไนโตรเจนรวมมีส่วนที่ละลายน้ำเท่ากับ 99.8 % ในฤดูน้ำมาก มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อออกสู่ทะเล ในขณะที่ฤดูน้ำน้อยแนวโน้มลดลง แอมโมเนียและฟอสฟอรัสแสดงการแปรผันที่ไม่แน่นอนทั้งฤดูน้ำมากและฤดูน้ำน้อย โดยทั่วไปพบว่า ความเข้มข้นของธาตุอาหารในฤดูน้ำน้อยจะสูงกว่าฤดูน้ำมากโดยเฉพาะไนโตรเจน-ไนเตรท ออโรฟอสเฟต ไนโตรเจนรวมและฟอสฟอรัสรวมค่าเฉลี่ย N:P เท่ากับ 28:1 แสดงว่า การเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชในแม่น้ำบางปะกงมีฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยจำกัด พฤติกรรมของไนโตรเจน+ไนเตรท และไนโตรเจนรวม ส่วนที่ละลายน้ำในฤดูน้ำน้อยมีพฤติกรรมแบบอนุรักษ์ ในขณะที่แอมโมเนีย ไนโตรเจนอินทรีย์ ออโรฟอสเฟต ฟอสฟอรัสอินทรีย์ และฟอสฟอรัสรวม มีพฤติกรรมแบบไม่อนุรักษ์ ฟลักซ์ของธาตุอาหารที่ถูกพัดพาออกสู่อ่าวไทยตอนบนในฤดูน้ำมากมีค่าสูงกว่าฤดูน้ำน้อย

สมภพ เหลืองกังวานกิจ (2541) ศึกษาพฤติกรรมและฟลักซ์ของสารอาหาร ในบริเวณเอสทูรีแม่น้ำตาปี จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยทำการเก็บตัวอย่างระหว่างฤดูแล้ง (เมษายน) และฤดูน้ำหลาก (ตุลาคม) ในปี พ.ศ.

2540 การศึกษาพฤติกรรมของอาหารส่วนที่ละลายน้ำในฤดูแล้งพบว่า ในช่วงความเค็ม 5-20 psu ไนโตรเจน+ไนโตรเจน และซิลิเกตมีพฤติกรรมเป็นแบบอนุรักษ ส่วนแอมโมเนียและฟอสเฟต มีพฤติกรรมแบบไม่อนุรักษ ส่วนในฤดูน้ำหลากสารอาหารส่วนที่ละลายน้ำทุกตัวมีลักษณะพฤติกรรมเป็นแบบไม่อนุรักษ ส่วนพฤติกรรมของอินทรีย์คาร์บอน ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำ พบว่าเป็นแบบไม่อนุรักษทั้งสองฤดูกาล การศึกษาฟลักซ์ของสารอาหาร พบว่าฟลักซ์ของสารอาหารทุกตัวมีทิศทางเข้าสู่ในแม่น้ำในฤดูแล้ง แอมโมเนีย ฟอสเฟต ซิลิเกต และฟอสฟอรัสในตะกอนแขวนลอยมีทิศทางออกสู่ทะเลในฤดูน้ำหลาก ฟลักซ์ของสารอาหารในฤดูฝนมากกว่าฤดูแล้ง ส่วนฟลักซ์ของเกลือมีทิศทางออกสู่ทะเลทั้งสองฤดูกาล

อนุกุล บุรณประทีปรัตน์และ เษชัญโชค จินตเศรษฐี (2545) ได้ศึกษาคุณภาพน้ำทะเลบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงในช่วงเดือนเมษายน มิถุนายน กันยายน และธันวาคม พ.ศ. 2545 พบว่าค่าคุณภาพน้ำได้แก่ ความเค็ม อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ออกซิเจนละลายน้ำ แอมโมเนีย ไนโตรเจนฟอสเฟตและซิลิเกต มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยอิทธิพลหลักของการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในพื้นที่มาจากปริมาณน้ำท่า การฟุ้งกระจายกลับสู่มวลน้ำของตะกอนที่พื้นที่ทะเล

ณัฐวุฒิ อภิวัฒน์ศร (2547) ได้ประเมินการเคลื่อนตัวของตะกอนชายฝั่งบริเวณอ่าวมหาชัยฝั่งตะวันตก จังหวัดสมุทรสาคร พบว่าปริมาณการเคลื่อนตัวของตะกอนท้องน้ำจะขึ้นกับพลังงานคลื่นในขณะทิศทาง การเคลื่อนที่ของตะกอนท้องน้ำจะขึ้นอยู่กับทิศทางของกระแสน้ำเป็นหลัก โดยที่ลมเป็นตัวกำหนดความสูง คาบ และทิศทางของการเคลื่อนที่ของคลื่น

ธราพล จิตมั่นขวัญยืน (2548) ได้ประเมินอัตราการเคลื่อนตัวของตะกอนบริเวณป่าชายเลน ปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร พบว่ามีการพัดพาตะกอนไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ทั้งสองฤดูมรสุม ซึ่งเป็นการพัดพาตะกอนออกจากฝั่ง ทำให้เกิดการกัดกร่อนของแผ่นดิน (Erosion) โดยที่การเคลื่อนตัวของตะกอนในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีอัตราการเคลื่อนตัว 49.01 กรัม/ตารางเมตร/วัน ในขณะที่ในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีอัตราการเคลื่อนตัว 6.854 กรัม/ตารางเมตร/วัน

กิตติ มีนาภา (2549) ได้ศึกษาชนิดและการแพร่กระจายของปะการังเขตบริเวณแนวปะการังเจ้าหลาว จังหวัดจันทบุรี พบว่าเมื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทำการสำรวจขนานไปกับชายฝั่ง และการสำรวจภาคตัดขวางและปะการังเขตแสดงให้เห็นว่าความความลึกไม่มีผลต่อการแพร่กระจายของปะการังเขต ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Grant and Manning (2000) ที่ได้ศึกษาการแพร่กระจายและความสมบูรณ์ของปะการังเขต 5 Subgenera ได้แก่ *Ctenactis*, *Danafungia*, *Fungia*, *Pleuroactis* และ *Verrillifungia* ใน Opunohu Bay, Moorea, French Polynesia ระหว่างเดือน พฤศจิกายน ปี ค.ศ. 2000

ชื่นกมล สุวรรณชาติ (2549) ได้ประเมินการเคลื่อนตัวของตะกอนบริเวณอ่าวคู้กระเบน จังหวัดจันทบุรี พบว่าขนาดอนุภาคตะกอนในบริเวณอ่าวคู้กระเบนเป็นทรายปนโคลน (Clayey Sand) มีเศษเปลือกหอยปะปนอยู่มาก โดยสัดส่วนขนาดอนุภาคตะกอนที่ได้เป็นทราย (Sand) 41.59 % ทรายแป้ง (Silt) 21.38% และโคลน (Clay) 36.14% ซึ่งมีค่าเปอร์เซ็นต์สะสมขนาดอนุภาคตะกอนที่ 50 (D_{50}) และ 90 (D_{90}) คือ 0.0045 และ 0.50 มิลลิเมตร สำหรับการแพร่กระจายของปริมาณตะกอนแขวนลอยบริเวณอ่าวคู้กระเบน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.46 ± 5.35 มิลลิกรัมต่อลิตรในเดือนกันยายน และ 23.88 ± 1.73 มิลลิกรัมต่อลิตร ในเดือนธันวาคม โดยพบว่าการแพร่กระจายของตะกอนมีแนวโน้มสูงในบริเวณทิศเหนืออ่าว บริเวณริมปากอ่าว และบริเวณที่อยู่ทางทิศใต้อ่าว ตามลำดับ

จารุพงษ์ มีมุข (2552) ได้ทำการศึกษาธาตุอาหารจำพวกไนโตรเจนที่ละลายน้ำ ได้แก่ แอมโมเนีย ไนโตรเจน และไนเตรต ตลอดช่วงระยะเวลาของการศึกษาพบว่า ค่าแอมโมเนีย ไนโตรเจน และไนเตรต จากการศึกษพบว่า ผลจากการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลนั้น มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของปริมาณ

แอมโมเนีย ไนโตรท และไนเตรท อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) และในแต่ละฤดูกาลปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารทั้งสามชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ปริมาณธาตุอาหารทั้งสามชนิดมีค่าสูงสุดในช่วงฤดูหนาว และแต่ละสถานีที่ทำการศึกษพบว่าปริมาณแอมโมเนีย ไนโตรท และไนเตรท มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเข้าใกล้ชุมชน และเมื่อพิจารณาในช่วงเวลาน้ำขึ้น-น้ำลงนั้นปริมาณธาตุอาหารทั้งสามชนิด มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในช่วงเวลาน้ำลงแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$)

สรารุช ศิริวงศ์ และคณะ (2553) สถานภาพแนวปะการังในบริเวณหาดเจ้าหลาว และเกาะนมสาว จังหวัดจันทบุรี พบว่า แนวปะการังบริเวณใกล้ฝั่งเป็นแนวปะการังมีขนาดเล็ก ที่ความลึกประมาณ 1 เมตร เป็นกลุ่มที่มีลักษณะเป็นก้อนขนาดเล็ก แนวปะการังค่อนข้างกระจายตัว ปะการังกลุ่มเด่นได้แก่ ปะการังโขด (*Porites lutea*) และปะการังวงแหวน (*Favia* sp.) แนวปะการังบริเวณห่างฝั่ง (หินอ้ายหลาว) ตั้งอยู่ห่างฝั่งประมาณ 500 เมตร มีความลึกประมาณ 2 – 7 เมตร โครงสร้างของแนวปะการังประกอบด้วยปะการังโขดขนาดใหญ่ และกลุ่มปะการังวงแหวนเป็นกลุ่มเด่นสภาพโดยทั่วไปปะการังที่อยู่บริเวณที่ตื้นเป็นซากปะการังตายสลับกับปะการังโขด และปะการังวงแหวนปะการังสมอร่องยาว (*Platygyra* sp.) ในบริเวณที่ลึกมีปะการังโขดขนาดใหญ่ ปะการังวงแหวน ปะการังสมอร่องยาว ปะการังสมอร่องใหญ่ (*Symphyllia* sp.) และปะการังหนวดดอกไม้ทะเล (*Goniopora* sp.) เป็นกลุ่มเด่น

รพีพรรณ เจียวก๊ก และคณะ (2554) การศึกษาการแพร่กระจายและการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของคลอโรฟิลล์ เอ และฟอสฟอรัสในรูปแบบต่างๆ บริเวณปากแม่น้ำบางตะบูน จังหวัดเพชรบุรี โดยการเก็บตัวอย่างน้ำเดือนกันยายนและธันวาคม พ.ศ. 2554 และเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 พบว่า ความเข้มข้นของสารแขวนลอยอินทรีย์ฟอสฟอรัส ในช่วงฤดูมรสุมและฤดูแล้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญอยู่ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P > 0.05$) โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.15-0.87 $\mu\text{mol-P/L}$ ในช่วงฤดูมรสุม และจะลดลงอยู่ระหว่าง 0.14-0.41 $\mu\text{mol-P/L}$ ในช่วงฤดูแล้ง

เบญจมาศ จันทะภา ไพบูลย์กิจกุล และคณะ (2555) ได้ใช้สิ่งมีชีวิตเพื่อเป็นดัชนีประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมเช่น การศึกษาความหลากหลายของสัตว์หน้าดิน และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินบริเวณอ่าวนก อ. ท่าใหม่ จ. จันทบุรี โดยแบ่งสถานีเก็บตัวอย่างเป็น 6 สถานี ตั้งแต่บริเวณป่าชายเลนถึงปากน้ำแฉนมหา การศึกษาครั้งนี้พบว่าสัตว์หน้าดินรวม 26 วงศ์ จากทั้งหมด 4 ไฟลัม ได้แก่ Annelida, Mollusca, Arthropoda และ Echinodermata คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 87.79 8.50 3.45 และ 0.26 ตามลำดับ โดยความหนาแน่นทั้งหมดของสัตว์หน้าดินพบว่าสถานีที่ 5 มีความหนาแน่นเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 185.03 ± 146.52 ตัว/ตารางเมตร ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสถานีอื่น ($P < 0.05$) สถานีที่ 4 มีค่าดัชนีความหลากหลายสูงสุดเท่ากับ 0.66 ± 0.48 และมีค่าดัชนีความหลากหลายสูงกว่าสถานีที่ 5 และ 6 อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) การศึกษาครั้งนี้พบว่าคุณภาพน้ำทะเลบริเวณอ่าวนกจัดอยู่ในเกณฑ์ดีเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง ดังนั้นในอนาคตหากมีการประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมบริเวณอ่าวนก ควรมีการติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ และดินตะกอนควบคู่กับการศึกษาสัตว์หน้าดิน

อนุกุล บูรณประทีปรัตน์ และคณะ (2556a) ศึกษาฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอยบริเวณปากแม่น้ำประแสร์ จังหวัดระยอง พ.ศ. 2553 ในสามช่วงเวลา ครั้งที่ 1 ระหว่างวันที่ 23 – 24 กุมภาพันธ์ (ฤดูแล้ง) ครั้งที่ 2 วันที่ 17 – 18 พฤษภาคม (ปลายฤดูแล้ง) และครั้งที่ 3 วันที่ 8 – 9 ตุลาคม (ปลายฤดูน้ำมาก) ฟลักซ์สุทธิของน้ำมีทิศไหลจากปากแม่น้ำออกสู่ทะเลในทุกฤดูกาล โดยในฤดูแล้งมีปริมาณ $2.60 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ ในช่วงปลายฤดูแล้งมีค่า $0.23 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ และ ในช่วงปลายฤดูน้ำมากมีค่า $0.43 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ ข้อมูลความเค็มและคุณภาพน้ำอื่นๆ จากสองระดับความลึกแสดงให้เห็นว่าเอสทูรีบริเวณปากแม่น้ำประแสร์เป็นแบบผสมผสานกันดีในช่วงฤดูแล้งและเป็นแบบแบ่งชั้นในช่วงฤดูน้ำมาก สำหรับปริมาณฟลักซ์สุทธิของตะกอนแขวนลอยที่ไหล

ผ่านเข้าออกปากแม่น้ำประแสร์ในฤดูแล้งมีทิศไหลออกสู่ทะเลในปริมาณ 103.66 ton/day ช่วงปลายฤดูแล้งมีทิศไหลเข้าปากแม่น้ำในปริมาณ 110.11 ton/day และปลายฤดูน้ำมากมีทิศไหลออกสู่ทะเลในปริมาณ 63.21 ton/day ปริมาณตะกอนแขวนลอยในมวลน้ำมีแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นและลดลงสอดคล้องกับความแรงของกระแสน้ำ โดยปริมาณจะเพิ่มขึ้นเมื่อกระแสน้ำมีกำลังแรงและลดลงในช่วงที่กระแสน้ำอ่อนกำลังลง แสดงถึงความสำคัญของกระบวนการฟุ้งกระจายของตะกอนจากพื้นที่ท้องน้ำกลับสู่มวลน้ำ (Resuspension) ที่ส่งผลต่อฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอยที่บริเวณปากแม่น้ำแห่งนี้

อนุกุล บุรณประทีปรัตน์และ คณะ (2556b) ศึกษาฟลักซ์ของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำบริเวณปากแม่น้ำประแสร์ จังหวัดระยอง ในฤดูแล้งและฤดูน้ำมาก ในปี พ.ศ. 2553 ในฤดูแล้ง (23-24 กุมภาพันธ์) และฤดูน้ำมาก (8-9 ตุลาคม) ทั้งสองช่วงเวลามีการไหลออกสู่ทะเลในปริมาณ $2.60 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ และ $0.43 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ ตามลำดับ ฟลักซ์ของน้ำในช่วงฤดูแล้งมีมากกว่าช่วงฤดูน้ำมากเกิดจากความไม่สมดุลย์ของน้ำขึ้น-น้ำลง เนื่องจากช่วงที่ตรวจวัดในฤดูแล้งมีช่วงของน้ำลงมากกว่าช่วงฤดูน้ำมากและอาจเป็นผลมาจากการสอดคล้องกับลิมน้ำเค็มส่งผลให้ฟลักซ์ของน้ำขึ้นล่างมีทิศทางจากทะเลเข้าสู่แผ่นดิน ฟลักซ์สุทธิในทิศออกสู่ทะเลจึงมีค่าลดลง ฟลักซ์ของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำทั้งหมดทิศออกสู่ทะเลในฤดูน้ำมากในปริมาณที่มากกว่า (ยกเว้นแอมโมเนีย) ในฤดูน้ำมาก (แอมโมเนีย 201.98 kg – N/day ไนโตรเจน 55.89 kg – N/day ไนเตรต 381.89 kg – N/day ฟอสเฟต 101.31 kg – P/day และซิลิเกต 8,195.15 kg – Si/day) ในฤดูแล้ง (แอมโมเนีย 258.11 kg – N/day ไนโตรเจน 38.10 kg – N/day ไนเตรต 180.82 kg – N/day ฟอสเฟต 94.71 kg – P/day และซิลิเกต 2,209.12 kg – Si/day)

เบ็ญจมาศ จันทะภา ไพบุลย์กิจกุล และคณะ (2559) ศึกษาปริมาณและทิศทางการไหลของตะกอนบริเวณชายหาดท่องเที่ยว อ. ท่าใหม่ จ. จันทบุรี (ชายหาดเจ้าหลาว และ ชายหาดแหลมเสด็จ) ระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2556 ปริมาณตะกอนผิวน้ำและพื้นที่ท้องน้ำถูกเก็บด้วยกระบอกเก็บน้ำแบบแวนดอน และเครื่องมือดักตะกอน และวัดทิศทางการไหลของกระแสน้ำ ด้วยเครื่องมือวัดทิศทางการไหลของน้ำการศึกษาพบว่า ทิศทางการไหลของกระแสน้ำกับทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนในฤดูฝนมีแนวโน้มมาจากปากแม่น้ำแฉมหนูเป็นส่วนมาก สำหรับในฤดูหนาวพบว่าทิศทางการไหลของกระแสน้ำกับทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนนั้นจะเป็นแบบสม่าเสมอเนื่องจากไม่ได้รับผลกระทบของคลื่นลมและคลื่นน้ำในเดือนสิงหาคม มีนาคม และมีฤดูหนาวพบว่าตะกอนผิวน้ำและพื้นที่ท้องน้ำมีความสัมพันธ์กันเนื่องจากได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมซึ่งจะพัดพาตะกอนจากชายฝั่งลงทะเล

Li et al. (2006) ศึกษารูปแบบระยะยาวในการละลายของฟลักซ์ซิลิเกต ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากแม่น้ำแยงซีไปจนถึงทะเลจีนตะวันออกและศึกษาผลกระทบต่อระบบนิเวศปากแม่น้ำ ในการไหลของฟลักซ์ในแม่น้ำแยงซีก่อให้เกิดความกังวลในหมู่นักวิทยาศาสตร์ จากข้อมูลธรณีเคมีที่สถานีอุทกวิทยาย่านที่ทำการไหลของสารอาหารในช่วงน้ำหลาก คือ การละลายของอนินทรีย์ซิลิเกตอยู่ที่ 74% การไหลของอนินทรีย์ไนเตรต 73% และอนินทรีย์ฟอสเฟตอยู่ที่ 68% แสดงให้เห็นว่าฟลักซ์ลดลงตั้งแต่ปี 1950 ในปี 2002 การละลายของอนินทรีย์ไนเตรตและการละลายของอนินทรีย์ฟอสเฟต ค่าความเข้มข้นและฟลักซ์เพิ่มขึ้นจากปี 1950 หลังจากปี 1980 การใช้ปุ๋ยสามารถทำให้การละลายของอนินทรีย์ไนเตรตและการละลายของอนินทรีย์ฟอสเฟต สูงขึ้น ส่วนการละลายของซิลิเกตลดลง แต่การละลายของอนินทรีย์ไนเตรตและการละลายของอนินทรีย์ฟอสเฟตฟลักซ์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในทะเล ส่งผลให้เกิดยูโทรฟิเคชันและเป็นสาเหตุให้เกิดการส่งผลกระทบต่อสาหร่ายบริเวณชายฝั่ง การเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์ของสารอาหารในลุ่มน้ำและบริเวณปากแม่น้ำ มีส่วนเกี่ยวกับการจัดระบบนิเวศชายฝั่ง

Arndt *et al.* (2009) ศึกษาการทำแบบจำลองการทำปฏิกิริยาและการเคลื่อนที่ของธาตุอาหาร บริเวณปากแม่น้ำสเกลต์ โดยดูจากปริมาณซิลิกาที่เปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลและความสามารถในการกักเก็บ ไนโตรเจนและปริมาณฟลักซ์ที่ออกไปยังชายฝั่งในช่วงระยะเวลา 1 ปี พบว่าความแปรปรวนของแต่ละฤดูกาลมีผลต่อวงจรของธาตุอาหาร โดยพบว่าซิลิกาละลายและสะสมอยู่เป็นจำนวนมากและทำให้การไหลของฟลักซ์ ซ้ำลงเมื่อเทียบกับไนโตรเจน ซึ่งทำให้ฟลักซ์ของธาตุอาหารไหลออกมาถึงชายฝั่งมากขึ้น เป็นผลให้จำนวน แพลงค์ตอนพืชในทะเลเพิ่มมากขึ้น ความแปรปรวนในการกักเก็บธาตุอาหารบริเวณปากแม่น้ำสเกลต์แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดปฏิกิริยาและการเคลื่อนที่ของธาตุอาหาร จากผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการกักเก็บของซิลิกาในแต่ละฤดูกาลมีค่าอยู่ระหว่าง 0.01 และ 0.81 สำหรับไนโตรเจนอยู่ที่ 0.13 และ 0.78 ซึ่งไม่สามารถประเมินความสัมพันธ์ของการทดลองระหว่างตัวแปรและเวลาพำนักของน้ำจืด ได้

Storlazzi *et al.* (2011) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการใช้เครื่องดักตะกอนใต้น้ำ (Sedimentation Trap) โดยวางในแนวปะการัง และทำการศึกษาการเคลื่อนที่ของตะกอน ที่อาจส่งผลกระทบต่อปะการัง ดังกล่าวนี้นี้ ผลการศึกษา พบว่าสามารถนำเครื่องดักตะกอนนี้กับงานเก็บตัวอย่างในแนวปะการังได้ดี และสามารถบอกถึงชนิดและปริมาณของตะกอนในพื้นที่ดังกล่าวได้

Kaufmann *et al.* (2014) ศึกษาการจำลองการไหลของไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ใน Cambisol ระหว่างอันตรกิริยาของดินแบบธรรมชาติกับปริมาณฝนตก จากการทดลองพบว่า ปริมาณฝนที่ตกลงมามีผลกระทบต่อพื้นที่ทำการเกษตรอย่างมากและเป็นทางหนึ่งที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของสารพิษ โดยปรกติแล้วการทำแบบจำลองทางอุทกศาสตร์ ทำเพื่อจำลองการไหลของน้ำและสารพิษ เพื่อช่วยในการตัดสินใจในการใช้มาตรการลดปัญหาดังกล่าว โดยในงานวิจัยนี้เป็นการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของโมเดล SWAP และ ANIMO ในการจำลองการเคลื่อนที่ของน้ำ ศึกษาปริมาณไนเตรตและฟอสฟอรัส ในช่วงที่มีฝนตกหนัก ในโมเดลจะมีการเปรียบเทียบและตรวจสอบปริมาณน้ำฝนในช่วงที่ฝนตกหนักเป็นเวลา 10 นาที จากการทดลองพบว่า เมื่อฝนตกหนัก การสะสมของไนเตรตที่สะสมอยู่ที่ผิวหน้าน้ำมีค่าการขนส่งที่ต่างกัน ระหว่าง 0.08 และ 8.46 kg ha⁻¹ และมีการระบายออกอยู่ระหว่าง 2.44 และ 112.57 kg ha⁻¹ เมื่อทำการวัดด้วย โลซิมิเตอร์ และในกรณีของฟอสเฟต การสะสมของฟอสเฟตที่สะสมอยู่ที่ผิวหน้าน้ำมีค่าการขนส่งที่ต่างกันระหว่าง 0.002 และ 0.504 kg ha⁻¹ และมีการระบายออกอยู่ระหว่าง 0.005 และ 1.107 kg ha⁻¹ การใช้โมเดล SWAP และ ANIMO แสดงให้เห็นถึงขนาดฟลักซ์ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ที่มีการขนส่งโดยธรรมชาติและเมื่อฝนตกอย่างรุนแรง ในพื้นที่การเกษตร ที่มีลักษณะดินที่แตกต่างกัน ทำให้สามารถใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจแก้ปัญหาในเรื่องที่เกี่ยวข้องได้

บทที่ 2 เนื้อเรื่อง (Main body)

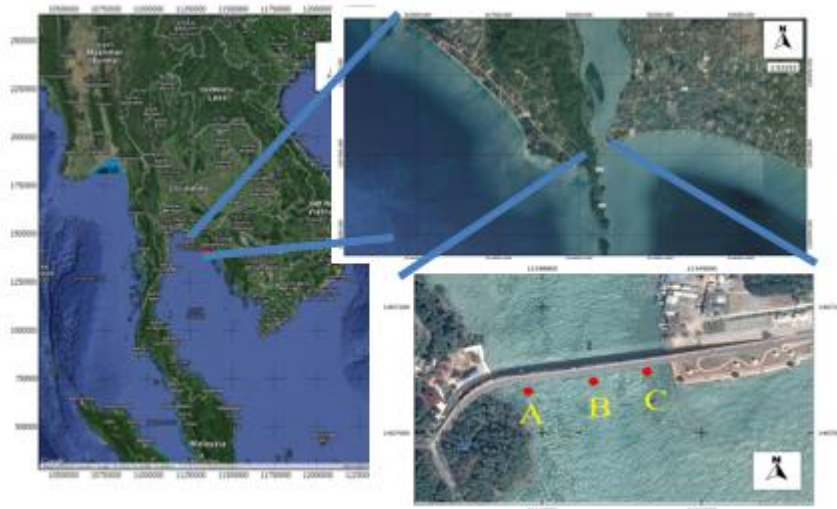
เนื้อหาในบทนี้ประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญคือ รายละเอียดเกี่ยวกับวิธีดำเนินการวิจัย (Materials and Method) และ ผลการวิจัย (Results) ดังนี้

1 วิธีดำเนินการวิจัย (Materials and Method)

การศึกษาวิจัยในปีที่ 2 นี้เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฟลักซ์ของธาตุอาหารอนินทรีย์ต่อความหลากหลายทางชีวภาพของปะการังจึงได้แบ่งหัวข้องานวิจัย ดังนี้

1.1 พื้นที่ศึกษาวิจัย

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อมาศึกษาความเข้มข้นและปริมาณฟลักซ์ของธาตุอาหารอนินทรีย์ ณ บริเวณปากแม่น้ำแฉมหนู อำเภอนาทม จังหวัดจันทบุรี แผนที่ดังภาพที่ 2 – 1



ภาพที่ 2 – 1 แผนที่บริเวณพื้นที่ศึกษาวิจัยปากน้ำแฉมหนู อ. นาทม จ. จันทบุรี
(ที่มา : www.map.google.com)

1.2 ระยะเวลาศึกษาวิจัย วิธีการเก็บตัวอย่าง และ วิธีการวิเคราะห์

เก็บตัวอย่างน้ำเพื่อมาศึกษาตามโจทย์วิจัยที่ได้กำหนดไว้ โดยศึกษาธาตุอาหารอนินทรีย์และวิธีการศึกษา รวมถึงปัจจัยแวดล้อมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยโดยเก็บ 2 ครั้งคือ ครั้งที่ 1 ตัวแทนฤดูแล้ง (4 – 5 เมษายน 2557) และ ครั้งที่ 2 ตัวแทนฤดูน้ำมาก (27 – 28 กันยายน 2557) ในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งนั้นทำการเก็บทุกๆ พารามิเตอร์ (ดังตารางที่ 2 – 1) ทุกๆ 2 ชั่วโมง จนกระทั่งครบเวลา 25 ชั่วโมงต่อเนื่อง จากนั้นนำตัวอย่างน้ำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ 2 – 1 วิธีการวิเคราะห์ธาตุอาหารอนินทรีย์ในน้ำ และ ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง

Parameter/ Unit	Methods	Instruments
Ammonia (mg/L)	Phenol-hypochloride (Grasshoff et al., 1999)	-
Nitrite (mg/L)	Diazotization (Strickland and Parsons, 1972)	-
Nitrate (mg/L)	Cadmium reduction + Diazotization (Strickland and Parsons, 1972)	-
Phosphate (mg/L)	Ascorbic acid (Strickland and Parsons, 1972)	-
Silicate (mg/L)	Silicomolybdate (Strickland and Parsons, 1972)	-
Total Suspended Solid (mg/L)	GF/C Filter (APHA,1992)	-
Velocity (m/sec.)	-	Current meter (Valeport Model 105)
Depth (m)	-	Echo Sounder
Temperature (Degree celcius)	-	YSI model 550A
Salinity (ppt)	-	Refractometer
pH	-	YSI pH model 100
Dissolved Solid; DO (mg/L)	-	YSI model 550A

จากภาพที่ 2 – 1 เป็นสถานีในการเก็บตัวอย่างน้ำแบ่งเป็น 3 สถานี คือ สถานี A B และ C โดยสถานี A และ C วัดกระแสน้ำ และเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อนำไปวิเคราะห์ในบริเวณส่วนกลางของความลึกนั้นๆ (เนื่องจากน้ำค่อนข้างตื้นเพียง 3 เมตร) ในขณะที่สถานี B วัดกระแสน้ำ และเก็บน้ำไปวิเคราะห์โดยลึกจากผิวน้ำ 1 เมตร และ ลึกจากพื้นท้องน้ำ 1 เมตร ตามช่วงเวลาที่ได้กำหนดไว้

1.3 อุปกรณ์การเก็บตัวอย่าง

ในการศึกษาครั้งนี้เก็บตัวอย่างน้ำในภาคสนามโดยบางพารามิเตอร์ทำการตรวจสอบในภาคสนามได้ในทันทีโดยใช้เครื่องมือดังระบุไว้ในตารางที่ 2 - 1 เช่น ความเร็วของกระแสน้ำ (ดังภาพที่ 2 – 2) อุณหภูมิ น้ำ ความเค็ม ออกซิเจนละลายน้ำ เป็นต้น แต่ถ้าเป็นปริมาณธาตุอาหารอนินทรีย์จะเก็บน้ำโดยใช้กระบอกเก็บน้ำแบบ Van Dorn ดังภาพที่ 2 – 3 แล้วนำน้ำที่ได้ไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการด้วยวิธีการวิเคราะห์ดังระบุไว้ในตารางที่ 2 – 1



ภาพที่ 2 - 2 เครื่องมือวัดความเร็ว และ ทิศทางกระแสน้ำ
(Current meter; Valeport Model 105)



ภาพที่ 2 - 3 กระจบอเก็บน้ำแบบ Van Dorn ใช้ในการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อศึกษาปริมาณธาตุอาหารอนินทรีย์บริเวณปากน้ำแฉมหนู

1.4 วิธีดำเนินการวิจัยในภาคสนาม

1. ในฤดูแล้ง ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทุกๆ 2 ชั่วโมงไปให้ครบ 25 ชั่วโมงต่อเนื่อง นำเครื่องมือที่เก็บน้ำแบบแวนดอน (ภาพที่ 2 - 2) เก็บน้ำที่สถานี A และ C โดยเก็บบริเวณกลางความลึกของลำน้ำ (เนื่องจากน้ำตื้น) ในขณะที่สถานี B เก็บตัวอย่างน้ำทั้งผิวน้ำและพื้นท้องน้ำเนื่องจากเป็นร่องน้ำมีความลึกในช่วงเวลาน้ำขึ้น น้ำลงแตกต่างกันอย่างชัดเจน
2. เก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์สถานีละประมาณ 1000 มิลลิลิตร ในแต่ละสถานีตรวจวัดพารามิเตอร์ที่สำคัญประกอบด้วย เช่น อุณหภูมิ ความเค็ม ค่าออกซิเจนละลายน้ำ เป็นต้น
3. นำตัวอย่างน้ำที่เก็บมาวิเคราะห์ในปฏิบัติการของคณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี จัดเรียงข้อมูลที่ได้เตรียมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

1.5 วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารอินทรีย์

ในการวิเคราะห์แอมโมเนีย ไนโตรท์ และไนเตรท รวมถึง ฟอสเฟตที่ละลายน้ำ และซิลิเกตที่ละลายน้ำนั้น เมื่อเก็บตัวอย่างน้ำมาแล้วต้องนำน้ำมากรองผ่านกระดาษกรอง GF/C แล้วจึงนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีมาตรฐานดังระบุไว้ในตารางที่ 2 - 1 จากนั้นนำข้อมูลความเข้มข้นของธาตุอาหารอินทรีย์แต่ละชนิดไปคำนวณหาฟลักซ์ของธาตุอาหารดังกล่าวดังสูตรคำนวณในหัวข้อที่ 1.7 แผนภาพขั้นตอนการวิเคราะห์น้ำดังภาพที่ 2 - 4



ภาพที่ 2 - 4 ขั้นตอนการวิเคราะห์น้ำเพื่อทราบความเข้มข้นธาตุอาหารอินทรีย์

จากนั้นนำไปคำนวณหาฟลักซ์ของธาตุอาหาร

1.6 วิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยทั้งหมด (Total Suspended Solid; TSS)

เมื่อเก็บตัวอย่างน้ำแต่ละสถานีแล้วนำน้ำนั้นมาวิเคราะห์ดังนี้ โดยการหาน้ำหนักของตะกอนแขวนลอยโดยใช้น้ำหนักของกระดาษ GF/C ที่มีตะกอนที่กลบด้วยน้ำหนักเริ่มต้นของกระดาษ GF/C และนำไปคำนวณหาปริมาณตะกอนแขวนลอยดังสมการ

$$SS = \frac{(A-B)}{V} \times 1,000$$

เมื่อ	SS	คือ	ปริมาณตะกอนแขวนลอย (mg/L)
	A	คือ	น้ำหนักกระดาษกรองรวมสารแขวนลอย (mg)
	B	คือ	น้ำหนักกระดาษกรอง (mg) ก่อนทำการกรอง
	V	คือ	ปริมาตรน้ำที่ใช้ในการกรอง (ml)

1.7 คำนวนฟลักซ์

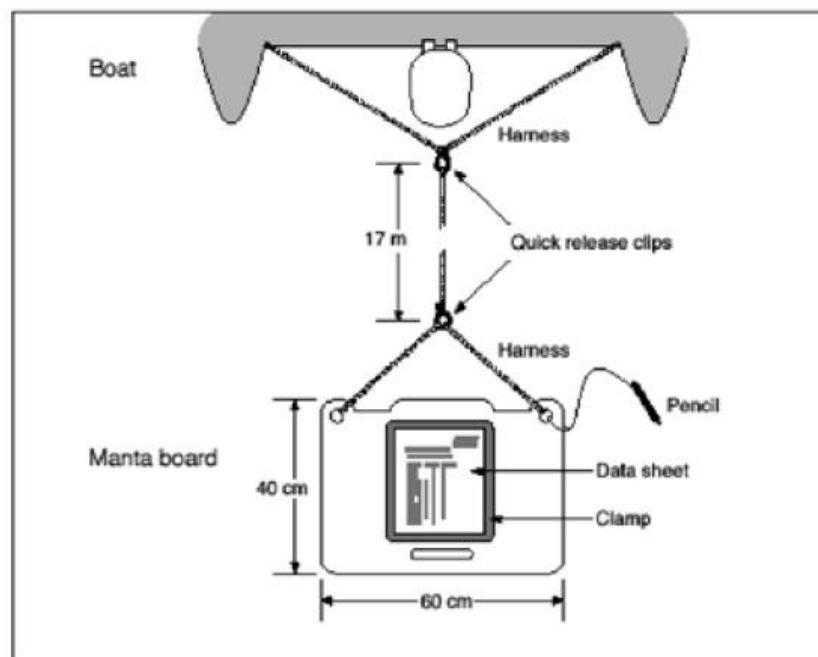
คำนวณฟลักซ์ของธาตุอาหารอินทรีย์ทั้งแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ฟอสฟอรัสละลายน้ำ ซิลิเกตละลายน้ำ และตะกอนแขวนลอย ดังสมการ (ดัดแปลงจาก Dyer, 1973)

$$F = \frac{1}{T} \int_{t=0}^T (A_s u_s C_s + A_b u_b C_b) dt$$

F	คือ	ค่าเฉลี่ยของฟลักซ์ซิลิเกตที่ละลายน้ำที่ผ่านเข้าออกบริเวณพื้นที่หน้าตัดของแม่น้ำในรอบน้ำขึ้นน้ำลง (g/sec)
u	คือ	ความเร็วของกระแสน้ำ (m/sec)
C	คือ	ความเข้มข้นของสารอาหารอินทรีย์ละลายน้ำ (g/m ³)
T	คือ	รอบเวลาทั้งหมดของการตรวจวัดข้อมูล (25 hrs)
A	คือ	พื้นที่หน้าตัดของลำน้ำ (m ²) ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามระดับน้ำขึ้นน้ำลง (ตัวห้อย s และ b หมายถึง ค่าของข้อมูลที่น้ำขึ้นบนและน้ำขึ้นล่าง ตามลำดับ)

1.8 การศึกษาความหลากหลายของปะการังบริเวณหาดเจ้าหลาว

ทำการดำน้ำสำรวจชนิด และความหลากหลายของปะการังบริเวณหาดเจ้าหลาวโดยใช้เทคนิค Manta tow (Moran *et al.* 1988) (ภาพที่ 2 - 5)



ภาพที่ 2 - 5 การศึกษาสำรวจความหลากหลายของปะการังที่เรียกว่า Manta tow techniques (Moran *et al.* 1988)

ในการสำรวจแนวปะการังบริเวณแนวปะการังหาดเจ้าหลาวนั้นใช้วิธีการสำรวจโดยการวาง Line Intercept Transect ซึ่งในการวางแผนการสำรวจจะวางเทปยาวเป็นระยะทาง 200 m. ต่อเส้น และระยะห่างกัน 30 m. วางทั้งหมด 3 เส้น โดยกำหนดจุดพื้นที่การสำรวจเป็น A B C คือ จะวางเทปไปในแนวตั้งฉากกับชายหาดให้ผ่านปะการังน้ำตื้น และปะการังน้ำลึก และจดบันทึกข้อมูลชนิดของปะการังพร้อมกับถ่ายภาพปะการังที่พบตามระดับความลึก (พื้นที่สำรวจดังภาพที่ 2 – 6)



ภาพที่ 2 – 6 พื้นที่ในการสำรวจแนวปะการังหาดเจ้าหลาว (ที่มา : www.map.google.com)

1.9 ดัชนีนิเวศวิทยาเพื่อประเมินทรัพยากรปะการังบริเวณหาดเจ้าหลาว

ก) ดัชนีความเด่นชนิดของปะการัง

เพื่อบอกถึงความเด่นของชนิดและความหลากหลายของชนิดปะการังที่พบในแต่ละจุดที่ทำการสำรวจและใช้เป็นข้อมูลแสดงให้เห็นถึงการแพร่กระจายของปะการังแต่ละชนิด (Krebs, 1999)

$$C = \sum (ni/N)^2$$

เมื่อ ni = จำนวนปะการังแต่ละชนิด
 N = จำนวนปะการังทั้งหมด

ค่าที่ได้อยู่ในช่วง 0 – 1 กล่าวคือ

ถ้ามีค่าใกล้ 1 แสดงว่าเป็น complex structure คือมีความเด่นของชนิดมาก

ถ้ามีค่าใกล้ 0 แสดงว่าเป็น simple structure คือมีความเด่นของชนิดน้อย

ข) ดัชนีความหลากหลายของปะการัง Shannon - Wiener Index (Shannon-Wiener's Index, H)

เพื่อบอกถึงความเด่นของชนิดและ Weiner ความหลากหลายของชนิดปะการังที่พบในแต่ละจุดที่ทำการสำรวจและใช้เป็นข้อมูลแสดงให้เห็นถึงการแพร่กระจายของปะการังแต่ละชนิด (Krebs, 1999)

$$H' = -\sum P_i \ln P_i$$

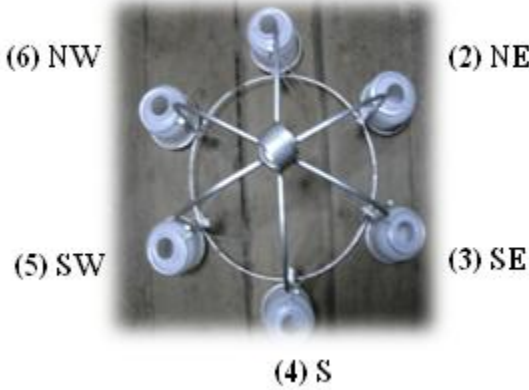
เมื่อ H' = ดัชนีความหลากหลายของ Shannon -Wiener

Pi = สัดส่วนของชนิดปะการังต่อปะการังทั้งหมด ซึ่งหาได้จาก (ni/N)

1.10 การศึกษาปริมาณตะกอนผิวน้ำ และตะกอนพื้นท้องน้ำ

ทำการเก็บปริมาณตะกอนผิวน้ำด้วยกระบอกเก็บน้ำแบบ Van Dorn โดยจะเก็บในทุกครั้งที่ออกภาคสนามแล้วนำมาวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยในห้องปฏิบัติการ ด้วยวิธีของ Parsons et al. (1984) และเก็บตะกอนพื้นท้องน้ำด้วยเครื่องมือที่เรียกว่า Sediment trap (ภาพที่ 2 – 7) โดยหากเป็นการศึกษาปริมาณตะกอนผิวน้ำจะเก็บด้วยกระบอกเก็บน้ำแบบแวนดอน ปริมาณน้ำที่เก็บได้ครั้งละประมาณ 1,000 มิลลิลิตร เก็บทั้ง 3 สถานี สถานีละ 3 ชั่วโมง

ในขณะที่หากเป็นการศึกษาปริมาณตะกอนพื้นท้องน้ำจะนำเครื่องมือ sediment trap (ชุดดักตะกอน) ไปวางใต้น้ำในพิกัดที่กำหนดไว้ในการศึกษาวิจัยนี้ โดยในบริเวณสถานีที่กำหนดไว้ทั้ง 3 สถานี คือ สถานีอ่าวคุ้งกระเบน สถานีเจ้าหลาว และ สถานีปากน้ำแฉมหนู วางชุดดักตะกอนสถานีละ 2 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 7 วัน เมื่อครบกำหนดจึงไปเก็บกู้เพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการต่อไป วางทั้งหมด 7 ครั้ง

	<p>ขวดที่ 1: เป็นตัวแทนดักตะกอนทิศเหนือ</p> <p>ขวดที่ 2: เป็นตัวแทนดักตะกอนทิศตะวันออกเฉียงเหนือ</p> <p>ขวดที่ 3: เป็นตัวแทนดักตะกอนทิศตะวันออกเฉียงใต้</p> <p>ขวดที่ 4: เป็นตัวแทนดักตะกอนทิศใต้</p> <p>ขวดที่ 5: เป็นตัวแทนดักตะกอนทิศตะวันตกเฉียงใต้</p> <p>ขวดที่ 6: เป็นตัวแทนดักตะกอนทิศตะวันตกเฉียงเหนือ</p>
---	---

ภาพที่ 2 – 7 เครื่องมือเก็บตะกอนพื้นท้องน้ำ (Sediment trap)

1.11 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อความหลากหลายของปะการังบริเวณหาดเจ้าหลาว

นำข้อมูลปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่เก็บอยู่โดยรอบบริเวณแนวปะการัง เช่น TSS (ตะกอนแขวนลอย) Sedimentation rate (อัตราการตกตะกอน) Temperature (อุณหภูมิ) Transparency (ความโปร่งแสง) Salinity (ความเค็ม) pH (ความเป็นกรดต่าง) และ DO (ออกซิเจนละลายน้ำ) มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ที่มีต่อความหลากหลายของปะการังบริเวณหาดเจ้าหลาว โดยใช้สถิติ Canonical Correspondence Analysis (CCA)

1.12 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณธาตุอาหารบริเวณปากแม่น้ำแฉมหนู

นำข้อมูลปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่ตรวจสอบอยู่โดยรอบบริเวณปากแม่น้ำแฉมหนู เช่น ธาตุอาหารทั้งแอมโมเนีย ไนโตรเจน ไนเตรท ฟอสเฟต และ ซิลิเกต รวมถึงปัจจัยอื่น เช่น ตะกอนแขวนลอย และปัจจัยพารามิเตอร์ด้านสิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความเค็ม การนำไฟฟ้า ความลึก พีเอช เป็นต้น มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ที่มีต่อกันและกัน โดยใช้สถิติ PCA (Principal component analysis) และ การหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของธาตุอาหาร ตะกอนแขวนลอย และปัจจัยสิ่งแวดล้อมในบริเวณศึกษาด้วยการหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation analysis)

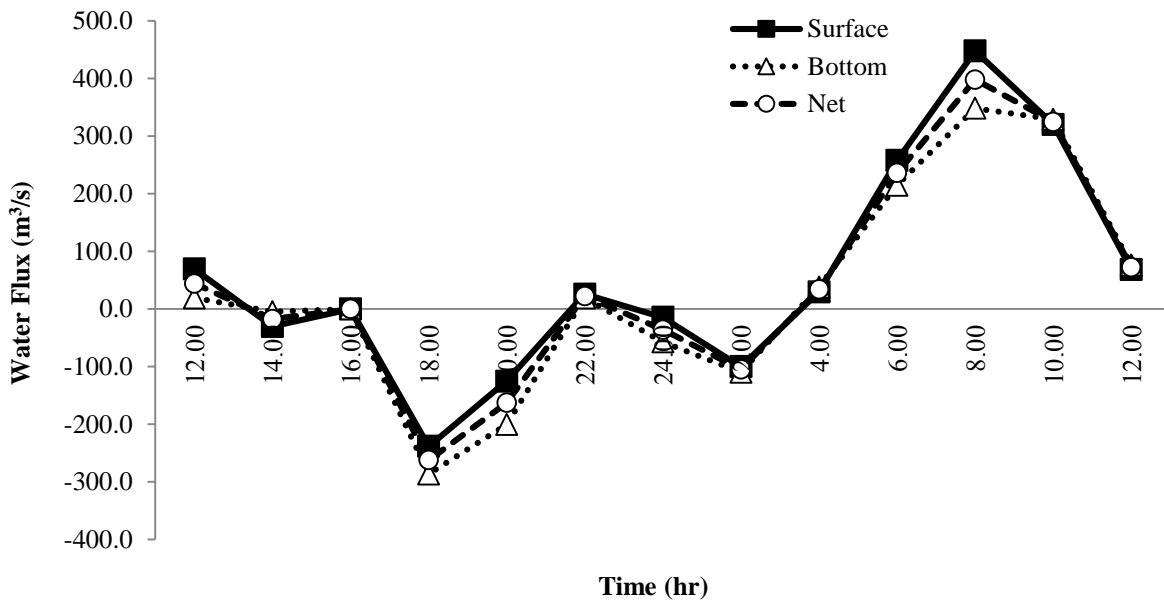
2 ผลการวิจัย (Results)

ในการศึกษาครั้งนี้ มีทั้งทิศทางการไหลของกระแสน้ำ ทิศทางของตะกอน ปริมาณตะกอน และความหลากหลายชนิดของปะการังในพื้นที่สำรวจ ดังนั้นจึงแบ่งเป็นแต่ละประเด็น ดังนี้

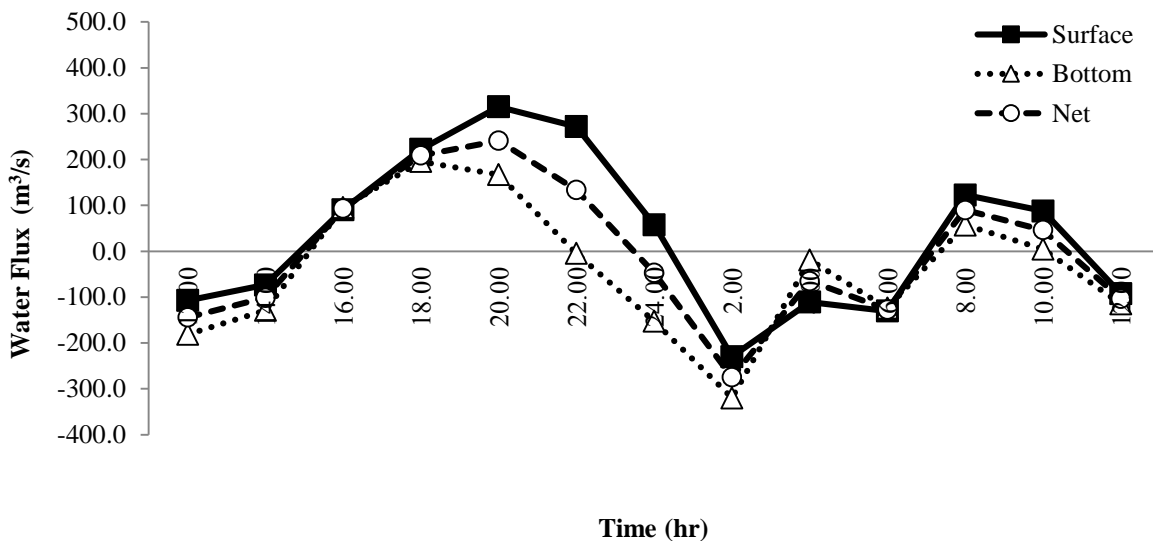
2.1 ฟลักซ์ของน้ำบริเวณปากน้ำแฉมหนู

ฟลักซ์ของน้ำในเดือนเมษายน และกันยายนดังภาพที่ 2 – 8 พบว่า ในช่วงเดือนเมษายนมีแนวโน้มของฟลักซ์เพิ่มสูงขึ้นในระหว่างช่วงเวลา 04:00 – 0800 น. และจะค่อยๆ ลดลงจนกระทั่งถึงเวลา 12:00 น. ในขณะที่เดือนกันยายนแนวโน้มฟลักซ์จะเพิ่มสูงขึ้นในช่วงเวลา 16:00 – 20:00 น. จากนั้นค่อยๆ ลดลงจนถึงเวลา 24:00 น. สังเกตได้ว่าฟลักซ์ของเดือนเมษายนมีค่าสูงกว่าฟลักซ์ในเดือนกันยายน อีกทั้งพบว่าแนวโน้มฟลักซ์ในเดือนกันยายนในช่วงน้ำขึ้นน้ำลงมีค่าความแตกต่างกันมากกว่าในเดือนเมษายน

ก) เดือนเมษายน



ข) เดือนกันยายน



ภาพที่ 2 - 8 พลั๊กซ์ของน้ำเดือนเมษายนและเดือนกันยายน
หมายเหตุ -หมายถึงมีทิศทางไหลเข้าสู่แม่น้ำ,+หมายถึงมีทิศทางไหลออกทะเล

ตารางที่ 2 - 2 พลั๊กซ์ในเดือนเมษายนและเดือนกันยายนพิจารณาจากน้ำชั้นบนและชั้นล่าง

Flux	April			September		
	Surface	Bottom	Net	Surface	Bottom	Net
Water [m ³ /day]	+4.73 × 10 ⁶	+2.57 × 10 ⁶	+3.65 × 10 ⁶	+2.82 × 10 ⁶	-3.49 × 10 ⁶	-0.33 × 10 ⁶

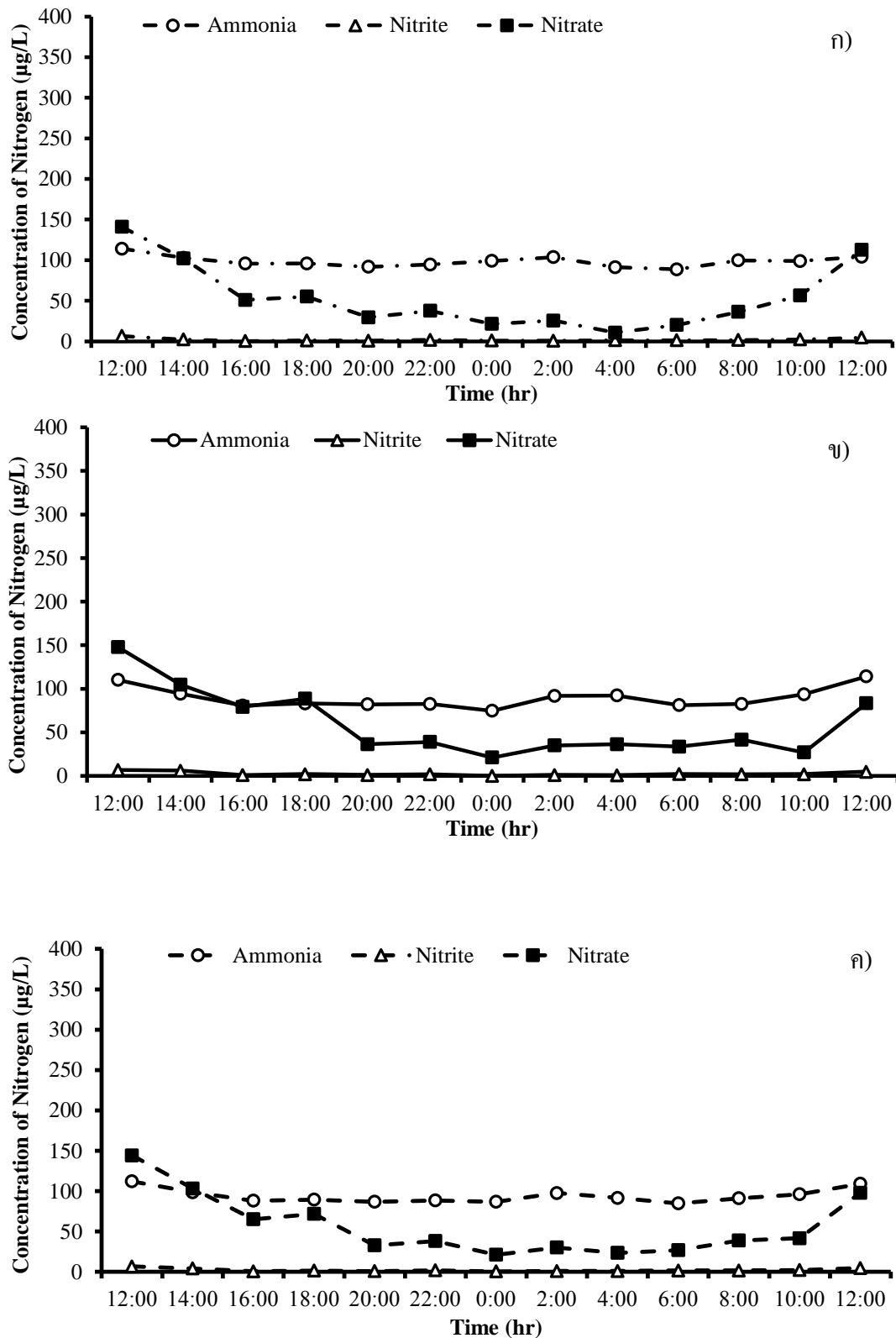
หมายเหตุ -หมายถึงมีทิศทางไหลเข้าสู่แม่น้ำ,+หมายถึงมีทิศทางไหลออกทะเล

จากพลั๊กซ์สุทธิในตารางที่ 2 - 2 แสดงให้เห็นว่าปากน้ำแฉมหนูในเดือนเมษายนมีการส่งผ่านของมวลน้ำชั้นบนมากกว่ามวลน้ำชั้นล่าง ($+4.73 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$) และมวลน้ำชั้นล่าง ($+2.57 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$) โดยมีมวลน้ำสุทธิที่ออกจากปากน้ำแฉมหนูไหลออกสู่ทะเล ($+3.65 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$) ในขณะที่เดือนกันยายน พลั๊กซ์ของน้ำชั้นบนมีค่าสูงกว่า ($+2.82 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$) พลั๊กซ์ของน้ำชั้นล่างซึ่งมีค่า ($-3.49 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$) และพลั๊กซ์มวลน้ำสุทธิในเดือนกันยายน ($-0.33 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$) มีทิศทางไหลเข้าสู่ปากแม่น้ำ ซึ่งแตกต่างจากพลั๊กซ์มวลน้ำสุทธิในเดือนเมษายนที่ไหลออกสู่ทะเล

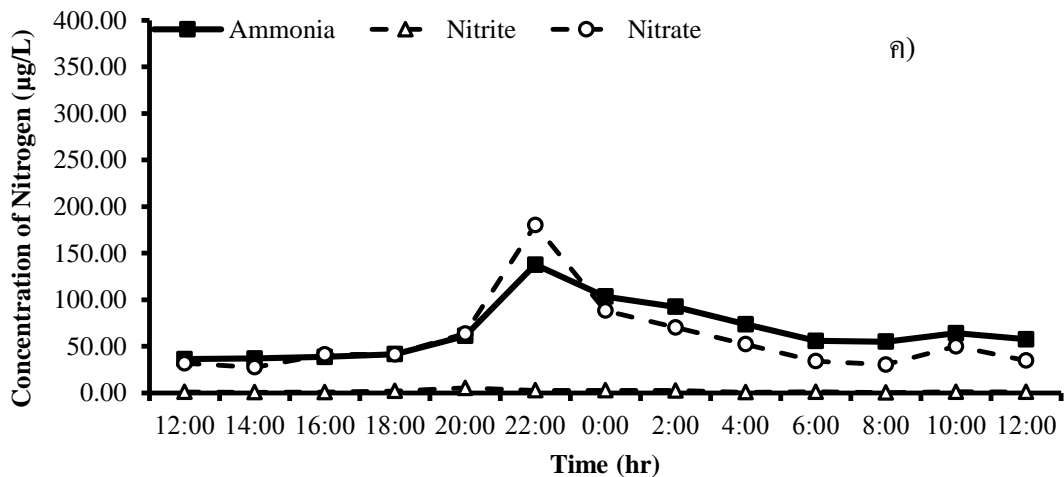
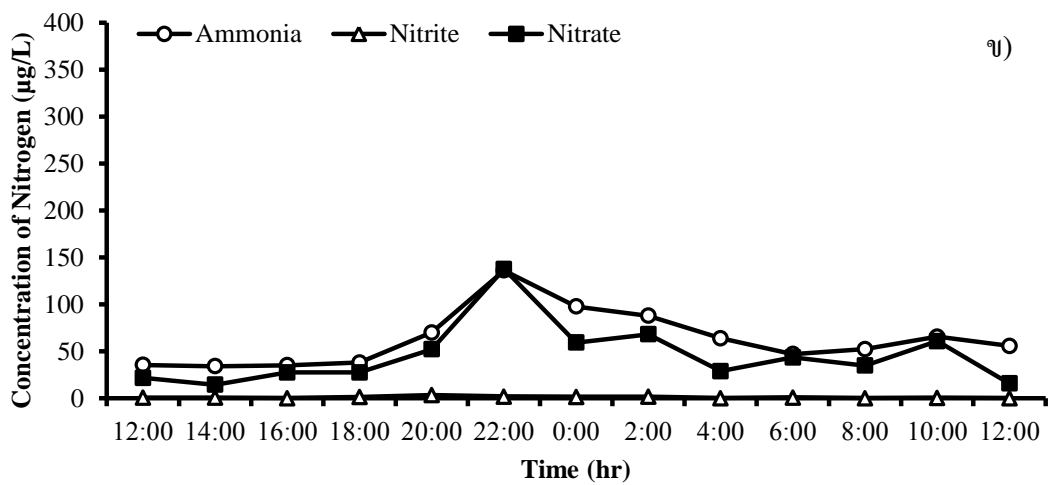
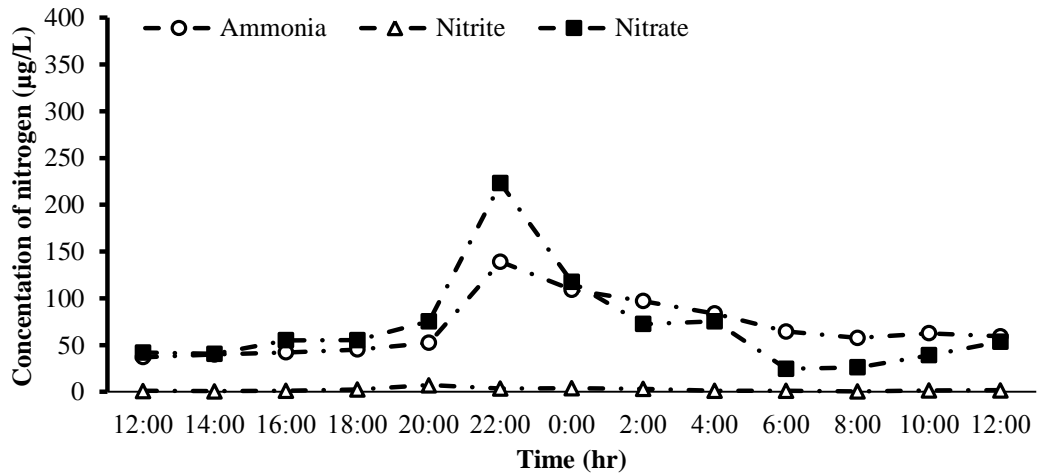
2.2 ความเข้มข้นของธาตุอาหารอนินทรีย์ไนโตรเจนบริเวณปากน้ำแฉมหนู

ปริมาณความเข้มข้นของสารอาหารไนโตรเจนละลายน้ำ (แอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรท) ในเดือนเมษายนบริเวณน้ำชั้นบน (ภาพที่ 2 – 9ก) พบว่ามีแนวโน้มใกล้เคียงกับน้ำชั้นล่าง (ภาพที่ 2 – 9 ข) ซึ่งมีแนวโน้มที่คล้ายคลึงกันทั้งช่วงน้ำขึ้นและน้ำลง ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของสารประกอบไนโตรเจนในเดือนเมษายนดังภาพที่ 2 – 9ค) ในขณะที่ภาพ 2 – 10 ก) เป็นปริมาณสารอาหารไนโตรเจนของเดือนกันยายน โดยในภาพ 2 – 10 เห็นความแตกต่างความเข้มข้นของไนโตรเจนในช่วงเวลาน้ำขึ้นและน้ำลงได้ชัดเจนกว่าในฤดูแล้ง (ภาพที่ 2 – 9) อีกทั้งจากภาพที่ 2 – 10ก) เป็นช่วงเวลาน้ำขึ้นจะพบความแตกต่างความเข้มข้นของแอมโมเนีย และไนเตรทได้ชัดเจนกว่าในช่วงเวลาน้ำลง เมื่อพิจารณาภาพรวมพบว่า ความเข้มข้นของสารประกอบไนโตรเจนในเดือนเมษายนมีค่าสูงกว่าเดือนกันยายน ดังภาพที่ 2 – 9 ค) และ 2 – 10ค)

ในเดือนเมษายนน้ำชั้นบนมีความเข้มข้นเฉลี่ย ($\mu\text{g/L}$) ของแอมโมเนีย (98.46 ± 6.77) ไนไตรท์ (1.91 ± 1.75) และไนเตรท (53.79 ± 40.21) ในขณะที่ในน้ำชั้นล่างมีความเข้มข้นเฉลี่ยของแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรท เท่ากับ 89.43 ± 11.72 2.49 ± 2.09 และ $59.44 \pm 37.92 \mu\text{g/L}$ ตามลำดับ ในขณะที่เดือนกันยายนน้ำชั้นบนมีความเข้มข้นเฉลี่ยของแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรท เท่ากับ 66.42 ± 30.58 2.31 ± 1.84 และ $69.23 \pm 52.45 \mu\text{g/L}$ ตามลำดับ ในขณะที่ในน้ำชั้นล่างมีความเข้มข้นเฉลี่ย ($\mu\text{g/L}$) ของแอมโมเนีย (63.086 ± 30.58) ไนไตรท์ (1.18 ± 0.96) และไนเตรท (45.59 ± 32.82) หากพิจารณาในเดือนเมษายนพบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสูงกว่าในเดือนกันยายน โดยในเดือนเมษายนมีปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรท เท่ากับ 93.95 ± 10.44 2.20 ± 1.91 และ $56.62 \pm 38.40 \mu\text{g/L}$ ตามลำดับ ในขณะที่เดือนกันยายนมีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยแอมโมเนีย (65.75 ± 29.69) ไนไตรท์ (1.75 ± 1.55) และไนเตรท (57.41 ± 44.53) ดังภาพที่ 2- 9ค) และ 2 - 10ค)



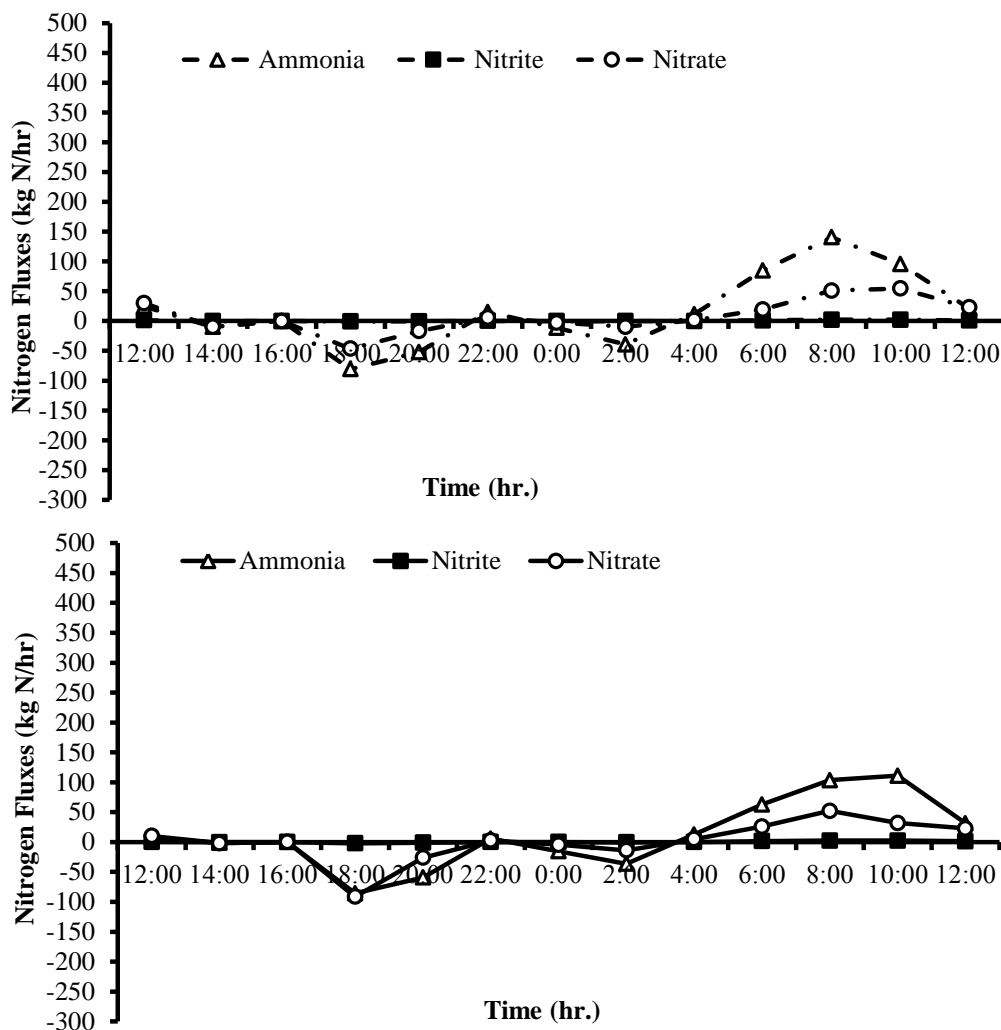
ภาพที่ 2 - 9 ค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนบริเวณปากแม่น้ำแฉมหนูช่วงฤดูแล้ง (เมษายน)
 ก) ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรตในน้ำชั้นบน
 ข) ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรตในน้ำชั้นล่าง
 ค) ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรตในน้ำทั้งช่วงน้ำขึ้นน้ำลง

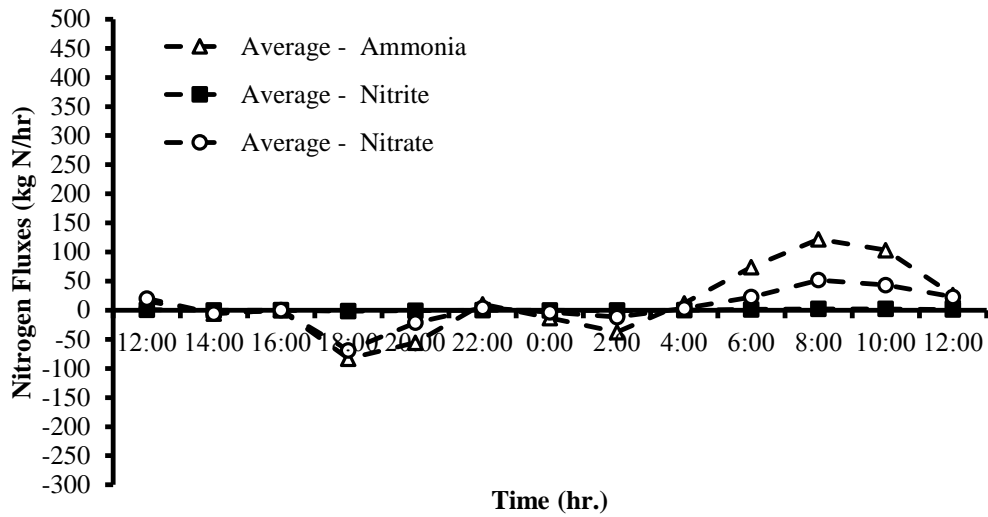


ภาพที่ 2 - 10 ค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนบริเวณปากแม่น้ำแฉมหนูช่วงฤดูน้ำมาก (กันยายน)
 ก) ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรตในน้ำชั้นบน
 ข) ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรตในน้ำชั้นล่าง
 ค) ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรตในน้ำทั้งในช่วงน้ำขึ้นน้ำลง

2.3 ปริมาณฟลักซ์ธาตุอาหารไนโตรเจนในโตรเจนบริเวณปากน้ำแฉมหนู

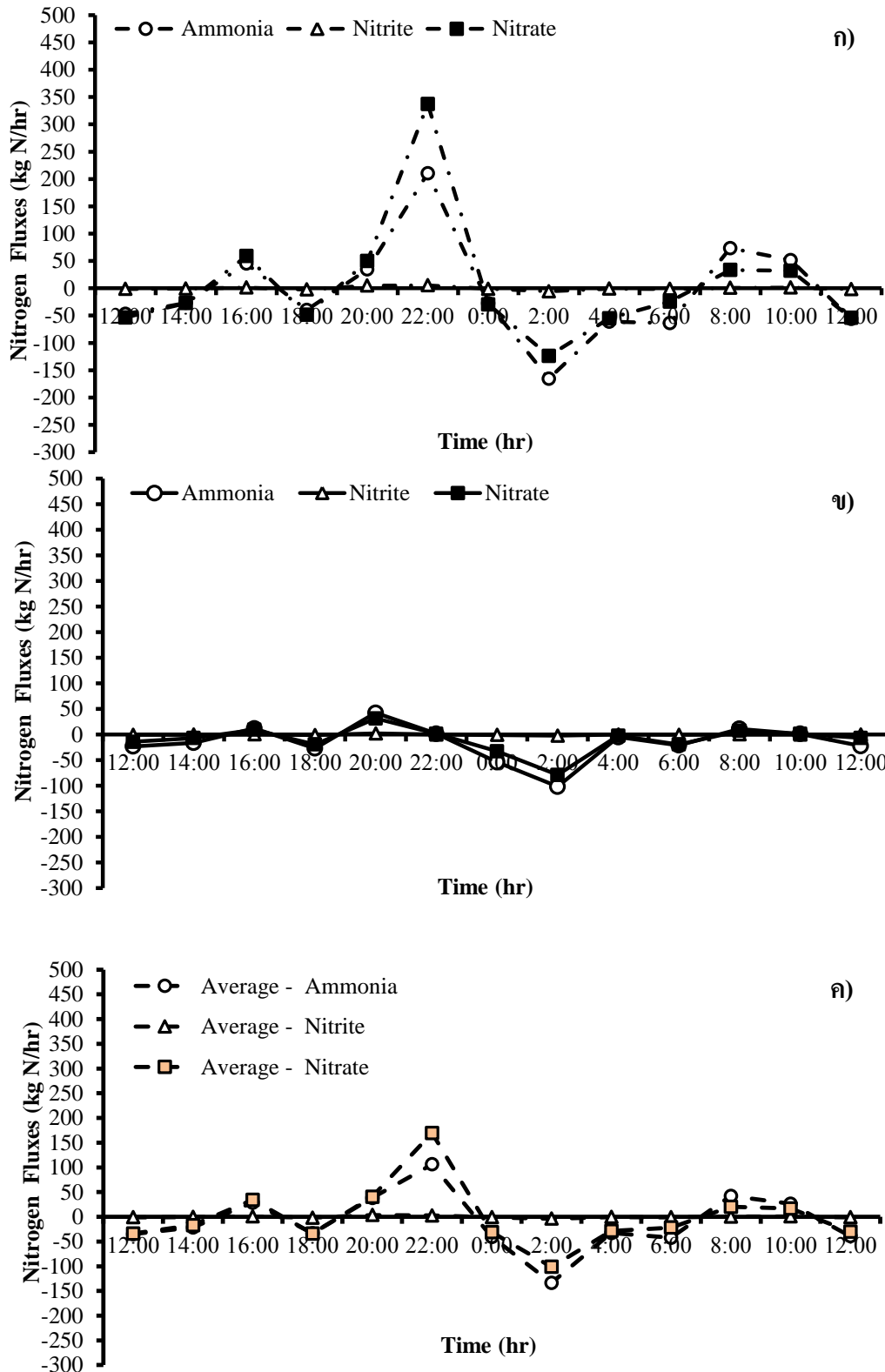
ฟลักซ์ของสารประกอบไนโตรเจนในเดือนเมษายนทั้งในน้ำชั้นบน และชั้นล่างมีแนวโน้มใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 2 -11) ในขณะที่ฟลักซ์ของสารประกอบไนโตรเจนในเดือนกันยายนในน้ำชั้นบน และชั้นล่าง มีแนวโน้มแตกต่างกัน ดังภาพที่ 2 - 12 โดยพบว่าในน้ำชั้นบนมีค่าสูงมากกว่าน้ำชั้นล่าง





ภาพที่ 2 - 11 ปริมาณฟลักซ์ไนโตรเจนบริเวณปากแม่น้ำแฉมหนูในช่วงเมษายน (ฤดูแล้ง)

- ก) ปริมาณฟลักซ์ของแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรตในน้ำชั้นบน
- ข) ปริมาณฟลักซ์ของแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรตในชั้นล่าง
- ค) ปริมาณฟลักซ์เฉลี่ยของแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรตทั้งน้ำชั้นบนและล่าง



ภาพที่ 2 - 12 ปริมาณฟลักซ์ไนโตรเจนบริเวณปากแม่น้ำแฉมหนูในช่วงก้นายน (ฤดูน้ำมาก)

- ก) ปริมาณฟลักซ์ของแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรตในน้ำชั้นบน
- ข) ปริมาณฟลักซ์ของแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรตในชั้นล่าง
- ค) ปริมาณฟลักซ์เฉลี่ยของแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรตทั้งน้ำชั้นบนและล่าง

เมื่อพิจารณาฟลักซ์สุทธิของแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรทในฤดูแล้ง (เมษายน) มีค่าเท่ากับ +1118.09 +37.51 และ +377.56 kg N/day ตามลำดับ ซึ่งหมายความว่าธาตุอาหารดังกล่าวมีทิศทางไหลออกสู่ทะเล ในขณะที่ฟลักซ์สุทธิของเดือนกันยายน (ฤดูน้ำมาก) มีค่าเท่ากับ -914.25 -14.05 และ -114.60 kg N/day ตามลำดับ ซึ่งมีค่าติดลบหมายความว่าธาตุอาหารดังกล่าวมีทิศทางไหลเข้าสู่ปากแม่น้ำแฉมหนู ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วพบว่า ฟลักซ์ของฤดูแล้งมีค่าสูงกว่าฟลักซ์ในฤดูน้ำมากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ +1533.16 และ -1042.90 kg N/day ตามลำดับ โดยฟลักซ์ของสารอาหารอนินทรีย์ไนโตรเจนมีทิศทางไหลออกสู่ทะเล ดังตารางที่ 2 - 3

ตารางที่ 2 - 3 ฟลักซ์เฉลี่ยในวัฏจักรน้ำขึ้น-น้ำลงของสารอาหารอนินทรีย์ไนโตรเจนบริเวณปากแม่น้ำแฉมหนู จังหวัดจันทบุรี

Nitrogen Flux		April	September
Ammonia [kg N/day]	Surface	+1329.67	-484.04
	Bottom	+906.51	-1344.45
	Net	+1118.09	-914.25
Nitrite [kg N/day]	Surface	+41.75	-5.29
	Bottom	+33.27	-22.81
	Net	+37.51	-14.05
Nitrate [kg N/day]	Surface	+667.23	-630.40
	Bottom	+87.89	-859.61
	Net	+377.56	-114.60
Nitrogen [kg N/day]		+1533.16	-1042.90

หมายเหตุ - หมายถึงทิศทางเข้าสู่ปากแม่น้ำ, + หมายถึงทิศทางไหลออกสู่ทะเล

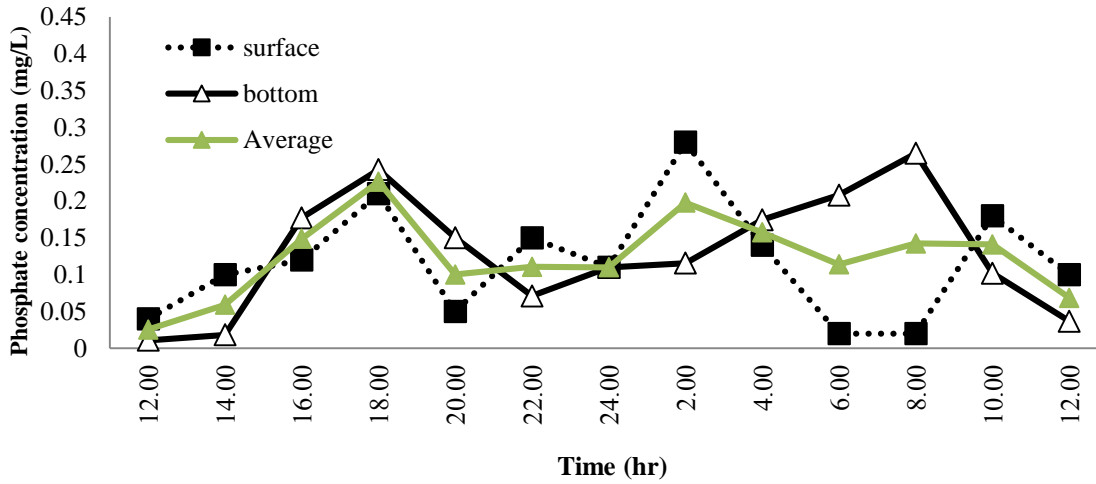
2.4 ความเข้มข้นของธาตุอาหารอนินทรีย์ฟอสเฟตละลายน้ำบริเวณปากน้ำแฉมหนู

จากภาพที่ 2 - 13 พบว่า ความเข้มข้นของออร์โธฟอสเฟตในเดือนเมษายนมีค่าแนวโน้มเปลี่ยนแปลงมากกว่าในเดือนกันยายน โดยมีการเปลี่ยนแปลงในน้ำชั้นบนและชั้นล่างในทุกช่วงเวลา ซึ่งแนวโน้มความแตกต่างในช่วงน้ำชั้นบนและชั้นล่างนี้เห็นได้ชัดเจนมากกว่าในฤดูน้ำมาก ในขณะที่ในฤดูน้ำมากค่าออร์โธฟอสเฟตจะเริ่มมากขึ้นในช่วง 14:00 - 22:00 น. จากนั้นจะค่อยๆ ลดต่ำลง

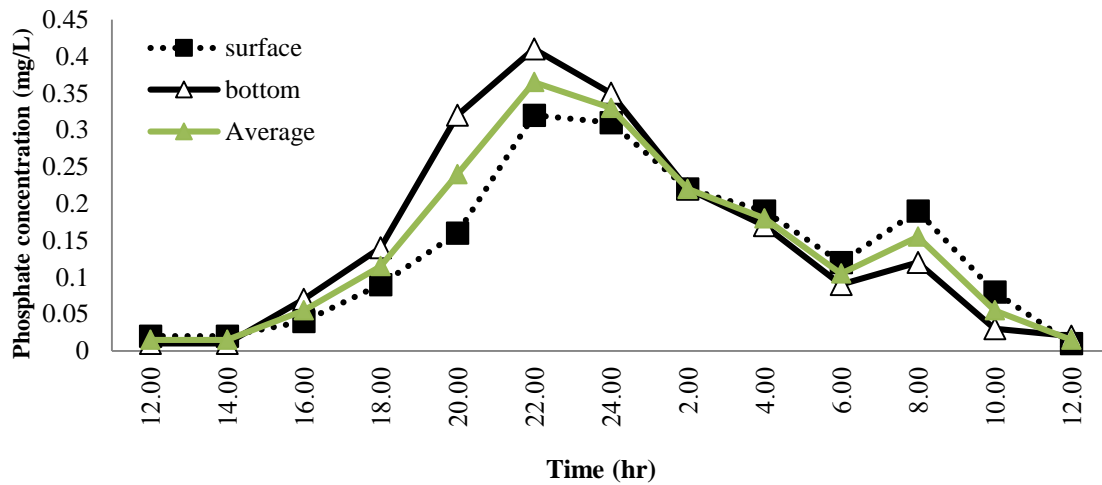
ในตารางที่ 2 - 4 แสดงถึงค่าความเข้มข้นของออร์โธฟอสเฟตในวัฏจักรน้ำขึ้น-น้ำลง โดยในเดือนเมษายนมีค่าในน้ำชั้นบน ชั้นล่าง และค่าสุทธิ เท่ากับ 0.12 ± 0.08 0.13 ± 0.08 และ 0.12 ± 0.06 mg/L

ตามลำดับ ในขณะที่ในฤดูน้ำมากมีค่าในน้ำชั้นบน ชั้นล่าง และค่าสุทธิ เท่ากับ 0.14 ± 0.11 0.15 ± 0.14 และ 0.14 ± 0.12 mg/L ตามลำดับ

ก)



ข)



ภาพที่ 2 – 13 ค่าความเข้มข้นของออร์โธฟอสเฟต บริเวณปากแม่น้ำแควใหญ่ จังหวัดจันทบุรี

- ก) ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของออร์โธฟอสเฟตในเดือนเมษายน
- ข) ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของออร์โธฟอสเฟตในเดือนกันยายน

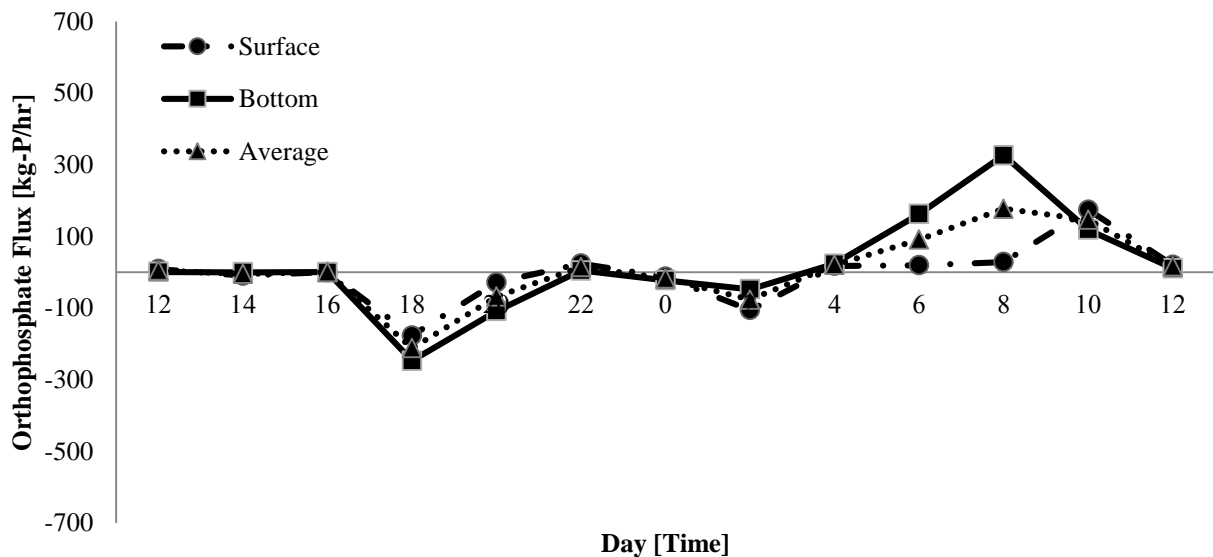
ตารางที่ 2 – 4 ค่าความเข้มข้นของฟอสเฟต บริเวณปากแม่น้ำแฉมหนู จังหวัดจันทบุรีในเดือนเมษายน และกันยายน

Month	Concentration [mg/L]		
	Surface	Bottom	Net
April	0.12±0.08	0.13±0.08	0.12±0.06
September	0.14±0.11	0.15±0.14	0.14±0.12

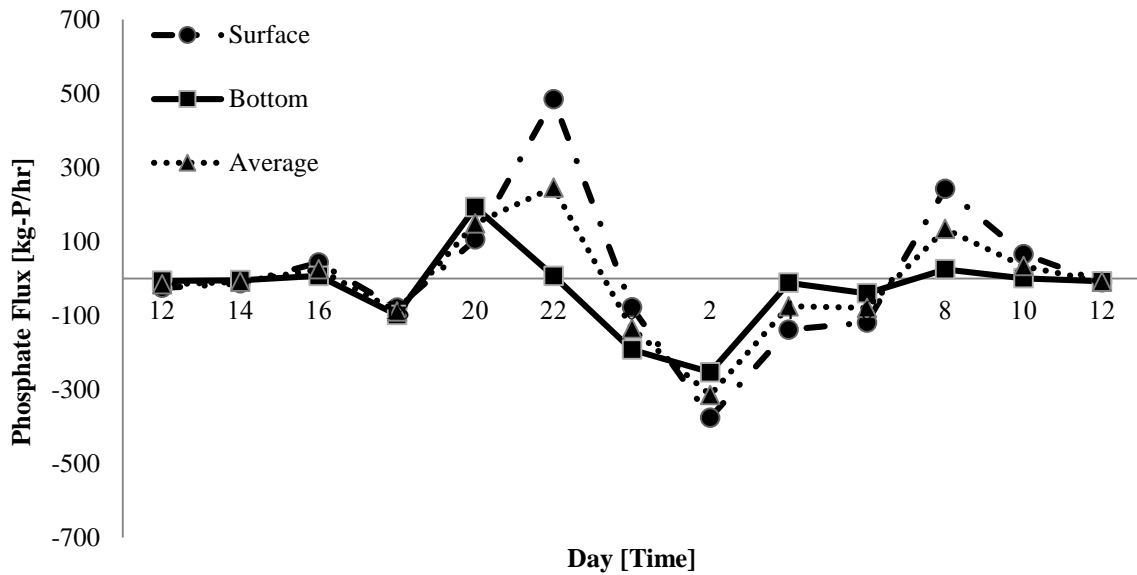
2.5 ปริมาณฟลักซ์ธาตุอาหารอนินทรีย์ฟอสเฟตละลายน้ำบริเวณปากน้ำแฉมหนู

ค่าฟลักซ์ของออร์โธฟอสเฟตบริเวณปากแม่น้ำแฉมหนูที่วัดได้ตลอด 25 ชั่วโมง พบว่าในเดือนเมษายนมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าในเดือนกันยายน โดยในเดือนเมษายนมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารฟอสเฟต 2 ครั้ง คือ การไหลออกสู่ทะเล 1 ครั้งในช่วงเวลา 04:00 – 12:00 น. และมีแนวโน้มการไหลเข้าสู่ปากแม่น้ำ 1 ครั้ง ในช่วงเวลา 16:00 – 22:00 น. ดังภาพที่ 2 – 14 ก) ในขณะที่ในเดือนกันยายนมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงฟลักซ์ฟอสเฟต 3 ครั้ง คือ ทิศทางการไหลออกสู่ทะเล 2 ครั้ง ในช่วงเวลา 18:00 – 24:00 น และ 06:00 – 12:00 น. ในขณะที่ในช่วงเวลา 24:00 – 06:00 น. มีทิศทางที่ฟอสเฟตไหลเข้าสู่ปากแม่น้ำ ดังภาพที่ 2 – 14 ข)

ก.)



ข.)



ภาพที่ 2 – 14 ค่าฟลักซ์ของฟอสเฟต บริเวณปากแม่น้ำแฉมหนู จังหวัดจันทบุรี

ก.) ค่าฟลักซ์ของออร์โธฟอสเฟต ในเดือนเมษายน

ข.) ค่าฟลักซ์ของออร์โธฟอสเฟต ในเดือนกันยายน

สำหรับค่าฟลักซ์ฟอสเฟตของเดือนเมษายนในน้ำชั้นบน น้ำชั้นล่าง และค่าสุทธิมีค่าเท่ากับ -274.81 1467.52 และ 596.36 kg-P/day ตามลำดับ ในขณะที่เดือนกันยายนฟลักซ์ฟอสเฟตในน้ำชั้นบน ชั้นล่าง และค่าสุทธิเท่ากับ 667.01 -2550.18 และ -941.58 kg-P/day ตามลำดับ ซึ่งฟลักซ์ฟอสเฟตในช่วงเดือนเมษายน มีทิศทางไหลออกสู่ทะเล ในเดือนกันยายนฟลักซ์ฟอสเฟตมีทิศทางไหลเข้าสู่ปากแม่น้ำดังตารางที่ 2 - 5

ตารางที่ 2 – 5 ฟลักซ์เฉลี่ยของออร์โธฟอสเฟตในวัฏจักรน้ำขึ้น-น้ำลง

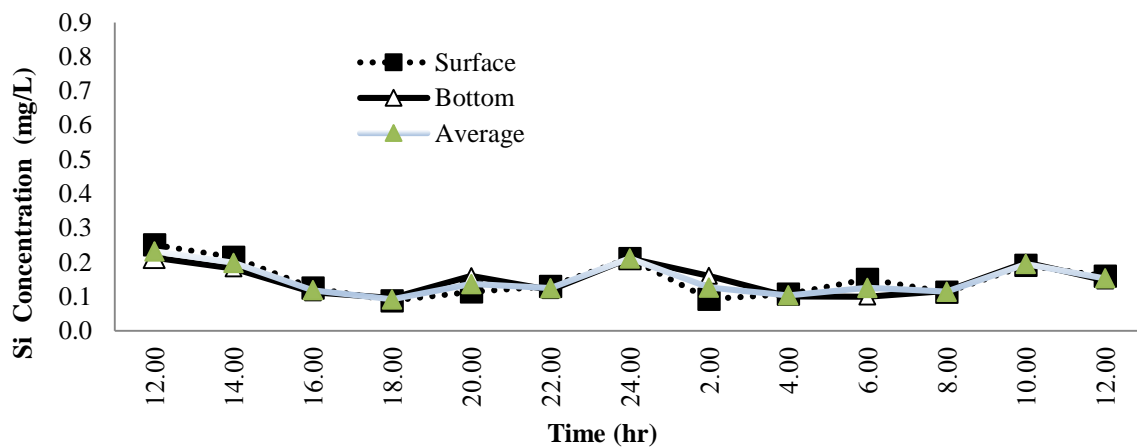
Flux		April	September
Orthophosphate [kg-P/day]	Surface	-274.81	667.01
	Bottom	1467.52	-2550.18
	Net	596.36	-941.58

หมายเหตุ - หมายถึงทิศทางของฟลักซ์เข้าสู่ปากแม่น้ำ,
+ หมายถึงทิศทางของฟลักซ์ไหลออกสู่ทะเล

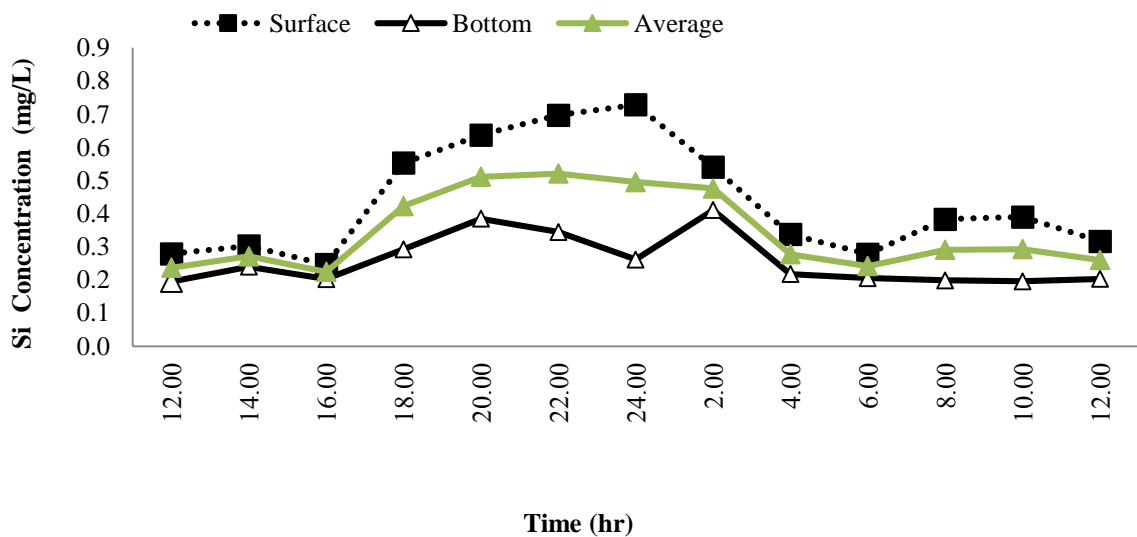
2.6 ความเข้มข้นของธาตุอาหารอนินทรีย์ซิลิเกตบริเวณปากน้ำแฉมหนู

ความเข้มข้นซิลิเกตในช่วงเดือนกันยายนมีการแปรผันสูงกว่าในเดือนเมษายน โดยพบว่าในเดือนเมษายนค่าความเข้มข้นซิลิเกตในน้ำชั้นบน และชั้นล่างมีแนวโน้มเดียวกันและมีค่าใกล้เคียงกันมาก ในขณะที่เดือนกันยายนพบว่าซิลิเกตในน้ำชั้นบนมีค่ามากกว่าในน้ำชั้นล่างในทุกช่วงเวลา และพบว่าความเข้มข้นซิลิเกตของน้ำชั้นบนในช่วงเวลา 18:00 – 02:00 น. มีความเข้มข้นมากกว่าในช่วงเวลา 06:00 – 12:00 น. อีกทั้งพบว่าความเข้มข้นเฉลี่ยของซิลิเกตในเดือนกันยายนมีค่ามากกว่าในเดือนเมษายน ดังภาพที่ 2 - 15

ก) เดือนเมษายน



ข) เดือนกันยายน

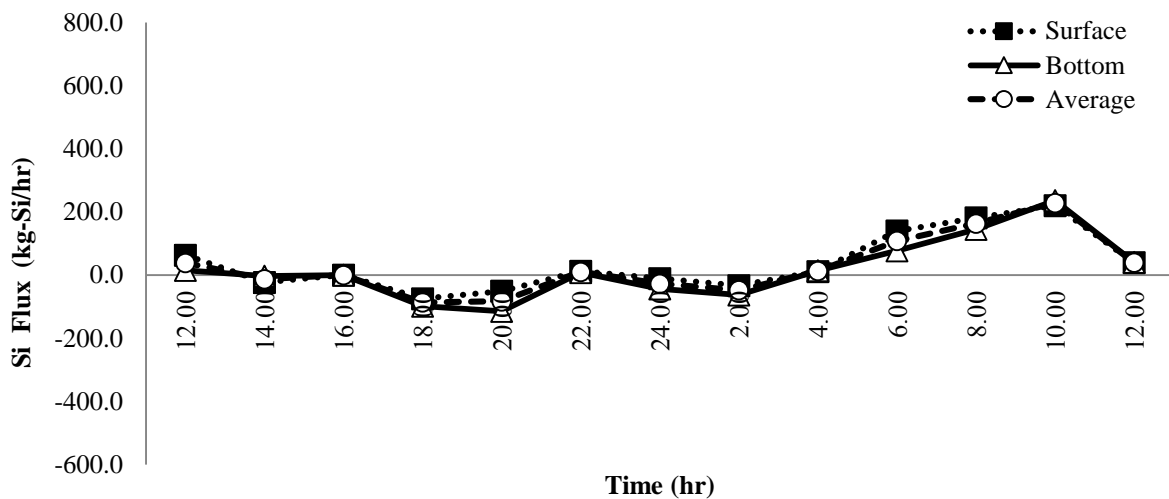


ภาพที่ 2 - 15 ความเข้มข้นของซิลิเกตเดือนเมษายนและเดือนกันยายน

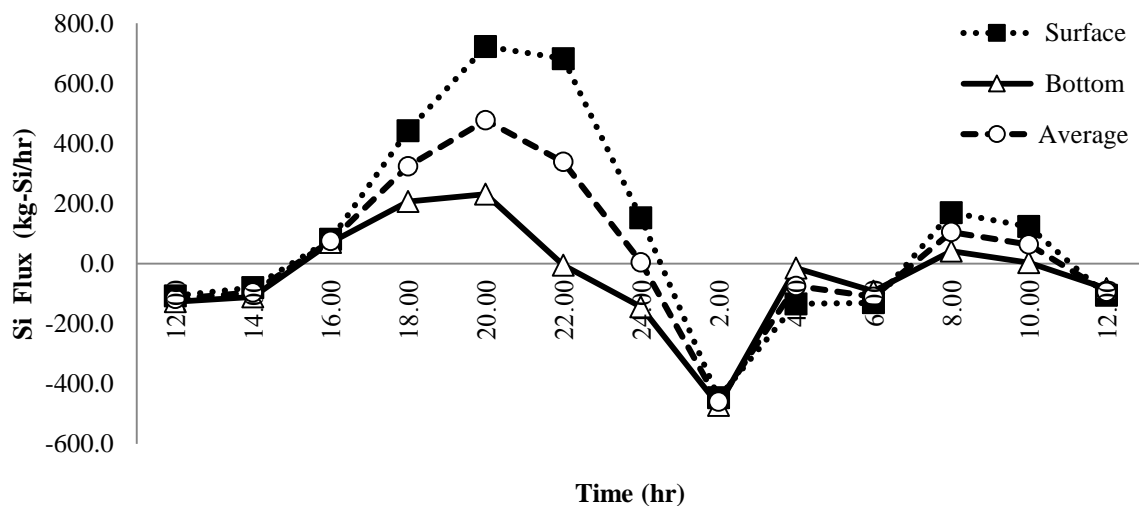
2.7 ปริมาณฟลักซ์ของธาตุอาหารอนินทรีย์ซิลิเกตบริเวณปากน้ำแฉะหนู

ฟลักซ์ซิลิเกตในเดือนเมษายนมีความแปรผันน้อยกว่าในเดือนกันยายน โดยในเดือนกันยายนมีค่าการแปรผันของฟลักซ์ซิลิเกตมากมีความแตกต่างกันระหว่างช่วงเวลาน้ำขึ้นและน้ำลง โดยพบการแปรผันนี้ได้มากในช่วงเวลา 16:00 – 24:00 น. ในขณะที่ในเดือนเมษายนฟลักซ์ซิลิเกตในน้ำขึ้นบนและชั้นล่างไม่แตกต่างกันมาก ดังภาพที่ 2 – 16

ก) เดือนเมษายน



ข) เดือนกันยายน



ภาพที่ 2 – 16 ฟลักซ์ของซิลิเกตเดือนเมษายนและเดือนกันยายน

หมายเหตุ เครื่องหมาย - หมายถึง มีทิศทางไหลเข้าสู่แม่น้ำ และ + หมายถึง มีทิศทางไหลออกทะเล

ตารางที่ 2 - 6 ฟลักซ์ในเดือนเมษายนและเดือนกันยายน

Flux	April			September		
	Surface	Bottom	Net	Surface	Bottom	Net
Water [m ³ /day]	+4.73 x10 ⁶	+2.57 x10 ⁶	+3.65 x10 ⁶	+2.82 x10 ⁶	-3.49 x10 ⁶	-0.33 x10 ⁶
Silicate [kg Si/day]	+873.17	+389.88	+631.52	+2,524.00	-923.42	+800.29

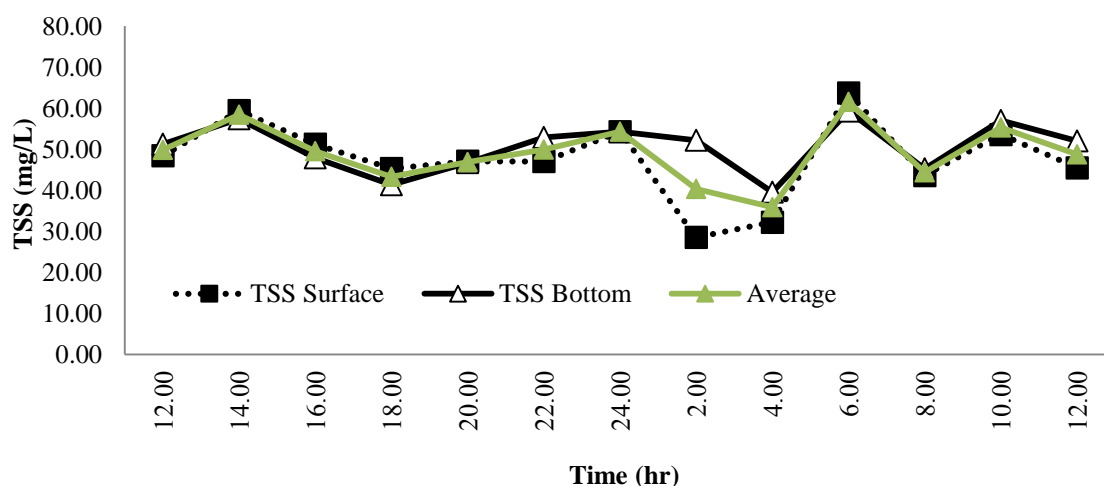
หมายเหตุ - หมายถึงมีทิศทางไหลเข้าสู่แม่น้ำ, + หมายถึงมีทิศทางไหลออกทะเล

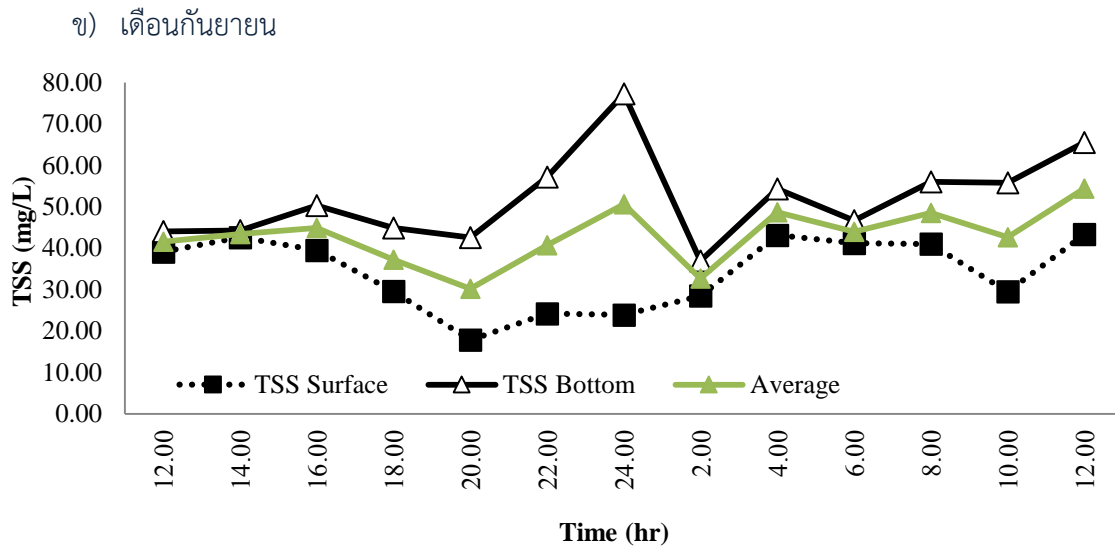
สำหรับค่าฟลักซ์ซิลิเกตของเดือนเมษายนในน้ำชั้นบน น้ำชั้นล่าง และค่าสุทธิมีค่าเท่ากับ +873.17 +389.88 และ +631.52 kg-Si/day ตามลำดับ ในขณะที่เดือนกันยายนฟลักซ์ซิลิเกตในน้ำชั้นบน ชั้นล่าง และค่าสุทธิเท่ากับ +2,524.00 -923.42 และ +800.29 kg-Si/day ตามลำดับ ซึ่งฟลักซ์สุทธิของซิลิเกตในช่วงเดือนเมษายนมีแนวโน้มทิศทางไหลออกสู่ทะเล ในขณะที่เดือนกันยายนฟลักซ์สุทธิซิลิเกตมีทิศทางไหลเข้าสู่ปากแม่น้ำดังตารางที่ 2 - 6

2.8 ปริมาณตะกอนแขวนลอยทั้งหมดบริเวณปากน้ำแฉมหนู

ผลการศึกษาพบว่า ในเดือนเมษายนทั้งในน้ำชั้นบนและชั้นล่างมีแนวโน้มปริมาณตะกอนแขวนลอยไม่แตกต่างกันมากในทุกช่วงเวลา แต่พบได้ในช่วงเวลาสั้นๆ คือ ช่วงเวลา 24:00 - 04:00 น เท่านั้น ในขณะที่ในเดือนกันยายนพบแนวโน้มความแตกต่างของ TSS ในน้ำชั้นบน และชั้นล่างในทุกช่วงเวลา เห็นได้ชัดเจนมากในระหว่างช่วงเวลา 16:00 - 12:00 น. จากแนวโน้มพบว่า ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยในเดือนกันยายนมีมากกว่าในเดือนเมษายน ดังภาพที่ 2 -17

ก) เดือนเมษายน

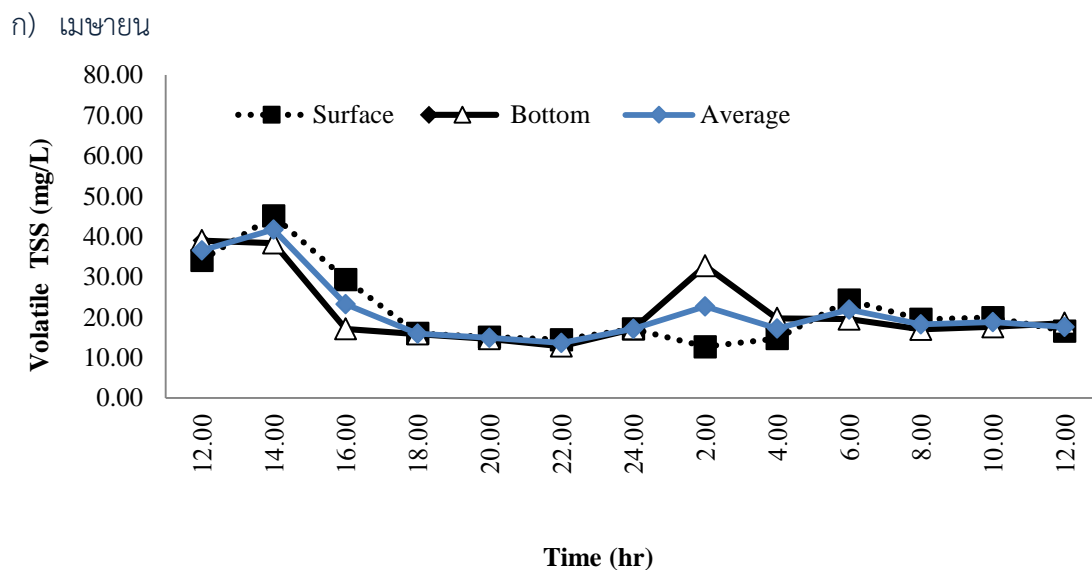




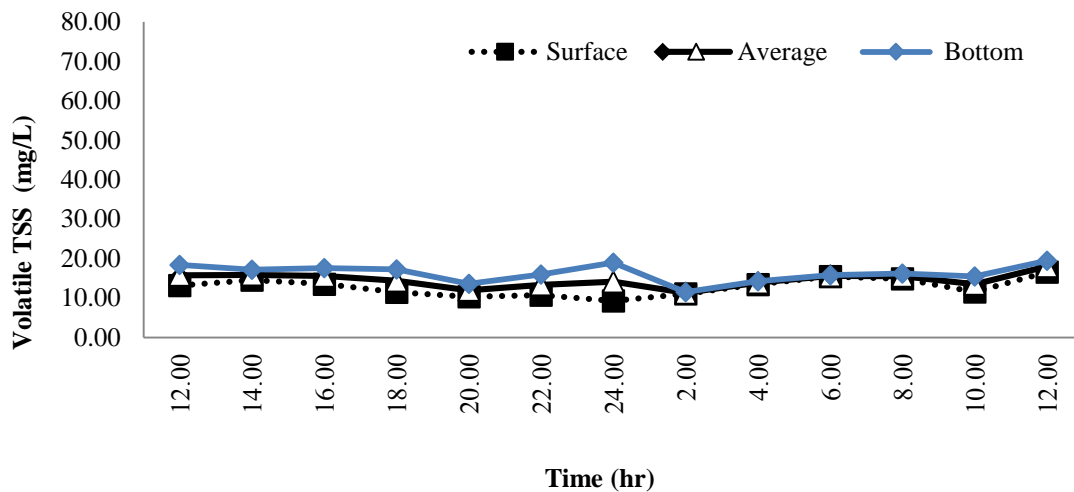
ภาพที่ 2 – 17 ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยเดือนเมษายนและเดือนกันยายน

2.9 ปริมาณตะกอนแขวนลอยทั้งหมดในรูป Volatile

ผลการศึกษพบว่า ตะกอนแขวนลอยในรูปอินทรีย์ในเดือนกันยายนมีความแปรผันในช่วงแคบกว่าเดือนเมษายน โดยค่าเฉลี่ยในเดือนกันยายนและเดือนเมษายนเท่ากับ 14.56 ± 2.82 และ 21.66 ± 9.18 mg/L ตามลำดับ ในเดือนเมษายนพบปริมาณตะกอนแขวนลอยในรูปอินทรีย์มากในระหว่างเวลา 12:00 – 16:00 น. และ 20:00 น. ดังภาพที่ 2 – 18 และจากแนวโน้มพบว่า ปริมาณตะกอนแขวนลอย (TSS) มีการแปรผันสูงในเดือนเมษายนมากกว่าเดือนกันยายน ดังภาพที่ 2 - 18 ในขณะที่หากเป็นตะกอนแขวนลอยในรูปอินทรีย์ (Volatile) ในเดือนเมษายนมีการแปรผันสูงกว่าในเดือนกันยายน ดังภาพที่ 2 - 18



ค) เดือนกันยายน

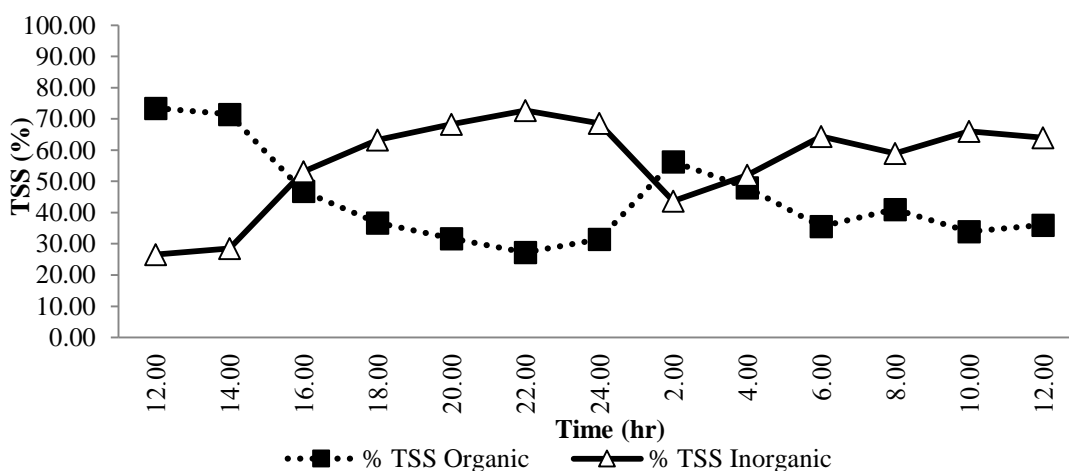


ภาพที่ 2 - 18 ความเข้มข้นของ Volatile Solid ก) เดือนเมษายนและ ข) เดือนกันยายน

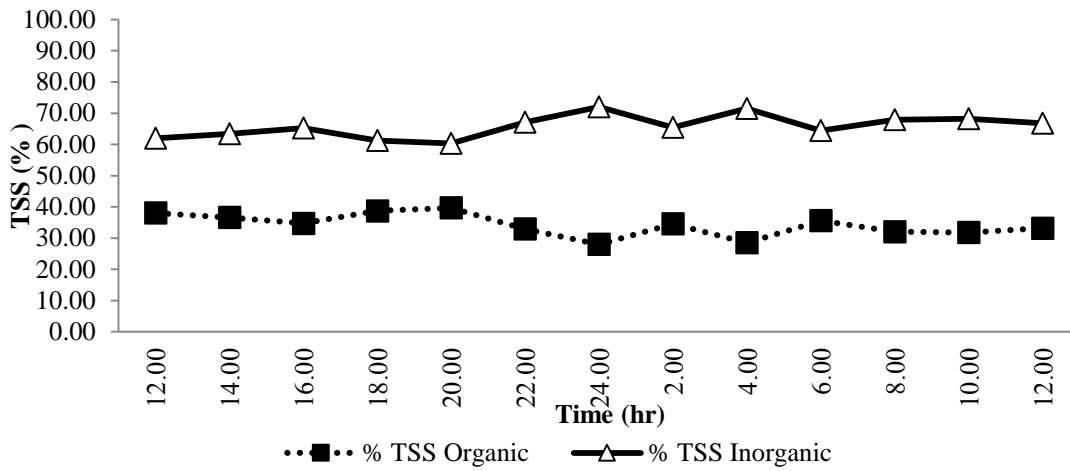
2.10 สัดส่วนตะกอนอินทรีย์และตะกอนอนินทรีย์

จากการศึกษาเปรียบเทียบสัดส่วนตะกอนอินทรีย์และตะกอนอนินทรีย์พบว่าในเดือนเมษายนสัดส่วนของตะกอนมีความแปรผันมากกว่าในเดือนกันยายน โดยค่าเฉลี่ยของตะกอนอนินทรีย์และตะกอนอินทรีย์ในเดือนเมษายนมีค่า 65.82 ± 3.62 และ 34.18 ± 3.62 % ตามลำดับ ในเดือนกันยายนมีค่า 56.17 ± 14.95 และ 43.83 ± 14.95 % ตามลำดับ อีกทั้งพบว่า ในเดือนกันยายนมีแนวโน้มของตะกอนอินทรีย์และตะกอนอนินทรีย์ไปในทิศทางเดียวกัน โดยตะกอนอนินทรีย์มีค่าสูงกว่าตะกอนอินทรีย์ในทุกช่วงเวลา ในขณะที่ในเดือนเมษายนตะกอนอินทรีย์และตะกอนอนินทรีย์มีความแปรผันกันในทุกช่วงเวลา (ภาพที่ 2 - 19)

ก) เดือนเมษายน



ข) เดือนกันยายน

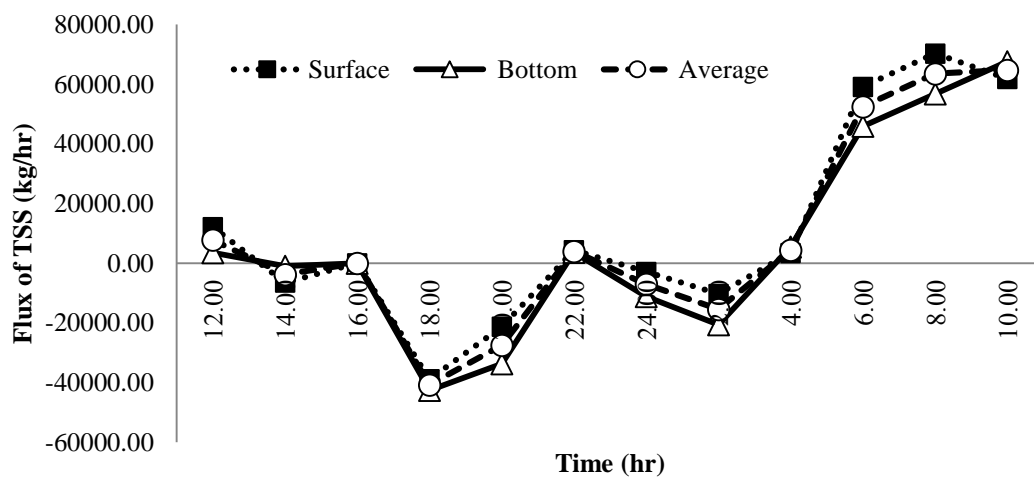


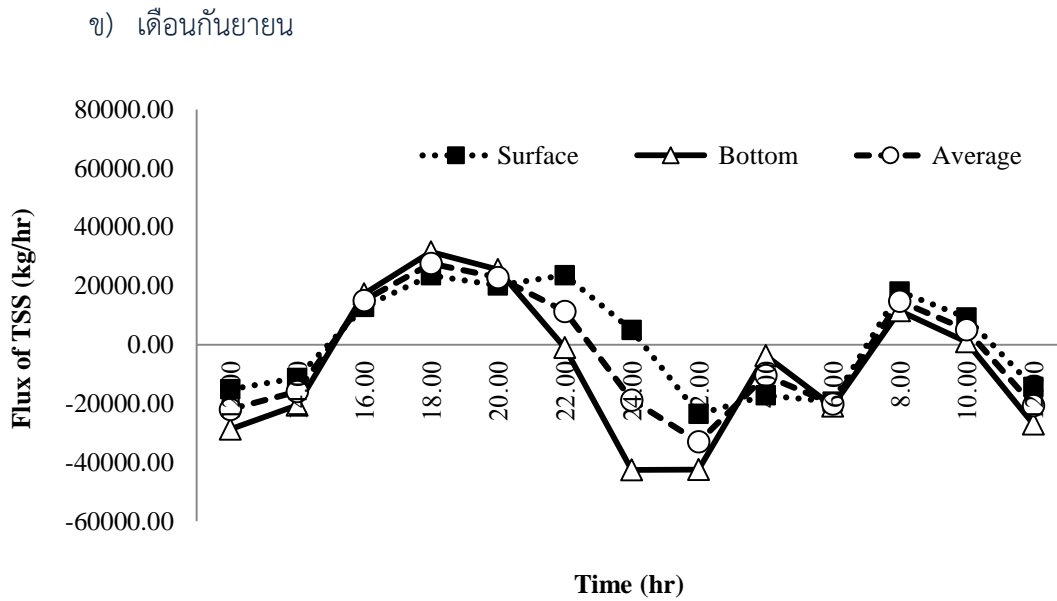
ภาพที่ 2 - 19 สัดส่วนตะกอนอินทรีย์และตะกอนอนินทรีย์เดือนเมษายนและเดือนกันยายน

2.11 พลั๊กซ์ของตะกอนแขวนลอย

พลั๊กซ์ของตะกอนแขวนลอยในเดือนกันยายนมีความแปรผันมากกว่าเดือนเมษายนโดยพลั๊กซ์กันยายนมีค่าสูงระหว่าง 16:00 – 20:00 น. และ 6:00 – 10:00 น. อีกทั้งยังพบว่าในช่วงเวลา 22:00 – 02:00 น. พบความแตกต่างของพลั๊กซ์ตะกอนแขวนลอยในระหว่างน้ำชั้นบนและชั้นล่าง ดังภาพที่ 2 - 20ข) ในขณะที่เดือนเมษายนแนวโน้มของพลั๊กซ์ใกล้เคียงกันมาก ดังภาพที่ 2 - 20ก)

ก) เดือนเมษายน



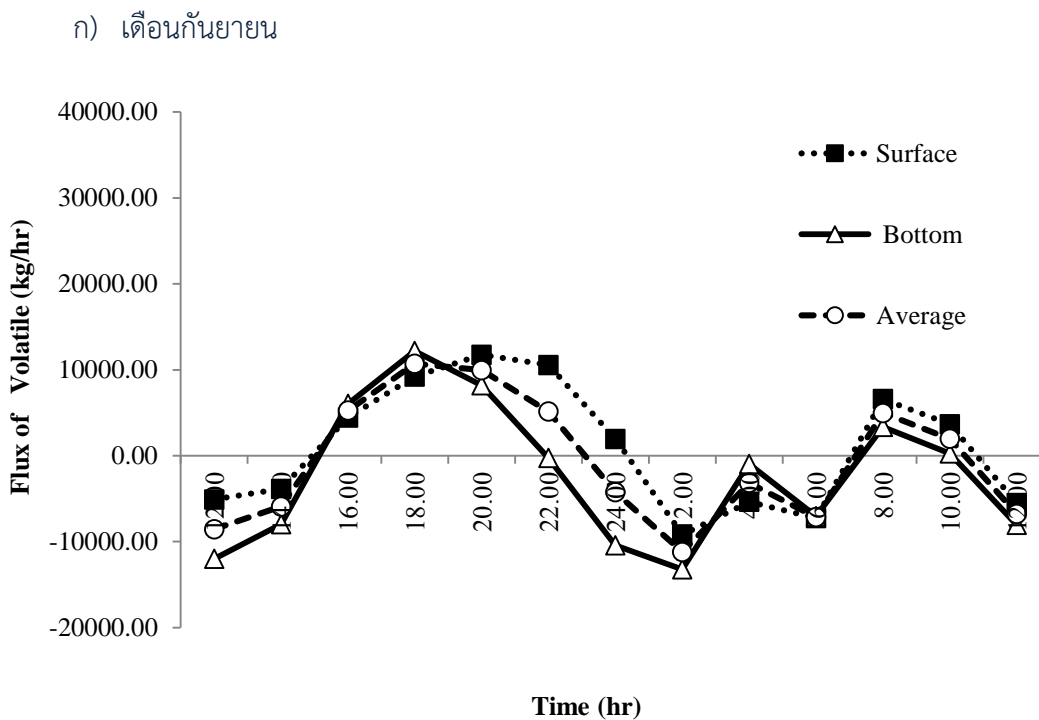
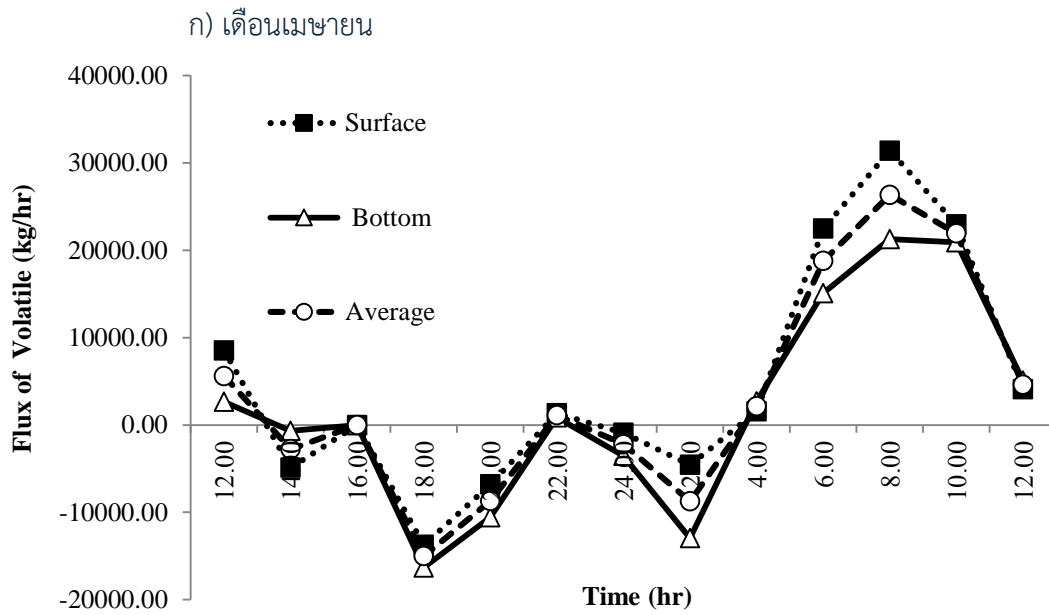


ภาพที่ 2 - 20 พลั๊กซ์ของตะกอนแขวนลอยเดือนเมษายนและเดือนกันยายน

หมายเหตุ - หมายถึงมีทิศทางไหลเข้าสู่แม่น้ำ, +หมายถึงมีทิศทางไหลออกทะเล

2.12 พลั๊กซ์ตะกอนในรูป Volatile

พลั๊กซ์ของตะกอนอินทรีย์ในเดือนเมษายนมีแนวโน้มสูงกว่าในเดือนกันยายน โดยในช่วงเวลา 04:00 - 12:00 น. เป็นช่วงเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงพลั๊กซ์มากที่สุด ในขณะที่พลั๊กซ์ในเดือนกันยายนมีการเปลี่ยนแปลงพลั๊กซ์น้อยกว่าในเดือนเมษายน โดยค่าเฉลี่ยพลั๊กซ์ของเดือนกันยายนน้อยกว่าในเดือนเมษายนดังภาพที่ 2 - 21



ภาพที่ 2 – 21 พลิกซ์ของตะกอน Volatile เดือนเมษายนและเดือนกันยายน

หมายเหตุ – หมายถึง มีทิศทางไหลเข้าสู่แม่น้ำ, + หมายถึง มีทิศทางไหลออกทะเล

2.13 ฟลักซ์สุทธิของตะกอนแขวนลอยทั้งหมดและตะกอน Volatile

ตารางที่ 2 - 7 ฟลักซ์ในเดือนเมษายนและเดือนกันยายน

Flux	April			September		
	Surface	Bottom	Net	Surface	Bottom	Net
Water [m ³ /day]	+4.73 x10 ⁶	+2.57 x10 ⁶	+3.65 x10 ⁶	+2.82 x10 ⁶	-3.49 x10 ⁶	-0.33 x10 ⁶
TSS [ton/day]	+263.50	+162.31	+212.90	+22.18	-184.28	-81.04
Volatile Solid [ton/day]	+113.58	+45.52	+79.54	+21.87	-55.42	-16.77

หมายเหตุ - หมายถึงมีทิศทางไหลเข้าสู่แม่น้ำ, + หมายถึงมีทิศทางไหลออกทะเล

จากฟลักซ์สุทธิ แสดงให้เห็นว่าปากน้ำแฉกในเดือนเมษายน 2557 นั้นมีการส่งผ่านของมวลน้ำชั้นบน +4.73 x10⁶ m³/day และมวลน้ำชั้นล่าง +2.57 x10⁶ m³/day ซึ่งสุทธิมีมวลน้ำออกจากปากน้ำแฉก +3.65 x10⁶ m³/day การส่งผ่านตะกอนแขวนลอยและซิลิกาเกิดจากปากแม่น้ำไปสู่ทะเล ซึ่งส่งผ่านตะกอนแขวนลอยในน้ำชั้นบน +263.50 ton/day และน้ำชั้นล่างมีการส่งผ่านตะกอนแขวนลอยสู่ทะเล +162.31 ton/day ซึ่งในแต่ละวันจะมีตะกอนส่งผ่านจากปากน้ำแฉกน้ำไปยังทะเล +212.90 ton/day การส่งผ่าน Volatile ในน้ำชั้นบนออกสู่ทะเล +113.58 ton/day และในน้ำชั้นล่าง +45.52 ton/day ซึ่งในแต่ละวันจะมี Volatile ส่งผ่านออกสู่ทะเล +79.54 ton/day ดังตารางที่ 2 - 7

ในเดือนกันยายนฟลักซ์ของน้ำชั้นบนมีค่า +2.82 x10⁶ m³/day ฟลักซ์ของน้ำชั้นล่างมีค่า -3.49 x10⁶ m³/day และฟลักซ์สุทธิมีมวลน้ำไหลกลับเข้าสู่ปากน้ำแฉก -0.33 x10⁶ m³/day ฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอยชั้นบน มีค่า +22.18 ton/day ฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอยชั้นล่างมีค่า -184.28 ton/day ฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอยสุทธิมีค่า -81.04 ton/day ซึ่งมีทิศทางไหลกลับเข้าสู่แม่น้ำ การส่งผ่าน Volatile ในน้ำชั้นบนออกสู่ทะเล +21.87 ton/day และในน้ำชั้นล่างไหลกลับ -55.42 ton/day ซึ่งในแต่ละวันจะมี Volatile ไหลกลับเข้าสู่ปากน้ำแฉก -16.77 ton/day ดังตารางที่ 2 - 7

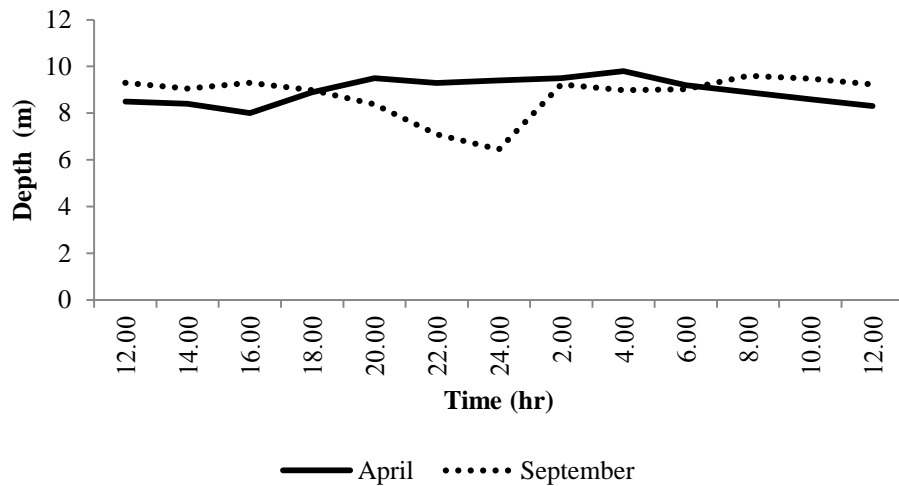
2.14 ความลึก พื้นที่หน้าตัด ปริมาณน้ำฝน และ คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีบางประการ

ความลึกกลางร่องในเดือนเมษายนมีความแปรผันน้อยกว่าความลึกกลางร่องน้ำเดือนกันยายนโดยความลึกกลางร่องเดือนเมษายนต่ำสุดในเวลา 16.00 น. มีความลึกอยู่ที่ 8 เมตรในขณะที่เดือนกันยายนมีความลึกต่ำสุดที่ 6.3 เมตร ในเวลา 24.00 น. (ภาพที่ 2 - 22)

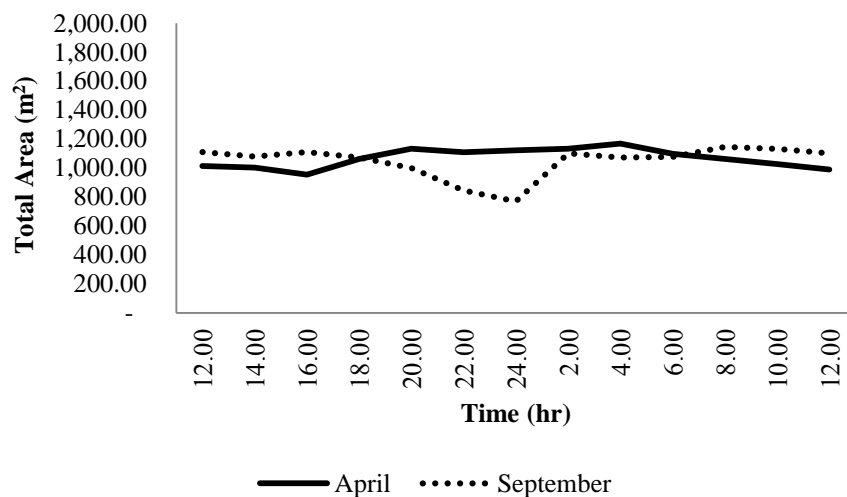
พื้นที่หน้าตัดในเดือนเมษายนมีความแปรผันน้อยกว่าเดือนกันยายนโดยพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยในเดือนเมษายนและในเดือนกันยายนมีค่าเท่ากับ 1,067.54 ± 66.01 m² และ 1,047.46 ± 113.27 m² ตามลำดับ (ภาพที่ 2 - 23)

ข้อมูลการตรวจวัดปริมาณน้ำฝนพบว่าในระหว่างเดือนพฤษภาคม - เดือนกันยายน พ.ศ. 2557 มีปริมาณน้ำฝน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเดือนมิถุนายน - กันยายนมีปริมาณน้ำฝนประมาณ 525 มิลลิเมตร (ภาพที่ 2 - 24)

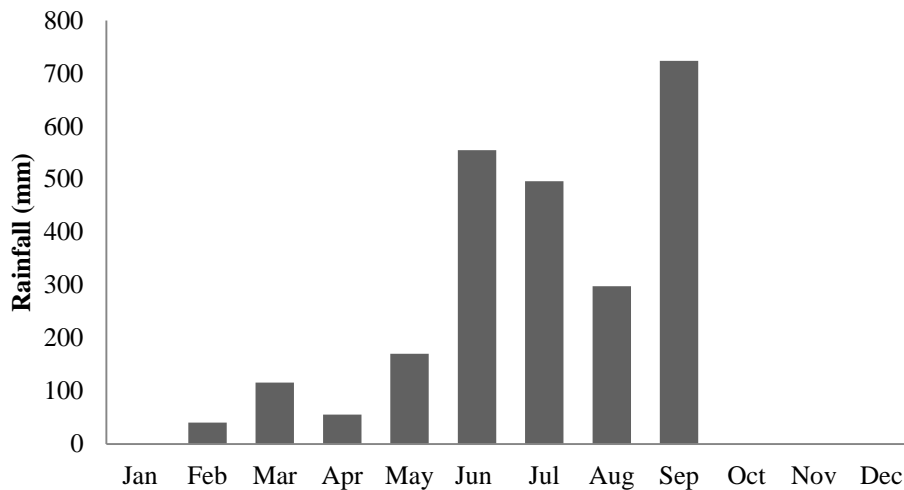
ความเค็มเดือนเมษายนมีการแปรผันน้อยกว่าเดือนกันยายนโดยมีค่าเฉลี่ยในเดือนเมษายนและกันยายน 31.69 ± 1.38 ppt และ 21.31 ± 4.33 ppt ตามลำดับ อุณหภูมิในเดือนเมษายนมีความแปรผันในช่วงกว้างมากกว่าเดือนกันยายนโดยค่าเฉลี่ยอุณหภูมิเดือนเมษายนและเดือนกันยายนอยู่ที่ 32.02 ± 0.63 °C และ 32.02 ± 0.63 °C ตามลำดับ ค่าการนำไฟฟ้าในเดือนเมษายนจะมีค่าสูงกว่าเดือนกันยายนโดยมีค่าเฉลี่ยในเดือนเมษายนและเดือนกันยายน 40.85 ± 5.09 $\mu\text{S}/\text{cm}$ และ 28.52 ± 6.50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ตามลำดับ (ตารางที่ 2 - 8)



ภาพที่ 2 - 22 ความลึกกลางร่องเดือนเมษายนและเดือนกันยายน



ภาพที่ 2 - 23 พื้นที่หน้าตัดเดือนเมษายนและเดือนกันยายน



ภาพที่ 2 - 24 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนที่สถานีตรวจวัดจังหวัดจันทบุรีปีพ.ศ.2557 (ที่มา : ศูนย์ภูมิอากาศ สำนักพัฒนาอุตุนิยมหาวิทยาลัย, 2557)

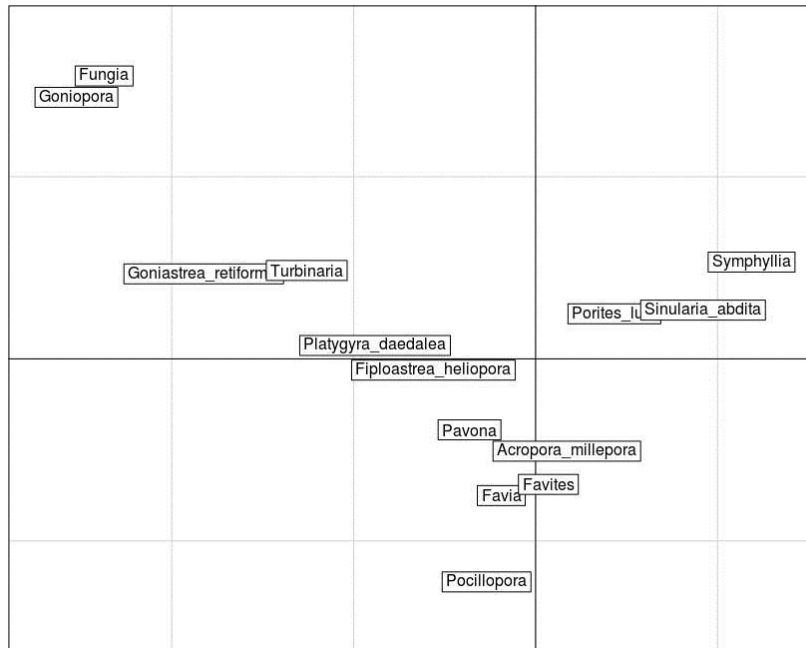
ตารางที่ 2 - 8 ค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ในเดือนเมษายนและเดือนกันยายน

Parameter	April	September
Salinity [ppt]	31.69 ± 1.38	21.31 ± 4.33
Temperature [°C]	32.02 ± 0.63	31.38 ± 0.32
pH	7.99 ± 0.25	8.02 ± 0.36
Conductivity [μ S/cm]	40.85 ± 5.09	28.52 ± 6.50

2.15 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อม (TSS Sedimentation rate Temperature Transparency Salinity pH และ DO) ที่มีผลต่อความหลากหลายของปะการังบริเวณหาดเจ้าหลาว

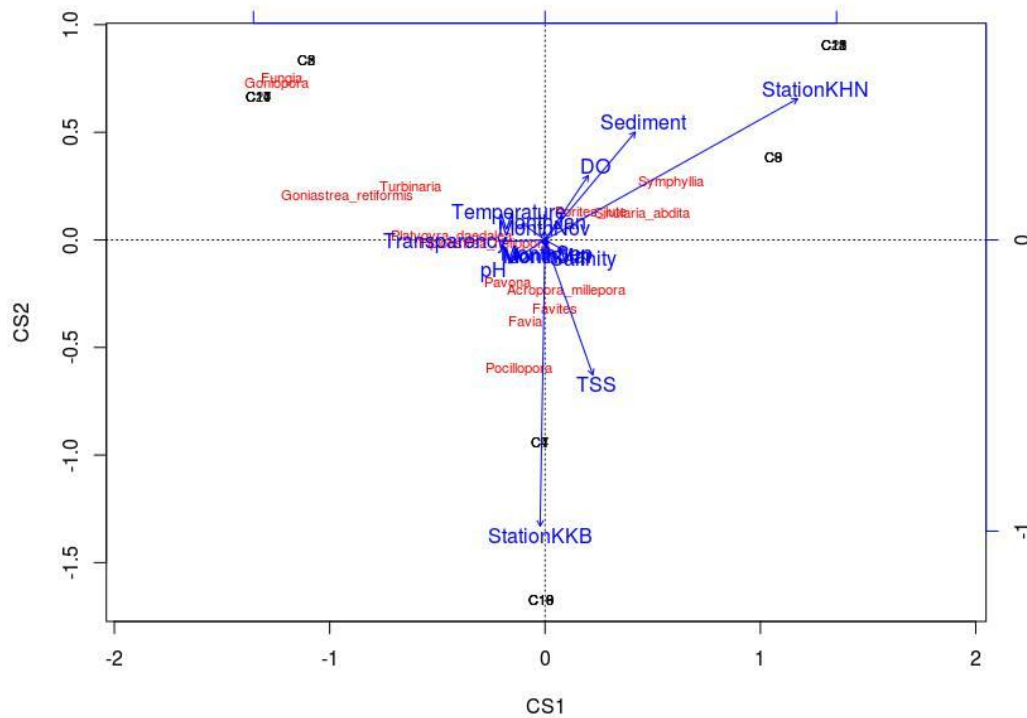
ผลการศึกษาพบว่าชนิดปะการังที่พบจะแตกต่างกันแยกตามสถานีเก็บตัวอย่าง ปะการังที่พบในทุกสถานีมี 11 ชนิด ได้แก่ ปะการังโขด (*Porites lute*) ปะการังวงแหวน (*Favia* sp.) ปะการังช่องเหลี่ยม (*Favites* sp.) ปะการังสมอง (*Platygyra daedalea*) ปะการังสมองร่องใหญ่ (*Symphyllia* sp.) ปะการังผักกาด (*Pavona* sp.) ปะการังพุ่มไม้ (*Pocillopora* sp.) ปะการังจาน (*Turbinaria* sp.) ปะการังอ่อน (*Sinularia abdita*) ปะการังเขากวาง (*Acropora millepora*) และ ปะการังดาวใหญ่ (*Fiploastrea heliopora*) ปะการังที่พบในบางสถานีมี 3 ชนิด ได้แก่ ปะการังดอกไม้ทะเล (*Goniopora* sp.) ปะการังรังผึ้ง (*Goniastrea retiformis*) และ ปะการังดอกเห็ด (*Fungia* sp.) สถานีใกล้อ่าวคู้กระเบนจะพบปะการังผักกาด (*Pavona* sp.) ปะการังวงแหวน (*Favia* sp.) ปะการังช่องเหลี่ยม (*Favites* sp.) ปะการังเขากวาง (*Acropora millepora*) และปะการังพุ่มไม้ (*Pocillopora* sp.) เป็นปะการังชนิดเด่น สถานีหาดเจ้าหลาวจะ

พบปะการังจาน (*Turbinaria* sp.) ปะการังสมอง (*Platygyra daedalea*) ปะการังดาวใหญ่ (*Fiploastrea heliopora*) ปะการังดอกไม้ทะเล (*Goniopora* sp.) ปะการังรังผึ้ง (*Goniastrea retiformis*) และ ปะการังดอกเห็ด (*Fungia*) เป็นปะการังชนิดเด่น สถานีใกล้ปากแม่น้ำแฉมหนูจะพบปะการังโขด (*Porites lute*) ปะการังอ่อน (*Sinularia abdita*) และปะการังสมองร่องใหญ่ (*Symphyllia* sp.) เป็นปะการังชนิดเด่น ดังภาพที่ 2 – 25



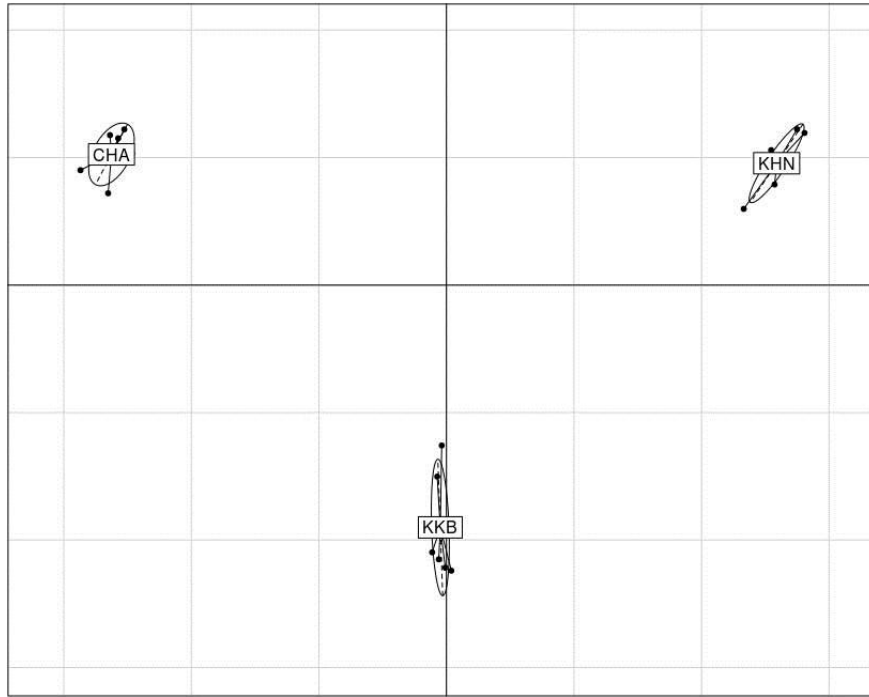
ภาพที่ 2 – 25 การแพร่กระจายชนิดต่างๆ ของปะการังในพื้นที่ศึกษา

เมื่อพิจารณาปัจจัยแวดล้อมทั้งที่มาจากบริเวณอ่าวคั้งกระเบน หาดเจ้าหลาว และปากน้ำแฉมหนูที่ส่งผลต่อความหลากหลายของแนวปะการัง พบว่าตะกอนหนัก (Sediment) จะมาจากบริเวณปากน้ำแฉมหนูเป็นหลักประกอบกับบริเวณปากน้ำแฉมหนูมีปริมาณฟลักซ์ของน้ำมากกว่าอ่าวคั้งกระเบนจึงทำให้อัตราการตกตะกอนต่อปีในบริเวณปากน้ำแฉมหนูมีมากกว่าบริเวณอ่าวคั้งกระเบน ในขณะที่ตะกอนที่มาจากบริเวณอ่าวคั้งกระเบนเป็นตะกอนมีน้ำหนักเบา (TSS) เป็นตะกอนผิวน้ำ จะเกิดการฟุ้งกระจายในมวลน้ำได้นานกว่าจึงตรวจพบได้มากกว่าบริเวณปากน้ำแฉมหนู ซึ่งเป็นตะกอนมวลหนัก ตกตะกอนได้เร็วกว่า ดังนั้น จากการศึกษาจะพบว่าหากเป็นปริมาณตะกอนผิวน้ำจากฟุ้งมาจากบริเวณอ่าวคั้งกระเบนมาสู่แนวปะการังเจ้าหลาวมากกว่าจะมาจากทางบริเวณปากน้ำแฉมหนู ในขณะที่หากพิจารณาจากอัตราการตกตะกอนพบว่า บริเวณปากน้ำแฉมหนูมีอัตราการตกตะกอนมากกว่าทางบริเวณอ่าวคั้งกระเบน อาจเนื่องมาจากอยู่บริเวณปากแม่น้ำ มีปริมาณน้ำท่า และน้ำจากบ้านเรือนชุมชนไหลมาตลอดเวลา ประกอบกับปริมาณน้ำท่าที่มากทำให้โอกาสการสะสมตะกอนมากขึ้น จึงส่งผลให้อัตราการตกตะกอนบริเวณปากน้ำแฉมหนูมีมากกว่าบริเวณอ่าวคั้งกระเบน ดังภาพที่ 2 – 26 ในขณะที่บริเวณปากน้ำแฉมหนูมีการไหลถ่ายเทของมวลน้ำในปริมาณมากทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ที่พบเฉลี่ยสูงกว่าอีก 2 สถานี ส่วนคุณภาพปัจจัยอื่น ๆ ได้แก่ ความเค็ม อุณหภูมิ ความโปร่งแสง และ pH มีค่าใกล้เคียงกันไม่มีความแตกต่างระหว่างสถานี



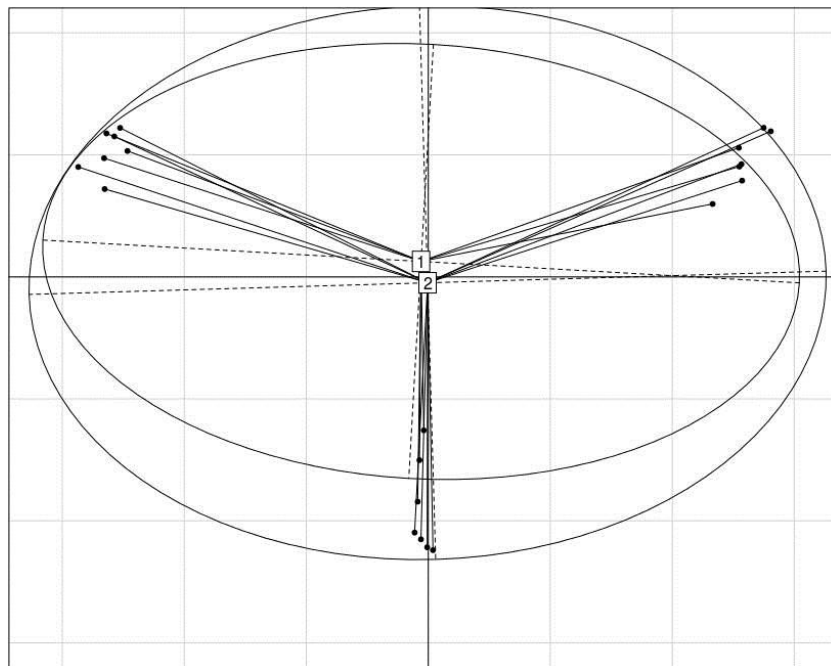
ภาพที่ 2 – 26 ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของปะการัง ปัจจัยสิ่งแวดล้อม และสถานีเก็บตัวอย่าง ในพื้นที่ศึกษา

จากการศึกษาพบว่าชนิดของปะการังในพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 สถานี พบว่าโครงสร้างสังคมปะการังทั้งสามสถานีมีความแตกต่างกัน ซึ่งความแตกต่างของสังคมปะการังเกิดจากชนิดและจำนวนที่พบปะการังที่เป็นองค์ประกอบหลักมีความแตกต่างกัน รวมถึงชนิดและจำนวนที่พบปะการังที่พบเฉพาะในบางสถานีที่แตกต่างจากสถานีอื่น เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี PCA พบว่าสามารถแบ่งกลุ่มได้อย่างชัดเจน ดังภาพที่ 2 – 27



ภาพที่ 2 - 27 การแพร่กระจายชนิดต่างๆ ของปะการังในพื้นที่ศึกษาซึ่งที่ 3 สถานีพบได้ชนิดที่แตกต่างกัน

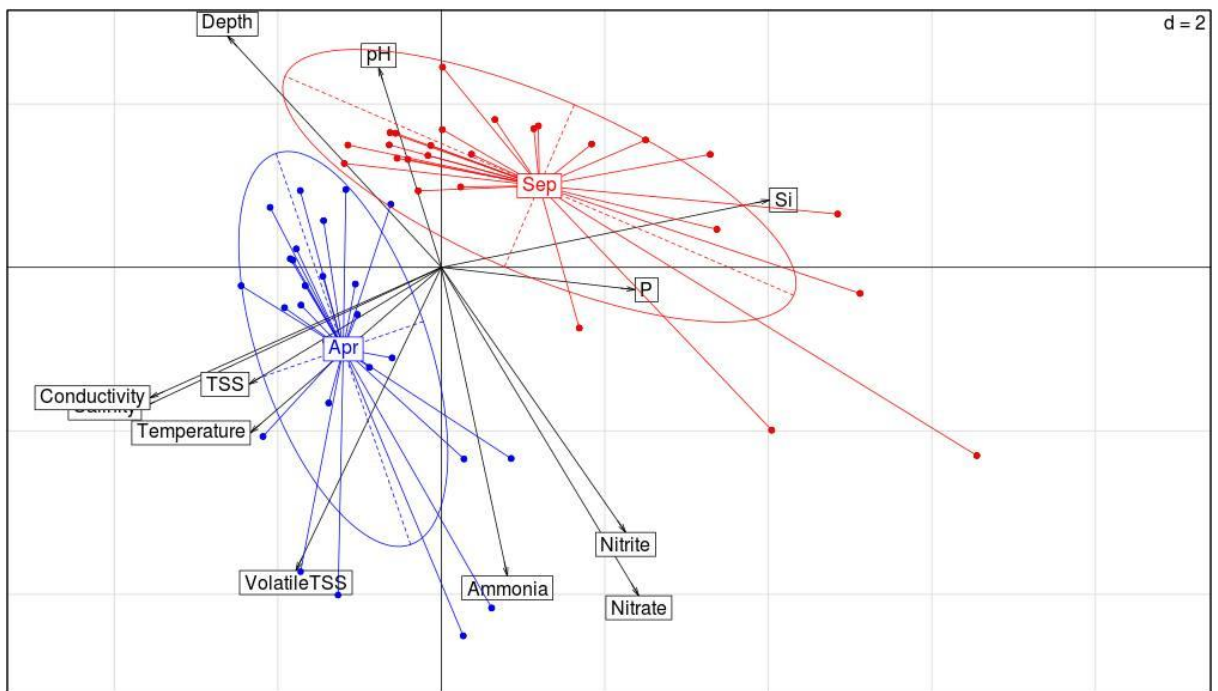
จากการศึกษาว่าข้อมูลปะการังที่เก็บในช่วงทุกๆ 6 เดือน รวม 2 ครั้งในการศึกษาไม่มีความแตกต่างกัน หมายถึง ในแต่ละครั้งการศึกษาพบชนิดของปะการังที่คล้ายคลึงกัน ดังภาพที่ 2 - 28



ภาพที่ 2 - 28 ความเหมือนกันของข้อมูลของปะการังในพื้นที่ศึกษาในช่วงครึ่งละ 6 เดือน

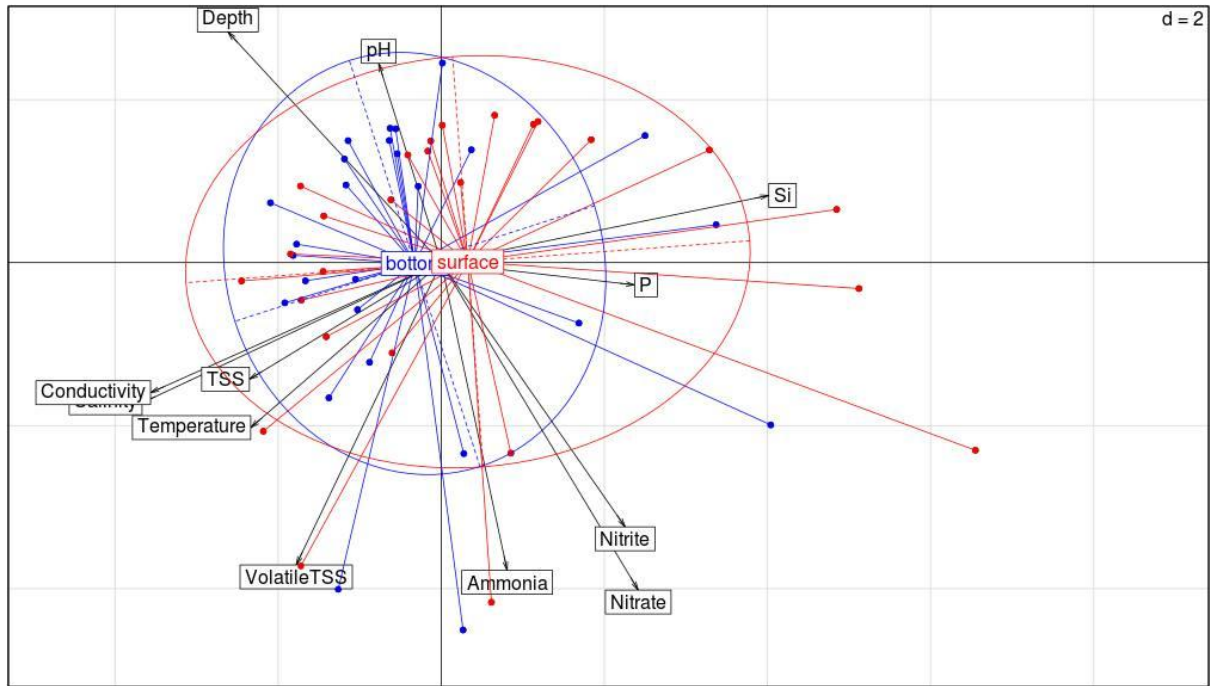
2.16 การศึกษาปริมาณฟลักซ์ของธาตุอาหาร และปัจจัยแวดล้อมในระยะเวลาการศึกษา

ผลการศึกษาพบว่าปริมาณธาตุอาหาร และปัจจัยแวดล้อมทั้งสองฤดูกาลมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน ในช่วงฤดูฝนเดือนกันยายน (September) มีปริมาณน้ำไหลบ่าจากแม่น้ำลงสู่ทะเลค่อนข้างมาก น้ำที่ไหลลงสู่ทะเลพบว่ามีปริมาณซิลิเกต ฟอสเฟต และ pH ค่อนข้างสูง เนื่องจากน้ำฝนหรือน้ำจากแม่น้ำที่ไหลบ่าลงสู่ทะเลจะไหลผ่านชั้นหินเกิดกระบวนการกักเซาะทำให้ปริมาณซิลิเกตในน้ำค่อนข้างสูง และน้ำที่ไหลลงสู่ทะเลมีปริมาณ ฟอสเฟตค่อนข้างสูงซึ่งอาจเกิดจากการชะล้างของปุ๋ยฟอสเฟตจากการเกษตรบริเวณจังหวัดจันทบุรี ส่วนในฤดูร้อนเดือนเมษายน (April) พบว่าความเค็ม การนำไฟฟ้า อุณหภูมิ TSS และ Volatile TSS ในน้ำ ค่อนข้างสูง เนื่องจากในฤดูนี้มีการไหลของน้ำจากแม่น้ำในปริมาณน้ำ ทำให้อิทธิพลของน้ำทะเลรุกเข้าในแม่น้ำ อย่างชัดเจน ปริมาณน้ำน้อย แสงแดดมีความเข้มข้นสูง ทำให้การระเหยของน้ำมีสูงขึ้น ส่งผลให้ความเค็มของน้ำสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับฤดูฝน สำหรับค่าตะกอนแขวนลอยในน้ำพบว่ามีความสัมพันธ์กับฤดูร้อนอาจ เนื่องจากว่ามวลน้ำผสมผสานกันดีทำให้ในฤดูร้อนมีค่าตะกอนแขวนลอยมากกว่าในฤดูฝน นอกจากนี้ความเข้มข้นของแอมโมเนีย ไนไตรต์ และไนเตรท พบว่าไม่แตกต่างระหว่างช่วงฤดูฝนและฤดูร้อน ดังภาพที่ 2 - 29



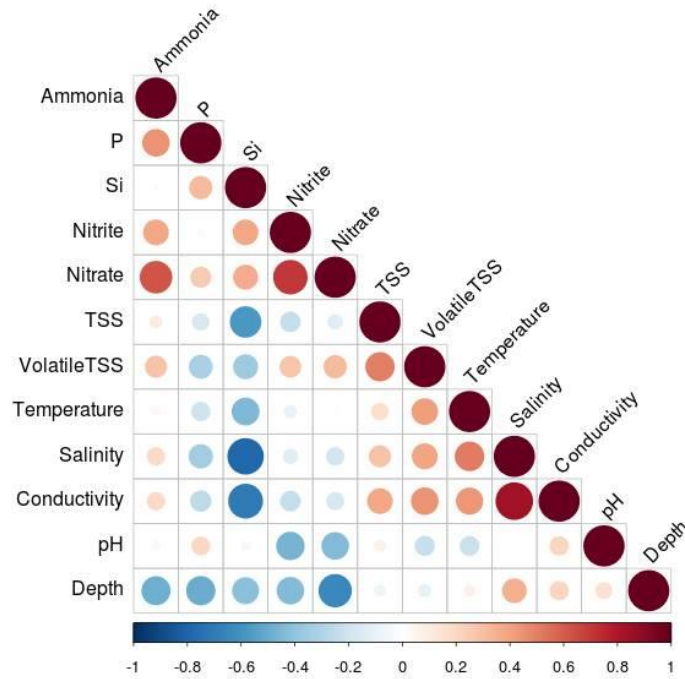
ภาพที่ 2 - 29 ความสัมพันธ์ระหว่างฤดูกาลเก็บตัวอย่าง ธาตุอาหาร และปัจจัยสิ่งแวดล้อมในการศึกษา

ผลการศึกษาพบว่าข้อมูลทั้งหมดเมื่อพิจารณาว่าการเก็บบริเวณผิวน้ำ และพื้นท้องน้ำมีความแตกต่างในหลายๆ พารามิเตอร์หรือไม่ ซึ่งพบว่าความแตกต่างนั้นไม่ชัดเจน โดยในภาพที่ 2 - 30 เส้นสีแดงเป็นข้อมูลในแต่ละพารามิเตอร์โดยเป็นตัวแทนในการเก็บบริเวณผิวน้ำ (surface) ในขณะที่สีน้ำเงินเป็นข้อมูลในแต่ละพารามิเตอร์โดยเป็นตัวแทนในการเก็บบริเวณพื้นท้องน้ำ (bottom) จะสังเกตเห็นว่าข้อมูลทั้งหมดผสมกันไม่ได้แยกส่วนกันอย่างเด่นชัด ดังภาพที่ 2 - 30



ภาพที่ 2 - 30 ความสัมพันธ์ระหว่างการเก็บตัวอย่างแต่ละพารามิเตอร์บริเวณผิวน้ำ และพื้นท้องน้ำ ในพื้นที่ศึกษา

ผลการศึกษาพบว่า ค่าการนำไฟฟ้าสัมพันธ์กับค่าความเค็มโดยมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ +0.83 หมายถึง เมื่อค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้น ค่าความเค็มก็เพิ่มสูงขึ้น เป็นความสัมพันธ์แบบแปรผันตรง ค่าการนำไฟฟ้าและค่าตะกอนแขวนลอยในรูปอนินทรีย์มีความสัมพันธ์แบบแปรผันตรงมีค่าเท่ากับ +0.44 ค่าการนำไฟฟ้าและค่าตะกอนแขวนลอยมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ +0.38 อีกทั้งค่าสหสัมพันธ์ระหว่างไนเตรทและไนไตรท์เท่ากับ +0.7 นอกจากนี้พบว่า ค่าแอมโมเนียและไนเตรทมีความสัมพันธ์กันแบบแปรผันตรง โดยมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ +0.62 ในขณะที่ค่าความเค็มและค่าซิลิเกตมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผัน โดยเมื่อความเค็มสูงขึ้นจะพบความเข้มข้นซิลิเกตต่ำลง ซึ่งค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ -0.78 ดังภาพที่ 2 - 31



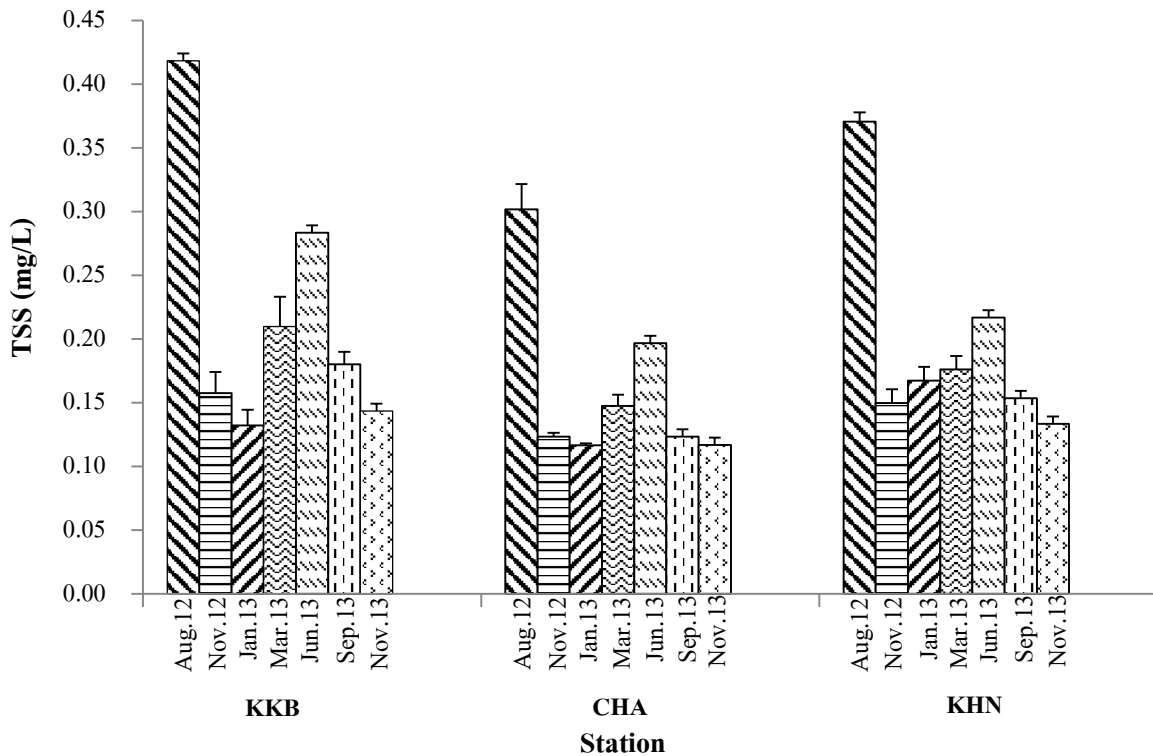
ภาพที่ 2 – 31 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเรื่องความเข้มข้นของธาตุอาหาร ตะกอนแขวนลอย และปัจจัยแวดล้อมต่างๆ ในบริเวณที่ศึกษา

2.17 ศึกษาปริมาณตะกอนบริเวณพื้นที่ศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้สำรวจทั้งปริมาณตะกอนผิวน้ำ และตะกอนพื้นท้องน้ำทั้ง 3 พื้นที่ศึกษาที่สำคัญ คือ บริเวณแหลมเสด็จ (KKB) บริเวณแนวปะการังน้ำตื้น (CHA) และ บริเวณปากน้ำแฉมหนู (KHN) โดยเก็บตัวอย่างตามวิธีระบุไว้ในหัวข้อการเก็บตัวอย่าง ผลการทดลองดังนี้

2.17.1 ปริมาณตะกอนผิวน้ำ

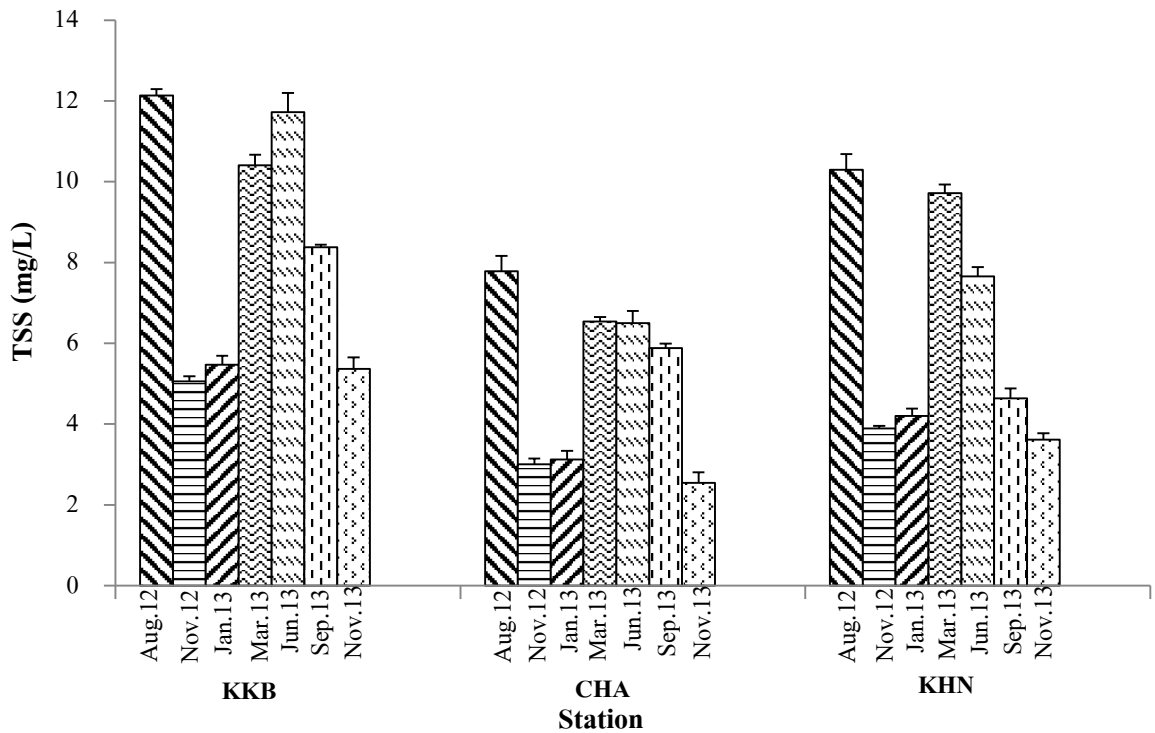
จากการศึกษาปริมาณตะกอนผิวน้ำในรอบปีตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 – เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2556 พบว่าตะกอนผิวน้ำในช่วงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 ในบริเวณแหลมเสด็จ บริเวณปากแม่น้ำแฉมหนู และบริเวณแนวปะการังเจ้าหลาวมีปริมาณตะกอนผิวน้ำมากที่สุดคือ 0.42 ± 0.01 , 0.37 ± 0.01 และ 0.30 ± 0.02 mg/L ตามลำดับ ส่วนในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2556 ในบริเวณแนวปะการังเจ้าหลาว บริเวณปากแม่น้ำแฉมหนู และบริเวณแหลมเสด็จ มีปริมาณตะกอนผิวน้ำน้อยที่สุดคือ 0.12 ± 0.01 , 0.13 ± 0.01 และ 0.14 ± 0.01 mg/L ตามลำดับ จากข้อมูลของปริมาณตะกอนผิวน้ำทั้ง 3 สถานี ในทุกครั้งที่ทำการเก็บข้อมูล จะมีแนวโน้มที่คล้ายคลึงกันคือในช่วง เดือนสิงหาคมกับเดือนมิถุนายนมีแนวโน้มของปริมาณตะกอนผิวน้ำที่มากที่สุด และในช่วงเดือนพฤศจิกายนมีแนวโน้มของปริมาณตะกอนผิวน้ำที่น้อยที่สุด ดังภาพที่ 2 - 32



ภาพที่ 2 – 32 ปริมาณตะกอนพิวน้ำในแต่ละช่วงการเก็บตัวอย่างของการศึกษาริมน้ำแบ่งเป็น 3 สถานี

2.17.2 ปริมาณตะกอนพื้นท้องน้ำ

จากการศึกษาปริมาณตะกอนพื้นท้องน้ำในรอบปีตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 – เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2556 พบว่าตะกอนพื้นท้องน้ำในช่วงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 ในบริเวณแหลมเสด็จ บริเวณปากแม่น้ำแฉมหนู และบริเวณแนวปะการังเจ้าหลาวมีปริมาณตะกอนพื้นท้องน้ำมากที่สุดคือ 12.13 ± 0.16 , 10.30 ± 0.39 และ 7.79 ± 0.38 mg/L ตามลำดับ ส่วนในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2556 ในบริเวณแนวปะการังเจ้าหลาว บริเวณปากแม่น้ำแฉมหนู และบริเวณแหลมเสด็จ มีปริมาณตะกอนพื้นท้องน้ำน้อยที่สุดคือ 2.55 ± 0.26 , 3.61 ± 0.16 และ 5.37 ± 0.28 mg/L ตามลำดับจากข้อมูลปริมาณตะกอนพื้นท้องน้ำทั้ง 3 สถานี ในทุกครั้งของการเก็บข้อมูลจะมีแนวโน้มที่คล้ายคลึงกันคือในเดือนสิงหาคม มีนาคม และเดือนมิถุนายน มีแนวโน้มของปริมาณตะกอนพื้นท้องน้ำที่มากที่สุด และในช่วงเดือนพฤศจิกายนมีแนวโน้มของปริมาณตะกอนพื้นท้องน้ำที่น้อยที่สุด ดังภาพที่ 2 - 33



ภาพที่ 2 – 33 ปริมาณตะกอนพื้นท้องน้ำในแต่ละช่วงการเก็บตัวอย่างของการศึกษาครั้งนี้แบ่งเป็น 3 สถานี

2.18 ศึกษาชนิด และความหลากหลายของปะการังบริเวณหาดเจ้าหลาว อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี

2.18.1 การสำรวจแนวปะการัง

ทำการสำรวจโดยทำการวาง Line Intercept Transect จำนวน 3 เส้นเส้นละ 2 ซ้ำกำหนดให้เป็นเส้นสำรวจ A, B และ C บริเวณแนวปะการังหาดเจ้าหลาวซึ่งในแต่ละเส้นมีความยาว 200 เมตร และมีระยะห่างกัน 30 เมตร รวมถึงทำการประเมินสถานภาพความอุดมสมบูรณ์ของปะการัง และนำมาวิเคราะห์ดัชนีความเด่นของชนิด ดัชนีความหลากหลายของแนวปะการังในแต่ละเส้นการสำรวจ โดยข้อมูลค่าดัชนีความเด่นของชนิด และดัชนีความหลากหลายได้มาจากการเก็บข้อมูล 2 ซ้ำ ได้ผลการสำรวจดังนี้

ตารางที่ 2 - 9 ชนิดและปริมาณของปะการังที่พบในแนวปะการังเส้นสำรวจ A

ชนิดปะการัง	จำนวนที่พบ	ดัชนีความเด่นของชนิด	ดัชนีความหลากหลาย
ปะการังโหนด (<i>Porites lute</i>)	10	0.0968	0.9014
ปะการังวงแหวน (<i>Favia</i> sp.)	9		
ปะการังช่องเหลี่ยม (<i>Favites</i> sp.)	5		
ปะการังสมองร่องยาว (<i>Platygyra daedalea</i>)	2		
ปะการังสมองร่องใหญ่ (<i>Symphyllia</i> sp.)	3		
ปะการังหนวดดอกไม้ทะเล (<i>Goniopora</i> sp.)	0		
ปะการังรังผึ้ง (<i>Goniastrea retiformis</i>)	1		
ปะการังลายดอกไม้ (<i>Pavona</i> sp.)	2		
ปะการังดอกกะหล่ำ (<i>Pocillopora</i> sp.)	5		
ปะการังจาน (<i>Turbinaria</i> sp.)	2		
ปะการังอ่อน (<i>Sinularia abdita</i>)	2		
ปะการังเขากวางโต๊ะ (<i>Acropora millepora</i>)	2		
ปะการังเห็ด (<i>Fungia</i> sp.)	0		
ปะการังควาใหญ่ (<i>Fiploastrea heliopora</i>)	2		

จากการสำรวจชนิดของปะการังในเส้นสำรวจ A ในการศึกษาครั้งนี้มีค่าดัชนีความเด่นของชนิดเท่ากับ 0.0986 ส่วนค่าดัชนีความหลากหลายมีค่าเท่ากับ 0.9014

ตารางที่ 2 - 10 ชนิดและปริมาณของปะการังที่พบในแนวปะการังเส้นสำรวจ B

ชนิดปะการัง	จำนวนที่พบ	ดัชนีความเด่นของชนิด	ดัชนีความหลากหลาย
ปะการังโขด (<i>Porites lute</i>)	10	0.1060	0.8059
ปะการังวงแหวน (<i>Favia</i> sp.)	4		
ปะการังช่องเหลี่ยม (<i>Favites</i> sp.)	2		
ปะการังสมองร่องยาว (<i>Platygyra daedalea</i>)	5		
ปะการังสมองร่องใหญ่ (<i>Symphyllia</i> sp.)	2		
ปะการังหนวดดอกไม้ทะเล (<i>Goniopora</i> sp.)	2		
ปะการังรังผึ้ง (<i>Goniastrea retiformis</i>)	4		
ปะการังลายดอกไม้ (<i>Pavona</i> sp.)	2		
ปะการังดอกกะหล่ำ (<i>Pocillopora</i> sp.)	2		
ปะการังจาน (<i>Turbinaria</i> sp.)	5		
ปะการังอ่อน (<i>Simularia abdita</i>)	1		
ปะการังเขากวางโต๊ะ (<i>Acropora millepora</i>)	1		
ปะการังเห็ด (<i>Fungia</i> sp.)	1		
ปะการังดาวใหญ่ (<i>Fiploastrea heliopora</i>)	2		

จากการสำรวจชนิดของปะการังในเส้นสำรวจ A ในการศึกษาคั้งนี้มีค่าดัชนีความเด่นของชนิดเท่ากับ 0.1060 ส่วนค่าดัชนีความหลากหลายมีค่าเท่ากับ 0.8059

ตารางที่ 2 - 11 ชนิดและปริมาณของปะการังที่พบในแนวปะการังเส้นสำรวจ C

ชนิดปะการัง	จำนวนที่พบ	ดัชนีความเด่นของชนิด	ดัชนีความหลากหลาย
ปะการังโหนด (<i>Porites lute</i>)	17	0.1012	0.1797
ปะการังวงแหวน (<i>Favia</i> sp.)	3		
ปะการังช่องเหลี่ยม (<i>Favites</i> sp.)	2		
ปะการังสมองร่องยาว (<i>Platygyra daedalea</i>)	1		
ปะการังสมองร่องใหญ่ (<i>Symphyllia</i> sp.)	11		
ปะการังหนวดดอกไม้ทะเล (<i>Goniopora</i> sp.)	0		
ปะการังรังผึ้ง (<i>Goniastrea retiformis</i>)	0		
ปะการังลายดอกไม้ (<i>Pavona</i> sp.)	1		
ปะการังดอกกะหล่ำ (<i>Pocillopora</i> sp.)	1		
ปะการังจาน (<i>Turbinaria</i> sp.)	1		
ปะการังอ่อน (<i>Sinularia abdita</i>)	5		
ปะการังเขากวางโต๊ะ (<i>Acropora millepora</i>)	1		
ปะการังเห็ด (<i>Fungia</i> sp.)	0		
ปะการังควาใหญ่ (<i>Fiploastrea heliopora</i>)	1		

จากการสำรวจชนิดของปะการังในเส้นสำรวจ A ในการศึกษาครั้งนี้มีค่าดัชนีความเด่นของชนิดเท่ากับ 0.1012 ส่วนค่าดัชนีความหลากหลายมีค่าเท่ากับ 0.1797

ตารางที่ 2 - 12 จำนวนชนิดปะการังที่พบในแนวปะการังบริเวณหาดเจ้าหลาว

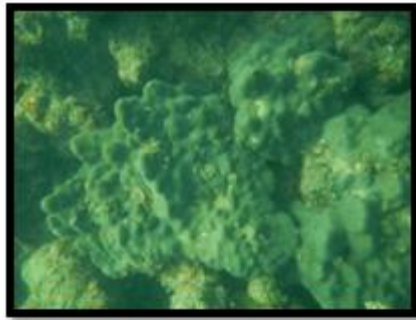
ชนิดปะการัง	จำนวนที่พบ			Total
	Line A	Line B	Line C	
ปะการังโหนด	10	10	17	37
ปะการังวงแหวน	9	4	3	16
ปะการังช่องเหลี่ยม	5	2	2	9
ปะการังสมองร่องยาว	2	5	1	8
ปะการังสมองร่องใหญ่	3	2	11	16
ปะการังหนวดดอกไม้ทะเล	0	2	0	2
ปะการังรังผึ้ง	1	4	0	5
ปะการังลายดอกไม้	2	2	1	5
ปะการังดอกกะหล่ำ	5	2	1	8
ปะการังจาน	2	5	1	8
ปะการังอ่อน	2	1	5	8

ชนิดปะการัง	จำนวนที่พบ			Total
	Line A	Line B	Line C	
ปะการังเขากวางโต๊ะ	2	1	1	4
ปะการังเห็ด	0	1	0	1
ปะการังดาวใหญ่	2	2	1	5
รวม	45	43	44	132

จากการศึกษาเห็นได้ว่าในแต่ละเส้นการสำรวจทั้ง 3 เส้น มีจำนวนที่พบใกล้เคียงกัน โดยมีปะการังโหนดเป็นปะการังชนิดเด่นพบเป็นจำนวนมาก ในขณะที่ปะการังเห็ด และปะการังหนวดดอกไม้ทะเล พบได้ในปริมาณไม่มากนัก

2.19 ภาพถ่ายปะการังที่พบจากการสำรวจ

จากการดำน้ำสำรวจได้นำภาพบางส่วนนำเสนอ ดังนี้



ปะการังโพง (Porites lutea)



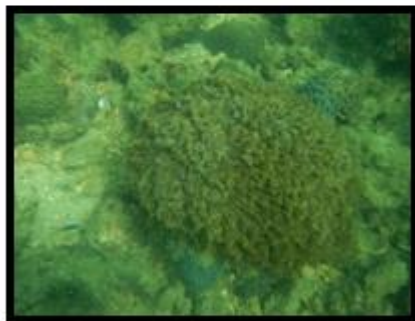
ปะการังวงแหวน (Favia sp.)



ปะการังช่องเหลี่ยม (Favites sp.)



ปะการังสมองร่องยาว (Platygyra daedalea)



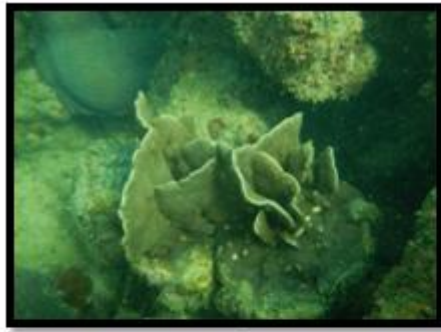
ปะการังหมวดดอกไม้ทะเล (Goniopora sp.)



ปะการังสมองร่องใหญ่ (Symphyllia sp.)



ปะการังรังผึ้ง (Goniastrea retiformis)



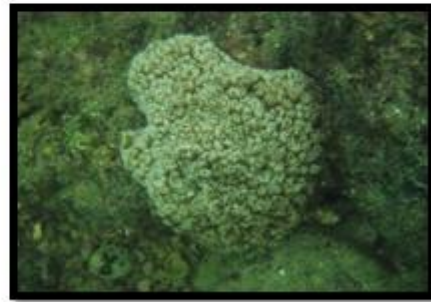
ปะการังลายดอกไม้ (*Pavona* sp.)



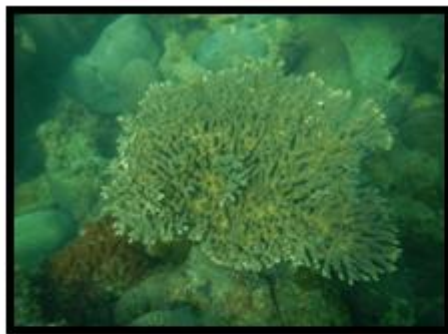
ปะการังดอกกะหล่ำ (*Pocillopora* sp.)



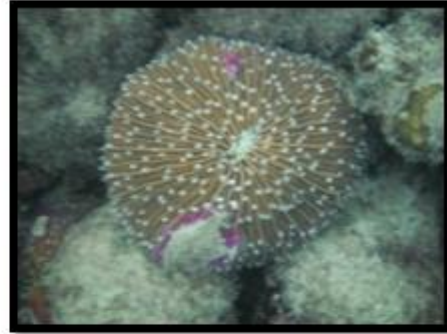
ปะการังจาน (*Turbinaria* sp.)



ปะการังอ่อน (*Simulariaab dita*)



ปะการังเขากวางโต๊ะ (*Acropora millepora*)



ปะการังเห็ด (*Fungia* sp.)



ปะการังดาวใหญ่ (*Finoastrea heliopora*)

ภาพที่ 2 - 34 ภาพถ่ายปะการังบริเวณหาดเจ้าหลาว จังหวัดจันทบุรี

บทที่ 3

อภิปรายผลการศึกษา (Discussion)

ผลการศึกษานี้มีหลายวัตถุประสงค์ จึงแบ่งประเด็นการอภิปรายผลดังนี้

3.1 ศึกษาความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสเฟต ซิลิเกต และตะกอนแขวนลอยในช่วงน้ำแล้ง และน้ำมากในบริเวณปากแม่น้ำแควใหญ่ อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี

ความเข้มข้นของสารประกอบไนโตรเจน

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลที่มีผลต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโตรเจน (แอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรต) พบว่า ความเข้มข้นไนโตรเจนในเดือนเมษายนสูงกว่าเดือนกันยายน อาจเนื่องมาจากการสะสมปริมาณสารอาหารไนโตรเจนที่เกิดจากของเสียชุมชนบ้านเรือน และการทำเกษตรกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และเนื่องด้วยช่วงเดือนเมษายนมีปริมาณน้ำฝนไม่มาก ทำให้มีปริมาณน้ำในน้ำท่าไม่มาก ปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนจึงสูง รวมทั้งอัตราการไหลเข้า-ออกของน้ำบริเวณที่ทำการศึกษานี้ ค่าไนเตรตในเดือนเมษายนลดลงในช่วงกลางคืน เนื่องจากสิ่งมีชีวิตดึงออกซิเจนจากไนเตรตไปใช้ และค่าแอมโมเนียมีปริมาณที่มากกว่าเนื่องจากการขับถ่ายของสิ่งมีชีวิต ซึ่งสอดคล้องกับกับการศึกษาของธวัชชัย นาอูตม และคณะ (2556) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงเชิงเวลาและพื้นที่ของคุณภาพน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทย พบว่า ฤดูกาลส่งผลต่อการแปรผันของสารอาหาร สำหรับแอมโมเนียที่เพิ่มสูงขึ้นนั้นอาจเกิดจากการขับออกของเซลล์หรือการตายของแพลงก์ตอนพืชที่เกิดจากการสะสม (Eutrophication) มาก่อนหน้านี้

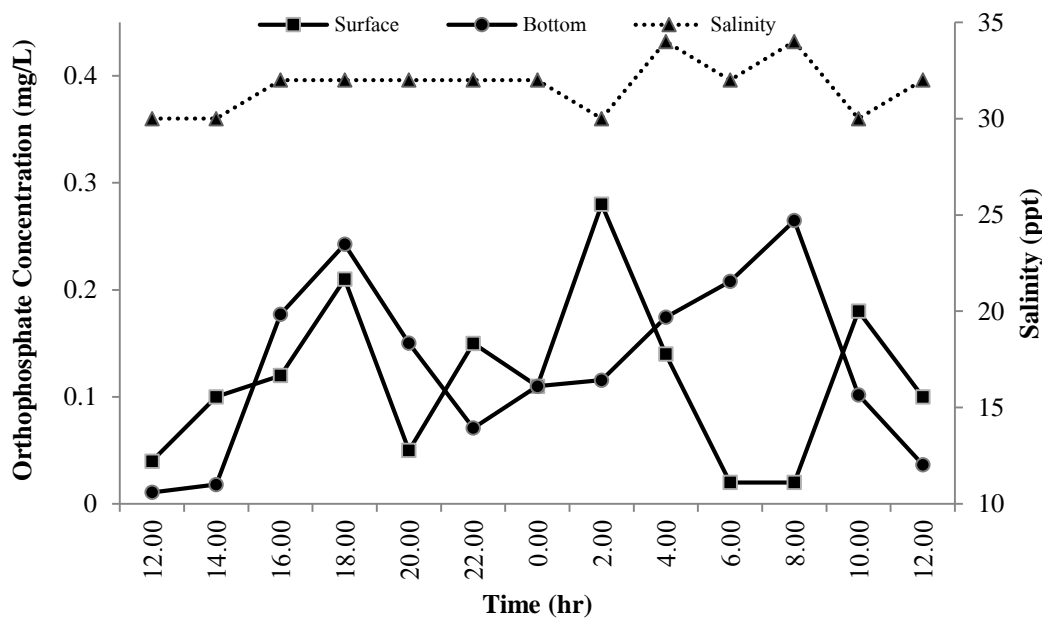
ในขณะที่ในเดือนกันยายนปริมาณแอมโมเนียและไนเตรตมีความสม่ำเสมอ เนื่องจากกระแสที่พัดพาธาตุอาหารทำให้เกิดการผสมกันค่าจึงไปในทางเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับจรรยาพงษ์ มิ้มข (2551) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารอนินทรีย์ไนโตรเจนในแม่น้ำจันทบุรี พบว่า ความเข้มข้นในช่วงฤดูหนาวมีค่าสูงกว่าฤดูฝน ซึ่งปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารทั้งสองฤดูที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับฤดูกาล และช่วงน้ำขึ้น-น้ำลง รวมทั้งกิจกรรมของชุมชน โดยมีค่าสารประกอบไนโตรเจนในรูปแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรต ทั้งสองฤดูอยู่ในช่วง 0.003 - 0.034 mg/L (เท่ากับ 3 - 34 µg/L) 0.001 - 0.025 mg/L (เท่ากับ 1 - 25 µg/L) และ 0.177 - 0.598 mg/L (เท่ากับ 177 - 508 µg/L) ตามลำดับ แต่ปริมาณไนโตรเจนในเดือนเมษายนและเดือนกันยายนมีค่าต่ำตลอดช่วงการศึกษา เนื่องจากไนไตรท์เป็นสารที่ทำปฏิกิริยาในมวลน้ำเอง และเปลี่ยนรูปได้เร็วและอยู่ในมวลน้ำในช่วงเวลาสั้นๆ ทำให้ฤดูกาลที่เปลี่ยนแปลงมีผลต่อปริมาณความเข้มข้นของไนไตรท์ ซึ่งสอดคล้องกับอนุกุล บุรณประทีปรัตน์ และคณะ (2556) ศึกษาทำการศึกษาลักษณะของสารอาหารอนินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำในฤดูแล้งและฤดูน้ำมากพบว่าความเข้มข้นไนไตรท์ต่ำ เนื่องจากการเปลี่ยนรูปในมวลน้ำ อีกทั้งปัจจัยหลักๆ ที่ทำให้ปริมาณไนโตรเจนลดลงและเพิ่มขึ้นในแต่ละช่วงเวลาที่ทำการศึกษาในครั้งนี้คือ ช่วงที่ทำการเก็บตัวอย่างในช่วงน้ำขึ้น-น้ำลง ซึ่งน้ำลงทำให้มีปริมาณธาตุอาหารมากกว่าช่วงน้ำขึ้น และอัตราการใช้ออกซิเจนของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ เช่น แพลงก์ตอน รวมทั้งปริมาณน้ำท่าที่ทำการศึกษา

ความเข้มข้นของฟอสเฟต

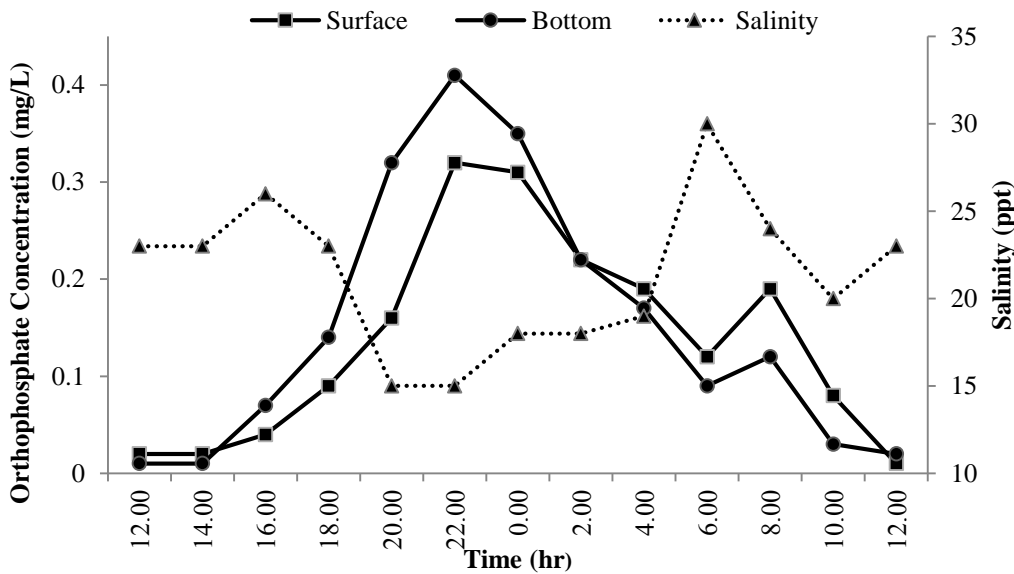
ในเดือนเมษายนค่าความเข้มข้นของฟอสเฟตทั้งน้ำขึ้นบนและน้ำขึ้นล่างมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน ยกเว้นช่วงเวลา 04.00-10.00 น. ที่ค่าความเข้มข้นของฟอสเฟตทั้งผิวน้ำและพื้นท้องน้ำมีการแปรผกผันโดยที่น้ำขึ้นล่างมีค่าสูงกว่าน้ำขึ้นบนอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งเมื่อสังเกตจากค่าความเค็มในช่วง 04.00-10.00 น. พบว่าค่า

ความเค็มมีการแปรผันและยังเป็นช่วงเวลาที่น้ำล้น ในขณะที่เดือนกันยายนค่าความเข้มข้นของฟอสเฟตทั้งน้ำชั้นบนและน้ำชั้นล่างมีแนวโน้มไปในทางเดียวกันโดยที่พบว่าค่าความเข้มข้นของฟอสเฟตเริ่มสูงในช่วงเวลา 18.00-22.00 น. โดยพบว่าในช่วงเวลา 18.00 น. ค่าความเค็มเริ่มลดต่ำลงและเป็นช่วงเวลาที่น้ำล้น ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่พบว่าค่าความเค็มของน้ำเพิ่มสูงขึ้นจะทำให้ฟอสเฟตตกตะกอนได้มากขึ้น เมื่อเก็บน้ำตัวอย่างมาวิเคราะห์ จึงเห็นว่าฟอสเฟตที่น้ำชั้นล่างมีค่าสูงกว่าน้ำชั้นบน (ภาพที่ 3 - 1) สำหรับค่าความเข้มข้นของฟอสเฟตในเดือนกันยายนมีค่ามากกว่าเดือนเมษายน พบคือ 0.28 ± 0.23 และ 0.25 ± 0.11 mg/L ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของรพีพรรณ เจริญก๊กและคณะ (2554) ที่พบว่าความเข้มข้นของสารละลายอนินทรีย์ฟอสฟอรัส ในช่วงฤดูมรสุมและในช่วงฤดูแล้งมีค่าอยู่ระหว่าง $0.63 - 5.03 \mu\text{mol-P/L}$ และ $0.14 - 0.41 \mu\text{mol-P/L}$ ตามลำดับ ซึ่งจะพบแนวโน้มว่าในช่วงเดือนมรสุมอาจหมายถึงเดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคมมีค่าความเข้มข้นของฟอสเฟตสูงกว่าในฤดูแล้ง

ก)



ข)



ภาพที่ 3 - 1 ค่าความเข้มข้นของฟอสเฟตกับค่าความเค็ม บริเวณปากแม่น้ำแฉมหนู จังหวัดจันทบุรี

ก) ค่าความเข้มข้นของฟอสเฟตกับค่าความเค็มในเดือนเมษายน

ข) ค่าความเข้มข้นของฟอสเฟตกับค่าความเค็มในเดือนกันยายน

ความเข้มข้นของซิลิเกต

จากการศึกษาความเข้มข้นของซิลิเกตในเดือนกันยายนนั้นมีความสูงกว่าเดือนเมษายนเพราะในเดือนกันยายนมีปริมาณน้ำฝนไหลลงมายังพื้นที่ศึกษามากกว่าเดือนเมษายน จากข้อมูลของศูนย์ภูมิอากาศ สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา (2557) รายงานว่า ระดับของปริมาณน้ำฝนในเดือนกันยายนมีค่ามากกว่าในเดือนเมษายน ซึ่งสามารถบ่งบอกได้ว่าซิลิเกตนั้นถูกชะล้างมากจากดินภูเขาในปริมาณมากจึงทำให้พบปริมาณของซิลิเกตเพิ่มขึ้นและปริมาณซิลิเกตที่พบมากจะอยู่ในน้ำชั้นบน และนอกจากนี้ผู้วิจัยคิดว่าสาเหตุที่พบค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของซิลิเกตได้มากในบริเวณผิวน้ำในช่วงเดือนกันยายนเนื่องจากการเกิดลิมน้ำเค็มสอดแทรกเท่ากับ $-3.49 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ ในขณะที่ค่าฟลักซ์น้ำขึ้นบนมีทิศทางไหลออกจากปากแม่น้ำสู่ทะเล มีค่าเท่ากับ $+2.82 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ ซึ่งโดยธรรมชาติแล้วพบว่า แหล่งที่มีของซิลิเกตนั้นส่วนใหญ่จะมาจากน้ำจืดที่มาจากแผ่นดินมากกว่าที่จะมาจากน้ำในทะเล

ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ อนุกุล บุรณประทีปรัตน์และคณะ (2556b) ที่ทำการศึกษาลักษณะของปากน้ำประแสร์ จังหวัดระยอง ได้อธิบายถึงพฤติกรรมของธาตุอาหารอนินทรีย์พบว่า สารอาหารละลายน้ำนี้มาจากแหล่งแผ่นดินเพราะสารอาหารส่วนใหญ่อยู่บนน้ำชั้นบนที่มีความเค็มต่ำ และซิลิเกตที่ปากน้ำประแสร์มีปริมาณมากขึ้น ซึ่งหมายความว่าซิลิเกตในพื้นที่ดังกล่าวอาจมีที่มาจากแผ่นดินและทะเลเนื่องจากพบในปริมาณสูงที่น้ำชั้นบนมากกว่าน้ำชั้นล่าง ซึ่งปริมาณซิลิเกตที่พบในเดือนกุมภาพันธ์และเดือนตุลาคมมีค่าเฉลี่ยเป็นดังนี้ คือ ในเดือนกุมภาพันธ์พบค่าที่ผิวน้ำ $18.09 \text{ }\mu\text{M}$ และ ท้องน้ำ $17.77 \text{ }\mu\text{M}$ ในขณะที่เดือนตุลาคมมีค่าเฉลี่ยที่ผิวน้ำ $156.24 \text{ }\mu\text{M}$ และ ท้องน้ำ $209.60 \text{ }\mu\text{M}$ ตามลำดับ

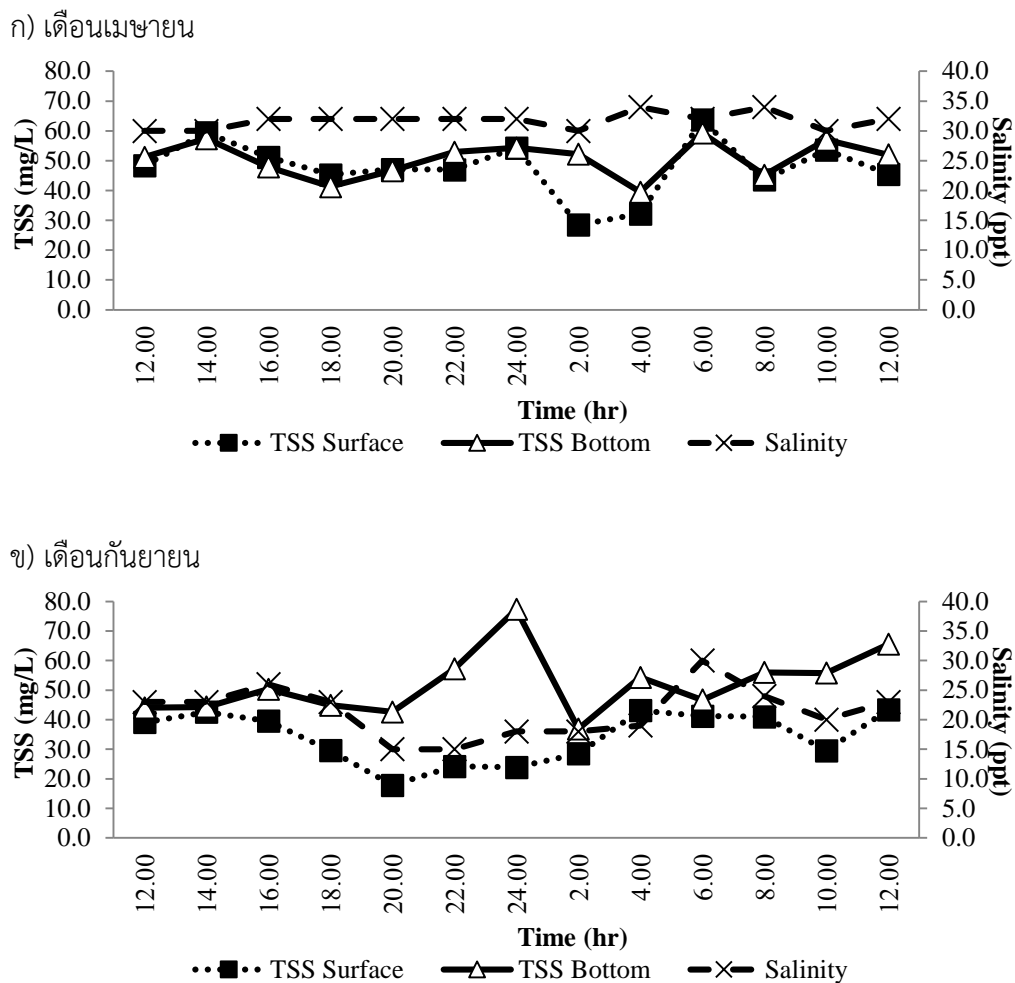
อีกทั้งยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของ สมภพ เหลืองกังวานกิจ (2541) ได้ทำการศึกษาลักษณะของธาตุอาหารที่แม่น้ำตาปี จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าปริมาณของซิลิเกตมีมากขึ้นในฤดูน้ำหลากโดยมีค่าเฉลี่ยใน

ฤดูน้ำหลาก และในฤดูแล้ง เท่ากับ 215.53 μM และ 10.50 μM ตามลำดับ และ ซึ่งเนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่เข้ามาอย่างสม่ำเสมอที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน อนึ่งในการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้มีผลการศึกษาที่แตกต่างกันบ้าง เช่น การศึกษาของ ธวัชชัย นาอุดม และ คณะ (2556) ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และคุณภาพน้ำทะเลระหว่างฤดูกาลบริเวณอ่าวไทยตอนบน ในปี พ.ศ. 2552 ผลการศึกษาพบว่า ซิลิเกตของเดือนมีนาคมสูงกว่าเดือนสิงหาคมแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ซึ่งธวัชชัย นาอุดม และ คณะ (2556) ให้เหตุผลประกอบว่าจากค่าสัดส่วนเรดฟิลด์ (Redfield Ratio) ซึ่งให้เห็นว่าอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำเป็นปัจจัยจำกัดของผลผลิตขั้นปฐมภูมิของแพลงก์ตอนพืชมากกว่าจะเป็นซิลิเกต เนื่องจากพบว่าธาตุอาหารอื่นแตกต่างระหว่างฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

ปริมาณตะกอนแขวนลอยและ Volatile ที่ผิวน้ำและท้องน้ำ

ปริมาณของตะกอนแขวนลอยในเดือนเมษายนทั้งในชั้นบนและ ชั้นล่างไม่มีความแตกต่างกันมากนัก เนื่องจากการผสมกันได้ดีของมวลน้ำในฤดูแล้งทำให้ตะกอนฟุ้งกระจายได้ดีกว่าในเดือนกันยายน และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของตะกอนผิวน้ำและพื้นท้องน้ำในเดือนเมษายนและกันยายน พบว่า ในเดือนกันยายน ปริมาณของตะกอนแขวนลอยที่พื้นท้องน้ำมีค่ามากกว่าในบริเวณผิวน้ำเนื่องจากความเค็มเฉลี่ยของทั้งเดือนกันยายนมีค่าต่ำกว่าเดือนเมษายน (ผู้วิจัยไม่ได้เก็บข้อมูลความเค็มแยกตามระดับความลึกของชั้นน้ำ อนึ่งข้อมูลค่าความเค็มเฉลี่ยของทั้ง 2 เดือน ดังตารางที่ 4 - 1) จึงทำให้ความหนาแน่นของมวลน้ำในเดือนกันยายนต่ำกว่าเดือนเมษายนจึงเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้พบค่าเฉลี่ยของตะกอนแขวนลอยในชั้นท้องน้ำมากกว่าผิวน้ำ (ดังภาพที่ 3 - 2) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอยที่ปากน้ำประแสร์ของ อนุกุล บุรณ ประทีปรัตน์และคณะ (2556a) ซึ่งจากการศึกษาพบว่าปริมาณของตะกอนในช่วงหน้าแล้งที่ผิวน้ำและท้องน้ำมีค่าใกล้เคียงกัน 53.79 mg/L และ 62.56 mg/L ตามลำดับ และในช่วงฤดูน้ำมากตะกอนที่ผิวน้ำและท้องน้ำมีค่าต่างกัน 44.50 mg/L และ 58.34 mg/L ตามลำดับ ซึ่งจากการศึกษาพบว่าความเค็มของน้ำทะเลมีผลต่อการฟุ้งกระจายของตะกอนซึ่งในหน้าแล้งปากน้ำประแสร์มีความเค็มที่ผิวน้ำ 30.17 ppt แต่ในหน้าน้ำมากความเค็มผิวน้ำเหลือเพียง 10.30 ppt ซึ่งแสดงว่าน้ำชั้นบนเป็นน้ำที่ไหลออกมาจากแผ่นดินทำให้เกิดการแบ่งชั้นทำให้มวลน้ำผสมกันไม่ดีทำให้ค่าตะกอนมีความต่างกันที่ผิวน้ำและท้องน้ำ

สำหรับปริมาณตะกอนอินทรีย์ในเดือนเมษายน พบว่ามีค่ามากกว่าในเดือนกันยายน อาจเนื่องจากว่าทิศทางฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอย และ ตะกอน Volatile มีการไหลจากปากแม่น้ำออกสู่ทะเลซึ่งมีค่าเท่ากับ +425.81 ton/day และ +159.10 ton/day ตามลำดับ ในขณะที่เดือนกันยายนพบว่า ทิศทางฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอย และ ตะกอน Volatile มีการไหลจากทะเลเข้าสู่ปากแม่น้ำ มีค่าเท่ากับ -162.10 และ -33.55 ตันต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งผู้วิจัยคิดว่าตะกอนอินทรีย์มากจากแผ่นดินได้มากกว่าที่จะมาจากทะเล



ภาพที่ 3 - 2 ปริมาณของตะกอนแขวนลอยและความเค็มเดือนเมษายนและเดือนกันยายน 2557

3.2 ศึกษาฟลักซ์ของของธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสเฟต ซิลิเกต และตะกอนแขวนลอย ในช่วงน้ำแล้ง และน้ำมากในบริเวณปากแม่น้ำแฉมหนู อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี

ฟลักซ์ของปริมาณน้ำ

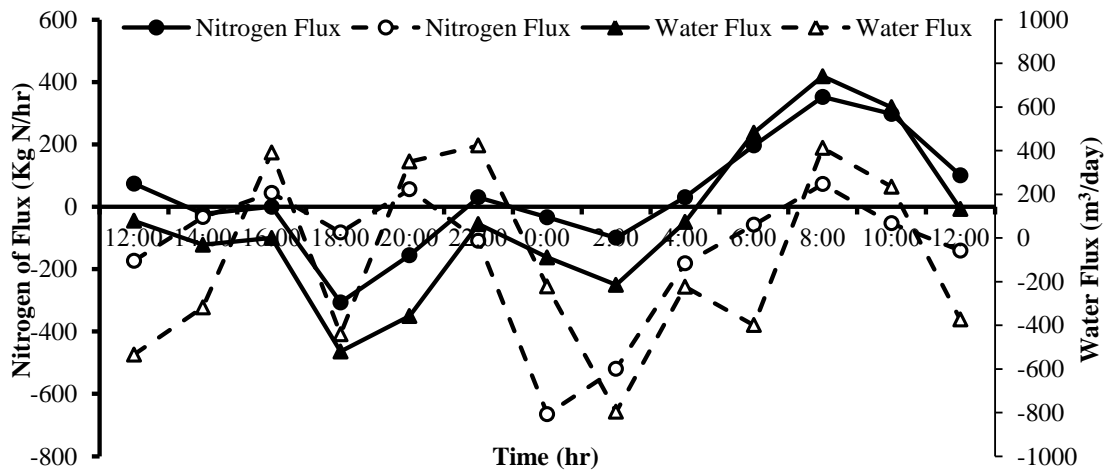
ฟลักซ์ของมวลน้ำนั้นมื่อธิพลมาจากน้ำขึ้นน้ำลงซึ่งทำให้ฟลักซ์มีทิศทางเข้าและออกปากแม่น้ำ ซึ่งปริมาณฟลักซ์ของน้ำที่มากขึ้นในเดือนกันยายนเนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่ไหลลงมาจากแผ่นดินที่ให้ปริมาณน้ำเพิ่มมากขึ้นและปริมาณน้ำจืดที่ไหลลงมาทำให้เกิดเป็นมวลน้ำแยกชั้นซึ่งน้ำจากทะเลจะเป็นมวลน้ำชั้นล่าง เนื่องจากความหนาแน่นสูงกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ อนุกุล บุรณประทีปรัตน์และคณะ (2556b) ในการศึกษาฟลักซ์ที่ปากน้ำประแสร์ พบว่าฟลักซ์ของน้ำในเดือนกุมภาพันธ์มีทิศทางไหลออกสู่ทะเลทั้งหมดโดยฟลักซ์ที่ระดับน้ำชั้นบนเท่ากับ $+1.45 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ ที่ระดับน้ำชั้นล่างเท่ากับ $+1.16 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ และฟลักซ์สุทธิเท่ากับ $+2.6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ ส่วนเดือนตุลาคมฟลักซ์ของน้ำชั้นบนมีทิศออกสู่ทะเล $0.92 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ ในขณะที่น้ำชั้นล่างมีทิศทางไหลเข้าสู่ปากแม่น้ำ $-0.49 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ โดยฟลักซ์สุทธิมีทิศทางออกสู่ทะเลซึ่งมีค่าเท่ากับ $0.43 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$

จากการศึกษาฟลักซ์ของซิลิเกตพบว่าในเดือนกันยายนมีฟลักซ์สุทธิมีค่าสูงกว่าในเดือนเมษายน เนื่องจากซิลิเกตนั้นถูกพัดมาจากการชะล้างจากแผ่นดินโดยน้ำชั้นบนฟลักซ์ของซิลิเกตจะมีปริมาณที่สูงว่า ท้องน้ำ แต่พบว่าฟลักซ์ในเดือนกันยายนมีการสอดแทรกของน้ำชั้นล่าง จึงทำให้เกิดการชดเชยกับซิลิเกตที่ไหล ออกจากปากน้ำแฉมหนู ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาฟลักซ์ซิลิเกตที่แม่น้ำตาปี (สมภพ เหลืองกังวานกิจ, 2541) พบว่าฟลักซ์ของซิลิเกตในแม่น้ำตาปีในฤดูน้ำมากจะมีค่าสูงกว่าฤดูแล้งซึ่งฟลักซ์เฉลี่ยของปากแม่น้ำตาปีในฤดู แล้งและฤดูน้ำมากมีค่า $-2,950$ kg/day และ $+782$ kg/day ตามลำดับ เนื่องจากปริมาณน้ำฝนในทำให้ฟลักซ์ซิลิเกตมีปริมาณสูงขึ้น และจากการศึกษาของ อนุกุล บุรณประทีปรัตน์และคณะ (2556b) ฟลักซ์ของซิลิเกตทั้ง 2 เดือนในปากน้ำประแสร์ โดยเดือนกุมภาพันธ์ (ฤดูน้ำแล้ง) น้ำชั้นบนมีค่า $+ 843.61$ kg/day น้ำชั้นล่าง $+ 1,365.50$ kg/day สุทธิ $+ 2,209.12$ kg/day และในเดือนตุลาคม (ฤดูน้ำหลาก) น้ำชั้นบน $+ 9,100.00$ kg/day น้ำชั้นล่าง $- 904.85$ kg/day สุทธิ $+ 8,195.15$ kg/day ซึ่งทั้งสองเดือนมีทิศทางการไหลลงสู่ทะเลและในเดือนตุลาคม สังเกตได้ว่าทิศทางของฟลักซ์นั้นมีการแบ่งชั้นเกิดขึ้นเช่นเดียวกับการศึกษาครั้งนี้

ฟลักซ์ของไนโตรเจน

ในการศึกษาปริมาณฟลักซ์ไนโตรเจนพบว่า ในเดือนเมษายนมีปริมาณ ฟลักซ์ไนโตรเจนสุทธิ ไหลไปในทิศทางเดียวกันคือ ไหลออกสู่ทะเลทั้งหมด และจากการทดลองพบว่า โดยส่วนใหญ่ปริมาณฟลักซ์ไนเตรต และฟลักซ์แอมโมเนียจะมีทิศทางไหลออกสู่ทะเล แต่บางช่วงเวลามีทิศไหลเข้าสู่ปากแม่น้ำ อาจเนื่องจากในฤดูน้ำแล้งมีช่วงเวลาระแส้น้ำลงมากกว่ากระแสขึ้น และปริมาณฟลักซ์ไนโตรเจนน้ำชั้นบนมีมากกว่าชั้นล่าง เนื่องจากน้ำชั้นล่างมีมวลน้ำหนักมากจึงทำให้มีแรงดันน้อย ส่วนเดือนกันยายนปริมาณฟลักซ์ไนโตรเจนสุทธิ มีทิศทางการไหลตรงกันข้ามกับเดือนเมษายนคือ ไหลเข้าสู่ปากแม่น้ำโดยปริมาณฟลักซ์แอมโมเนีย และฟลักซ์ไนเตรต มีทิศทางการไหลออกสู่ทะเล แต่จะมีทิศไหลเข้าสู่ปากแม่น้ำเป็นส่วนใหญ่ซึ่งอาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงฤดูกาล การผสมผสานกันของมวลน้ำ ความสมดุลของน้ำขึ้น-น้ำลงในช่วงเวลาที่ตรวจวัด รวมทั้งการทิ้งของเสียจากบ้านเรือนชุมชน การปล่อยน้ำจากฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และปัจจัยหลักคือ น้ำขึ้น-น้ำลง รวมทั้งน้ำมีอัตราการไหลจากแผ่นดินมาก ซึ่งในเดือนกันยายนนั้นน้ำจืดและน้ำเค็มจะมีการแบ่งชั้นอย่างชัดเจน เนื่องจากความหนาแน่นของน้ำเค็มมีค่ามากกว่าความหนาแน่นของน้ำจืด ดังนั้นน้ำจืดจึงมีแนวการไหลอยู่บนลุ่มน้ำเค็ม และเกิดการฟุ้งกระจายของน้ำเค็มที่ผิวสัมผัสระหว่างน้ำเค็มกับน้ำจืด ซึ่งจะเกิดการเคลื่อนไหวของมวลน้ำเค็มกับมวลของน้ำจืด แลกเปลี่ยนกันบ้าง แต่ไม่ปั่นป่วนมากนัก ทำให้ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงฟลักซ์ของน้ำและฟลักซ์ของสารอาหารไนโตรเจน

ส่วนปริมาณฟลักซ์ไนเตรตทั้งสองฤดูกาลนั้น ค่าค่อนข้างต่ำและปริมาณการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน น้อยมาก อาจเนื่องมาจากกระแสเริ่มแรง ทำให้ทิศทางการไหลของฟลักซ์ไนโตรเจนเปลี่ยนทิศเมื่อระดับน้ำเปลี่ยนจึงทำให้ปริมาณธาตุอาหารไหลออกสู่ทะเลช่วงเวลาหนึ่ง และไหลกลับเข้าปากแม่น้ำอีกครั้ง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของอนุกุล บุรณประทีปรัตน์ และคณะ (2556b) ที่ทำการศึกษฟลักซ์ของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำในฤดูแล้งและฤดูน้ำมากพบว่า การเปลี่ยนของฟลักซ์ของสารอาหารอนินทรีย์มีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน คือไหลออกสู่ทะเลทั้งหมด ซึ่งปริมาณฟลักซ์ไนโตรเจนในรอบวันที่ทำการศึกษา ในเดือนเมษายนและเดือนกันยายน มีทิศทางการไหลไปทางเดียวกับปริมาณฟลักซ์ของน้ำ ดังภาพที่ 3 - 3



ภาพที่ 3 - 3 ปริมาณฟลักซ์ของน้ำและฟลักซ์ไนโตรเจนบริเวณปากแม่น้ำแฉมหนู จังหวัดจันทบุรี ระหว่างเดือนเมษายนและเดือนกันยายน พ.ศ. 2557

จากการศึกษาสถานที่ทำการศึกษาระหว่างสองสถานีปากแม่น้ำแฉมหนูพบว่า ปริมาณฟลักซ์ไนโตรเจนทั้งสองฤดูนั้นมีทิศทางแตกต่างกัน คือ ในเดือนเมษายนฟลักซ์ไนโตรเจนไหลออกสู่ทะเลทั้งหมด ส่วนเดือนกันยายนพบว่ามีทิศทางไหลกลับเข้าสู่ปากแม่น้ำทั้งหมด ในขณะที่บริเวณปากแม่น้ำประแสร์มีผลการศึกษาของ อนุกุล บูรณประทีปรัตน์ และคณะ (2556b) พบว่า ฟลักซ์ไนโตรเจนทั้งสองฤดูกาลมีทิศทางไหลออกสู่ทะเลทั้งหมด เนื่องจากลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ทำการศึกษานั้นมีลักษณะแตกต่างกันรวมทั้งปริมาณน้ำท่า ลักษณะของปากแม่น้ำ เป็นต้น ข้อมูล ดังตารางที่ 3 - 1

ตารางที่ 3 - 1 เปรียบเทียบฟลักซ์สุทธิของสารอาหารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำในการศึกษาที่ปากแม่น้ำแฉมหนูและบริเวณปากแม่น้ำประแสร์

Location	Season	Flux		
		Ammonia [kg N/day]	Nitrite [kg N/day]	Nitrate [kg N/day]
ปากแม่น้ำประแสร์ [อนุกุล บูรณประทีปรัตน์ และคณะ (2556b)]	Dry	+258.11	+38.1	+180.82
	Wet	+201.98	+55.89	+381.39
ปากแม่น้ำแฉมหนู (การศึกษาครั้งนี้)	Dry	+2236.18	+75.02	+755.12
	Wet	-1828.49	-28.09	-229.21

หมายเหตุ - หมายถึงมีทิศทางไหลเข้าสู่ปากแม่น้ำ, + หมายถึงมีทิศไหลออกสู่ทะเล

ฟลักซ์ฟอสเฟต

ในเดือนเมษายนปริมาณของฟลักซ์ฟอสเฟตมีการแปรผันแคบบางช่วงเวลา แต่ในเดือนกันยายน ฟลักซ์ฟอสเฟตมีการแปรผันในช่วงกว้าง เนื่องจากมีแนวโน้มมาจากปริมาณน้ำฝนซึ่งดูจากปริมาณและทิศทางของฟลักซ์ของน้ำ ซึ่งในเดือนกันยายนมีปริมาณฟลักซ์ของน้ำมากกว่าเดือนเมษายนจึงทำให้ค่าฟลักซ์ของเดือนกันยายนมีปริมาณที่มากกว่า ซึ่งเกิดจากพัดพาน้ำฟอสเฟตมาจากการเลี้ยงกุ้งหรือน้ำทิ้ง พื้นที่หน้าตัดและกระแสน้ำขึ้น-น้ำลง ในเดือนกันยายนมีมากกว่าเมษายน ทั้งนี้ทำให้ทิศทางของฟลักซ์ทั้งเดือนเขายนและเดือนกันยายนแตกต่างกัน โดยที่เดือนเมษายนฟลักซ์มีทิศทางไหลออกสู่ทะเล แต่ในเดือนกันยายนฟลักซ์มีทิศทางไหลเข้าสู่ปากแม่น้ำอาจเกิดขึ้นจากลักษณะทางกายภาพของปากแม่น้ำ และปริมาณน้ำขึ้นน้ำลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อนุกุล บุรณประทีปรัตน์และคณะ (2556b) ศึกษาฟลักซ์ของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำบริเวณปากแม่น้ำประแสร์ในปี 2553 พบว่าฟลักซ์ของน้ำทั้งสองช่วงเวลามีทิศออกสู่ทะเล ฟลักซ์ของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำทั้งหมดมีทิศออกสู่ทะเลและส่วนใหญ่ ในฤดูน้ำมากมีค่าสูงกว่าในฤดูน้ำแล้ง การเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์ของธาตุอาหารตามเวลาทุกชนิดมีความสอดคล้องกับน้ำขึ้นน้ำลงในทั้งสองช่วงฤดูการ อนึ่งผลการศึกษา (ตารางที่ 3 - 2) ได้ศึกษาปริมาณและทิศทางของฟลักซ์ฟอสเฟต และฟลักซ์ของน้ำในสถานที่ต่างๆ ซึ่งผลของปริมาณฟลักซ์ฟอสเฟตในฤดูแล้งมีปริมาณน้อยกว่าฤดูน้ำมากในทุกสถานที่ ทำการศึกษา

ตารางที่ 3 - 2 ฟลักซ์สุทธิของฟอสเฟตละลายน้ำในการศึกษาที่ปากแม่น้ำแฉะมหนู และบริเวณอื่นๆ

Area	Season	Flux	
		Water (10 ⁶ m ³ /day)	Phosphate Kg-P/day
แม่น้ำตาปี (สมภพ เหลืองกังวานกิจ, 2541)	แล้ง	-2.17	-36
	น้ำมาก	-0.85	+62
คลองหวาว (สุภาพร รักเขียว, 2533)	แล้ง	+2.89	+20.8
	น้ำมาก	+2.93	+33.4
ปากแม่น้ำประแสร์ (อนุกุล บุรณประทีปรัตน์และคณะ, 2556b)	แล้ง	+2.6	+94.71
	น้ำมาก	+0.43	+101.31
การศึกษาครั้งนี้	แล้ง	+6.2	+1192.71
	น้ำมาก	-2.9	-1883.17

หมายเหตุ - หมายถึงมีทิศทางไหลเข้าสู่ปากแม่น้ำ ,+ มีทิศทางไหลออกสู่ทะเล

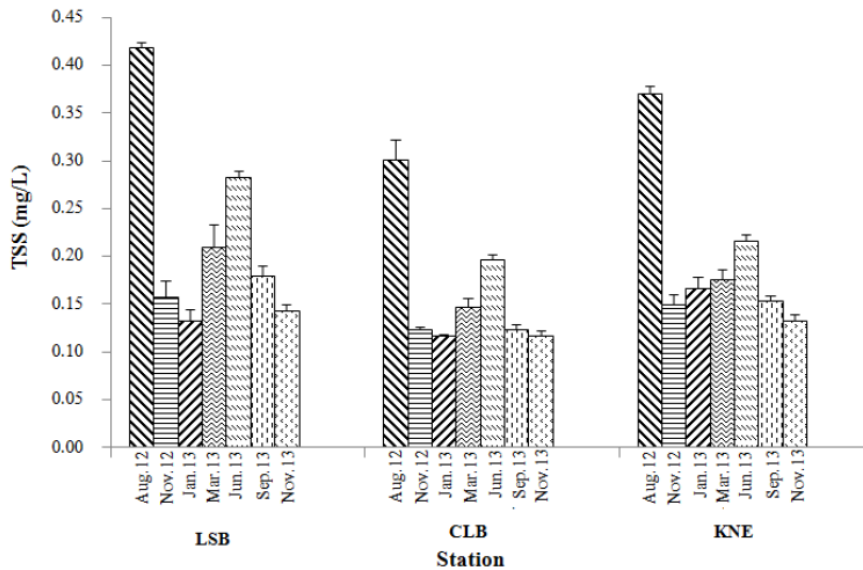
ฟลักซ์ของซิลิเกต

จากการศึกษาฟลักซ์ของซิลิเกตพบว่าในเดือนกันยายนมีฟลักซ์สุทธิมีค่าสูงกว่าในเดือนเมษายน เนื่องจากซิลิเกตนั้นถูกพัดมาจากการชะล้างจากแผ่นดินโดยน้ำขึ้นบนฟลักซ์ของซิลิเกตจะมีปริมาณที่สูงว่า ท้องน้ำ แต่พบว่าฟลักซ์ในเดือนกันยายนมีการสอดแทรกของน้ำขึ้นล่าง จึงทำให้เกิดการชดเชยกับซิลิเกตที่ไหลออกจากปากน้ำแฉะมหนู ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาฟลักซ์ซิลิเกตที่แม่น้ำตาปี (สมภพ เหลืองกังวานกิจ, 2541)

พบว่าฟลักซ์ของซิลิเกตในแม่น้ำตาปีในฤดูน้ำมากจะมีค่าสูงกว่าฤดูแล้งซึ่งฟลักซ์เฉลี่ยของปากแม่น้ำตาปีในฤดูแล้งและฤดูน้ำมากมีค่า $-2,950$ kg/day และ $+782$ kg/day ตามลำดับ เนื่องจากปริมาณน้ำฝนในทำให้ฟลักซ์ซิลิเกตมีปริมาณสูงขึ้น และจากการศึกษาของ อนุกุล บูรณประทีปรัตน์และคณะ (2556b) ฟลักซ์ของซิลิเกตทั้ง 2 เดือนในปากน้ำประแสร์ โดยเดือน กุมภาพันธ์ (ฤดูน้ำแล้ง) น้ำขึ้นบนมีค่า $+ 843.61$ kg/day น้ำขึ้นล่าง $+ 1,365.50$ kg/day สุทธิ $+ 2,209.12$ kg/day และในเดือนตุลาคม (ฤดูน้ำหลาก) น้ำขึ้นบน $+ 9,100.00$ kg/day น้ำขึ้นล่าง $- 904.85$ kg/day สุทธิ $+ 8,195.15$ kg/day ซึ่งทั้งสองเดือนมีทิศทางการไหลลงสู่ทะเลและในเดือนตุลาคม สังเกตได้ว่าทิศทางของฟลักซ์นั้นมีการแบ่งชั้นเกิดขึ้นเช่นเดียวกับการศึกษาครั้งนี้ จากการศึกษาของเบญจมาศ จันทะภา ไพบุลย์กิจกุล และคณะ (2559) พบว่า ฟลักซ์ของน้ำในฤดูแล้งไหลออกสู่ทะเลปริมาณ 7.30×10^6 ลบ. ม./วัน ในขณะที่ฤดูน้ำมากมีทิศทางการไหลเข้าสู่ปากแม่น้ำปริมาณ 0.67×10^6 ลบ. ม./วัน ตามลำดับ สำหรับฟลักซ์ของซิลิเกตมีทิศทางการไหลออกสู่ทะเลทั้งในฤดูแล้ง และฤดูน้ำมาก โดยพบว่าในฤดูน้ำมากไหลออกสู่ทะเลมากกว่าในฤดูแล้ง ดังมีค่า $1,600.59$ กก.-ซิลิเกต/ วัน และ $1,263.05$ กก.-ซิลิเกต/ วัน ตามลำดับ

ฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอยและ Volatile solid

จากการศึกษาฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอยในเดือนเมษายนมีทิศทางการไหลออกสู่ทะเลในขณะที่เดือนกันยายนมีทิศทางการไหลกลับเข้าสู่ปากแม่น้ำซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ฟลักซ์สุทธิในเดือนเมษายนมีค่ามากกว่าในเดือนกันยายนซึ่งพบว่าเกิดการสอดแทรกของน้ำในน้ำขึ้นล่าง แสดงว่าเกิดลิ่มน้ำเค็มเข้าสู่ปากน้ำแวมหนูและปริมาณของตะกอนแขวนลอยที่น้ำขึ้นล่างมีค่าสูง ทำให้เกิดการขดเซยฟลักซ์ที่ไหลออกทำให้มีปริมาณลดลงสอดคล้องกับการศึกษาที่ปากน้ำประแสร์ ฟลักซ์ของตะกอนสุทธิ มีค่าลดลงเช่นเดียวกัน จากการศึกษาของ อนุกุล ประทีปรัตน์และคณะ (2556a) ฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอยที่ปากน้ำประแสร์ โดยเดือนกุมภาพันธ์ น้ำขึ้นบนมีค่า $+ 21.96$ ton/day น้ำขึ้นล่าง $+ 81.70$ ton/day สุทธิ $+ 103.66$ ton/day ในเดือนตุลาคม น้ำขึ้นบน $+ 70.26$ ton/day น้ำขึ้นล่าง $- 7.05$ ton/day สุทธิ $+ 63.21$ ton/day จะพบว่า ฟลักซ์ของตะกอนในเดือนตุลาคมที่ปากน้ำประแสร์ จังหวัดระยองนั้นขึ้นบนและขึ้นล่างนั้นมีทิศทางตรงข้ามเช่นเดียวกันกับการศึกษาครั้งนี้ เพียงแต่ฟลักซ์ตะกอนแขวนลอยที่ปากน้ำแวมหนูมีการไหลเข้าปากแม่น้ำในน้ำขึ้นล่างมากกว่าที่ไหลออกในขึ้นบนทำให้ฟลักซ์สุทธิแสดงให้เห็นว่าตะกอนไหลเข้าปากแม่น้ำ และจากการศึกษาปริมาณตะกอนแขวนลอยที่มีผลต่อปะการังในบริเวณหาดเจ้าหลาว แหลมเสด็จ จังหวัดจันทบุรีโดย เบญจมาศ จันทะภา ไพบุลย์กิจกุล และคณะ (2559) พบว่าในช่วงฤดูน้ำหลากนั้นตะกอนแขวนลอยมีแนวโน้มลดลงเห็นได้อย่างชัดเจน (ภาพที่ 3 - 4)



ภาพที่ 3 - 4 ปริมาณตะกอนแขวนลอยผิวน้ำบริเวณหาดเจ้าหลาว เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2556)

จากการศึกษาเรื่องฟลักซ์ทั้งของซิลิเกตและตะกอนแขวนลอย ในบริเวณปากน้ำแฉมหนู จังหวัดจันทบุรี ในปี พ.ศ. 2557 ได้พบแนวโน้มว่าพบว่าฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอยและซิลิเกตทั้งในน้ำชั้นบนและชั้นล่างมีค่าแปรผันตรงกับฟลักซ์ของน้ำในพื้นที่ดังกล่าว อนึ่ง เป็นที่น่าสังเกตจากผลการทดลองที่เกิดขึ้นว่า ฟลักซ์ของซิลิเกตในน้ำชั้นบนมีการไหลออกเป็นปริมาณมาก ซึ่งเป็นการขัดแย้งกับปริมาณซิลิเกตในน้ำชั้นล่าง จึงทำให้ฟลักซ์สุทธิของซิลิเกตมีการส่งออกสู่ทะเล ผู้วิจัยได้นำผลการศึกษานี้เปรียบเทียบกับงานวิจัยที่มีลักษณะคล้ายกัน สรุปดังตารางที่ 3 - 3

ตารางที่ 3 - 3 ฟลักซ์สุทธิในปากน้ำแฉมหนูและบริเวณอื่นๆ

พื้นที่ทำการศึกษา	ฤดู	ฟลักซ์สุทธิน้ำ (m ³ /day)	ฟลักซ์สุทธิตะกอนแขวนลอย (ton/day)
ปากแม่น้ำแฉมหนู ¹	ฤดูแล้ง	+3.65 × 10 ⁶	+212.90
	ฤดูฝน	-0.33 × 10 ⁶	-81.04
ปากแม่น้ำประแสร์ ¹	ฤดูแล้ง ก.พ. 53	+ 2.60 × 10 ⁶	+ 103.66
	ปลายฤดูแล้ง พ.ค. 53	+ 0.23 × 10 ⁶	- 110.11
	ปลายฤดูฝน ต.ค. 53	+ 0.43 × 10 ⁶	+ 63.21
คลองปากนคร ²	ฤดูแล้ง เม.ย. 44	- 1.22 × 10 ⁶	- 270
	ฤดูน้ำหลาก ต.ค. 43	+ 0.80 × 10 ⁶	+124
แม่น้ำตาปี ³	ฤดูแล้ง เม.ย. 40	- 2.71 × 10 ⁶	- 2,420
	ฤดูน้ำหลาก ต.ค. 40	- 0.85 × 10 ⁶	+ 584
แม่น้ำเจ้าพระยา ⁴	ฤดูแล้ง ม.ค. 47	+ 24.3 × 10 ⁶	-
	ฤดูฝน ก.ค. 47	+ 28.0 × 10 ⁶	-

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอย ฟลักซ์ของธาตุอาหารอนินทรีย์ต่อความหลากหลายทางชีวภาพของปะการังบริเวณหาดเจ้าหลาว จังหวัดจันทบุรี: โครงการปีที่ 2

พื้นที่ทำการศึกษ	ฤดู	ฟลักซ์สุทธิน้ำ (m ³ /day)	ฟลักซ์สุทธิตะกอน แขวนลอย (ton/day)
แม่น้ำแยงซีเกียง (Datong) ⁵	1955-2007	+ 2,571.61×106	+ 1,164,630.14
แม่น้ำอิรวดี ⁶	1983	+ 1,172.60×106	+ 726,000
แม่น้ำโขง (Pakse) ⁷	1993-2000	+ 852.1×106	+ 311,000

หมายเหตุ - หมายถึงมีทิศทางไหลเข้าสู่ปากแม่น้ำ, + หมายถึงมีทิศไหลออกสู่ทะเล

ที่มา ¹อนุกุล บูรณประทีปรัตน์และคณะ (2556a)

²สุริยพันธ์ สารมุล และ กัลยา วัฒยากร (2544)

³สมภพ เหลืองกังวานกิจ (2541)

⁴Wattayakorn (2004)

⁵Cheng *et al.* (2009)

⁶Robinson *et al.* (2007)

⁷Lu & Siew (2005)

จากการเปรียบเทียบการศึกษาปริมาณฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอยในแม่น้ำขนาดต่างๆ ตามตารางที่ 5 - 1 พบว่าแม่น้ำที่มีอัตราการไหลของน้ำใกล้เคียงกับปากแม่น้ำแฉมหนู คือ แม่น้ำประแสร์ คลองปากนคร และแม่น้ำตาปี การขนส่งของตะกอนแขวนลอยมีค่ามากที่สุดที่คลองปากนครเนื่องจากบริเวณนี้เป็นที่ราบลุ่มทำการเกษตรกรรม (สุริยพันธ์ สารมุล และ กัลยา วัฒยากร, 2544) เมื่อเปรียบเทียบกับแม่น้ำที่มีขนาดใหญ่พบว่าแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเจน แม่น้ำโขงมีการขนส่งตะกอนแขวนลอยมากกว่าแม่น้ำประแสร์ประมาณ 28 เท่า แม่น้ำอิรวดีมากกว่าประมาณ 66 เท่า และแม่น้ำแยงซีเกียง มากกว่าประมาณ 106 เท่า

3.3 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณธาตุอาหารบริเวณปากแม่น้ำแฉมหนู

เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติโดยสารอาหารชนิดซิลิเกต บริเวณปากแม่น้ำแฉมหนูในช่วงฤดูน้ำมากมีสูงกว่าฤดูแล้ง อาจเป็นผลมาจากชะล้างจากแผ่นดินเป็นหลักเป็นเหตุทำให้ซิลิเกต ในช่วงเดือนกันยายนซึ่งเป็นฤดูน้ำมากมีค่าสูงกว่าเดือนกุมภาพันธ์ซึ่งเป็นฤดูน้ำน้อย (ดังภาพที่ 2 - 29) ซึ่งค่าที่ได้นี้แปรผันตรงกับปริมาณน้ำท่าดังนั้นอาจเป็นเพราะมีแหล่งกำเนิดมาจากการผุกร่อนพังทลายของหินและดินในพื้นที่ลุ่มน้ำ เมื่อปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้นจึงชะล้างเอาซิลิเกตลงสู่แหล่งน้ำได้มากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งให้ผลการศึกษาสอดคล้องกับการศึกษาของ อนุกุล บูรณประทีปรัตน์ และคณะ (2556b) ที่ทำการศึกษฟลักซ์ของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำบริเวณปากแม่น้ำประแสร์ จ. ระยอง ในปี พ.ศ. 2553 ทั้งในช่วงฤดูแล้ง (23-24 กุมภาพันธ์) และฤดูน้ำมาก (8-9 ตุลาคม) พบว่า ความเข้มข้นของซิลิเกต และฟอสเฟตในช่วงเดือนตุลาคมซึ่งเป็นฤดูน้ำมากมีค่าสูงกว่าในเดือนกุมภาพันธ์ซึ่งเป็นฤดูน้ำน้อย

อีกทั้งผลการวิเคราะห์ทางสถิติจากการศึกษานี้พบว่า ปริมาณตะกอนแขวนลอย ค่าการนำไฟฟ้า และอุณหภูมิน้ำมีค่ามากในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งอธิบายได้ว่าเป็นธรรมชาติของฤดูร้อนที่แสงแดดมีความเข้มข้นสูง ทำให้น้ำร้อน ระเหยได้เร็ว ส่งผลให้น้ำมีความเค็มสูงและค่าการนำไฟฟ้าจึงสูงตามไปด้วย ในขณะที่ปริมาณแอมโมเนีย

ไนโตรเจน และไนเตรต เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแล้วพบว่า มีค่าค่อนข้างสูงในช่วงฤดูร้อน (ดังภาพที่ 2 - 9) ซึ่งแนวโน้มของค่าที่สูงนี้อาจเป็นเพราะสารเหล่านี้มีแหล่งที่มาจากชุมชน การเกษตรกรรม การเพาะเลี้ยงกุ้ง หรืออุตสาหกรรมตามลำน้ำ ซึ่งในช่วงที่น้ำในแม่น้ำมีปริมาณน้อยจึงเกิดการสะสมของสารเหล่านี้ในแม่น้ำเพราะการแลกเปลี่ยนของน้ำในแม่น้ำกับน้ำทะเลภายนอกเกิดขึ้นได้ช้า

หากพิจารณาข้อมูลโดยวิเคราะห์ทางสถิติในทุกๆ พารามิเตอร์ตามระดับการเก็บตัวอย่าง (คือ ผิวน้ำกับพื้นท้องน้ำ) พบว่า ทั้งสองบริเวณคือ ผิวน้ำ และพื้นท้องน้ำไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ดังภาพที่ 2 - 30) อาจเป็นเพราะมวลน้ำมีการผสมผสานกันได้ดีตามแนวตั้งเนื่องจากปริมาณฝนตกไม่มากนัก ประกอบกับความลึกของปากแม่น้ำแฉกน้อยไม่มากนักจึงเกิดการรุกของน้ำทะเลเข้าสู่แม่น้ำ อิทธิพลของกระแสน้ำขึ้นน้ำลงจึงมีมากขึ้น ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดความปั่นป่วนของมวลน้ำ (Yanagi, 1999) ที่เป็นผลมาจากแรงเสียดทานเมื่อมีกระแสน้ำไหลผ่านพื้นท้องน้ำ ทำให้น้ำทั้งชั้นบนและชั้นล่างผสมกันได้ดี

ค่าความเป็นกรดต่างของน้ำจากการศึกษาครั้งนี้พบว่ามีความเปลี่ยนแปลงสูงในช่วงฤดูน้ำมากและต่ำกว่าเล็กน้อยในช่วงฤดูร้อนซึ่งแตกต่างจากผลการศึกษาของ สุธิดา กาญจนน้อยติเรกสภ และคณะ (2558a) ทำการศึกษาฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอยและสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำบริเวณปากแม่น้ำระยองในปี พ.ศ. 2556 ในระหว่างวันที่ 18 - 19 เมษายน (ฤดูแล้ง) และวันที่ 20 - 21 ตุลาคม (ฤดูน้ำมาก) พบว่าค่าความเป็นกรดต่างเฉลี่ยในฤดูร้อนมีสูงกว่าในฤดูฝน สำหรับปริมาณตะกอนแขวนลอยจากการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยในฤดูแล้งมีค่าต่ำกว่าในฤดูน้ำมาก ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณน้ำท่าเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ยังมีผลการศึกษาระยะสั้นแม่น้ำจันทบุรีที่ทำการศึกษาเมื่อ พ.ศ. 2556 ของ สุธิดา กาญจนน้อยติเรกสภ และคณะ (2558b) พบว่าฟลักซ์สุทธิของซิลิเกต และฟอสเฟตในฤดูน้ำมากมีค่าสูงกว่าฤดูแล้ง ในขณะที่ฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอยสุทธิในฤดูน้ำน้อยมีค่ามากกว่าในฤดูน้ำมาก ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษานี้ ณ บริเวณปากแม่น้ำแฉก

3.4 ศึกษาทิศทางการไหลของน้ำ และทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอน

ทิศทางการไหลของกระแสน้ำ และทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนในรอบปี พบว่าในช่วงเดือนสิงหาคม มีนาคม มิถุนายน และเดือนกันยายน นั้นส่วนมากจะมีทิศทางการไหลของกระแสน้ำไปในทิศตะวันออกเฉียงใต้สลับกับทิศตะวันตกเฉียงเหนือ โดยทิศทางการไหลของกระแสน้ำจะมาทางปากแม่น้ำแฉกไหลไปยังบริเวณชายหาดเจ้าหลาว และบริเวณแหลมเสด็จ ซึ่งในบริเวณแหลมเสด็จ มีทิศทางการกระจายตัวของปริมาณตะกอนไปทางชายหาดเจ้าหลาว ส่วนบริเวณแนวปะการังหาดเจ้าหลาว และบริเวณปากแม่น้ำแฉกจะมีทิศทางการกระจายตัวไปทางบริเวณแหลมเสด็จ เป็นส่วนมาก ส่วนในเดือนพฤศจิกายน กับเดือนมกราคม พบว่ามีทิศทางการไหลของกระแสน้ำแบบไม่แน่นอน คือไหลไปในทิศตะวันออกเฉียงใต้สลับกับทิศตะวันตกเฉียงเหนือ และมีทิศทางการกระจายตัวของปริมาณตะกอนแบบสม่ำเสมอโดยสอดคล้องกับ นิทัศน์ ลิ้มผ่องใส (2554) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของพลังงานจากคลื่นและกระแสน้ำต่อการฟุ้งกระจายของตะกอนท้องน้ำ และความเข้มข้นตะกอนแขวนลอยในมวลน้ำชายฝั่งบ้านขุนสมุทรจีน จังหวัดสมุทรปราการ พบว่าพลังงานคลื่นและกระแสน้ำมีอิทธิพลต่อการฟุ้งกระจายของตะกอนท้องน้ำอย่างมากซึ่งอิทธิพลของพลังงานคลื่นและกระแสน้ำมีผลต่อความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยในมวลน้ำชายฝั่ง

3.5 ศึกษาปริมาณตะกอนผิวหน้า และตะกอนพื้นท้องน้ำบริเวณพื้นที่ศึกษา

ผลจากการศึกษาพบว่า บริเวณปากน้ำแฉกมีน้ำท่าจากแม่น้ำไหลผ่านมาก ทำให้เกิดการ Weathering ซึ่งเป็นกระบวนการการผุพังสลายตัวของหินในสภาพธรรมชาติด้วยกระบวนการทางฟิสิกส์ และเคมี เช่น อุณหภูมิ การแตกหักของหิน การแตกอันเนื่องจากแรงดัน น้ำชะจากสภาพธรรมชาติ เป็นต้น ทำให้เกิดการชะล้างดินตะกอนลงสู่แม่น้ำค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน เพราะเป็นเพียงแหล่งรองรับน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลในระบบชลประทานน้ำเค็ม ส่งผลให้ตะกอนมวลหนักพบได้มากในบริเวณปากน้ำแฉก ในขณะที่ตะกอนมวลเบาพบได้มากในบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน

จากผลการศึกษาปริมาณตะกอนผิวหน้าในรอบปี พบว่าปริมาณตะกอนผิวหน้าทั้ง 3 สถานี ในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 มีปริมาณตะกอนผิวหน้ามากที่สุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.30 – 0.42 mg/L ส่วนในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2556 พบว่ามีปริมาณตะกอนผิวน้ำน้อยที่สุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.12 – 0.14 mg/L ซึ่งในทุกครั้งของการเก็บข้อมูลปริมาณตะกอนผิวน้ำทั้ง 3 สถานีนั้นมีแนวโน้มที่คล้ายคลึงกันในช่วงเดือนสิงหาคมกับเดือนมิถุนายน โดยมีแนวโน้มของปริมาณตะกอนผิวน้ำที่มากที่สุด และในช่วงเดือนพฤศจิกายนมีแนวโน้มของปริมาณตะกอนผิวน้ำน้อยที่สุด

ส่วนผลการศึกษาปริมาณตะกอนพื้นท้องน้ำในรอบปี พบว่าปริมาณตะกอนพื้นท้องน้ำทั้ง 3 สถานี ในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 ทั้ง 3 สถานีมีปริมาณตะกอนพื้นท้องน้ำที่มากที่สุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 7.79 – 12.13 mg/L ส่วนในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2556 พบว่ามีปริมาณตะกอนพื้นท้องน้ำน้อยที่สุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 2.55 – 5.37 mg/L ซึ่งในทุกครั้งของการเก็บข้อมูลปริมาณตะกอนพื้นท้องน้ำทั้ง 3 สถานีจะมีแนวโน้มที่คล้ายคลึงกันคือในเดือนสิงหาคม มีนาคม และเดือนมิถุนายน มีแนวโน้มของปริมาณตะกอนพื้นท้องน้ำที่มากที่สุด และในช่วงเดือนพฤศจิกายนมีแนวโน้มของปริมาณตะกอนพื้นท้องน้ำที่น้อยที่สุดโดยสอดคล้องกับ ปัญญา ขาวงาม (2547) ได้ศึกษาปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอน บริเวณชายฝั่งภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตั้งแต่ปากแม่น้ำบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทราจนถึง ปากแม่น้ำตราด จังหวัดตราด ที่พบว่าปริมาณของอินทรีย์สารในดินตะกอนในช่วงฤดูฝนจะมีมากกว่าในฤดูแล้ง

ซึ่งจะเห็นได้ว่าทั้งปริมาณตะกอนผิวน้ำ และปริมาณตะกอนพื้นท้องน้ำนั้นมีแนวโน้มที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งเป็นผลมาจากฤดูกาลของการเก็บข้อมูล โดยในการเก็บข้อมูลของเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 เป็นช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ อยู่ในช่วงของฤดูฝนที่ทำให้มีการชะล้างน้ำพาตะกอนจากแผ่นดิน และชายฝั่งรวมไปถึงแม่น้ำ และปากแม่น้ำออกมาสู่ทะเลที่มากกว่าในฤดูแล้งหรือฤดูร้อน โดยสอดคล้องกับ ธราพล จิตมั่นขวัญ ยืน (2548) ได้ศึกษาประเมินอัตราการเคลื่อนตัวของตะกอนบริเวณป่าชายเลน ปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาครพบที่มีการพัดพาตะกอนไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ทั้งสองฤดูมรสุม ซึ่งเป็นการพาตะกอนออกจากฝั่ง ทำให้เกิดการกัดเซาะของแผ่นดินโดยที่การเคลื่อนตัวของตะกอนในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงใต้มีอัตราการเคลื่อนตัว 49.01 กรัม/ตารางเมตร/วัน ในขณะที่ในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีอัตราการเคลื่อนตัว 6.854 กรัม/ตารางเมตร/วัน

3.6 ศึกษาชนิด และความหลากหลายของปะการังบริเวณหาดเจ้าหลาว อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี

จากผลการศึกษาพบว่าปะการังบริเวณหาดเจ้าหลาวเป็นปะการังน้ำตื้น จึงพบความหลากหลายของปะการังไม่มากนัก ประกอบกับบริเวณนี้มีระดับน้ำที่ไม่ลึกมากนักในรอบวันส่งผลให้แสงแดดอาจส่องลงสู่ปะการังมากเกินไป อาจส่งผลต่อการฟอกขาวของปะการังในบริเวณแห่งนี้ นอกจากนี้ผลการศึกษาพบว่าปริมาณตะกอนมวลเบาที่มาจากอ่าวคุ้งกระเบน ในขณะที่ตะกอนมวลหนักมากจากปากน้ำแฉกใหญ่ จึงส่งผลให้ในบริเวณปะการังน้ำตื้นหาดเจ้าหลาวมีความหลากหลายของปะการังน้อย

จากการศึกษาของ นิพนธ์ พงศ์สุวรรณ (มปป) พบว่าปะการังแต่ละชนิดไวต่อการเกิดฟอกขาวแตกต่างกัน โดยกลุ่มปะการังร่องหนาม (*Merulina ampliata*) ปะการังดอกจอก (*Pectinia* spp.) ปะการังลายดอกไม้เคลวส์ (*Pavona clavus*) ปะการังหนามขนุน แบบกึ่ง (*Hydnophora rigida*) ปะการังเขากวางแกรนด์ (*Acropora grandis*) และ ปะการังช่องเล็กแบบก้อน (*Montipora* spp.) เป็นพวกที่อยู่อันดับต้นๆ ตามลำดับ ที่เกิดการฟอกขาวได้มาก แต่ถ้าพิจารณาในระดับสกุล จะพบว่าปะการังร่องหนาม (*Merulina*) ปะการังดอกจอก (*Pectinia*) ปะการังหนามขนุน (*Hydnophora*) ปะการังวงแหวน (*Favia*) ปะการังรังผึ้ง (*Goniastrea*) และ ปะการังเขากวาง (*Acropora*) อยู่ในอันดับต้นๆ ตามลำดับที่เกิดการฟอกขาวได้มาก

หากพิจารณาปะการังที่ฟอกขาวในแต่ละชนิด ข้อมูลอัตราส่วนของปริมาณครอบคลุมของปะการังที่ฟอกขาวต่อปะการังที่ปกติของแต่ละชนิด เป็นดัชนีที่บ่งบอกถึงความอ่อนไหวของปะการังที่จะเกิดการฟอกขาวได้ ปะการังแต่ละชนิดอาจไวต่อการเกิดการฟอกขาวต่างกัน Hoegh-Guldberg & Salvat (1995) ให้ข้อคิดเห็นว่าปะการังที่เจริญเติบโตเร็วและมีอัตราการเผาผลาญพลังงานสูง เป็นพวกที่ไวต่อการเกิดฟอกขาว นอกจากนี้ยังอาจขึ้นกับความทนทานของ zooxanthellae ที่อยู่ภายในเนื้อเยื่อ ปะการังแต่ละชนิดอาจมีสายพันธุ์ของ zooxanthellae ต่างกัน ทำให้ตอบสนองต่ออุณหภูมิที่สูงและปริมาณแสงแดด (ที่ระดับความถี่ที่ใช้ในการสังเคราะห์แสง) ต่างกันได้ (Brown 1997) นอกจากนี้ ความต้านทานต่อการเกิดการฟอกขาว ยังขึ้นอยู่กับว่าปะการังนั้นๆ ได้ผ่านการกระตุ้นด้วยปัจจัยบางอย่างมาก่อนจนทำให้เกิดการปรับตัวในระยะต่อมาหรือไม่ เช่น ปะการังในบริเวณน้ำตื้น หากได้รับแสงแดดมากในระยะแรก ต่อมาเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นอย่างผิดปกติ ก็ไม่เกิดการฟอกขาวแต่อย่างใด

ปัจจัยเสริมที่ก่อให้เกิดการฟอกขาวของปะการังได้ง่ายขึ้นในช่วงที่อุณหภูมิของน้ำทะเลสูงขึ้นสูง ก็คือลักษณะการเคลื่อนที่ของมวลน้ำ มีรายงานจากหลายพื้นที่ที่กล่าวอ้างถึงการฟอกขาวว่ามีโอกาสเกิดได้มากในบริเวณที่มีการไหลเวียนของกระแสน้ำน้อย (Williams and Bunkley-Williams, 1990) โดยเฉพาะในบริเวณที่น้ำตื้น หากกระแสน้ำไม่หมุนเวียนมากพอจะทำให้อุณหภูมิยังคงสูงอยู่เป็นเวลานาน ในบริเวณที่ทะเลเรียบมีโอกาสดเกิดการฟอกขาวของปะการังได้มากเช่นเดียวกัน เพราะแสงแดดมีโอกาสผ่านชั้นน้ำลงถึงปะการังได้มากขึ้น แสงแดดจะถูกดูดกลืนไปกทะเลที่มีคลื่นได้มากกว่าทะเลที่ราบเรียบมากถึง 2-4 เท่า ที่ชั้นความลึกจากผิวน้ำจนถึง 3 เมตร (Dustan, 1982)

แนวปะการังในน่านน้ำไทยมีลักษณะการกระจายตามแนวชายฝั่งของแผ่นดินใหญ่และชายฝั่งของเกาะต่างๆ ทั้งฝั่งอ่าวไทยและทะเลอันดามัน ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 160 ตารางกิโลเมตร ลักษณะรูปทรงของปะการังมีทั้งแบบกึ่งก้าน แบบก้อน แบบแผ่น หรือแบบเคลือบ รูปทรงแบบกึ่งก้านและแบบก้อนเป็นรูปทรง

เด่นของปะการัง ในประเทศไทยนั้นพบว่ามีการังในสกุล *Acropora* ซึ่งอยู่ในครอบครัว *Acroporidae* มีการแพร่กระจายอยู่ทั่วบริเวณอ่าวไทย โดยส่วนใหญ่พบว่าเป็นปะการังกลุ่มเด่นร่วมกับปะการังโขด *Porites lutea* ในครอบครัว *Poritidae* และปะการังครอบครัว *Faviidae* โดยพบว่าปะการัง *Porites lutea* มักเป็นชนิดเด่นในที่ตื้น (Reef flat) ซึ่งเป็นบริเวณที่ใกล้ฝั่ง หรือมีน้ำขุ่น ส่วนปะการัง *Acropora* มักเป็นชนิดเด่นในบริเวณที่มีน้ำใส หรือในที่ลึก (Reef slope) หรือแนวปะการังที่อยู่นอกฝั่ง (สิทธิพันธ์ ศิริรัตนชัย และคณะ (2527); สิทธิพันธ์ ศิริรัตนชัย และคณะ (2528); สุเทพ ศิลปบัณฑิตกุล และคณะ (2538); Sakai et al (1986); Phongsuwan and Chansang (1992); Sudara et al (1992); Kudo and Yamano (1997); Chevaporn et al (2000) แม้ว่าปะการังโขด *P. lutea* จะเป็นปะการังที่มีการครอบครองพื้นที่มากที่สุด (Phongsuwan and Chansang (1992); หรรษา จันทรแสง และคณะ (2542)) แต่ในแง่ความหลากหลายของชนิดแล้วพบว่าปะการังครอบครัว *Faviidae* และ ปะการังในสกุล *Acropora* มีความหลากหลายสูงกว่า ซึ่งในทางฝั่งตะวันออกบริเวณเกาะต่างๆ ของทะเลไทย มักพบปะการังในสกุลนี้เป็นชนิดเด่น (สิทธิพันธ์ ศิริรัตนชัย และคณะ (2528); Sakai et al (1986); วิภูษิต (2537); ดรรงค์ (2540) และทรงวุฒิ (2545) ส่วนในกลุ่มเกาะต่างๆ บริเวณด้านอ่าวไทยฝั่งตะวันตกมักพบปะการังสกุลนี้เป็นปะการังชนิดเด่นเช่นเดียวกัน (สุรพล สุตารา และคณะ (2531); Yeemin et al. (1994); Yeemin et al. (1998); อัญชลี จันทรคัง (2543) และ Chankong (2000)). เสธ ทรงพลอย และคณะ (2548) รายงานว่าแนวปะการังส่วนมากที่พบในบริเวณอ่าวไทยจะเป็นปะการังรูปก้อน

จากการศึกษาของ จีรวรรณ ช่วยพัฒน (2549) พบว่า ปะการังเกาะมันและกลุ่มเกาะสี่ซึ่งได้รับอิทธิพลจากชายฝั่ง และปากแม่น้ำสูง ได้รับน้ำจืดเมื่อเกิดฝนตกหนัก และตะกอนจากปากแม่น้ำ ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับกลุ่มเกาะศรีบอยา คือทั้ง 3 กลุ่มเกาะเป็นแนวปะการังที่ก่อตัวได้ไม่ลึกมาก และมีลักษณะเป็นแนวปะการังน้ำตื้น มีความลาดชันเพียงเล็กน้อยหรือเป็นแนวราบกว้างๆ และได้รับอิทธิพลจากฝั่งสูง ซึ่งกลุ่มเกาะศรีบอยามีความผันแปรของลักษณะโครงสร้างหินปูนคล้ายกับกลุ่มเกาะมัน และกลุ่มเกาะสี่ซึ่งมากกว่ากลุ่มเกาะทางชายฝั่งอันดามัน อาจเนื่องจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมดังกล่าว ส่งผลให้ลักษณะของโครงสร้างหินปูนมีความผันแปรเช่นเดียวกับกลุ่มเกาะมัน แต่กลุ่มเกาะสี่ซึ่งอยู่ใกล้กับกลุ่มเกาะมันแต่มีความต่างมากกว่าอาจเนื่องจากบริเวณกลุ่มเกาะสี่ซึ่งที่ตั้งอยู่ด้านในสุดของอ่าวไทยตอนบน ได้รับอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงของความเค็มและปริมาณตะกอนที่ไหลมาจากแม่น้ำ 4 สายหลัก บริเวณใกล้ๆ มีร่องน้ำลึกเป็นที่จอดเรือสินค้าขนาดใหญ่อยู่เป็นประจำ น้ำทะเลมีตะกอนค่อนข้างขุ่นและมีความเค็มต่ำกว่าทะเลเปิด (กรมประมง, 2542 และ มนุวัตติ หังสพฤกษ์, 2543)

นอกจากนี้การศึกษาของ จีรวรรณ ช่วยพัฒน (2549) ยังพบว่าลักษณะของกระแสน้ำภายในบริเวณอ่าวไทยตอนบนสุดในช่วงฤดูร้อน มีรายงานการไหลเวียนของกระแสน้ำอยู่ในอ่าวรูปตัว ก ในช่วงเปลี่ยนทิศทางของลมมรสุม (มีนาคม-เมษายน) โดยไหลตามทิศทางของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (พฤษภาคม-ตุลาคม) (คงวัฒน์, 2524) ส่วนในช่วงพฤษภาคม-กันยายน กระแสน้ำไหลเวียนตามความแรงของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งการไหลของกระแสน้ำภายในอาจเป็นสาเหตุให้เกิดการกีดขวางการแพร่กระจายของตัวอ่อนปะการัง *G. fascicularis* ซึ่งปล่อยไข่ในช่วงหน้าร้อน นอกจากนี้ลักษณะของอ่าวไทยที่เว้าลึกเป็นรูปตัว ก อาจเป็นตัวเสริมในการกีดขวางการแพร่กระจายของตัวอ่อนอีกเหตุผลหนึ่ง จึงอาจส่งผลให้มีความผันแปรของลักษณะโครงสร้างหินปูนมากขึ้นในกลุ่มเกาะสี่ซึ่ง และระหว่างกลุ่มเกาะในชายฝั่งอ่าวไทยด้วยกัน

ผลการศึกษาของ จีรวรรณ ช่วยพัฒน์ (2549) พบว่า จากการศึกษาตัวอย่างปะการัง *G. fascicularis* ระหว่างชายฝั่งอ่าวไทยและชายฝั่งทะเลอันดามัน พบว่าลักษณะโครงสร้างหินปูนมีความผันแปรแตกต่างกัน และแบ่งกลุ่มอย่างชัดเจน อาจเนื่องจาก 3 ปัจจัย คือ ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน ปัจจัยของกระแสน้ำต่อการแพร่กระจายของตัวอ่อน และลักษณะเป็นแอ่งของพื้นทะเลอ่าวไทย โดยในช่วงฤดูร้อนไหลวนตามเข็มนาฬิกาจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และทวนเข็มนาฬิกาในช่วงฤดูฝน (Morton and Blackmore, 2001; Wattayakorn et al., 1998) ส่วนทางทะเลอันดามันจะได้รับกระแสน้ำที่ไหลมาจากอ่าวเบงกอล (Bengal Bay) ไหลวนตามเข็มนาฬิกาทั้ง 2 ช่วงลมมรสุมเฉพาะส่วนของอันดามันตอนเหนือ ส่วนของอันดามันตอนใต้ได้รับกระแสน้ำจากช่องแคบมะละกาซึ่งไหลทวนขึ้นมา (Morton and Blackmore, 2001) กระแสน้ำ (คงวัฒน์, 2524) และกระแสนลม (Wattayakorn et al., 1998) น่าจะมีผลต่อการแพร่กระจายของตัวอ่อนปะการัง ซึ่งการศึกษาเปรียบเทียบกับลักษณะภายนอกในปู *Scylla serrata* ระหว่างชายฝั่งอ่าวไทยและชายฝั่งทะเลอันดามันโดย Overton et al. (1997) พบว่าลักษณะภายนอกของปูชนิดนี้ระหว่างตัวอย่างจากระนองซึ่งอยู่ชายฝั่งทะเลอันดามันมีความแตกต่างกับตัวอย่างจากสุราษฎร์ธานีซึ่งอยู่ในชายฝั่งอ่าวไทยซึ่งเป็นการยืนยันผลความแตกต่างจากการกีดกันของ 2 ชายฝั่ง และความผันแปรของตัวอย่างปะการัง *G. fascicularis* ระหว่าง 2 ชายฝั่งอ่าวไทยและอันดามันซึ่งอาจเกิดการกีดกันทางพันธุกรรมระหว่างกัน เช่นจากการศึกษาทางพันธุกรรมในกุ้ง *Penaeus monodon* พบความผันแปรทางพันธุกรรมอย่างชัดเจนระหว่างตัวอย่างกุ้งจาก 2 ชายฝั่งทะเลไทย (Klinbunga et al., 1999) แต่ยังไม่มียางานการศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมในปะการังระหว่างชายฝั่งอ่าวไทยและอันดามัน

จากการศึกษาของ อุทัย คูหาพงศ์และคณะ (2557) พบว่า บริเวณหาดห้องโถงโตนดและแหลมเสียดเป็นพื้นที่แนวปะการังที่อยู่ทางตอนใต้ของเกาะสมุย บริเวณดังกล่าวเป็นบริเวณที่ไม่ค่อยมีตะกอนทับถมหนาเท่ากับบริเวณหาดแม่น้ำ ซึ่งอยู่ทางด้านเหนือของเกาะสมุย แนวปะการังบริเวณหาดแม่น้ำนั้นส่วนใหญ่เป็นพื้นทราย เศษหิน ปะการังตายและมีสาหร่ายขนาดใหญ่ ซึ่งในแนวปะการังที่มีปริมาณตะกอนมาทับถมมากอาจเกิดปรากฏการณ์ (Phase shift) เปลี่ยนจากระบบนิเวศปะการังเป็น สาหร่ายขนาดใหญ่ Lirman et al. (2003) รายงานว่า ในบริเวณที่มีกระแสน้ำและมีตะกอนมาก ปะการังที่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้จะเป็นปะการังเห็ด และปะการังโขด

จากการศึกษาความหลากหลายของแนวปะการังโดยทำการสำรวจบันทึกค่าความอุดมสมบูรณ์ของแนวปะการังเจ้าหลาวในรอบปีพบว่า มีปะการังที่มีชีวิตต่อปะการังตายมีค่าเฉลี่ย 42.68% : 21.66% ซึ่งแนวปะการังบริเวณนี้ ปะการังที่พบส่วนใหญ่เป็นพวกปะการังโขด (*Porites lute*) ปะการังวงแหวน (*Favia* sp.) ปะการังสมองร่องยาว (*Platygyra daedalea*) และปะการังสมองร่องใหญ่ (*Symphyllia* sp.) จัดได้ว่าแนวปะการังเจ้าหลาวนั้นมีสถานภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ซึ่งผลการศึกษาใกล้เคียงกับการศึกษาของ อาณัติ ศิริวรรณ และคณะ (2553) ได้ศึกษาการประเมินสภาพแนวปะการังเกาะเต่าจังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าการก่อตัวของระดับความลึก 1.5 - 8.0 เมตร ค่าเฉลี่ยของการสำรวจทั้ง 56 สถานีพบร้อยละการปกคลุมของปะการังมีชีวิต 31.70% เศษซากปะการังมีค่าเท่ากับ 26.58% ปะการังตายมีค่าเท่ากับ 25.73% และมีค่าดัชนีความหลากหลายอยู่ในช่วง 0.5 - 2.5

นอกจากนี้เมื่อนำผลที่ได้จากการสำรวจแนวปะการังทั้ง 3 เส้นการสำรวจของหาดเจ้าหลาว มาวิเคราะห์ข้อมูล และหาค่าดัชนีความเด่นของชนิดกับค่าดัชนีความหลากหลายของชนิด และค่าดัชนีความ

เหมือนของชนิด พบว่าในแนวปะการังเจ้าหลาวนั้นไม่มีดัชนีความเด่นของชนิดปะการัง แต่มีความหลากหลายของชนิดปะการัง เนื่องจากแนวปะการังเจ้าหลาวนั้นมีรูปแบบความซับซ้อนทางสังคมของแนวปะการัง แบบ complex community คือมีความหลากหลายชนิดมาก ส่วนค่าดัชนีความเหมือนของชนิด พบว่ามีความเหมือนของชนิดอยู่ในระดับปานกลาง

3.7 ผลกระทบของตะกอนแขวนลอยต่อความหลากหลายของแนวปะการังเจ้าหลาว

จากการศึกษาความหลากหลายของแนวปะการังในเส้นสำรวจ A B และ C ในการศึกษาครั้งนี้สรุปค่าดัชนีความเด่นของชนิด ค่าดัชนีความหลากหลาย และค่าดัชนีความเหมือน ดังตารางที่ 3 – 4 โดยจะเห็นว่า ในเส้นสำรวจ A B และ C นั้นมีแนวโน้มของค่าดัชนีความเด่นของชนิด ค่าดัชนีความหลากหลาย และค่าดัชนีความเหมือนในพื้นที่การศึกษาที่คล้ายคลึงกัน

ตารางที่ 3 – 4 ค่าดัชนีทางนิเวศของการสำรวจปะการังในพื้นที่ศึกษา

เส้นสำรวจ	ดัชนีความเด่นของชนิด	ดัชนีความหลากหลาย	ดัชนีความเหมือน
A	0.0968	0.9014	0.67
B	0.1060	0.8059	
C	0.1012	0.1797	

สาเหตุที่พบความหลากหลายของปะการังในแนวเส้นสำรวจ C ค่อนข้างน้อยกว่าเส้นสำรวจ A และ B อาจเนื่องจากได้รับผลกระทบของตะกอนจากบริเวณปากแม่น้ำแฉมหนูที่ไหลมาทับถมเป็นปริมาณมากกว่าเส้นสำรวจ A และ B ในช่วงของฤดูมรสุมเป็นตัวแทนของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และพบว่าชนิดของปะการังส่วนใหญ่ในเส้นสำรวจ C นั้นเป็นพวกปะการังโขด (*Porites lutea*) ส่วนในเส้นสำรวจแนวปะการัง A และ B นั้นจะมีค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดมาก เนื่องจากแนวปะการังในเส้นสำรวจ A และ B นั้นได้รับผลกระทบจากตะกอนน้อยกว่าแนวปะการังในเส้นสำรวจ C ซึ่งตะกอนในบริเวณนั้นอาจจะฟุ้งกระจายขึ้นเองจากกระแสน้ำในช่วงฤดูมรสุม และทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนนั้นไม่สามารถบอกได้ชัดเจน โดยสอดคล้องกับ Paul Erftemeijer et al. (2012) ได้ทำการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมต่อการขุดลอกตะกอนดิน และการรบกวนอื่น ๆ ในบริเวณแนวปะการังพบว่าขนาดของอนุภาคของตะกอนที่เกิดจากการขุดลอกนั้นได้ส่งผลกระทบต่อปะการัง โดยเฉพาะเนื้อตะกอนที่หยาบ จะส่งผลกระทบต่อเจริญเติบโตของปะการัง โดยจะไปทับถมและบดบังกระบวนการต่างๆ ของตัวปะการัง และมีปะการังไม่กี่ชนิดที่สามารถทนทานต่อผลกระทบของตะกอนได้

เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ทางสถิติเห็นแนวโน้มว่า ปะการังมีการกระจายเป็นหย่อมๆ ลักษณะส่วนใหญ่ของปะการังเป็นปะการังโขด เป็นก้อน เช่น ปะการังโขด ปะการังสมองร่องใหญ่ เป็นต้น ซึ่งทั้งตะกอนมวลเบา และตะกอนมวลหนักส่งผลต่อปะการังโดยตรง ดังผลการศึกษาของ Paul Erftemeijer et al. (2012) ที่พบว่าปริมาณตะกอน และชนิดของตะกอนส่งผลต่อความหลากหลายของปะการังเนื่องจากปริมาณตะกอนจะบดบังการสังเคราะห์แสงของ zooxanthellae ที่อยู่ร่วมกับปะการังส่งผลทำให้ปะการังอ่อนแอ เกิด

การฟอกขาว และอาจตายได้ในที่สุด ดังนั้นนี้อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ปะการังในบริเวณนี้พบการแพร่กระจายอยู่ไม่กี่ชนิด อีกทั้งความหลากหลาย การแพร่กระจาย และ ความงดงามของปะการังในบริเวณนี้มีไม่มากเมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณเกาะต่างๆ ของทะเลอ่าวไทย เช่น ระยอง เป็นต้น

จากการศึกษาของ Todd et al. (2001) พบว่า *Favia speciosa* ขนาดของโพลิปีมีความผันแปรสูง โดยสามารถแบ่งกลุ่มตัวอย่างจากเกาะที่อยู่ไกลปากแม่น้ำ ซึ่งจะมีขนาดโพลิปีที่แตกต่างกันกับปะการังที่อยู่ใกล้ปากแม่น้ำเนื่องจากบริเวณนี้มีตะกอนปริมาณสูง นอกจากนี้ยังมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการคงอยู่ของ zooxanthellae โดยการศึกษาของ Brown et al. (1999) รายงานว่า อุณหภูมิที่ต่ำอาจจะมีผลต่อรูปแบบการเปลี่ยนแปลงปริมาณ zooxanthellae ในเนื้อเยื่อปะการังตามฤดูกาล กล่าวคือโดยปกติแล้ว zooxanthellae จะมีปริมาณค่อยๆ ลดลงเมื่ออุณหภูมิตามฤดูกาลในรอบปีสูงขึ้นในช่วงปลายฤดูแล้ง

การเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่ในพื้นที่รับน้ำ เช่น การเปลี่ยนแปลงจากสังคมเกษตรเป็นสังคมเมือง ทำให้ปริมาณน้ำเสียและตะกอนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งอาจเป็นสาเหตุของการเพิ่มขึ้นของอัตราการตกทับถมของตะกอนในระยะยาว กิจกรรมบางอย่างในพื้นที่รับน้ำ เช่น การปรับปรุงพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียในพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย เมื่อปี ค.ศ. 1970 ทำให้การเติมเต็มของตะกอนลงสู่แม่น้ำลดน้อยลงและเป็นสาเหตุให้อัตราการตกทับถมของตะกอนลดลง (Siakeu et al., 2004) การเพาะเลี้ยงชายฝั่งอาจทำให้เกิดการสูญเสียของพื้นที่ในเขตน้ำตื้น เช่น ที่ราบน้ำท่วมถึงซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่าเป็นบริเวณที่มีศักยภาพสูงในการดักจับตะกอน (Sohma et al., 2001) ซึ่งหมายความว่าอนุภาคแขวนลอยจะไม่สามารถถูกดักจับได้อย่างมีประสิทธิภาพยังผลให้อนุภาคแขวนลอยจำนวนมากไหลลงสู่อ่าว

ผลการศึกษาวิจัยต่างๆ รายงานว่า การลงเกาะของตัวอ่อนปะการังขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายประการ เช่น ความรุนแรงของกระแสน้ำ ชนิดและความซับซ้อนของพื้นผิวที่ลงเกาะ ปริมาณแสง ปริมาณตะกอน เป็นต้น (Thongtham and Chansang 1999) อีกทั้งผลการศึกษาของ Babcock and Mundy (1996) พบว่า อัตราการตายหลังการลงเกาะสูงสุดเมื่อมีปริมาณตะกอนและ/หรือสารแขวนลอยบริเวณผิวน้ำสูง สอดคล้องกับผลการศึกษาวิจัยของ Rogers (1990) พบว่า ปัจจัยสิ่งแวดล้อมเช่น คุณภาพน้ำที่มีธาตุอาหารหรือตะกอนสูง อาจเป็นจุดวิกฤติที่จะทำให้แนวปะการังได้รับผลกระทบจนทำให้กลายเป็นแนวปะการังเสื่อมโทรมได้ในที่สุด

จากการศึกษาของ อุทัย คูหาพงศ์และคณะ (2557) พบว่า ค่าดัชนีความหลากหลายแซนนอน-ไวเนอร์ (Shannon-Wiener Index) บริเวณหาดแม่น้ำมีค่าเท่ากับ 1.996 แสดงให้เห็นว่าบริเวณดังกล่าวมีความหลากหลายของชนิดในระดับปานกลาง อีกทั้งมีผลการศึกษาของอาณัติ ศิริวรรณ และคณะ (2554) จำนวน 56 จุด รอบเกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่า ค่าดัชนีความหลากหลายแซนนอน-ไวเนอร์ มีค่าอยู่ในช่วง 0.50-2.50 บริเวณที่มีดัชนีความหลากหลายมากที่สุด คือ อ่าวหินงามซึ่ง มีค่า 2.620 พบปะการังทั้งหมด 20 ชนิด ซึ่งจากผลการศึกษาของ อุทัย คูหาพงศ์และคณะ (2557) พบว่าโดยเฉลี่ยทั้ง 56 สถานีพบร้อยละการปกคลุมของปะการังมีชีวิต 31.70, เศษซากปะการัง 26.58, ปะการังตาย 25.73, พื้นทราย 10.92 และพื้นหิน 5.07

บทที่ 4

สรุป และเสนอแนะ (Conclusion and Recommendation)

ผลการศึกษานี้มีหลายวัตถุประสงค์ จึงแบ่งประเด็นข้อสรุป และเสนอแนะ ดังนี้

4.1 สรุปผลการศึกษา

1. ทิศทางการไหลเวียนของกระแสน้ำในบริเวณแหลมเสด็จ บริเวณแนวปะการังเจ้าหลาว และบริเวณปากแม่น้ำแฉมหนูในรอบปี พบว่าทิศทางการไหลของกระแสน้ำในช่วงเดือนสิงหาคม มีนาคม มิถุนายน และเดือนกันยายน จะมีทิศทางการไหลของกระแสน้ำไปในทิศตะวันออกเฉียงใต้สลับกับทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ส่วนในเดือนพฤศจิกายน กับเดือนมกราคม มีทิศทางการไหลของกระแสน้ำที่คล้ายคลึงกันคือไหลไปในทิศตะวันออกเฉียงใต้สลับกับทิศตะวันตกเฉียงเหนือ มีทิศทางการกระจายตัวของปริมาณตะกอนแบบสม่ำเสมอ

2. จากการศึกษาการเคลื่อนตัวของตะกอนในรอบปี พบว่าทั้ง 3 สถานี คือบริเวณแหลมเสด็จ บริเวณแนวปะการังเจ้าหลาว และบริเวณปากแม่น้ำแฉมหนู พบว่าในฤดูลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ฤดูฝน) ทิศทางการไหลของกระแสน้ำจะพัดพาการเคลื่อนตัวของตะกอนจากบริเวณปากแม่น้ำแฉมหนูไปยังบริเวณแนวปะการังเจ้าหลาว และบริเวณอ่าวคู้กระเบน โดยจะพบปริมาณของตะกอนที่มากในช่วงเดือนสิงหาคม มีนาคม และมิถุนายน ตามลำดับ ส่วนในฤดูลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ฤดูหนาว) มีทิศทางการไหลของกระแสน้ำที่พัดพาการเคลื่อนตัวของตะกอนที่ไม่แน่นอน โดยจะพบปริมาณของตะกอนที่น้อยในช่วงเดือนกันยายน พฤศจิกายน และมกราคม ตามลำดับ

3. ในการศึกษาการประเมินสถานภาพความอุดมสมบูรณ์ของแนวปะการังบริเวณแนวปะการังเจ้าหลาวในรอบปี ทั้ง 2 กรณีศึกษา โดยเฉลี่ยแล้ว พบว่าสถานภาพความอุดมสมบูรณ์ของแนวปะการังบริเวณแนวปะการังเจ้าหลาว นั้นมีปะการังที่มีชีวิตต่อปะการังตายมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 42.20%: 21.99% จึงจัดได้ว่าสถานภาพความอุดมสมบูรณ์ของบริเวณแนวปะการังเจ้าหลาวในรอบปี นั้นมีสถานภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดี

4. จากการศึกษาพบว่าชนิดปะการังที่พบจะแตกต่างกันแยกตามสถานีที่เก็บตัวอย่าง โดยปะการังที่พบในทุกสถานีมี 11 ชนิด สถานีที่ใกล้อ่าวคู้กระเบนพบปะการังชนิดเด่น ดังนี้ ปะการังผักกาด (*Pavona* sp.) ปะการังวงแหวน (*Favia* sp.) ปะการังช่องเหลี่ยม (*Favites* sp.) ปะการังเขากวาง (*Acropora millepora*) และปะการังฟุ่มไม้ (*Pocillopora* sp.) สถานีหาดเจ้าหลาวพบปะการังชนิดเด่น ดังนี้ ปะการังจาน (*Turbinaria* sp.) ปะการังสมอง (*Platygyra daedalea*) ปะการังดาวใหญ่ (*Fiploastrea heliopora*) ปะการังดอกไม้ทะเล (*Goniopora* sp.) ปะการังรังผึ้ง (*Goniastrea retiformis*) และ ปะการังดอกเห็ด (*Fungia*) ในขณะที่สถานีใกล้ปากแม่น้ำแฉมหนูพบปะการังชนิดเด่น ดังนี้ ปะการังโชด (*Porites lute*) ปะการังอ่อน (*Sinularia abdita*) และปะการังสมองร่องใหญ่ (*Symphyllia* sp.)

5. เมื่อพิจารณาปัจจัยแวดล้อมทั้งที่มาจากทั้งบริเวณอ่าวคู้กระเบน หาดเจ้าหลาว และปากน้ำแฉมหนูที่ส่งผลต่อความหลากหลายของแนวปะการัง พบว่าตะกอนหนัก (Sediment) มาจากบริเวณปากน้ำแฉมหนูเป็นหลักประกอบกับบริเวณปากน้ำแฉมหนูมีปริมาณฟลักซ์ของน้ำมากกว่าอ่าวคู้กระเบนจึงทำให้อัตรา

การตกตะกอนต่อปีในบริเวณปากน้ำแฉมหนูมีมากกว่าบริเวณอ่าวคู้งกระเบน ในขณะที่ตะกอนที่มาจากบริเวณอ่าวคู้งกระเบนเป็นตะกอนมีน้ำหนักเบา (TSS) เป็นตะกอนผิวหน้า ทำให้เกิดการฟุ้งกระจายในมวลน้ำได้นานกว่าจึงตรวจพบได้มากกว่าบริเวณปากน้ำแฉมหนู ซึ่งเป็นตะกอนมวลหนัก ตกตะกอนได้เร็วกว่า ดังนั้น จากการศึกษาพบว่าหากเป็นปริมาณตะกอนผิวหน้าจะฟุ้งมาจากบริเวณอ่าวคู้งกระเบนมาสู่แนวปะการังเจ้าหลาวมากกว่าจะมาจากทางบริเวณปากน้ำแฉมหนู

6. ผลการศึกษาอัตราการตกตะกอนพบว่า บริเวณปากน้ำแฉมหนูมีอัตราการตกตะกอนมากกว่าทางบริเวณอ่าวคู้งกระเบน อาจเนื่องมาจากอยู่บริเวณปากแม่น้ำ มีปริมาณน้ำท่า และน้ำจากบ้านเรือนชุมชนไหลมาตลอดเวลา ประกอบกับปริมาณน้ำท่าที่มากทำให้โอกาสการสะสมตะกอนมากขึ้น จึงส่งผลให้อัตราการตกตะกอนบริเวณปากน้ำแฉมหนูมีมากกว่าบริเวณอ่าวคู้งกระเบน

7. ในขณะที่บริเวณปากน้ำแฉมหนูมีการไหลถ่ายเทของมวลน้ำในปริมาณมากทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ที่พบเฉลี่ยสูงกว่าอีก 2 สถานี ส่วนคุณภาพปัจจัยอื่น ๆ ได้แก่ ความเค็ม อุณหภูมิ ความโปร่งแสง และ pH มีค่าใกล้เคียงกันไม่มีความแตกต่างระหว่างสถานี

8. ผลการศึกษาพบว่าปริมาณธาตุอาหาร และปัจจัยแวดล้อมทั้งสองฤดูกาลมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน ในช่วงฤดูฝนเดือนกันยายน (September) มีปริมาณน้ำไหลบ่าจากแม่น้ำลงสู่ทะเลค่อนข้างมาก น้ำที่ไหลลงสู่ทะเลพบว่ามีปริมาณซิลิเกต ฟอสเฟต และ pH ค่อนข้างสูง และน้ำที่ไหลลงสู่ทะเลมีปริมาณฟอสเฟตค่อนข้างสูง ส่วนในฤดูร้อนเดือนเมษายน (April) พบว่าความเค็ม การนำไฟฟ้า อุณหภูมิ TSS และ Volatile TSS ในน้ำค่อนข้างสูง สำหรับค่าตะกอนแขวนลอยในน้ำพบว่ามีความสัมพันธ์กับฤดูร้อนอาจเนื่องมาจากมวลน้ำผสมผสานกันดีทำให้ในฤดูร้อนมีค่าตะกอนแขวนลอยมากกว่าในฤดูฝน สำหรับเข้มข้นของแอมโมเนีย ไนไตรต์ และไนเตรท พบว่าไม่แตกต่างระหว่างช่วงฤดูฝนและฤดูร้อน

9. ผลการศึกษาพบว่า ค่าการนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับค่าความเค็มแบบแปรผันตรง ค่าการนำไฟฟ้าและค่าตะกอนแขวนลอยในรูปอนินทรีย์มีความสัมพันธ์แบบแปรผันตรง ค่าการนำไฟฟ้าและค่าตะกอนแขวนลอย ค่าแอมโมเนียและไนเตรทมีความสัมพันธ์กันแบบแปรผันตรง ในขณะที่ค่าความเค็มและค่าซิลิเกตมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผัน

4.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในการสำรวจเก็บข้อมูลควรเพิ่มสถานีการเก็บตัวอย่างให้มีระยะทางที่ใกล้กันมากขึ้น เพื่อจะได้ศึกษาทิศทางการไหลของกระแสน้ำที่จะพัดพาการเคลื่อนตัวของตะกอนได้อย่างละเอียด และชัดเจนมากยิ่งขึ้น โดยระยะเวลาศึกษาควรต่อเนื่องประมาณ 2 ปี

2. ควรมีการศึกษาฟลักซ์ของธาตุอาหาร (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซิลิเกตและ ตะกอนแขวนลอย) บริเวณปากน้ำแฉมหนูที่อาจส่งผลกระทบต่อความอุดมสมบูรณ์ของแนวปะการังน้ำตื้นบริเวณหาดเจ้าหลาว โดยศึกษาทั้งระดับผิวหน้า และพื้นท้องน้ำ เป็นระยะเวลาต่อเนื่องประมาณ 2 ปี เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปจัดการทรัพยากรสิ่งแวดล้อมทางทะเลต่อไป

3. ในด้านการสำรวจแนวปะการังควรเพิ่มสถานีสำรวจให้มีความถี่มากขึ้น อีกทั้งควรมีการสำรวจทุกๆ 6 เดือน ต่อเนื่องไปเป็นระยะเวลาประมาณ 2 ปี เพื่อจะได้เห็นการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโต และการแพร่กระจายของปะการัง เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานทางด้านทรัพยากรทางทะเลของแนวปะการังเจ้าหลาว จังหวัดจันทบุรี

บทที่ 5 ผลผลิต (Output)

โครงการศึกษาวิจัยนี้ มีผลผลิตในรูปแบบต่างๆ ดังนี้

5.1 ผลงานเตรียมพิมพ์เผยแพร่

เบญจมาศ จันทะภา ไพบูลย์กิจกุล ญัฐวุฒิ สงจันทร์ นภาธิปต์ สิงห์สูง ชลี ไพบูลย์กิจกุล และ อนุกุล บุรณประทีปรัตน์ (2559) ปริมาณและทิศทางการไหลของตะกอนบริเวณชายหาดท่องเที่ยว อ. ท่าใหม่ จ. จันทบุรี. วารสารแก่นเกษตร 44 ฉบับพิเศษ 1: 1047 – 1053.

เบญจมาศ จันทะภา ไพบูลย์กิจกุล ศุภเสกข์ ไกรหาญ ชลี ไพบูลย์กิจกุล และ อนุกุล บุรณประทีปรัตน์ (2559). พลั๊กซ์ของซิลิเกตบริเวณปากน้ำแฉมหนู อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี. วารสารแก่นเกษตร 44 ฉบับพิเศษ 1: 709 – 716.

5.2 ผลงานเชิงสาธารณะ

นำผลการศึกษาวิจัยไปถ่ายทอดสู่ภาคส่วนที่เกี่ยวข้องดังนี้

- 1) นำไปประกอบการเรียนการสอนกับนักศึกษาระดับอุดมศึกษา เช่น มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี (คณะเทคโนโลยีทางทะเล) มหาวิทยาลัยบูรพา คณะวิทยาศาสตร์ (ภาควิชาวาริชศาสตร์) มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี และ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
- 2) นักเรียนระดับประถม และ มัธยมที่อยู่ในพื้นที่โครงการวิจัยที่สำรวจ
- 3) องค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) ในพื้นที่วิจัยและใกล้เคียง เช่น อบต. คลองขุด และ อบต. สนามไชย เป็นต้น
- 4) ทำแผ่นโปสเตอร์ขนาดใหญ่เพื่อรณรงค์ให้ชาวบ้านเรียนรู้ ตระหนัก ถึงการรักษาทรัพยากรธรรมชาติที่อยู่หน้าบ้านของตนเอง
- 5) เผยแพร่ผ่านเว็บไซต์ เพื่อเพิ่มความสะดวกในการเข้าถึงผลงานวิจัยโดยเผยแพร่ผ่าน <https://sites.google.com/site/pkbenjamas>

บรรณานุกรม

- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2554). *การกัดเซาะชายฝั่ง. ฐานข้อมูลทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง*. สืบค้นจาก <http://www.dmcr.go.th/marinecenter/erosion.php>
- กรมประมง. (2542). *แผนที่แนวปะการังในน่านน้ำไทย เล่ม 1 อ่าวไทย*. เวลด์ออฟเซ็ท ภูเก็ต
- กรมประมง. (2546). *วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเพื่อการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง*. กลุ่มงานวิจัยระบบและการจัดการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา
- กิตติ มีนาภา. (2549). *การศึกษาชนิดและการแพร่กระจายของปะการังเขตบริเวณแนวปะการังเจ้าหลาว จังหวัดจันทบุรี*. ปัญหาพิเศษ คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี
- คงวัฒน์ นิละศรี. (2524). *ผลการวิเคราะห์กระแสน้ำบริเวณอ่าวไทยตอนบนระหว่างช่วงเปลี่ยนแปลงฤดูมรสุม. การวิจัยคุณภาพทรัพยากรมีชีวิตในน่านน้ำไทย*. หน้า 57-63
- จารุพงษ์ มีมุข. (2552). *การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารอนินทรีย์ในโตรเจนในแม่น้ำจันทบุรีบริเวณพื้นที่ป่าชายเลนบางสระแก้ว จังหวัดจันทบุรี*. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตร์บัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีทางทะเล, มหาวิทยาลัยบูรพา
- จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. (2548). *ดินตะกอน*. ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมงมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- จิรวรรณ ช่วยพัฒนา (2549). *ความผันแปรทางสัณฐานของโครงสร้างหินปูนในปะการังแข็ง Galaxea fascicularis Linnaeus, 1767 ที่พบในน่านน้ำประเทศไทย. รายงานการวิจัยในโครงการ BRT (2549): 215 - 226*
- ชื่นกมล สุวรรณชาติ. (2549). *การประเมินการเคลื่อนตัวของตะกอนชายฝั่งบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี*. ปัญหาพิเศษ คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี
- ณัฐภูมิ อภิวัฒน์สร. (2547). *การประเมินการเคลื่อนตัวของตะกอนชายฝั่ง บริเวณอ่าวมหาชัยฝั่งตะวันตก จังหวัดสมุทรสาคร. โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*
- ตรงค์ ยิ่งชล. (2540). *ชนิดของปะการังแข็งที่พบบริเวณหมู่เกาะล้าน จังหวัดชลบุรี*. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตร์บัณฑิต. มหาวิทยาลัยบูรพา
- ทรงวุฒิ จันทะรัง. (2545). *โครงสร้างชุมชนของปะการังแข็งบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย*. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยบูรพา
- ธรณ์ อารังนาสวัสดิ์. (2538). *สรีรศาสตร์รวม*. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 57 หน้า
- ธรรมศักดิ์ ยี่มิน และ สุพล สุดารา. (2541). *การเปลี่ยนแปลงระยะยาวของปะการังบริเวณอ่าวไทยตอนใน*. ใน: ธรรมศักดิ์ ยี่มิน. รายงานฉบับสมบูรณ์เรื่อง การศึกษาการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังในอ่าวไทย. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.ทุนพัฒนานักวิจัย RSA21/2538 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
- ธราพล จิตมั่นขวัญยืน. (2548). *การวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของตะกอนบริเวณป่าชายเลน ปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร*. โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์
- ธวัชชัย นาอุดม, อนุกุล บุณยประทีปรัตน์, กิตติยา หอมหวาน และ ประสาร อินทเจริญ. (2556). *การเปลี่ยนแปลงเชิงเวลาและพื้นที่ของคุณภาพน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทยตอนบนในสองฤดูกาลช่วงปี พ.ศ. 2552. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 18 2: 32-42*

- นิทัศน์ ลิ้มผ่องใส. (2554). อิทธิพลของพลังงานจากคลื่นและกระแสน้ำต่อการฟุ้งกระจายของตะกอนท้องน้ำ และความเข้มข้นตะกอนแขวนลอยในมวลน้ำชายฝั่งบ้านขุนสมุทรจีนจังหวัดสมุทรปราการ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- นิพนธ์ พงศ์สุวรรณ (มปป.). สถานการณ์ปะการังฟอกขาวในทะเลอันดามัน ปี พ.ศ. 2534, 2538 และ 2541. 18 หน้า สืบค้นจาก Internet
- เบ็ญจมาศ จันทะภา ไพบูลย์กิจกุล ญัฐวดี สงจันทร์ นภาธิปต์ย์ สิงห์สูง ชลี ไพบูลย์กิจกุล และ อนุกุล บุรณประทีปรัตน์. (2559). ศึกษาปริมาณและทิศทางการไหลของตะกอนบริเวณชายหาดท่องเที่ยว อ. ท่าใหม่ จ. จันทบุรี. *แก่นเกษตร ฉบับพิเศษ*: 44(1) 1047 – 1053
- เบ็ญจมาศ จันทะภา ไพบูลย์กิจกุล ศุภเสกข์ ไกรหาญ ชลี ไพบูลย์กิจกุล และ อนุกุล บุรณประทีปรัตน์. (2559). ฟลักซ์ของซิลิเกตบริเวณปากน้ำแฉมหนู อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี. *แก่นเกษตร ฉบับพิเศษ*: 44(1) 1047 – 1053
- เบ็ญจมาศ จันทะภา ไพบูลย์กิจกุล, พิษณุ ยอดไพร, สุเมตต์ ปุจฉาการ และ ชลี ไพบูลย์กิจกุล. (2555). ความหลากหลายของสัตว์หน้าดิน และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินบริเวณอ่าววง อำเภوتاใหม่ จังหวัดจันทบุรี. *วารสารวิจัย มช.* 17: 375-384
- เบ็ญจมาศ จันทะภา ไพบูลย์กิจกุล. (2556). เอกสารประกอบการสอนวิชาเทคนิคการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ. คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา. 328 หน้า
- ปัญญา ขาวงาม. (2547). การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของอินทรีย์สารในดินตะกอนบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีทางทะเล, มหาวิทยาลัยบูรพา
- พรทิพย์ งามสกุล. (2543). การแพร่กระจายของปริมาณธาตุอาหารในฤดูน้ำมากและฤดูน้ำน้อย บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, คณะวิทยาศาสตร์, ภาควิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม, จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย
- มนูวดี หังสพฤกษ์. (2532). *สมุทรศาสตร์เคมี*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- มนูวดี หังสพฤกษ์. (2543). สมุทรศาสตร์กายภาพของอ่าวไทย. *วารสารราชบัณฑิตยสถาน* 25(2): 168-180.
- มันสิน ตันฑุลเวศม์ และมันรัก ตันฑุลเวศม์. (2547). *เคมีวิทยาของน้ำและน้ำเสีย*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- รพีพรรณ เจียวก๊ก เศรษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์ และจารุมาศ เมฆสัมพันธ์. (2554). การแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์เอ และฟอสฟอรัสในรูปแบบต่างๆ บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง จังหวัดเพชรบุรี. *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 52*. หน้า 55-62. วันที่ 4-7 กุมภาพันธ์ 2557
- วิภูษิต มั่นทะจิตร์. 2537. รายงานวิจัยสภาพทรัพยากรปะการังบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออก. ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี
- ศูนย์ภูมิอากาศ สำนักพัฒนาอู่ศูนย์วิทยา, กรมอุตุนิยมวิทยา. (2557). *สรุปลักษณะอากาศรายเดือน*. สืบค้นจาก <http://www.tmd.go.th/climate/climate.php?FileID=4>
- ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนล่าง. (2550). กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. ระบบนิเวศปะการัง. *สถานภาพทรัพยากรและคู่มือปฏิบัติการ การศึกษาระบบนิเวศ* ทะเลสาบสงขลา และพื้นที่ใกล้เคียง ในเขตอ่าวไทยตอนล่าง
- สมภาพ เหลืองกังวานกิจ. (2541). *พฤติกรรมและฟลักซ์ของ สารอาหารในบริเวณเอสทูรีแม่น้ำตาปี จังหวัดสุราษฎร์ธานี*. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. วิทยาศาสตร์ (วิทยาศาสตร์ทางทะเล) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- สราวุธ ศิริวงค์ สหรัฐ อีระคำพร อีระนัย เพ็ชรโสม สรัญญู คำหินกอง และ พิสุทธิ เทศสวัสดิ์. (2553). สถานภาพแนวปะการังในบริเวณหาดเจ้าหลาว และเกาะนมสาว จังหวัดจันทบุรี ใน *รายงานผลการศึกษาลำรวจเรื่องสถานภาพแนวปะการังหลังปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวในพื้นที่อ่าวไทยฝั่งตะวันออก และอันดามัน* โดยหน่วยวิจัยปะการังและสัตว์พื้นทะเล คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- สิทธิพันธ์ ศิริรัตนชัย พิชัย สนแจ้ง สมถวิล เตชะพรหมพันธ์ และ ชลธิ์ ชิวเศรษฐธรรม. (2528). *รายงานการวิจัยเรื่อง สภาพปัจจุบันแนวปะการังของเกาะแรด และบริเวณใกล้เคียง*. ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ชลบุรี
- สิทธิพันธ์ ศิริรัตนชัย พิชัย สนแจ้ง สมถวิล เตชะพรหมพันธ์ และ ชลธิ์ ชิวเศรษฐธรรม. (2527). *รายงานการวิจัยเรื่อง สภาพปัจจุบันแนวปะการังบริเวณเกาะยอ และเกาะอีเลา จังหวัดชลบุรี*. ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ชลบุรี
- สุเทพ ศิลปนนท์กุล, ธรรมศักดิ์ ยี่มิน, ศักดิ์ชัย อมรศักดิ์ชัย, นวรัตน์ เกี้ยวมาศ และกฤติกา บุญชาติพิสุทธิ. (2538). ใน *รายงานการประเมินผลกระทบต่อปะการังบริเวณเกาะสะเก็ด จังหวัดระยอง*. ชลบุรี. ภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
- สุธิดา กาญจน์อติเรกลาก อนุกุล บูรณประทีปรัตน์, ศุภชัย ยินยง ธนกร คมใส และณัฐนนท์ ต่ายเนาวงศ์ (2558a). พลั๊กซ์ของตะกอนแขวนลอย และสารอนินทรีย์ละลายน้ำบริเวณปากแม่น้ำระยองในช่วงฤดูแล้งและฤดูน้ำมาก ในปี พ.ศ. 2556. *วิทยาศาสตร์บูรพา* 20: 1, 133 – 144
- สุธิดา กาญจน์อติเรกลาก อนุกุล บูรณประทีปรัตน์, ศุภชัย ยินยง และ ธนกร คมใส (2558b). พลั๊กซ์ของสารอนินทรีย์ละลายน้ำและตะกอนแขวนลอยบริเวณปากแม่น้ำจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี ในฤดูน้ำน้อย และฤดูน้ำมาก ในปี พ.ศ. 2556. *การประชุมระดับชาติวิทยาศาสตร์นเรศวรวิจัย ครั้งที่ 7*. ระหว่างวันที่ 30 – 31 มีนาคม พ.ศ. 2558. มหาวิทยาลัยนเรศวร
- สุภาพร รักเขียว. (2533). *การกระจายและพลั๊กซ์ของธาตุอาหารในป่าชายเลนคลองหงาว จังหวัดระนอง*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ทางทะเล. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- สุรพล สุตารา, อานนท์ สนธิวงศ์ ณ อยุธยา, ธรรมศักดิ์ ยี่มิน, รณชัย หมอดี, วิภูษิต มั่นทะจัต, สุวรรณา ภาณุตระกูล, พรศรี สุทธนารักษ์ และ สุวลักษณ์ นทีกาญจนลาภ. (2531). การวิจัยเชิงปริมาณของแนวปะการังตามเกาะที่สำคัญในอ่าวไทยฝั่งตะวันตก และผลกระทบของตะกอนต่อแนวปะการัง. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ
- สุริย์พันธ์ สารสมูล และ กัลยา วัฒนยากร. (2544). การแลกเปลี่ยน สารอาหารระหว่างคลองปากนครและอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช. ใน *การประชุมวิชาการทรัพยากร และสิ่งแวดล้อมทางน้ำ* สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- สุวลักษณ์ สารสมูล. (2543). ระบบนิเวศปะการัง. *เอกสารคำสอนวิชาทรัพยากรธรรมชาติ*. คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 1, 1- 41
- เสร์ ทรงพลอย สุขนา ชวนิชย์ วรณพ วิทยาญจน์ และ วิมล เหมะจันทร์. (2548). สิ่งมีชีวิตในแนวปะการังบริเวณหมู่เกาะแสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี – 1: ความหลากหลายของประชากรปลาในแนวปะการัง. *การประชุมวิชาการครั้งที่ 3 ของ อพ.สธ. ทรัพยากรไทย: สรรพสิ่งล้วนพันเกี่ยว* ระหว่างวันที่ 20-22 ตุลาคม 2548 ณ ศูนย์อนุรักษ์พันธุกรรมพืชฯ คลองไผ่ ต.คลองไผ่ อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา หน้า 111-116

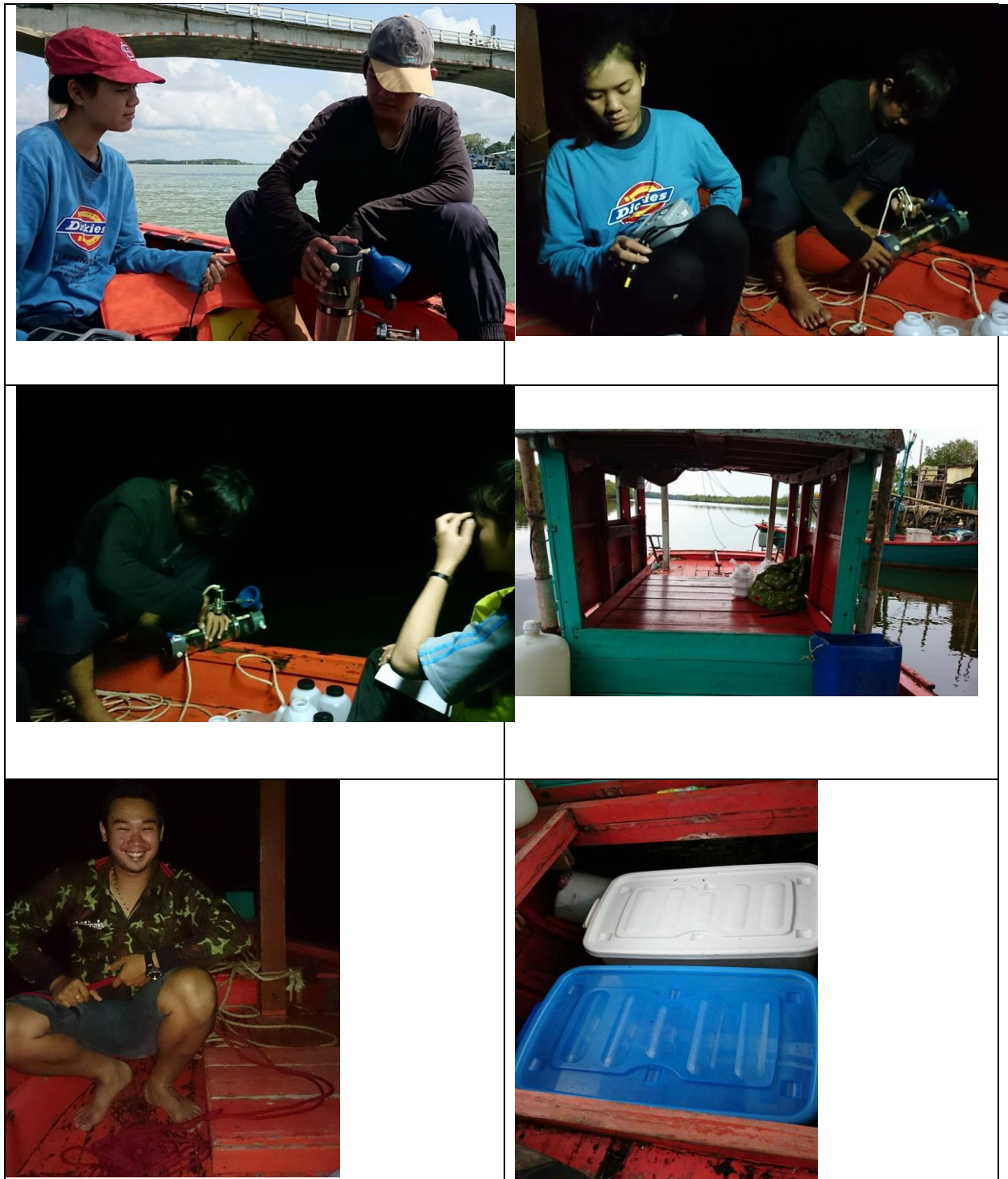
- หรรษา จรรย์แสง, อุกกฤต สดภูมินทร์ และสมบัติ ภู่วชิรานนท์. (2542). แผนที่แนวปะการังในน่านน้ำไทย เล่มที่ 1 อ่าวไทย
- อนุกุล บูรณประทีปรัตน์ และเผชญิโชค จินตเศรษฐี. (2545). คุณภาพน้ำทะเลบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง พ.ศ. 2545. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 17, 116-129
- อนุกุล บูรณประทีปรัตน์, พรนันท์ คุณธร, ประสาร อินทเจริญ, สุธิดา กาญจน์อติเรกกลาก. (2556a). พลั๊กซ์ของตะกอนแขวนลอยบริเวณปากแม่น้ำประแสร์ จังหวัดระยอง พ.ศ. 2553. *วิทยาศาสตร์บูรพา* 18: 2, 232 – 245
- อนุกุล บูรณประทีปรัตน์, ยชนา เชิดชูจันทร์, นฤมล คงเมือง, ประสาร อินทเจริญ, สุธิดา กาญจน์อติเรกกลาก และวิชญา กันบัว. (2556b). พลั๊กซ์ของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำบริเวณปากแม่น้ำประแสร์ จังหวัดระยอง ในฤดูแล้งและฤดูน้ำมาก ในปี พ.ศ. 2553. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา* 18(2), 222-231
- อัญชลี จันทร์คง. 2543. การสำรวจแนวปะการังในอ่าวไทยฝั่งตะวันตก. *เอกสารการสัมมนาทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประจำปี 2543*
- อัปสรสุดา ศิริพงษ์, สนใจ หะวานนท์, เอกสิทธิ์ ลิ้มสุวรรณ, จิวัดร บุญญะฐิติ, ศุภิชัย ตั้งใจตรง, ปราโมทย์ โศจิศุภร. (2547). สมุทรศาสตร์ฟิสิกส์ของเอสทูรี. *รายงานการป้องกันการค้าขายฝั่ง บริเวณบ้านแหลมสิงห์ จังหวัดสมุทรปราการ. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*
- อานัติ ศิริวรรณ, สุวลักษณ์ สารุมนัสพันธ์ และ สุระ พัฒนเกียรติ. (2553). การประเมินสภาพแนวปะการังเกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี. *การประชุมวิชาการครั้งที่ 8 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน*. 702-709
- อุทัย คูหาพงศ์ มัลลิกา เจริญสุธาสินี และ กฤษณะเดช เจริญสุธาสินี. (2556). ความหลากหลายทางชีวภาพและความชุกชุมของปะการังบริเวณหาดแม่น้ำ เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี. *Rajabhat J. Sci. Humanit. Soc. Sci.* 15(2): 54 - 62
- เอิบ เขียวรินทร์ม. (2542). *การสำรวจดิน*. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- American Public Health Association - APHA (1992). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater including Sediments and Sludges (18th ed.)*. American Public Health Association, American Water Works Association and the Water Environment Federation, Washington DC., USA
- Anderson (1986) อ้างใน สมภพ เหลืองกังวานกิจ (2541). *พฤติกรรมและพลั๊กซ์ของสารอาหารในบริเวณเอสทูรีแม่น้ำตาปี จังหวัดสุราษฎร์ธานี*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต.ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- Arndt, S., Regnier, P. and Vanderborght, J.P. (2009). Seasonally-resolved nutrient export fluxes and filtering capacities in a macrotidal estuary. *Journal of Marine Systems*, 78, 42–58
- Babcock R and Mundy C. 1996. Coral recruitment : Consequences of settlement choice for early growth and survivorship in two scleractinians. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 206: 179–201
- Brown B.E. (1997). Coral bleaching: causes and consequences. *Cora Reefs* 16, Suppl.: S129-S138

- Chankong, A. (2000). Assessment of coral reefs in the western part of the Gulf of Thailand. *Abstract of the 8th International Coral Reef Symposium*, Bali: 354
- Cheevaporn V, Manthachitra V., Tangkrock-Olan N. and Jaritkhuan S. (2000). Coral reef, reef fish and benthic communities around Map-Ta-Phut Deep Sea Port, Rayong Province. In: *Mouchel (Thailand) Final Report Coral Impact Study (mathematical modeling of sediment plume and cooling water at BLCP Coal Fired Power Plant Project (3, 1-162)*. n.p. Map-Ta-Phut Port Submit to BLCP Power
- Cheng, L., Wang, Z.-Y. & Souza, F. (2009). *Variations of runoff and sediment fluxes into the Pacific ocean from the main rivers of China*. International network on erosion and sedimentation
- Dustan P. (1982). Depth-dependent photoadaptation by zooxanthellae of a reef coral *Montastrea annularis*. *Mar Biol.*, 68 , 253- 264
- Dyer, K.R. (1973). *Estuaries: A Physical Introduction*. John Wiley & Sons. Aberdeen
- English, J., Hearst, M.A., Sinha, R., Swearingen, K. and Yee, K.P. (1997). *Marine Biology*. Coral reef habitat mapping: how much detail can remote sensing provide. 349 (1). pp.
- Grasshoff, K., Kremling, K. & Ehrhardt, M. (1999). *Methods of Seawater Analysis 3rd Eds*. Weinheim: Wiley-VCH
- Hoegh-Guldberg O., Salvat B. (1995). Periodic mass-bleaching and elevated sea temperatures: bleaching of outer reef slope communities in Moorea, French Polynesia. *Mar Ecol Prog Ser*, 121:181-190
- Kaufmann, V., Pinheiro, A. (2014). Simulating transport of nitrogen and phosphorus in a Cambisol after natural and simulated intense rainfall. *Journal of Contaminant Hydrology*, 160, 53–64
- Klinbunga, S., D.J. Penman, B.J. McAndrew and A. Tassanakajon. (1999). Mitochondrial DNA diversity in three populations of the giant tiger shrimp *Penaeus monodon*. *Mar. Biotechnol.* 1: 113-121
- Krebs , C.J. (1999). *Ecological methodology. This coherent text translates the methods of statisticians into "ecological English" that students may readily apply methods to the real world.* 98 pp.
- Kudo K and Yamano H. (1997). Dynamic structure of coral reef communities: a simulation study. *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium*, 1, 509-514
- Li, M., Xu, K., Watanabe, M., and Chen, Zh. (2007) Long-term variations in dissolved silicate, nitrogen, and phosphorus flux from the Yangtze River into the East China Sea and impacts on estuarine ecosystem. *Estuarine, coastal and Shelf Science*. 71, 3-12
- Lirman, D., Orlando, B., Macia, S., Maqzello, D., Kaufman, L., Biber, P., Jones, T. (2003). Coral communities of Biscayne Bay, Florida and adjacent offshore areas; diversity abundance, distribution and environmental correlates. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13, 121-135

- Lu, X. X. & Siew, R. Y. (2005). Water discharge and sediment flux changes in the Lower Mekong River. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*. 2, 2287 - 2325
- Moran, P. J., Bradbury, R. H. and Reichelt, R. E. (1988). Distribution of recent outbreaks of the crown-of-thorns starfish (*Acanthaster planci*) along the Great Barrier Reef: 1985-1986, *Coral Reefs* 7, 125-137
- Morton, B. and G. Blackmore. (2001). South China Sea. *Marine Pollution Bulletin* 42(12): 1236-1263
- Overton, J.L., D.J. Macintosh and R.S. Thorpe. (1997). Multivariate analysis of the mud crab *Scylla serrata* (Brachyura: Portunidae) from four location in Southeast Asia. *Marine Biology* 128: 55-62
- Parsons, T.R., Maita, Y. and Lalli, C.M. (1984). *A manual of chemical and biological methods for seawater analysis*. Great Britain
- Phongsuwan N. and Chansang H. (1992). Assessment of coral communities in the Andaman Sea (Thailand). In: *Proceeding of the 7th International Coral Reef Symposium* 1, 114-121
- Robinson, R.A.J, Bird, M.I., Oo, N.W., Hoey, T.B., Aye, M.M., Higgitt, D.L., Lu, X. X., Swe, A., Tun, T. & Win, S.L. (2007). The Irrawaddy River Sediment Flux to the Indian Ocean: The Original Nineteenth-Century Data Revisited. *The Journal of Geology*. 115, 629-640
- Roger, C.S. (1990). Response of coral reefs and reef organisms to sedimentation. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 62: 185 – 202
- Sakai K, Yeemin T, Snidwongs A., Yamazato K. and Nishihara M. (1986). Distribution and community structure of hermatypic corals in the Sichang Islands, Inner part of Gulf of Thailand. *Galaxea* 5, 27-74
- Sholkovitz (1976) อ่างใน สมภพ เหลืองกังวานกิจ (2541). *พฤติกรรมและพลั๊กซ์ของสารอาหารในบริเวณเอสทูรีแม่น้ำตาปี จังหวัดสุราษฎร์ธานี*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต.ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- Siakeu, J., Oguchi, T., Tatsuto, A., Esaki, Y. & Jarvie, H.P. (2004). Changes in riverine suspended sediment concentration in central Japan in response to late 20th century human activities. *Catena*, 55, 231-254
- Sohma, A., Sekigushi, Y., Yamada, H., Sato, T. & Nakata, K. (2001). A new coastal marine ecosystem model study coupled with hydrodynamic and tidal flat ecosystem effect. *Marine Pollution Bulletin*, 43, 187-208
- Storlazzi, C.D., Field, M.D. and Bothner, M.H. (2011). The use (and misuse) of sediment traps in coral reef environments: theory, observations, and suggested protocols. *Coral Reefs*. 30: 23 – 38
- Strickland, J.D.H., Parsons, T.R. (1972). *A Practical Handbook of Seawater Analysis*. Fishery Research Board of Canada, Ottawa

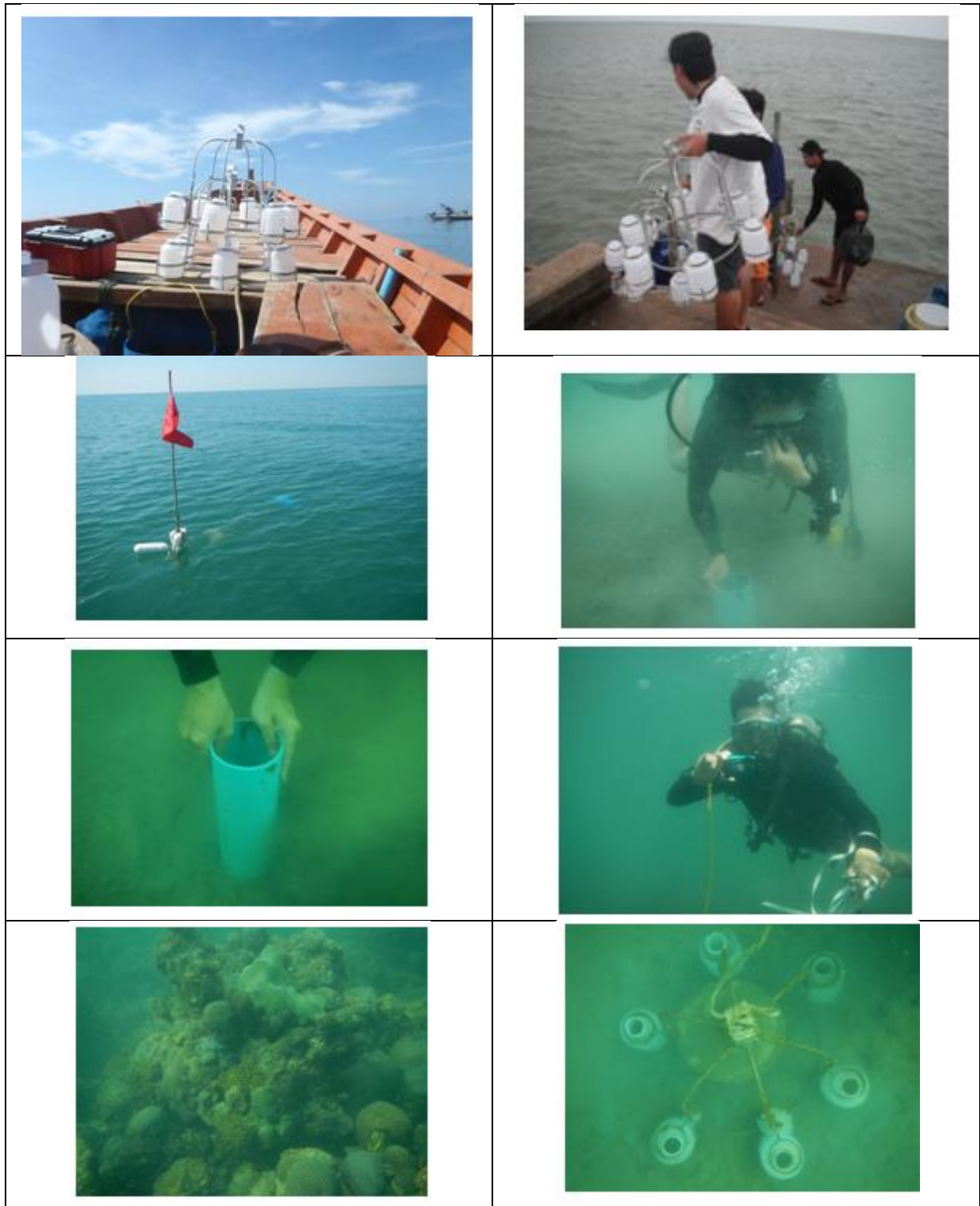
- Sudara S, Yeemin T, Satumanatpan S, Nateekarnjanalarp S and Sookchanulak C. (1992). Qualitative assessment of impacts from siltation on the coral communities around Koh Saket, Rayong Province. In: Chou, LM and Wilkinson CR (eds.), *Third ASEAN Science and Technology Week Conference Proceeding* (Vol. 6), Marine Science: Living Resources, 21-23 Sept. 1992 (95-111). Singapore: Department of Zoology, National University of Singapore and National Science and Technology Board, Singapore
- Thongtham N and Chansang H. (1999). Influence of surface complexity on coral recruitment at Maiton Island, Phuket, Thailand. *Phuket Marine Biological Center, Special Publication*, 20: 93-100
- Wattayakorn, G. (2004). *Contribution of Carbon and Nutrient Species into SE Asian Waters via Submarine Groundwater Discharge. A Project Sponsored by the Southeast Asia Regional Committee for START (SARCS)*
- Wattayakorn, G., B. King, E. Wolanski and P. Suthanaruk. (1998). Seasonal dispersion of petroleum contaminants in the Gulf of Thailand. *Continental Shelf Research* 18(6): 641-659
- Willaims E.H. and Bunkley-Willaims L. (1990). The world-wide coral reef bleaching cycle and related sources of coral mortality. *Atoll Res Bull* 355:1-72
- Yanagi, T. (1999). *Coastal Oceanography*. Terra/Kluwer. Tokyo
- Yeemin, T., S. Sudara and A. Chamapun. 1994. A quantitative study of the Scleractinian coral communities of Tao Island, Gulf of Thailand. In Sudara, S., Wilkinson, C.R. and Chou, L. M. (eds.), *Proceedings, Third ASEAN-Australia Symposium on Living Coastal Resources*, Vol.2: Research Papers, pp.51-60. Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

ภาคผนวก





ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอย ฟลักซ์ของธาตุอาหารอนินทรีย์ต่อความหลากหลายทางชีวภาพของปะการัง บริเวณหาดเจ้าหลาว จังหวัดจันทบุรี: โครงการปีที่ 2



ภาพผนวกที่ 1 - 1 การเก็บตัวอย่างในภาคสนาม และ วิธีการเก็บตัวอย่างบางส่วนของการศึกษาทั้งบริเวณหาดเจ้าหลาว อ่าวคู้กระเบน และ บริเวณปากน้ำแหลมหนู