



การศึกษาฟลักซ์สารอาหารละลายน้ำและดัชนีบ่งชี้คุณภาพนิเวศวิทยาทางน้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีน
ตอนล่าง



ธนพล ไชยพิพัฒนขจร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวาริชศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

การศึกษาฟลักซ์สารอาหารละลายน้ำและดัชนีบ่งชี้คุณภาพนิเวศวิทยาทางน้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีน
ตอนล่าง



ธนพล ไชยพิพัฒนขจร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวาริชศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2568
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

The investigation of dissolved nutrient fluxes and aquatic ecology quality indicators
in the lower Tha Chin River



THANAPON CHAIPIPUTNAKHAJORN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR MASTER DEGREE OF SCIENCE
IN AQUATIC SCIENCE AND TECHNOLOGY
FACULTY OF SCIENCE
BURAPHA UNIVERSITY

2025

COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ ธนพล ไชยพิพัฒน์ขจร ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวาริชศาสตร์และเทคโนโลยี ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุกุล บุรณประทีปรัตน์) (รองศาสตราจารย์ ดร.วิภูษิต มั่นทะจิตร)

..... กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชญา กันบัว)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรารุช ไทยพิชิตบุรพา) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุกุล บุรณประทีปรัตน์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรารุช ไทยพิชิตบุรพา)

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. อุษาวดี ตันติวรานุรักษ์)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวาริชศาสตร์และเทคโนโลยี ของ
มหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิทวัส แจ่มเอี่ยม)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

64910178: สาขาวิชา: วาริชศาสตร์และเทคโนโลยี; วท.ม. (วาริชศาสตร์และเทคโนโลยี)
 คำสำคัญ: คุณภาพน้ำ, แพลงก์ตอนพืช, ฟลักซ์สารอาหารละลายน้ำและของแข็งแขวนลอย,
 ดัชนีบ่งชี้คุณภาพนิเวศวิทยาทางน้ำ, แม่น้ำท่าจีน

ธนพล ไชยพิพัฒน์ขจร : การศึกษาฟลักซ์ของสารอาหารละลายน้ำและดัชนีบ่งชี้คุณภาพ
 นิเวศวิทยาทางน้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง. (The investigation of dissolved nutrient fluxes
 and aquatic ecology quality indicators in the lower Tha Chin River) คณะกรรมการ
 ควบคุมวิทยานิพนธ์: อนุกุล บุรณประทีปรัตน์, ภัทรารุช ไทยพิชิตบุรพา ปี พ.ศ. 2568.

งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาฟลักซ์ของสารอาหารละลายน้ำและดัชนีบ่งชี้คุณภาพ
 นิเวศวิทยาทางน้ำ รวมทั้งคุณภาพน้ำและแพลงก์ตอนพืชบริเวณแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง ในเดือนตุลาคม
 พ.ศ.2565 (ฤดูน้ำมาก) เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2565 (ฤดูน้ำน้อย) และเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2566 (ช่วง
 เปลี่ยนฤดู) รวมทั้งสิ้น 3 ครั้ง พบว่า ปริมาณสารอาหาร และคลอโรฟิลล์-เอ มีการเปลี่ยนแปลงตาม
 พื้นที่และฤดูกาล โดยบริเวณต้นน้ำมีแนวโน้มปริมาณสารอาหาร และคลอโรฟิลล์-เอที่ต่ำกว่าบริเวณ
 ปลายน้ำ และในฤดูน้ำน้อยส่วนใหญ่จะมีปริมาณสารอาหารที่สูงกว่าฤดูอื่นๆ ซึ่งคุณภาพน้ำในแม่น้ำท่า
 จีนมีค่าเฉลี่ยสูงเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และไนโตรเจนเป็นปัจจัยจำกัดเมื่อเริ่มเข้าใกล้ปลายน้ำ ซึ่งมี
 ความสอดคล้องกับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช ในฤดูน้ำมากจะมีความหนาแน่นน้อยกว่า
 ฤดูกาลอื่นๆ โดยในแม่น้ำท่าจีนจะพบแพลงก์ตอนพืชกลุ่มเด่นอยู่ใน Division Chromophyta เมื่อ
 เริ่มเข้าใกล้ปลายน้ำ Division Chromophyta จะมีสัดส่วนที่เพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะในช่วงเปลี่ยนฤดู
 ในส่วนของการใช้แพลงก์ตอนพืช (AARL-PP Score) และปัจจัยทางกายภาพและเคมี (AARL-PC
 Score) เป็นปัจจัยบ่งชี้ระดับความอุดมสมบูรณ์และคุณภาพน้ำพบว่าสามารถใช้ได้และมีความ
 สอดคล้องกัน โดยในทุกฤดูกาลแม่น้ำท่าจีนถูกจัดให้มีระดับความอุดมสมบูรณ์เฉลี่ยอยู่ในช่วง Meso-
 Eutrophic ระดับคุณภาพน้ำ Moderate-Pollute ฟลักซ์ของสารอาหารละลายน้ำและของแข็ง
 แขวนลอยแปรผันตามปริมาณน้ำท่าโดยมีปริมาณสูงที่สุดในฤดูน้ำมาก รองลงมาเป็นช่วงเปลี่ยน และ
 ฤดูน้ำน้อยตามลำดับโดยส่วนใหญ่มีทิศทางไหลจากแม่น้ำสู่ทะเลยกเว้นฟลักซ์ของแข็งแขวนลอย และ
 ไนโตรเจนในช่วงฤดูน้ำน้อย โดยในฤดูน้ำมากแม่น้ำท่าจีนมีการปลดปล่อยสารอาหารในกลุ่มของอนินท
 รีย์ไนโตรเจน 58.94 ton N/day และอนินทรีย์ฟอสฟอรัส 10.43 ton P/day ซึ่งมากกว่าแม่น้ำบาง
 ปะกง โดยเฉพาะแอมโมเนียที่มีสัดส่วนเป็น 68% ในฤดูน้ำมาก (38.42 ton N/day) และ 99% ในฤดู
 น้ำน้อย (20.20 ton N/day)

64910178: MAJOR: AQUATIC SCIENCE AND TECHNOLOGY; M.Sc. (AQUATIC SCIENCE AND TECHNOLOGY)

KEYWORDS: Water quality; Phytoplankton; Dissolved nutrients fluxes; Aquatic ecology quality indicators; Tha Chin River

THANAPON CHAIPIPUTNAKHAJORN : THE INVESTIGATION OF DISSOLVED NUTRIENT FLUXES AND AQUATIC ECOLOGY QUALITY INDICATORS IN THE LOWER THA CHIN RIVER. ADVISORY COMMITTEE: ANUKUL BURANAPRATHEPRAT, Ph.D. PATRAWUT THAIPICHITBURAPA, Ph.D. 2025.

This study examined fluxes of dissolved nutrients, water quality, and phytoplankton in the lower Tha Chin River across three seasons: wet (October 2022), dry (February 2023), and transition (July 2023). Nutrient levels and chlorophyll-a varied by location and season, with higher concentrations downstream and during the dry season, often exceeding standard levels. Nitrogen was the limiting factor near the river mouth, aligning with phytoplankton density patterns, which were lowest upstream and during the wet season. Phytoplankton in the Tha Chin River was dominated by *Chromophyta*, increasing near the river mouth, especially in the transition period. The study confirmed the effectiveness of phytoplankton (AARL-PP Score) and physical-chemical (AARL-PC Score) indicators in assessing nutrient levels and water quality, classifying the river as meso-eutrophic with moderate pollution year-round. Fluxes of dissolved nutrients and suspended solids followed river discharge, peaking in the wet season. Most fluxes moved seaward, except suspended solids and nitrite in the dry season. In the wet season, the Tha Chin River releases 58.94 tons of inorganic nitrogen per day and 10.43 tons of inorganic phosphorus per day, which is higher than that of the Bang Pakong River. Particularly, ammonia accounts for 68% (38.42 tons N/day) during the wet season and 99% (20.20 tons N/day) during the dry season.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ผศ.ดร.อนุกุล บูรณประทีปรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผศ.ดร.ภัทรารุช ไทยพิชิตบุรพา อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้ความกรุณาคำปรึกษา แนวทางที่ถูกต้องในการทำวิจัย ตลอดจนการช่วยเหลือไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความละเอียดเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกทราบบ้างและขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยฝั่งตะวันออก กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง สำหรับความอนุเคราะห์เครื่องมือ ADCP เพื่อใช้ในการวัดกระแสน้ำตลอดการทำวิจัย

ขอขอบคุณนางสาวชลลาทิพ จันทร์ชมภู ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบนฝั่งตะวันออก นางสาววรินธา วศิณะเมฆินทร์ และทีมสมุทรศาสตร์ของศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบนฝั่งตะวันออกศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบนฝั่งตะวันออก ที่ให้ที่พักในขณะเก็บตัวอย่าง รวมทั้งช่วยเก็บตัวอย่างภาคสนามอย่างดีเสมอมา

ขอขอบคุณทีมสมุทรศาสตร์ และแพลงก์ตอน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างภาคสนามจนทำให้วิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์ และบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา สำหรับอุปกรณ์ ห้องปฏิบัติการ และการอำนวยความสะดวกต่างๆ

ขอบคุนพระคุณบิดา มารดา เพื่อน ๆ พี่ๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือ คำปรึกษา และกำลังใจเสมอมา

และงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนบางส่วนจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กองทุน ววน.) ประเภท Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ 2566 รหัสโครงการ 4367593 และทุนวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา ประจำปีงบประมาณ 2566

ธนพล ไชยพิพัฒน์ขจร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฐ
สารบัญรูปภาพ.....	ท
สารบัญรูปภาพ.....	ฒ
สารบัญรูปภาพ.....	ณ
สารบัญรูปภาพ.....	ด
สารบัญรูปภาพ.....	ต
สารบัญรูปภาพ.....	ถ
บทที่ 1	1
บทนำ	1
ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย.....	1
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
สมมติฐานของงานวิจัย.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
ขอบเขตของงานวิจัย.....	3
บทที่ 2	4
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4

2.1 ลักษณะทางภูมิศาสตร์และสิ่งแวดล้อมของกลุ่มแม่น้ำท่าจีน	4
2.1.1 สภาพภูมิประเทศ	4
2.1.2 ลักษณะทางสิ่งแวดล้อมบริเวณแม่น้ำท่าจีน	6
2.1.3 ปริมาณน้ำท่า	7
2.1.4 การใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณแม่น้ำท่าจีน	8
2.2 ปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน และ น้ำทะเลเปลี่ยนสี.....	11
2.3 คุณภาพน้ำที่สำคัญที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำ.....	13
2.3.1 คุณภาพน้ำทางกายภาพ	14
2.3.2 คุณภาพน้ำทางเคมี.....	14
2.3.3 คุณภาพน้ำทางชีวภาพ	16
2.3.4 ธาตุอาหาร	16
ธาตุอาหารกลุ่มไนโตรเจน	17
ธาตุอาหารกลุ่มฟอสฟอรัส	19
ธาตุอาหารกลุ่มซิลิเกต	21
ตะกอนแขวนลอย	22
2.4 การศึกษาฟลักซ์ของสารอาหารละลายน้ำ	22
2.5 การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของแม่น้ำ	24
2.5.1 การประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของแม่น้ำโดยใช้คุณภาพน้ำ	24
2.5.2 การใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ	27
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	29
บทที่ 3	34
วิธีการศึกษา	34
3.1 พื้นที่ทำการศึกษา	34
3.2 ระยะเวลาที่ทำการศึกษา.....	35

3.3 การตรวจวัดคุณภาพน้ำและการเก็บตัวอย่างน้ำ	35
3.4 การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชและการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ	37
3.5 การศึกษาฟลักซ์ของสารอาหารอินทรีย์ละลายน้ำและตะกอนแขวนลอย.....	39
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติ	40
บทที่ 4	41
ผลการศึกษา.....	41
4.1 ข้อมูลปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และปริมาณน้ำที่ระบายจากประตูระบายน้ำ.....	41
4.2 คุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีน	43
4.3 สัดส่วนของไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัสที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช (N:P Mole ratio).....	59
4.4 โครงสร้างของแพลงก์ตอนพืชในแม่น้ำท่าจีน	61
4.5 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทั่วไป สารอาหารละลายน้ำ และของแข็งแขวนลอยในรอบ วัน	69
4.6 ฟลักซ์ของน้ำ ปริมาณสารอาหารละลายน้ำ และของแข็งแขวนลอยในรอบวัน.....	74
4.7 ฟลักซ์สุทธิของน้ำ สารอาหารละลายน้ำ และของแข็งแขวนลอย	100
4.8 การประยุกต์ใช้แพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำเป็นดัชนีบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ในแม่น้ำ ท่าจีน.....	103
4.9 การทดสอบความสัมพันธ์ทางสถิติ.....	110
บทที่ 5	120
อภิปรายและสรุปผล	120
5.1 อภิปรายผล	120
5.1.1 คุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีน	120
5.1.2 สัดส่วนของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอน พืช (N:P mole ratio).....	129
5.1.3 โครงสร้างของแพลงก์ตอนพืชในแม่น้ำท่าจีน	130

5.1.4 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทั่วไป สารอาหารละลายน้ำ และของแข็งแขวนลอยใน รอบวันบริเวณปากแม่น้ำ	133
5.1.5 ฟลักซ์ของน้ำ ปริมาณสารอาหารละลายน้ำ และของแข็งแขวนลอยในรอบวัน	136
5.1.6 ฟลักซ์สุทธิของน้ำ สารอาหารละลายน้ำ และของแข็งแขวนลอยบริเวณปากแม่น้ำท่า จีน	137
5.1.7 การประยุกต์ใช้แพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำเป็นดัชนีบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ในแม่ น้ำท่าจีน	140
5.1.8 การทดสอบทางสถิติ	144
5.1.9 ความเชื่อมโยงของคุณภาพน้ำในแม่น้ำ แพลงก์ตอนพืช และฟลักซ์บริเวณปากแม่น้ำ	145
5.2 สรุปผลการศึกษา.....	147
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	148
บรรณานุกรม.....	166
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	175

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2-1 ตารางแสดงฟลักซ์ของน้ำและสารอาหารในปากแม่น้ำต่างๆ	24
ตารางที่ 2-2 ตารางแสดงความอุดมสมบูรณ์ของแม่น้ำ	25
ตารางที่ 2-3 ตารางแสดงคะแนน PC Score ของพารามิเตอร์แต่ละชนิด	26
ตารางที่ 2-4 ตารางแสดง Trophic status และ Water quality ตามคะแนน AARL PC Score ...	26
ตารางที่ 3-1 ตารางแสดงพิกัดและสถานีที่ทำการศึกษา	35
ตารางที่ 3-2 การวิเคราะห์สารอาหารละลายน้ำ ตะกอนแขวนลอย ออกซิเจนละลายน้ำ บีโอดี และ คลอโรฟิลล์ เอ	36
ตารางที่ 3-3 ตารางแสดงคะแนนของแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิด	38
ตารางที่ 3-4 ตารางแสดง AARL-PP Score, Trophic level และ Water quality	38
ตารางที่ 4-1 ความหลากหลายและจำนวนสกุลแพลงก์ตอนพืชที่พบบริเวณแม่น้ำท่าจีน	63
ตารางที่ 4-2 ความหลากหลายและจำนวนสกุลแพลงก์ตอนพืชที่พบบริเวณแม่น้ำท่าจีน	64
ตารางที่ 4-3 ความหลากหลายและจำนวนสกุลแพลงก์ตอนพืชที่พบบริเวณแม่น้ำท่าจีน	65
ตารางที่ 4-4 ฟลักซ์สุทธิของน้ำ สารอาหารละลายน้ำ ของแข็งแขวนลอย และความต้องการออกซิเจน ของแบคทีเรียที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน	101
ตารางที่ 4-5 AARL-PP Score บริเวณแม่น้ำท่าจีน ในฤดูน้ำมาก	104
ตารางที่ 4-6 AARL-PP Score บริเวณแม่น้ำท่าจีน ในฤดูน้ำน้อย	105
ตารางที่ 4-7 AARL-PP Score บริเวณแม่น้ำท่าจีน ในช่วงเปลี่ยนฤดู	106
ตารางที่ 4-8 การประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้ปัจจัยทางกายภาพและเคมี บริเวณแม่น้ำท่าจีน ในฤดูน้ำ มาก	108
ตารางที่ 4-9 การประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้ปัจจัยทางกายภาพและเคมี บริเวณแม่น้ำท่าจีน ในฤดูน้ำ น้อย	109
ตารางที่ 4-10 การประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้ปัจจัยทางกายภาพและเคมี บริเวณแม่น้ำท่าจีน ในช่วง เปลี่ยนฤดู	109

สารบัญตาราง

ตารางที่ 5-1 ตารางแสดงการเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนละลายน้ำและคลอโรฟิลล์-เอ	123
ตารางที่ 5-2 ตารางแสดงการเปรียบเทียบปริมาณสารอาหาร	127
ตารางที่ 5-3 ตารางแสดงระดับความอุดมสมบูรณ์โดยใช้คุณภาพน้ำเป็นดัชนีบ่งชี้ (AAPL-PC Score) รายสถานีในแม่น้ำปิง แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำจันทบุรี และแม่น้ำแคว.....	142
ตารางที่ 5-4 ระดับความอุดมสมบูรณ์ของแม่น้ำปิง แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำจันทบุรี แม่น้ำแคว แม่น้ำประ แสร์ โดยใช้ดัชนีประเมินความอุดมสมบูรณ์ต่างๆ.....	144
ตารางที่ 5-5 สมการการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณสารอาหารบริเวณปากแม่น้ำท่าจีนในแต่ ละฤดู	145

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ 2-1 แผนที่แสดงกลุ่มน้ำท่าจีน.....	4
ภาพที่ 2-2 แผนที่แสดงพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยในกลุ่มน้ำท่าจีน.....	5
ภาพที่ 2-3 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนตั้งแต่ปี 2532 – 2561	7
ภาพที่ 2-4 ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนตั้งแต่ปี 2542 – 2559 ระหว่างสถานี T.11กับT.12A	8
ภาพที่ 2-5 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในจังหวัดชัยนาท.....	8
ภาพที่ 2-6 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในจังหวัดสุพรรณบุรี	9
ภาพที่ 2-7 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในจังหวัดนครปฐม.....	9
ภาพที่ 2-8 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในจังหวัดสมุทรสาคร	10
ภาพที่ 2-9 ภาพแสดงการเกิดกระบวนการยูโทรฟิเคชั่น	11
ภาพที่ 2-10 ภาพแสดงวัฏจักรไนโตรเจน	17
ภาพที่ 2-11 ภาพแสดงกระบวนการดีไนตริฟิเคชั่น (Denitrification).....	19
ภาพที่ 2-12 ภาพแสดงวัฏจักรของฟอสฟอรัส.....	20
ภาพที่ 2-13 ภาพแสดงรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของฟอสเฟตในช่วงpHต่างๆ	20
ภาพที่ 2-14 ภาพแสดงวัฏจักรซิลิเกต.....	21
ภาพที่ 3-1 จุดเก็บตัวอย่างและจุดวัดฟลักซ์.....	34
ภาพที่ 4-1 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน และอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนในกลุ่มน้ำท่าจีน พ.ศ.2565 – 2566 ในสถานีสุพรรณบุรี และสถานีนครปฐม.....	42
ภาพที่ 4-2 ปริมาณน้ำจากประตูประบายน้ำโพธิ์ประยาในปี พ.ศ.2565-2566	42
ภาพที่ 4-3 การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเบสของน้ำในเชิงพื้นที่และเวลา บริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร.....	43
ภาพที่ 4-4 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำในเชิงพื้นที่และเวลา บริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร.....	44
ภาพที่ 4-5 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำในเชิงพื้นที่และเวลา บริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร.....	45

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ 4-6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในเชิงพื้นที่และเวลา บริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร.....	46
ภาพที่ 4-7 การเปลี่ยนแปลงความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรียที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ ในเชิงพื้นที่และเวลา บริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร	47
ภาพที่ 4-8 การเปลี่ยนแปลงของแข็งแขวนลอยในน้ำ ในเชิงพื้นที่และเวลา บริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร.....	48
ภาพที่ 4-9 การเปลี่ยนแปลงของคลอโรฟิลล์ เอ ในเชิงพื้นที่และเวลา บริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร.....	49
ภาพที่ 4-10 การเปลี่ยนแปลงของแอมโมเนีย ในเชิงพื้นที่และเวลา บริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร.....	50
ภาพที่ 4-11 การเปลี่ยนแปลงของไนโตรท์ ในเชิงพื้นที่และเวลา บริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร.....	51
ภาพที่ 4-12 การเปลี่ยนแปลงของไนเตรท ในเชิงพื้นที่และเวลา บริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร.....	52
ภาพที่ 4-13 การเปลี่ยนแปลงของสารอาหารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ ในเชิงพื้นที่และเวลา บริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร	53
ภาพที่ 4-14 การเปลี่ยนแปลงของสารอาหารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ ในเชิงพื้นที่และเวลา บริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร	54
ภาพที่ 4-15 การเปลี่ยนแปลงของสารอาหารไนโตรเจนละลายน้ำทั้งหมด ในเชิงพื้นที่และเวลา บริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร	55
ภาพที่ 4-16 การเปลี่ยนแปลงของอินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ ในเชิงพื้นที่และเวลา บริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร.....	56
ภาพที่ 4-17 การเปลี่ยนแปลงของสารอาหารอินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ ในเชิงพื้นที่และเวลา บริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร.....	57

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ 4-18 การเปลี่ยนแปลงของสารอาหารฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำ ในเชิงพื้นที่และเวลา บริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร	58
ภาพที่ 4-19 การเปลี่ยนแปลงของซิลิเกต ในเชิงพื้นที่และเวลา บริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร	59
ภาพที่ 4-20 สัดส่วนของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในฤดูน้ำมาก	60
ภาพที่ 4-21 สัดส่วนของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในฤดูน้ำน้อย	60
ภาพที่ 4-22 สัดส่วนของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในช่วงเปลี่ยนฤดู	61
ภาพที่ 4-23 สัดส่วนดีวีชันของแพลงก์ตอนพืชที่พบบริเวณแม่น้ำท่าจีนในฤดูน้ำมาก	65
ภาพที่ 4-24 สัดส่วนดีวีชันของแพลงก์ตอนพืชที่พบบริเวณแม่น้ำท่าจีนในฤดูน้ำน้อย	66
ภาพที่ 4-25 สัดส่วนดีวีชันของแพลงก์ตอนพืชที่พบบริเวณแม่น้ำท่าจีนในช่วงเปลี่ยนฤดู	66
ภาพที่ 4-26 สัดส่วนดีวีชันของแพลงก์ตอนพืชที่พบบริเวณแม่น้ำท่าจีนแต่ละสถานีในฤดูน้ำมาก	66
ภาพที่ 4-27 สัดส่วนดีวีชันของแพลงก์ตอนพืชที่พบบริเวณแม่น้ำท่าจีนแต่ละสถานีในฤดูน้ำน้อย	67
ภาพที่ 4-28 สัดส่วนดีวีชันของแพลงก์ตอนพืชที่พบบริเวณแม่น้ำท่าจีนแต่ละสถานีในช่วงเปลี่ยนฤดู	67
ภาพที่ 4-29 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชที่พบในแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร	67
ภาพที่ 4-30 แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นที่พบบริเวณแม่น้ำท่าจีนในฤดูน้ำมาก	68
ภาพที่ 4-31 แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นที่พบบริเวณแม่น้ำท่าจีนในฤดูน้ำน้อย	68
ภาพที่ 4-32 แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นที่พบบริเวณแม่น้ำท่าจีนในช่วงเปลี่ยนฤดู	68
ภาพที่ 4-33 Box and Whisker plot คุณภาพน้ำทั่วไปเฉลี่ยในวัฏจักรน้ำขึ้น น้ำลง บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน	70
ภาพที่ 4-34 Box and Whisker plot สารอาหารละลายน้ำเฉลี่ยในวัฏจักรน้ำขึ้น น้ำลง บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน	72
ภาพที่ 4-35 Box and Whisker plot สารอาหารละลายน้ำเฉลี่ยในวัฏจักรน้ำขึ้น น้ำลง บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน	73

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ 4-36 การเปลี่ยนแปลงตามเวลาของปริมาณน้ำท่าในรอบวันและระดับน้ำขึ้นน้ำลงในแต่ละ ฤดูกาล บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน.....	75
ภาพที่ 4-37 การเปลี่ยนแปลงตามเวลาฟลักซ์ของน้ำและความเข้มข้นแอมโมเนียในรอบวัน.....	77
ภาพที่ 4-38 การเปลี่ยนแปลงตามเวลาฟลักซ์ของน้ำและความเข้มข้นไนโตรทรีไนท์ในรอบวัน	79
ภาพที่ 4-39 การเปลี่ยนแปลงตามเวลาฟลักซ์ของน้ำและความเข้มข้นไนโตรทรีไนท์ในรอบวัน ที่.....	81
ภาพที่ 4-40 การเปลี่ยนแปลงตามเวลาฟลักซ์ของน้ำและความเข้มข้นสารอนินทรีย์ไนโตรเจนละลาย น้ำในรอบวัน.....	83
ภาพที่ 4-41 การเปลี่ยนแปลงตามเวลาฟลักซ์ของน้ำและความเข้มข้นอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำใน รอบวัน	85
ภาพที่ 4-42 การเปลี่ยนแปลงตามเวลาฟลักซ์ของน้ำและความเข้มข้นไนโตรเจนรวมละลายน้ำในรอบ วัน	87
ภาพที่ 4-43 การเปลี่ยนแปลงตามเวลาฟลักซ์ของน้ำและความเข้มข้นอินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ ในรอบวัน	89
ภาพที่ 4-44 การเปลี่ยนแปลงตามเวลาฟลักซ์ของน้ำและความเข้มข้นอินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำใน รอบวัน	91
ภาพที่ 4-45 การเปลี่ยนแปลงตามเวลาฟลักซ์ของน้ำและความเข้มข้นฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำในรอบ วัน	93
ภาพที่ 4-46 การเปลี่ยนแปลงตามเวลาฟลักซ์ของน้ำและความเข้มข้นซิลิเกตในรอบวัน	95
ภาพที่ 4-47 การเปลี่ยนแปลงตามเวลาฟลักซ์ของน้ำและปริมาณความต้องการออกซิเจนของ แบคทีเรียที่ใช้การย่อยสลายสารอินทรีย์ในรอบวัน.....	97
ภาพที่ 4-48 การเปลี่ยนแปลงตามเวลาฟลักซ์ของน้ำและปริมาณของแข็งแขวนลอยในรอบวัน.....	99
ภาพที่ 4-49 ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์และเครือข่ายความสัมพันธ์ในฤดูน้ำมาก บริเวณแม่ น้ำท่าจีน.....	111

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ 4-50 ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์และเครือข่ายความสัมพันธ์ในฤดูน้ำน้อย บริเวณแม่น้ำท่าจีน.....	112
ภาพที่ 4-51 ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์และเครือข่ายความสัมพันธ์ในช่วงเปลี่ยนฤดู บริเวณแม่น้ำท่าจีน.....	114
ภาพที่ 4-52 ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์และเครือข่ายความสัมพันธ์ทุกฤดูกาล บริเวณแม่น้ำท่าจีน (กราฟเครือข่ายให้แสดงใช้ $r > 0.5$).....	115
ภาพที่ 4-53 ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์และเครือข่ายความสัมพันธ์ในฤดูน้ำมาก บริเวณปากแม่น้ำท่าจีนในรอบวัน.....	116
ภาพที่ 4-54 ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์และเครือข่ายความสัมพันธ์ในฤดูน้ำน้อย บริเวณปากแม่น้ำท่าจีนในรอบวัน.....	117
ภาพที่ 4-55 ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์และเครือข่ายความสัมพันธ์ในช่วงเปลี่ยนฤดู บริเวณปากแม่น้ำท่าจีนในรอบวัน.....	118
ภาพที่ 4-56 ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์และเครือข่ายความสัมพันธ์ในทุกฤดูกาล บริเวณปากแม่น้ำท่าจีนในรอบวัน.....	119
ภาพที่ 5-1 ปริมาณน้ำท่าจากประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา.....	120
ภาพที่ 5-2 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในแม่น้ำท่าจีนเปรียบเทียบกับเกณฑ์คุณภาพน้ำผิวดิน	121
ภาพที่ 5-3 ปริมาณความต้องการออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ ในแม่น้ำท่าจีนเปรียบเทียบกับเกณฑ์คุณภาพน้ำผิวดิน	122
ภาพที่ 5-4 สัดส่วนอนินทรีย์ไนโตรเจนรวมละลายน้ำและออกซิเจนละลายน้ำในฤดูน้ำมาก.....	125
ภาพที่ 5-5 สัดส่วนอนินทรีย์ไนโตรเจนรวมละลายน้ำและออกซิเจนละลายน้ำในฤดูน้ำน้อย	125
ภาพที่ 5-6 สัดส่วนอนินทรีย์ไนโตรเจนรวมละลายน้ำและออกซิเจนละลายน้ำช่วงเปลี่ยนฤดูกาล ..	125
ภาพที่ 5-7 ระยะทางระหว่างสถานี และระยะเวลาพำนักน้ำ	128
ภาพที่ 5-8 อัตราส่วนไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัสในแม่น้ำจันทบุรี บางปะกง และท่าจีน	130
ภาพที่ 5-9 จำนวน สกูล ของแต่ละ ดิวิชัน ในแต่ละแม่น้ำ.....	131

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ 5-10 ความหนาแน่นเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืชแต่ละเดือนในแม่น้ำท่าจีน แม่น้ำบางปะกง และ แม่น้ำนครนายก	132
ภาพที่ 5-11 ความเข้มข้นของของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำระหว่างแม่น้ำท่าจีนและแม่น้ำบางปะ กงในฤดูน้ำมากและฤดูน้ำน้อย	135
ภาพที่ 5-12 ความเข้มข้นเฉลี่ยของไนโตรเจนละลายน้ำทั้งหมดบริเวณปากแม่น้ำท่าจีนเทียบกับเกณฑ์	135
ภาพที่ 5-13 ความเข้มข้นเฉลี่ยของฟอสฟอรัสละลายน้ำทั้งหมดบริเวณปากแม่น้ำท่าจีนเทียบกับ เกณฑ์.....	136
ภาพที่ 5-14 ปริมาณน้ำฝนในกลุ่มน้ำท่าจีนและปริมาณน้ำจากประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา.....	137
ภาพที่ 5-15 การเปรียบเทียบปริมาณฟลักซ์สุทธิของน้ำท่า, อนินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ, อนินทรีย์ ฟอสฟอรัสละลายน้ำ และ ซิลิเกต ระหว่างแม่น้ำท่าจีนและแม่น้ำอื่นๆ.....	138
ภาพที่ 5-16 การเปรียบเทียบปริมาณฟลักซ์สุทธิต่อหน่วยพื้นที่ลุ่มน้ำของอนินทรีย์ไนโตรเจนละลาย น้ำ, อนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ และซิลิเกต ระหว่างแม่น้ำท่าจีนและแม่น้ำอื่นๆ.....	139
ภาพที่ 5-17 เปรียบเทียบสัดส่วนฟลักซ์สุทธิของอนินทรีย์ไนโตรเจนรวมละลายน้ำ ระหว่างแม่น้ำท่า จีนกับแม่น้ำบางปะกงในฤดูน้ำมากและฤดูน้ำน้อย.....	140

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

แม่น้ำท่าจีน เป็นแม่น้ำหนึ่งที่สำคัญที่ตั้งอยู่บริเวณภาคกลางของประเทศไทย แยกออกมาจากแม่น้ำเจ้าพระยาทางฝั่งตะวันตก ที่บริเวณตำบลมะขามเฒ่า อำเภอวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท ไหลผ่านจังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดนครปฐม และไหลออกสู่อ่าวไทยที่จังหวัดสมุทรสาคร เมื่อแม่น้ำท่าจีนไหลผ่านจังหวัดสุพรรณบุรี ก็จะมีชื่อเรียกว่าแม่น้ำสุพรรณบุรี เมื่อไหลผ่านจังหวัดนครปฐมจะมีชื่อเรียกว่า แม่น้ำนครไชยศรี โดยมีความยาวรวมทั้งหมด 325 กิโลเมตร (อภิเศก ปันสุวรรณ, 2542) มีพื้นที่ของกลุ่มน้ำประมาณ 13,492 ตร.กม.(Thaipichitburapa, Meksumpun, & Meksumpun, 2010) ประกอบไปด้วย 2 กลุ่มน้ำสาขาย่อย ได้แก่ กลุ่มน้ำห้วยกระเสียว ซึ่งมีต้นกำเนิดมาจากบริเวณระหว่างเขาแหลและเขาใหญ่ ที่ค่อนข้างมีความลาดเทมากและไหลไปบรรจบกับแม่น้ำสุพรรณบุรีที่บริเวณบ้านทิง ถือเป็น 14.32% ของพื้นที่และอีกหนึ่งกลุ่มน้ำสาขาย่อยคือ กลุ่มน้ำสาขาที่ราบแม่น้ำท่าจีน ถือเป็น 85.68% ของพื้นที่กลุ่มน้ำท่าจีน โดยลักษณะลุ่มน้ำวางตัวในแนวทิศเหนือใต้ เป็นที่ราบลุ่มริมแม่น้ำ เช่นเดียวกับที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา ด้านบนของกลุ่มน้ำเป็นเชิงเขาที่มีความสูงไม่มากนัก ตอนกลางและตอนล่างเป็นที่ราบลุ่มติดกับลุ่มน้ำแม่กลอง

ปัจจุบันพื้นที่บริเวณโดยรอบแม่น้ำท่าจีนมีการใช้ประโยชน์ที่ดินต่างๆมากมายตั้งแต่บริเวณต้นน้ำจนถึงปากแม่น้ำ โดยเมื่อแม่น้ำไหลผ่านแต่ละจังหวัดการใช้ประโยชน์ที่ดินก็จะมียอดประกอบแตกต่างกันแต่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม โดยในจังหวัดชัยนาท การใช้ประโยชน์ที่ดินในการทำเกษตรกรรมมากถึง 80.31% ในจังหวัดสุพรรณบุรี 73.95% ส่วนในจังหวัดนครปฐมก็ยังคงมีพื้นที่ในการทำเกษตรกรรมมากที่สุดคิดเป็น 67.02% โดยในส่วน นี้มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมากถึง 14.92% สุดท้ายในจังหวัดสมุทรสาครแม้จะมีสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินต่างออกไป แต่พื้นที่การทำเกษตรกรรมก็ยังมีมากที่สุดถึง 55.81% (กรมพัฒนาที่ดิน, 2564) ในส่วนนี้มากกว่าครึ่งหนึ่งเป็นการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จะเห็นได้ว่าเมื่อถึงบริเวณปลายน้ำสัดส่วน การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจะมีเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีการใช้ประโยชน์ต่างๆ ไม่ว่าจะจากการเกษตรกรรม การเพาะเลี้ยง หรือจากกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ก็จะเกิดของเสียจากการใช้ประโยชน์ ของเสียต่างๆก็จะถูกชะลงสู่แม่น้ำหรือปลดปล่อยลงสู่แม่น้ำก็จะเกิดการสะสมอยู่ในแม่น้ำและบริเวณปากแม่น้ำ เมื่อเกิดการสะสมของของเสียก็จะเกิดการย่อยสลาย ทำให้มีการดึงออกซิเจนในน้ำไปใช้ในการย่อยสลายส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดต่ำลง นอกจากนี้การสะสมของของเสียที่มากก็จะส่งผลให้มีสารอาหารในน้ำจำนวนมากจนเกิดสภาวะ Eutrophication และไปกระตุ้นแพลงก์ตอนพืชทำให้เกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว จนเกิดสภาวะการสะสมของแพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton Bloom) (เบญจมาศ มีทรัพย์ และคณะ, 2564)

จนถึงระยะหนึ่งแพลงก์ตอนพืชที่สะสมก็จะตายลง และเกิดการย่อยสลายโดยแบคทีเรีย ส่งผลให้ออกซิเจนในน้ำยิ่งต่ำลงไปอีก เกิดสภาวะการพร่องออกซิเจนได้ (Hypoxia) ซึ่งอาจทำให้สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณนั้นตายลงและส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศในวงกว้าง

การศึกษาฟลักซ์ของสารอาหารละลายน้ำและการใช้คุณภาพน้ำและแพลงก์ตอนพืชเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำจะสามารถทำให้ทราบถึงคุณภาพน้ำในแม่น้ำ ปริมาณสารอาหารละลายน้ำที่ถูกเติมลงมาจากแม่น้ำท่าจีนจากบริเวณโดยรอบที่ผ่านการใช้ประโยชน์ต่างๆ และ ปริมาณสารอาหารละลายน้ำที่แม่น้ำท่าจีนปลดปล่อยออกสู่อ่าวไทยตอนบนบริเวณปากแม่น้ำ นอกจากนี้การศึกษากการใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำยังสามารถบ่งบอกถึงคุณภาพน้ำในอดีตที่ผ่านมาได้เนื่องจากตัวแพลงก์ตอนพืชจะค่อยๆเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆไม่เหมือนกับคุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมีที่มีการเปลี่ยนแปลงได้รวดเร็วกว่า (ภณัฐญา สุขตลอด และคณะ, 2559) ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมุ่งเน้นในการศึกษาฟลักซ์ของสารอาหารละลายน้ำ การใช้คุณภาพน้ำและแพลงก์ตอนพืชเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง เพื่อให้ทราบถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงปริมาณของมวลสารต่างๆ ที่มีการแลกเปลี่ยนระหว่างทะเลกับแม่น้ำและการศึกษา คุณภาพน้ำ และ โครงสร้างของแพลงก์ตอนพืชตั้งแต่ในแม่น้ำจนถึงบริเวณปากแม่น้ำเพื่อใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำและการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง
2. เพื่อศึกษาองค์ประกอบแพลงก์ตอนพืชและการใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง
3. เพื่อศึกษาฟลักซ์ของสารอาหารละลายน้ำและตะกอนแขวนลอยบริเวณปากแม่น้ำท่าจีนในช่วงฤดูน้ำมากและฤดูน้ำน้อย

สมมติฐานของงานวิจัย

1. ปริมาณสารอาหาร ตะกอนแขวนลอย และ คลอโรฟิลล์เอ มีการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่และฤดูกาล
2. โครงสร้างแพลงก์ตอนพืชมีการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่และฤดูกาล และสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีนตอนล่างได้
3. ฟลักซ์ของสารอาหารละลายน้ำและตะกอนแขวนลอยในแม่น้ำท่าจีนมีค่าสูงในฤดูน้ำมากและต่ำในฤดูน้ำน้อย
4. สารอาหารไนโตรเจนเป็นปัจจัยจำกัดต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนในแม่น้ำท่าจีน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปช่วยในการบริหารจัดการน้ำในระดับจังหวัด
2. สามารถนำไปเป็นฐานข้อมูลในการพัฒนาแม่น้ำท่าจีนในอนาคต
3. สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้คาดการณ์การเกิดน้ำทะเลเปลี่ยนสีบริเวณปากแม่น้ำท่าจีนและพื้นที่ใกล้เคียง

ขอบเขตของงานวิจัย

ทำการวัดฟลักซ์ของน้ำ สารอาหารละลายน้ำ และของแข็งแขวนลอย บริเวณปากแม่น้ำท่าจีนในฤดูน้ำมาก ฤดูน้ำน้อย และช่วงเปลี่ยนฤดู รวมถึงทำการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชและเก็บตัวอย่างน้ำในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่จังหวัดนครปฐมบริเวณวัดศิลามูลถึงจังหวัดสมุทรสาครบริเวณวัดบางหญ้าแพรก รวม 10 สถานี เพื่อนำไปวิเคราะห์หาสารอาหารละลายน้ำ และตรวจวัดพารามิเตอร์คุณภาพน้ำเบื้องต้น โดยเก็บตามสถานีต่างๆในช่วงเวลาใกล้เคียงกับที่มีการตรวจวัดฟลักซ์ เพื่อให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของสารอาหารแหล่งที่มาของสารอาหาร ตั้งแต่ในแม่น้ำจนถึงปากแม่น้ำในแต่ละช่วงของฤดูกาล

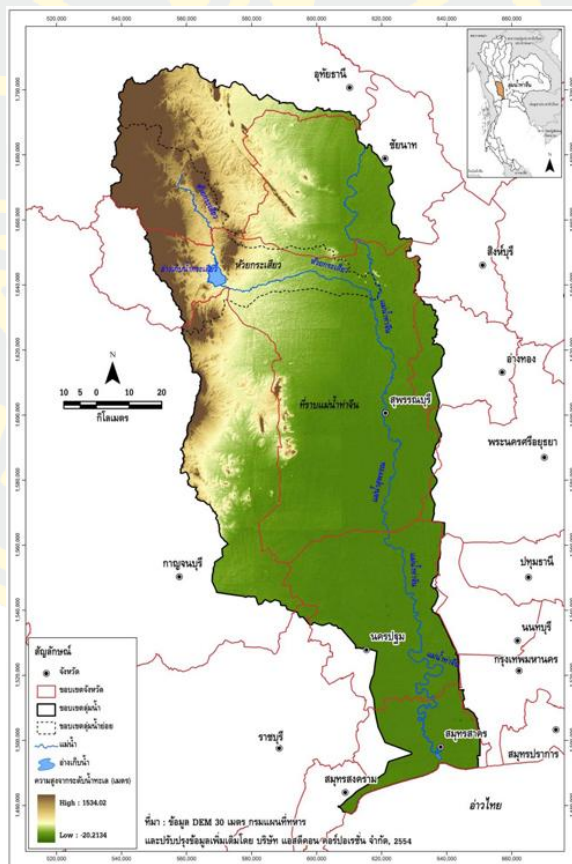
บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะทางภูมิศาสตร์และสิ่งแวดล้อมของกลุ่มแม่น้ำท่าจีน

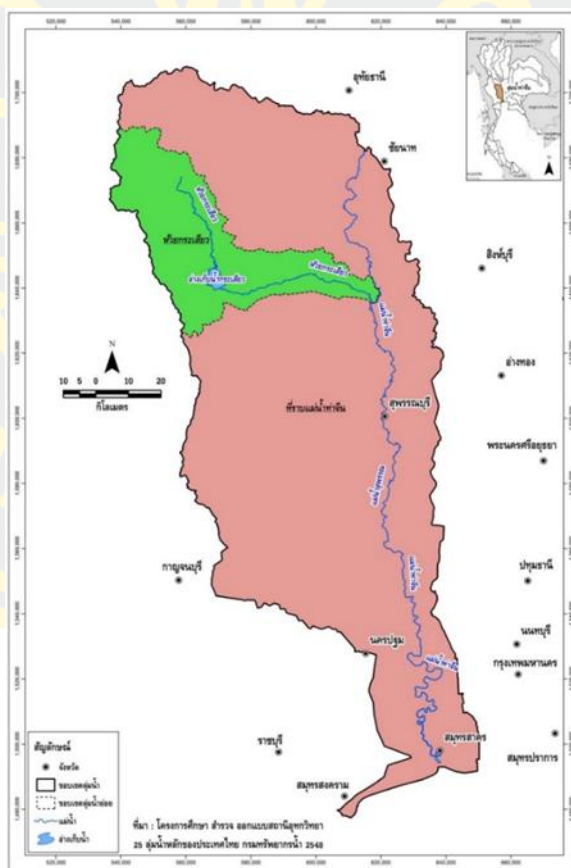
2.1.1 สภาพภูมิประเทศ

ลุ่มน้ำท่าจีนที่ตั้งอยู่บริเวณตอนกลางของประเทศไทย และอยู่ทางทิศตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยา มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมทั้งหมด 13,477.16 ตารางกิโลเมตร อยู่ในพื้นที่ 13 จังหวัดได้แก่ กรุงเทพฯ ชัยนาท กาญจนบุรี นครปฐม นนทบุรี พระนครศรีอยุธยา ราชบุรี สมุทรสงคราม สิงห์บุรี สุพรรณบุรี อ่างทอง อุทัยธานี และสมุทรสาคร (ภาพที่ 2-1) ลุ่มน้ำวางตัวแนวทิศเหนือ-ใต้ อยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ $13^{\circ} 10'$ เหนือถึงเส้นรุ้งที่ $15^{\circ} 30'$ เหนือ และเส้นแวงที่ $98^{\circ} 15'$ ตะวันออกถึงเส้นแวงที่ $100^{\circ} 10'$ ตะวันออก ซึ่ง ทิศเหนือจะติดกับลุ่มน้ำสะแกกรัง ทิศใต้ติดกับอ่าวไทย ทิศตะวันออกติดกับลุ่มน้ำเจ้าพระยา ทิศตะวันตกติดกับลุ่มน้ำแม่กลอง (สำนักงานทรัพยากรน้ำภาค 7, 2561)



ภาพที่ 2-1 แผนที่แสดงลุ่มน้ำท่าจีน
(สำนักงานทรัพยากรน้ำภาค 7, 2561)

โดยทั่วไปของกลุ่มน้ำท่าจีนเป็นพื้นที่ราบลุ่มริมแม่น้ำตอนบนของกลุ่มน้ำเป็นเชิงเขาที่มีความสูงไม่มากตอนกลางกับตอนล่างติดกับที่ราบลุ่มของแม่น้ำแม่กลองแม่น้ำท่าจีนเป็นส่วนที่แยกออกมาจากแม่น้ำเจ้าพระยา ที่บริเวณตำบลมะขามเต่า อำเภอวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท และไหลผ่านจังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดนครปฐมและไหลออกสู่อ่าวไทยที่จังหวัดสมุทรสาคร (ภาพที่ 2-2) โดยชื่อเรียกก็จะเรียกแตกต่างกันเมื่อแม่น้ำท่าจีนไหลผ่านจังหวัดสุพรรณบุรี ก็จะมีชื่อเรียกว่าแม่น้ำสุพรรณบุรี เมื่อไหลผ่านจังหวัดนครปฐมก็จะมีชื่อเรียกว่า แม่น้ำนครไชยศรี โดยมีความยาวรวมทั้งหมด 325 กิโลเมตร (อภิเศก ปันสุวรรณ, 2542) แม่น้ำท่าจีนประกอบไปด้วย 2 กลุ่มน้ำสาขาย่อย ได้แก่ กลุ่มน้ำห้วยกระเสียวซึ่งมีต้นกำเนิดมาจากบริเวณระหว่างเขาแหลและเขาใหญ่ ที่ค่อนข้างมีความลาดเทมากและไหลไปบรรจบกับแม่น้ำสุพรรณบุรีที่บริเวณบ้านทึง ถือเป็น 14.32% ของพื้นที่กลุ่มน้ำท่าจีน และอีกหนึ่งกลุ่มน้ำสาขาย่อยคือ กลุ่มน้ำสาขาที่ราบแม่น้ำท่าจีน ถือเป็น 85.68% ของพื้นที่กลุ่มน้ำท่าจีน (สำนักงานทรัพยากรน้ำภาค 7, 2561)



ภาพที่ 2-2 แผนที่แสดงพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยในกลุ่มน้ำท่าจีน
(สำนักงานทรัพยากรน้ำภาค 7, 2561)

2.1.2 ลักษณะทางสิ่งแวดล้อมบริเวณแม่น้ำท่าจีน

แม่น้ำท่าจีนเป็นแม่น้ำหนึ่งที่มีอิทธิพลต่ออ่าวไทยตอนบนเพราะเป็นหนึ่งในแม่น้ำสายหลักที่ไหลลงสู่อ่าวไทยตอนบน บริเวณปลายน้ำที่มีการผสมผสานกันระหว่างน้ำจืดหรือน้ำเค็มจึงเกิดเป็นเอสทูรีโดยมวลน้ำที่มีความเค็มน้อยกว่าหรือน้ำจืดจะอยู่ด้านบนเพราะมีความหนาแน่นน้อยกว่า น้ำเค็ม น้ำเค็มมีแร่ธาตุผสมอยู่มากกว่าจึงมีความหนาแน่นมากกว่าจนจมตัวอยู่บริเวณด้านล่างซึ่งในช่วงที่มีปริมาณน้ำท่ามาก อิทธิพลของน้ำจืดก็จะมีมากทำให้น้ำจืดสามารถแพร่ออกไปได้ไกลมากขึ้น โดยจะมีอิทธิพลของฤดูกาล และลมมรสุมมีส่วนในการควบคุมปริมาณน้ำท่า

ลมมรสุม

ปากแม่น้ำท่าจีนตั้งอยู่บริเวณอ่าวไทยตอนบน จึงได้รับลมมรสุม 2 แบบด้วยกัน คือ

1. ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จะพัดปกคลุมประเทศไทยในช่วง กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม เป็นลมที่พัดพาความชื้นจะทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียมาปกคลุมประเทศไทย ส่งผลให้ประเทศไทยมีฝนตกชุกในบริเวณที่พัดผ่าน ซึ่งส่งผลต่อปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า จึงส่งผลต่อการแบ่งชั้นของมวลน้ำทำให้น้ำจืดมีอิทธิพลมากและไหลออกมาได้ไกลมากขึ้น

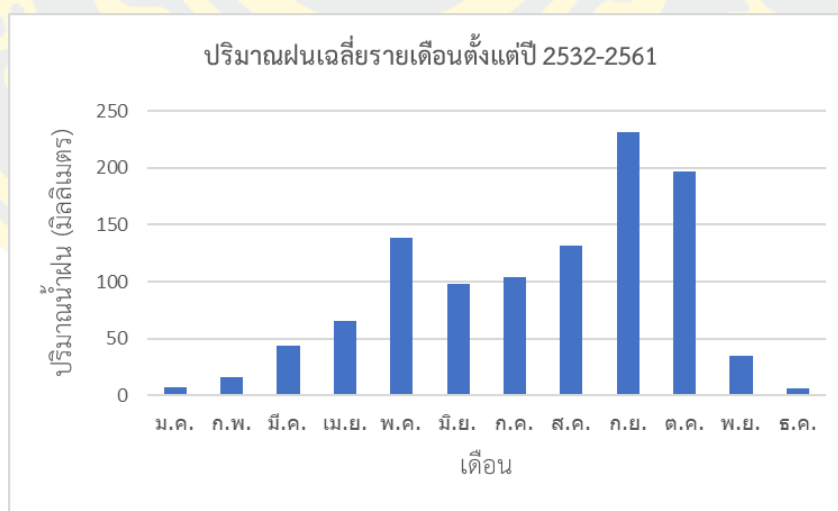
2. ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จะพัดปกคลุมประเทศไทยช่วงกลางเดือนตุลาคมถึงกุมภาพันธ์ (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2565) เป็นลมที่เกิดจากความแตกต่างของความกดอากาศสูงบริเวณกลางพื้นทวีปซีกโลกเหนือที่มีค่าความกดอากาศสูงกว่าบริเวณภาคพื้นมหาสมุทรบริเวณซีกโลกใต้ ส่งผลให้เกิดลมพัดจากทวีปสู่มหาสมุทร (ดุซงกี หลินวรัตน์, 2561) โดยลมนั้นจะพัดผ่านประเทศไทยแล้วพาเอาอากาศเย็นและแห้งมาด้วยทำให้ประเทศไทยตอนบนถึงตอนกลางมีฝนที่น้อยลงซึ่งส่งผลต่อปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่าและทำให้อิทธิพลของน้ำจืดน้อยลงจึงทำให้เกิดการรูก้ำของน้ำทะเลได้

น้ำขึ้น-น้ำลง

เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเองโดยปกติในธรรมชาติ โดยปัจจัยที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำขึ้น-น้ำลง คือ แรงดึงดูดจากดวงจันทร์กับดวงอาทิตย์ และ แรงเหวี่ยงหรือแรงหนีศูนย์กลางระหว่างโลกกับดวงจันทร์และโลกกับดวงอาทิตย์ โดยแต่ละสถานที่ก็จะมีลักษณะการขึ้นลงของน้ำในรอบวันแตกต่างกัน การขึ้นลงของน้ำเพียงครั้งเดียวในรอบ 1 วัน หรือ 24 ชั่วโมง เรียกว่าน้ำเดียว (Diurnal) การขึ้นลงของน้ำ 2 ครั้งในรอบ 1 วัน เรียกว่าน้ำคู่ (Semidiurnal)

2.1.3 ปริมาณน้ำท่า

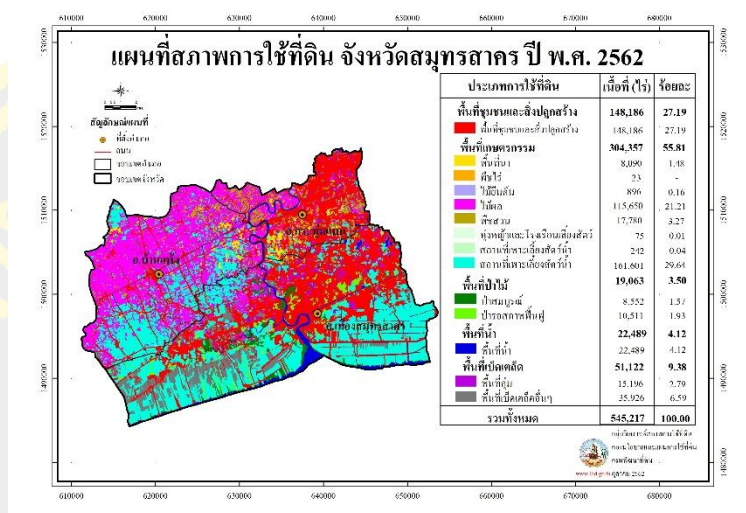
แม่น้ำท่าจีนเป็นแหล่งน้ำจืดที่มีความสำคัญเป็นอันดับ 2 ในภาคกลางรองจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่มีความสำคัญในด้านในด้านทรัพยากรธรรมชาติต่างๆ และมีการใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆไม่ว่าจะเป็น เกษตรกรรม อุตสาหกรรม การทำประมง และชุมชน จากอดีตจนถึงปัจจุบันนั้นมีการขยายตัวของประชากรมาขึ้นทำให้มีความต้องการใช้น้ำในด้าน อุปโภค บริโภค รวมถึงด้านอื่นๆมากขึ้น (ชฎาณัตถ พรนภเชียว, 2559) จากความต้องการใช้น้ำที่มากขึ้นตามการขยายตัวของประชากร ชุมชน และอื่นๆ การบริหารจัดการน้ำจึงเป็นสิ่งที่ควรให้ความสำคัญ เมื่อสังเกตจากกราฟปริมาณน้ำฝน และ ปริมาณน้ำท่า ในภาพที่ 2-3 และ 2-4 ตามดับ แสดงให้เห็นถึงมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน คือ ปริมาณฝนจะมีค่าสูงสุดในช่วงเดือนกันยายน และจะต่ำสุดในช่วงเดือนธันวาคม น้ำท่าก็เป็นไปตามปริมาณฝนแต่จะเหลื่อมเวลาประมาณ 1 เดือน โดยมีค่าสูงสุดในเดือนตุลาคม ในช่วงฤดูแล้งแม่น้ำท่าจีนก็จะประสบปัญหาเกี่ยวกับการรुक้าของน้ำเค็ม และในฤดูฝนบริเวณปากแม่น้ำก็จะประสบปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพน้ำเสื่อมโทรมมากกว่าฤดูแล้งเนื่องจากการชะล้างมวลสารจากบนบกลงมาสู่แม่น้ำท่าจีน (ฐิติมา วัฒนจิง และคณะ, 2551) และการประเมินคุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีนในปี 2557 แม่น้ำท่าจีนตอนบนมีคุณภาพส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์พอใช้ แต่แม่น้ำท่าจีนตอนกลางกับตอนล่างมีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม



ภาพที่ 2-3 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนตั้งแต่ปี 2532 – 2561

(กรมชลประทาน, 2564)

สุดท้ายในจังหวัดสมุทรสาคร (ภาพที่ 2-8) ก็จะมีสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินต่างออกไปการใช้ประโยชน์ที่ดินในการทำเกษตรกรรมก็ยังมีมากที่สุดมากถึง 55.81% (กรมพัฒนาที่ดิน, 2564) แต่มากกว่าครึ่งหนึ่งเป็นการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ รองลงมาจะเป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง 27.19% และ พื้นที่เบ็ดเตล็ด 9.38% ตามลำดับ

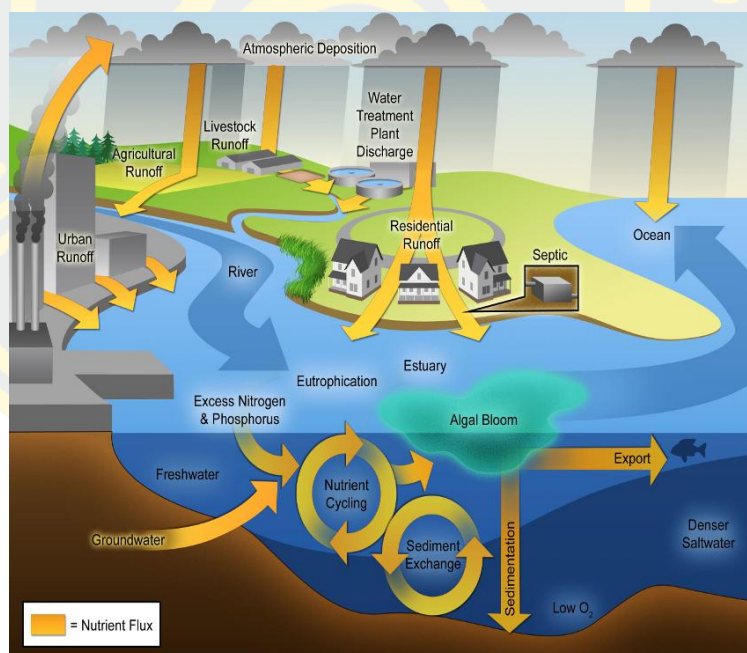


ภาพที่ 2-8 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในจังหวัดสมุทรสาคร
(กรมพัฒนาที่ดิน, 2564)

เมื่อถึงบริเวณตอนล่างหรือส่วนปลายของแม่น้ำ สัดส่วนการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจะมีเพิ่มมากขึ้น การทำนาข้าวจะลดน้อยลง เมื่อมีการใช้ประโยชน์ต่างๆ ไม่ว่าจะจากการเกษตรกรรม การเพาะเลี้ยง หรือ จากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ก็จะเกิดของเสียจากการใช้ประโยชน์ปนเปื้อนมากับน้ำทิ้ง (Chuenniyom, Meksumpun & Meksumpun, 2012) หรือจากการชะล้างของฝน และจะถูกชะลงสู่แม่น้ำหรือปลดปล่อยลงสู่แม่น้ำก็จะเกิดการสะสมอยู่ในแม่น้ำและบริเวณปากแม่น้ำ (Thaipichitburapa, Meksumpun & Meksumpun, 2010) ซึ่งส่งผลให้คุณภาพน้ำมีความเสื่อมโทรมลง และคุณภาพน้ำที่แย่ลงก็จะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศในแหล่งน้ำนั้น

2.2 ปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน และ น้ำทะเลเปลี่ยนสี

การใช้ประโยชน์ต่างๆ โดยรอบแหล่งน้ำส่งผลให้แหล่งน้ำนั้นมีปริมาณสารอาหารที่จำเป็นต่อแพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำมากเกินไปเช่น แอมโมเนีย ไนโตรเจน ไนเตรต และฟอสเฟต ซึ่งเรียกว่าปรากฏการณ์นี้ว่า ยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication) ซึ่งในปัจจุบันพบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากเนื่องจากมีประชากรมีจำนวนมากขึ้นและเกิดการขยายตัวของชุมชน (ภัทรารุส ไทยพิชิตบุรพา, จารุมาศ เมฆสัมพันธ์ และ วิชญา กันบัว, 2565) รวมถึงมีการเพาะปลูก การเพาะเลี้ยง การทำปศุสัตว์ที่เพิ่มมากขึ้นตามจำนวนประชากรที่มีมากขึ้นรวมถึงโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่แม่น้ำไหลผ่านโดยทั้งหมดจะถูกปล่อยลงสู่แม่น้ำ ซึ่งปริมาณสารอาหารต่างๆ ที่มีการปนเปื้อนกับน้ำทิ้ง น้ำท่าจะไหลลงสู่แหล่งน้ำซึ่งจะส่งผลให้ระดับความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ (Trophic status) เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 2-9) และคุณภาพน้ำจะเสื่อมโทรมลง โดยปกติแม่น้ำตอนบนจะมีสารอาหารน้อยกว่าตอนล่างและบริเวณปากแม่น้ำ (Meksumpun & Meksumpun, 2008) ซึ่งสภาวะดังกล่าวอาจส่งผลให้เกิดการสะสมของแพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton bloom) และปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ (Hypoxia) ตามมาได้เมื่อแพลงก์ตอนพืชเหล่านี้ตายลง



ภาพที่ 2-9 ภาพแสดงการเกิดกระบวนการยูโทรฟิเคชัน

(ที่มา: <https://www.vliz.be/projects/iseca/en/science-for-all/what-is-eutrophication.html>)

ปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี (Red tide) เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดจากการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืชจำนวนมากอย่างรวดเร็วในระยะเวลาอันสั้นเมื่ออยู่ในสภาวะที่เหมาะสม จนทำให้น้ำทะเลเปลี่ยนสีไปจากสีเดิมซึ่งอาจจะเป็นสีแดง ชมพู หรือเขียว จะขึ้นอยู่กับชนิดของแพลงก์ตอนพืช

เพิ่มจำนวน โดยสาเหตุส่วนมากก็จะเกิดจากการใช้ประโยชน์ที่ดินและกิจกรรมของมนุษย์โดยรอบ แหล่งน้ำนั้นๆ (วรินธา วศินะเมฆินทร์, อมรรัตน์ กลัดกลีบ, พัสกร ต่อวิญญา และ วิทยา โกษาผล, 2556) รวมถึงมาจากแม่น้ำสายต่างๆที่พาน้ำจากต้นน้ำที่ผ่านการใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆมาสู่ปากแม่น้ำและทะเลทำให้มีปริมาณสารอาหารจำนวนมากโดยในปัจจุบันก็มีแนวโน้มที่จะเกิดปรากฏการณ์ น้ำทะเลเปลี่ยนสีมากขึ้น



2.3 คุณภาพน้ำที่สำคัญที่ส่งผลต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำ

สำหรับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำโดยกรมควบคุมมลพิษ กำหนดให้แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่ปากแม่น้ำ อำเภอมือง จังหวัดสมุทรสาคร ขึ้นไปทางตอนเหนือจนถึงบริเวณจุดเริ่มต้นของแม่น้ำที่จังหวัดชัยนาท แบ่งออกเป็น 3 ช่วง

- แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่บริเวณปากแม่น้ำ อำเภอมือง จังหวัดสมุทรสาคร ที่กิโลเมตร 0 ของกรมเจ้าท่าขึ้นไปทางตอนเหนือจนถึงหน้าว่าการอำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ที่กิโลเมตร 82 จากปากแม่น้ำเป็นช่วงที่ 1 ให้เป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 4 คือ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถใช้ประโยชน์เพื่อ การอุปโภคบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติโดยผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน และสามารถใช้อุตสาหกรรมได้
- แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่หน้าว่าการอำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม กิโลเมตร 82 จากปากแม่น้ำไปทางตอนเหนือจนถึงประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา อำเภอมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ที่กิโลเมตร 202 จากปากแม่น้ำ เป็นช่วงที่ 2 ให้เป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 3 คือ แหล่งน้ำที่ได้น้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถใช้ประโยชน์เพื่อ การอุปโภคบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติโดยผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน และ เพื่อการเกษตร
- แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา อำเภอมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ที่กิโลเมตร 202 จากปากแม่น้ำขึ้นไปทางเหนือจนถึงจุดเริ่มต้นของแม่น้ำท่าจีนที่บ้านปากคลองมะขามเฒ่า อำเภอสว่าง จังหวัดชัยนาท ที่กิโลเมตรที่ 325 เป็นช่วงที่ 3 ให้เป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 2 คือ แหล่งน้ำที่ได้น้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถใช้ประโยชน์เพื่อ การอุปโภคบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติโดยผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน เพื่อการอนุรักษ์สัตว์น้ำ การประมง และการว่ายน้ำ (กรมควบคุมมลพิษ, 2563)

โดยคุณภาพน้ำมีความสำคัญต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำเนื่องจากเป็นข้อมูลที่บ่งบอกสภาพของระบบนิเวศภายในแหล่งน้ำนั้นๆว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร เหมาะสมต่อการทำกิจกรรมของมนุษย์ หรือเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำหรือไม่ โดยการตรวจวัดคุณภาพน้ำก็มีหลากหลายวิธี โดยแต่ละวิธีก็มีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกัน ซึ่งคุณภาพน้ำก็จะสามารถแยกออกได้หลักๆ 3 ประเภท ได้แก่ คุณภาพน้ำทางกายภาพ ทางเคมี และ ทางชีวภาพ

2.3.1 คุณภาพน้ำทางกายภาพ

เป็นลักษณะภายนอกที่แตกต่างกัน เป็นการตรวจวัดที่ทำได้ง่ายที่สุด สามารถทราบด้วยร่างกาย เช่น สังเกตด้วยตา ตมกลิ่น เป็นต้น โดยเป็นการตรวจวัดที่สามารถทำได้ง่าย รวดเร็วแต่มีความละเอียดของข้อมูลไม่มาก ปัจจัยทางกายภาพที่สำคัญได้แก่

2.3.1.1 อุณหภูมิ (Temperature) เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อแหล่งน้ำโดย อุณหภูมิน้ำมักแปรผันตามอุณหภูมิของอากาศ พื้นที่ ภูมิประเทศ ฤดูกาล ช่วงเวลาที่น้ำได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ ซึ่งอุณหภูมิจะส่งผลต่อการละลายของก๊าซจากอากาศสู่แหล่งน้ำ อุณหภูมิที่สูงก็จะทำให้อากาศแพร่ลงสู่แหล่งน้ำได้น้อยลง และอุณหภูมิเองยังส่งผลต่อการแบ่งชั้นของมวลน้ำ โดยที่น้ำที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะอยู่ชั้นบน น้ำที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าก็จะเกิดการจมตัวอยู่ด้านล่าง (อนุกุล บุรณประทีปรัตน์, 2556A) นอกจากนี้อุณหภูมียังเป็นตัวควบคุมกิจกรรมของพวกสิ่งมีชีวิต กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และกระบวนการหายใจโดยในน้ำที่มีอุณหภูมิสูงจะส่งผลให้สิ่งมีชีวิตมีการแอคทีฟที่มากขึ้น แต่ถ้าอุณหภูมิในน้ำต่ำสิ่งมีชีวิตก็จะมีแอคทีฟที่น้อยลง สังเคราะห์ด้วยแสงได้น้อยลง แต่ก็ไม่ทำให้ถึงตาย (ศรีสมร สิทธิกาญจนกุล และ จงกลณี วรรณเพ็ญสกุล, 2560)

2.3.1.2 ความขุ่นของน้ำ (Turbidity) ความขุ่นของน้ำเกิดจากในน้ำมีสารอื่นๆเจือปนอยู่ โดยสารที่เจือปนอยู่ก็จะมีหลายรูป ได้แก่ สารแขวนลอย สารละลาย ทั้งสารอินทรีย์และอนินทรีย์ รวมทั้งสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กอย่างพวกแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ เป็นต้น โดยปริมาณความขุ่นของน้ำนั้นก็ขึ้นอยู่กับหลากหลายปัจจัย เช่น ลักษณะของดินตะกอนบริเวณแหล่งน้ำนั้นๆ ลักษณะตะกอนที่มีขนาดเล็กก็จะเกิดการฟุ้งกระจายได้ง่ายกว่าตะกอนขนาดใหญ่ ความเร็วของกระแสน้ำก็มีผลเช่นเดียวกันเมื่อกระแสน้ำมีความเร็วที่มากตะกอนก็จะเกิดการฟุ้งได้ง่ายทำให้น้ำขุ่นขึ้น และตะกอนที่อยู่ในน้ำก็ตกตะกอนได้น้อยลง

2.3.2. คุณภาพน้ำทางเคมี

เป็นหนึ่งในปัจจัยที่มีความสำคัญในแหล่งน้ำ เป็นอีกตัวที่คอยควบคุมสภาพของแหล่งน้ำ คุณภาพน้ำทางเคมีเกิดจากแร่ธาตุที่ละลายอยู่ในน้ำ ทำให้เราสามารถตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำได้ ซึ่งการตรวจวัดทางเคมีก็มีข้อดีที่ได้ข้อมูลที่ละเอียด สามารถใช้บ่งบอกสภาพของแหล่งน้ำได้แต่ก็มีข้อเสียตรงที่ได้ข้อมูลแคในช่วงที่ทำการตรวจสอบเท่านั้นไม่สามารถบ่งบอกถึงอดีตได้ว่า คุณภาพน้ำมีลักษณะเป็นอย่างไร และต้องมีการใช้กำลังคน สารเคมี งบประมาณที่มากในการตรวจวัดทางเคมี ปัจจัยทางเคมีที่สำคัญก็ได้แก่

2.3.2.1 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen) เป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญมากสำหรับสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ใต้น้ำจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนในกระบวนการหายใจ รวมทั้งกระบวนการย่อยสลายของพวกแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจน โดยปริมาณออกซิเจนละลายน้ำนี้สามารถบ่งบอกถึงความสกปรกของแหล่งน้ำได้คือเมื่อแหล่งน้ำนั้นมีสารอินทรีย์มากแบคทีเรียที่ทำหน้าที่ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ก็จะใช้ออกซิเจนที่มีอยู่ในน้ำไปมากทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำนั้นลดต่ำลงจนบางครั้งอาจทำให้เกิดสภาวะพร่องออกซิเจน (Hypoxia) ได้ดังนั้นปริมาณออกซิเจนละลายน้ำจึงมีความสำคัญมากและสามารถบ่งบอกถึงสภาพของแหล่งน้ำนั้นๆได้ โดยแหล่งที่มาของออกซิเจนหลักๆ ก็จะมีอยู่ 2 แห่ง ได้แก่

- การแพร่โดยตรงจากอากาศสู่น้ำแต่ก็มีผลต่อปริมาณออกซิเจนในน้ำไม่มาก โดยการแพร่ของออกซิเจนนั้นก็จะมีปัจจัยของอุณหภูมิ กับความหนาแน่นของน้ำ มาเกี่ยวข้องด้วยโดยที่อุณหภูมิที่ผิวน้ำสูงปริมาณออกซิเจนจากอากาศก็จะสามารถแพร่ลงสู่แหล่งน้ำได้น้อยลง และความหนาแน่นของน้ำมากปริมาณออกซิเจนจากอากาศก็จะแพร่ลงสู่แหล่งน้ำได้น้อยเช่นเดียวกัน แหล่งที่มาอีกแหล่งที่สำคัญก็คือ

- กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในพืชน้ำหรือสาหร่ายหรือพืชที่ใต้น้ำโดยได้ผลิตภัณฑ์ออกมาเป็นสารอินทรีย์และออกซิเจน ออกซิเจนที่ได้มาจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงก็จะแพร่สู่น้ำแต่กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงนั้นจะสามารถเกิดขึ้นได้ในช่วงเวลาที่เฉพาะก็คือ ช่วงเวลาที่มีแสง แต่เมื่อไม่มีแสงก็จะเกิดกระบวนการหายใจขึ้นมาแทนซึ่งเป็นการปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลง

2.3.2.2 BOD (Biochemical Oxygen Demand) คือ ความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรียที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ เป็นพารามิเตอร์ที่บ่งบอกถึงความสกปรกของแหล่งน้ำ ยิ่งมีค่ามากแสดงถึงความสกปรกในแหล่งน้ำนั้นมีมาก สามารถหาได้โดยการนำน้ำมาเติมออกซิเจนให้ถึงจุดอิ่มตัวแล้วนำไปหาว่ามีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเท่าไร และ นำน้ำอีกขวดที่มีการเติมออกซิเจนเช่นเดียวกันไปบ่มในสภาวะที่เหมาะสมต่อการทำงานของแบคทีเรียเป็นระยะเวลาหนึ่งโดยปกติจะบ่มเป็นเวลา 3 วัน และ 5 วัน หลังจากนั้นก็นำมาหาปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่เหลืออยู่แล้วนำไปหักลบกับวันแรกก็จะได้ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ไปในการย่อยสลาย

2.3.2.3 พีเอช (Potential of hydrogen) คือ ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำ เป็นค่าถึงบ่งบอกว่าน้ำมีความเป็นกรด เป็นเบส หรือเป็นกลาง โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0-14 โดยที่พีเอชเท่ากับ 7 บ่งบอกถึงสภาพความเป็นกลางของน้ำ น้อยกว่า 7 มีสภาพเป็นกรด มากกว่า 7 มีสภาพเป็นเบส โดยถ้า

น้ำมีสภาพเป็นกรดก็จะส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตที่มีเปลือกแข็ง หรือที่ทำมาจากแคลเซียมคาร์บอเนตจะทำให้เปลือกถูกกัดกร่อนและอาจจะบางลงได้และเจริญเติบโตได้ช้าลง โดยน้ำที่มีสภาวะเป็นกรดก็จะเกิดจากในน้ำมีปริมาณออกซิเจนต่ำมีกระบวนการหายใจสูงทำให้มีการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาในน้ำมากส่งผลให้น้ำมาสภาวะเป็นกรดมากขึ้น (เบญจมาศ มีทรัพย์, 2564)

2.3.3 คุณภาพน้ำทางชีวภาพ

เป็นการตรวจวัดที่ใช้สิ่งมีชีวิตเป็นตัวบ่งชี้สภาพน้ำ โดยสิ่งมีชีวิตนั้นก็จะมีความสามารถในการทนต่อสภาพแวดล้อมที่ต่างกันทำให้เราพบชนิดของสิ่งมีชีวิตแตกต่างกันและการตรวจวัดทางชีวภาพนี้ก็มีข้อดีตรงที่เป็นวิธีที่ทำได้ง่าย ไม่ต้องใช้สารเคมีเยอะ และสามารถบ่งบอกได้ว่าในอดีตคุณภาพน้ำมีสภาวะเป็นอย่างไรเพราะสิ่งมีชีวิตไม่เปลี่ยนแปลงรวดเร็วเหมือนกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีแต่ก็มีข้อเสียตรงที่บ่งบอกข้อมูลช่วงใดช่วงหนึ่งได้ไม่ชัดเจนบ่งบอกได้ในช่วงกว้าง (ยุวดี พิรพรพิศาล และคณะ, 2550)

2.3.4 ธาตุอาหาร

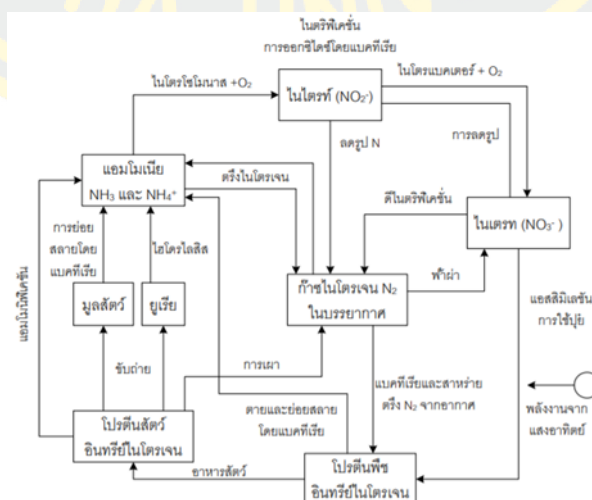
ธาตุอาหารนั้นเป็นสิ่งสำคัญมากต่อสิ่งมีชีวิตเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องใช้ในการเจริญเติบโต แม้แต่ในแหล่งน้ำเองธาตุอาหารก็ยังเป็นสิ่งที่มีชีวิตที่อยู่ในน้ำไม่ว่าจะเป็นขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ โดยเฉพาะพวกแพลงก์ตอนพืชโดยธาตุอาหารหลักๆที่จำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำประกอบไปด้วย ไนโตรเจน(Nitrogen: N) ฟอสฟอรัส (Phosphorus: P) และ ซิลิเกต (Silicate: Si) โดยในธรรมชาติความต้องการของแต่ละธาตุก็จะไม่เท่ากันโดยตัวที่มีน้อยในธรรมชาติจะถือว่าเป็นปัจจัยจำกัด ถ้ามีธาตุอาหารเหล่านี้มากเกินไปจะเกิดสภาวะยูโทรฟิเคชั่นและเกิดปรากฏการแพลงก์ตอนบลูมหรือน้ำทะเลเปลี่ยนสี (เบญจวรรณ คชเสนี และคณะ, 2564) โดยธาตุอาหารจะสามารถแบ่งออกได้เป็นธาตุอาหารหลักกับธาตุอาหารรองได้ดังนี้

ธาตุอาหารหลักคือ ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่สิ่งมีชีวิตต้องการมากเพราะเป็นองค์ประกอบของโปรตีน (Protein) กรดอะมิโน (Amino acid) กรดนิวคลีอิก (Nucleic acid) ภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต โดยในธรรมชาติมีไนโตรเจนอยู่มากเช่น ในอากาศมีไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบหลักถึง 78% (สุวลี ชูวณิชย์, 2560)

ธาตุอาหารรองคือ ฟอสฟอรัสและซิลิกเกต ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่สำคัญต่อกระบวนการเมตาบอริซึมของสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะผู้ผลิต เช่นพวกแพลงก์ตอนพืช เพราะจะนำไปสร้างเป็นพลังงาน ATP (ศรีสมร สิทธิกาญจนกุล และ จงกลณี วรรณเพ็ญสกุล, 2560) ส่วนซิลิกเกตจะเป็นธาตุที่จำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตที่ต้องสร้างเปลือกเช่นพวกไดอะตอม หรือหอยบางชนิด โดยธาตุอาหารจะสามารถลงสู่แหล่งน้ำได้หลากหลายวิธีได้แก่ กระบวนการทางกายภาพ คือ ธาตุอาหารถูกชะล้างลงสู่แม่น้ำ กระบวนการทางธรณีวิทยา คือ การผุกร่อนของพวกหินและตะกอน กระบวนการทางเคมี คือ การละลายของก๊าซจากอากาศสู่แหล่งน้ำและเกิดกระบวนการในแหล่งน้ำเปลี่ยนรูปของก๊าซไปเป็นสารประกอบและกระบวนการทางชีวภาพ คือ การย่อยสลายเศษซากโดยพวกแบคทีเรียให้เปลี่ยนเป็นสารประกอบอื่นๆ (เบญจมาศ มีทรัพย์, 2564)

ธาตุอาหารกลุ่มไนโตรเจน

ไนโตรเจน (Nitrogen: N) มีความสำคัญต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำมากโดยปกติแล้วไนโตรเจนจะพบมากอยู่ในชั้นบรรยากาศโดยเป็นส่วนประกอบหลักประมาณ 78% ในแหล่งน้ำเราจะพบไนโตรเจนได้ในหลายรูปแบบ เช่น สารอินทรีย์ไนโตรเจน สารอนินทรีย์ไนโตรเจน รูปที่ละลายน้ำ รูปที่เป็นก้อนของแข็งแขวนลอยไปกับมวลน้ำ โดยไนโตรเจนในรูปแบบต่างๆนี้ก็จะถูกพัดพาชะล้างจากบนบกลงสู่แหล่งน้ำ การย่อยสลายเศษซากโดยพวกแบคทีเรีย และการตรึงไนโตรเจน (Nitrogen fixation) โดยสารประกอบไนโตรเจนที่สำคัญได้แก่ 1.สารอินทรีย์ไนโตรเจน (Organic nitrogen) คือ ไนโตรเจนในรูปของโปรตีน (Protein) กรดอะมิโน (Amino acid) กรดนิวคลีอิก (Nucleic acid) เป็นส่วนที่ถูกปลดปล่อยออกมาเมื่อเกิดการย่อยสลายเศษซากจากกิจกรรมของแบคทีเรียโดยอินทรีย์ไนโตรเจนสามารถ



ภาพที่ 2-10 ภาพแสดงวัฏจักรไนโตรเจน

(สุวลิ ชูวานิชย์, 2560)

โดยการย่อยสลายและเปลี่ยนไปอยู่ในรูปอนินทรีย์ไนโตรเจนซึ่งเป็นรูปที่แพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ 2. สารอนินทรีย์ไนโตรเจน (Inorganic nitrogen) คือไนโตรเจนในรูปของที่แพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำสามารถนำไปใช้ในกระบวนการเจริญเติบโตได้ซึ่งสารอนินทรีย์ไนโตรเจนนี้จะประกอบไปด้วยหลายรูปแบบ ได้แก่ แอมโมเนีย (Ammonia) ไนไตรท์ (Nitrite) ไนเตรท (Nitrate) ซึ่งจะต้องผ่านกระบวนการต่างๆเพื่อที่จะให้อยู่ในรูปดังกล่าว

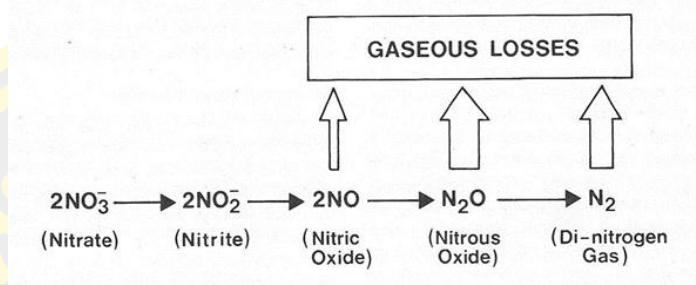
1. แอมโมเนีย (Ammonia) เป็นรูปที่เกิดหลังจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ไนโตรเจนที่เข้าสู่แหล่งน้ำ โดยจะเกิดกระบวนการแอมโมนิฟิเคชัน (Ammonification จนได้แอมโมเนียออกมาสู่แหล่งน้ำโดยแอมโมเนียก็จะประกอบไปด้วย 2 รูปคือ Ionized form (NH_4^+) หรือในรูป un-ionized form (NH_3) ซึ่งสมดุลกันจะเรียกว่าแอมโมเนียไนโตรเจน ในธรรมชาติจะพบแอมโมเนียอยู่มากในน้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน และน้ำที่สกปรก โดยจะเกิดการดึงแอมโมเนียออกจากสารอินทรีย์ไนโตรเจน (Deamination) รวมถึงการแยกสลายยูเรียด้วยน้ำ (Hydrolysis) และ การ reduction หรือปฏิกิริยาย้อนกลับของไนเตรทที่เกิดขึ้นในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน (Anaerobic) (เบญจวรรณ คชเสนี และคณะ, 2564) จากนั้นก็จะถูกแพลงก์ตอนพืชนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้

2. ไนไตรท์ (Nitrite) เป็นรูปที่เกิดจากการออกซิไดซ์แอมโมเนียในกระบวนการไนตริฟิเคชัน (Nitrification) โดยกระบวนการนี้จะมี 2 ขั้นตอน การออกซิไดซ์แอมโมเนียเกิดขึ้นโดยมีแบคทีเรียที่ชื่อว่า Nitrosomonas มาช่วยซึ่งจะเกิดขึ้นในช่วงที่ 1 ซึ่งกระบวนการนี้จะเกิดในสภาวะที่มีออกซิเจนได้ ผลิตภัณฑ์เป็น ไนไตรท์ (สุวลี ชูวานิชย์, 2560) ซึ่งเป็นรูปที่ไม่คงที่ นอกจากจะเกิดในสภาวะที่มีออกซิเจนซึ่งในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนเองก็สามารถเกิดได้โดยกระบวนการ reduction ของไนเตรท และ ปริมาณไนไตรท์ยังสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ของการปนเปื้อนน้ำเสียที่มากจากบ่อบำบัด (เบญจมาศ มีทรัพย์, 2564)

3. ไนเตรท (Nitrate) เป็นรูปที่เกิดต่อจากไนไตรท์โดยเกิดจากการออกซิไดซ์ไนไตรท์ในกระบวนการไนตริฟิเคชัน (Nitrification) ที่เป็นช่วงที่ 2 โดยมีแบคทีเรียที่ชื่อว่า Nitrobacter เป็นตัวช่วยซึ่งจะต้องเป็นสภาวะที่มีออกซิเจน ได้ผลิตภัณฑ์เป็นไนเตรทซึ่งเป็นรูปที่เสถียรมากกว่า โดยไนเตรทเป็นอีกรูปหนึ่งที่แพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้

กระบวนการเปลี่ยนรูปส่วนใหญ่ของไนโตรเจนจะต้องอาศัยแบคทีเรียและออกซิเจนในน้ำเข้ามาช่วยจึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลงแต่ในกรณีที่อยู่ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน (Anaerobic) สามารถทำให้สารประกอบไนโตรเจนเกิดการเปลี่ยนรูปได้เช่นกันโดยจะเกิดกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน (Denitrification) เป็นกระบวนการเปลี่ยนรูปที่ย้อนกลับจากกระบวนการ

ไนตริฟิเคชัน (Nitrification) โดยจะเริ่มจากการรีดิวซ์ไนเตรทไปเป็นไนไตรท์ ไนไตรท์ถูกรีดิวซ์ไปเป็นไนตริกออกไซด์ ไนตริกออกไซด์ถูกรีดิวซ์ต่อไปเป็นไนตรัสออกไซด์ และสุดท้ายไนตรัสออกไซด์ก็จะถูกรีดิวซ์ไปเป็นก๊าซไนโตรเจนสู่ชั้นบรรยากาศ ซึ่งกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน (Denitrification) (สุวลี ชวณิษฐ์, 2560; เบญจมาศ มีทรัพย์, 2564)



ภาพที่ 2-11 ภาพแสดงกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน (Denitrification)

(S. J. Dennis, 2009)

ธาตุอาหารกลุ่มฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัส (Phosphorus, P) เป็นธาตุอาหารที่สามารถพบได้ทั่วไปในสิ่งมีชีวิตทุกชนิดเป็นส่วนหนึ่งของของ ATP (Adenosine triphosphate) และส่วนมากจะนิยมพบในรูปฟอสเฟต ฟอสเฟตเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตประจำวันเพราะเป็นส่วนประกอบที่อยู่ในผงซักฟอก ปุ๋ย ยาสีฟัน สบู่ เป็นต้น แหล่งที่มาของฟอสเฟตก็แบ่งออกได้เป็น 2 ที่ คือ 1. จากธรรมชาติ มากจากการผุกร่อนพังทลายของหิน ผงฝุ่นฟอสเฟตที่อยู่ในอากาศถูกพัดพาลงมาสู่แหล่งน้ำ และเศษซากของสิ่งมีชีวิตที่ตายทับถมกันอยู่ในแหล่งน้ำ 2. จากกิจกรรมของมนุษย์ มากจากพวกน้ำทิ้งชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม และการเกษตรกรรม ซึ่งมีปริมาณที่ค่อนข้างสูง

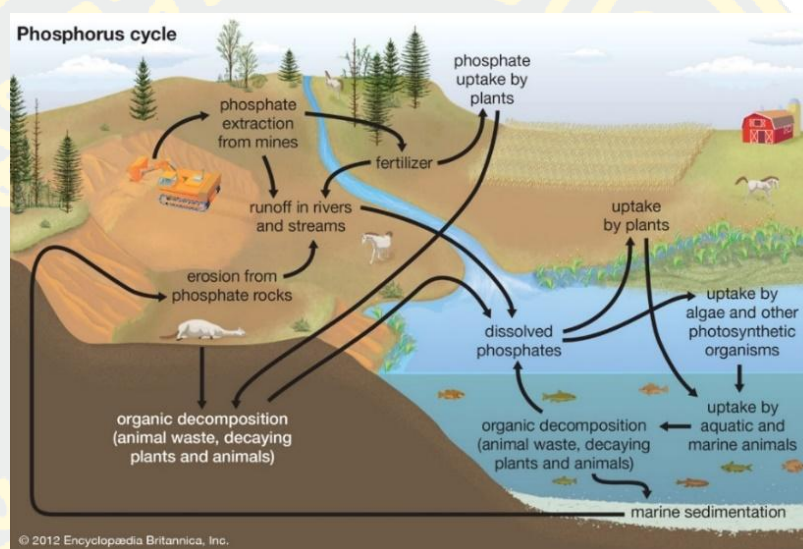
วัฏจักรของฟอสฟอรัส (ภาพที่ 2-12) ไม่ได้เป็นวัฏจักรที่ปิด มีการเติมมาจากนอกระบบแล้วภายในระบบเองก็สามารถผลิตฟอสฟอรัสออกมาได้นั่นก็คือการตายของพวกสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในแหล่งน้ำ ในเวลาที่มีชีวิตสิ่งมีชีวิตก็จะเอาฟอสฟอรัสในน้ำไปใช้เมื่อตายลงและมีการย่อยสลายฟอสฟอรัสก็จะหวนคืนสู่แหล่งน้ำและมีส่วนหนึ่งไปสะสมอยู่ในตะกอนแล้วแปรรูปเป็น แร่อะพาไทต์ ซึ่งเป็นหนึ่งในแร่ฟอสฟอรัส

โดยฟอสเฟตสามารถแยกออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ ออร์โธฟอสเฟต (Orthophosphate) คอนเดนซ์ฟอสเฟต (Condensed phosphate) และ สารอินทรีย์ฟอสเฟต (Organic phosphate)

ก) ออร์โธฟอสเฟต (Orthophosphate) หรือที่เรารู้จักกันในรูปของฟอสเฟตละลายน้ำ โดยฟอสเฟตรูปนี้สามารถละลายน้ำได้ดีและเป็นชนิดที่พืชน้ำและพืชน้ำนำไปใช้ในการเจริญเติบโต

ข) คอนเดนซ์ฟอสเฟต (Condensed phosphate) หรือ โพลีฟอสเฟต (Polyphosphate) เป็นสารที่พบได้มากในน้ำเสียที่มาจากบ้านเรือนหรือโรงงานอุตสาหกรรมเพราะว่าเป็นส่วนหนึ่งในพวกผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด เมื่อแตกตัวก็จะได้เป็นออร์โธฟอสเฟต ออกมาด้วย

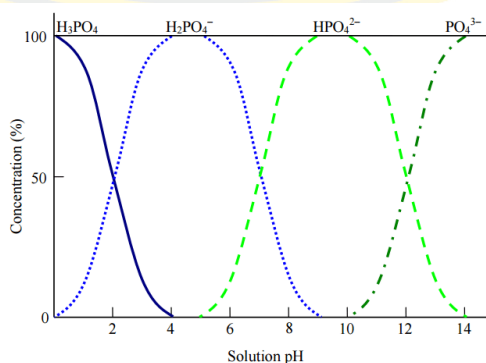
ค) สารอินทรีย์ฟอสเฟต (Organic phosphate) เป็นอีกส่วนหนึ่งที่ค่อนข้างมีความสำคัญ เพราะได้จากการกระบวนการของสิ่งมีชีวิตจำพวกการย่อยสลายเศษซากของพวกสิ่งมีชีวิตและสามารถที่จะเปลี่ยนรูปไปเป็นฟอสเฟตในรูปต่างๆผ่านสิ่งมีชีวิตได้อีก (เบญจมาศ ไพบูลย์กิจกุล, อนุกุล บูรณประทีปรัตน์ และ ชลี ไพบูลย์กิจกุล, 2559)



ภาพที่ 2-12 ภาพแสดงวัฏจักรของฟอสฟอรัส

(เข้าถึงได้จาก : www.britannica.com/science/phosphorus-cycle)

ฟอสเฟตในธรรมชาติเกิดการแตกตัวเป็นไอออนได้โดยจะมีค่าความเป็นกรด-ด่างควบคุม โดยในน้ำธรรมชาติจะมี H_2PO_4^- และ HPO_4^{2-} เป็นส่วนใหญ่เพราะแหล่งน้ำธรรมชาติจะมีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 5-9 โดยถ้ามีค่าความเป็นกรด-ด่างเกิน 12 ฟอสเฟตก็จะเปลี่ยนไปอยู่ในรูป PO_4^{3-}

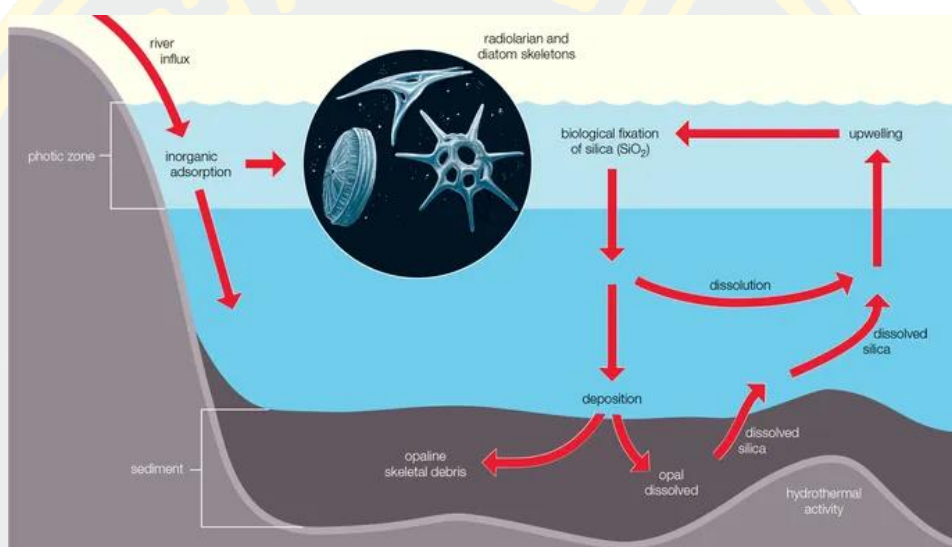


ภาพที่ 2-13 ภาพแสดงรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของฟอสเฟตในช่วง pH ต่างๆ

(Marco Mng'ong'o, 2017)

ธาตุอาหารกลุ่มซิลิเกต

ซิลิเกต (Silicate: Si) เกิดจากแร่ซิลิคอนที่มีการผุกร่อนของหินอัคนี ทำให้ซิลิเกตเกิดการเปลี่ยนไปอยู่ในรูปแร่ดินเหนียว (Clay mineral) ควอตซ์ (Quartz) เฟลด์สปาร์ (Feldspar) และซิลิคอนที่ละลายน้ำ โดยจะถูกพัดพาไปตามกระแสน้ำออกสู่ออกปากแม่น้ำ และ ทะเล โดยเราจะพบซิลิเกตที่อยู่ในรูปของตะกอนดิน กับ รูปที่ละลายน้ำ โดยรูปที่ละลายน้ำนั้นจะถูกพวกแพลงก์ตอนพืชในกลุ่ม ไดอะตอม (Diatom) เรดิโอลาเรียน (Radiolarian) ซิลิโคแฟลคเจลเลต (Silicoflagellates) ไปใช้ในโครงสร้างเปลือก และส่วนแข็งของร่างกาย (ภาพที่ 2-14) ซิลิเกตในส่วนที่เป็นตะกอนดินที่ไม่



ภาพที่ 2-14 ภาพแสดงวัฏจักรซิลิเกต

(เข้าถึงได้จาก : <https://www.britannica.com/science/marine-ecosystem/Physical-and-chemical-properties-of-seawater>)

ละลายน้ำก็จะเกิดการทับถมเป็นตะกอน โดยเมื่อซิลิเกตถูกนำไปใช้โดยพวกแพลงก์ตอนพืช ก็จะมีสัตว์น้ำชนิดอื่นมากินทำให้เกิดเป็นห่วงโซ่อาหาร และเมื่อสัตว์น้ำตายลงซิลิเกตก็จะกลับสู่มวลน้ำ (ศุภชัย ยืนยง, 2562) โดยปริมาณซิลิเกตจะพบมากบริเวณปากแม่น้ำเนื่องจากมีกระบวนการในการควบคุม คือ การผสมผสานกันระหว่างน้ำจืดกับน้ำทะเล ซึ่งการเพิ่มขึ้นของอิเลคไลต์จากน้ำทะเล ส่งผลให้ซิลิเกตที่อยู่ในมวลน้ำเกิดเป็นตะกอนแขวนลอยขนาดใหญ่ ทำให้ซิลิเกตเกิดการเคลื่อนย้ายจากรูปที่ละลายในมวลน้ำเป็นรูปที่ไม่ละลายน้ำ โดยบริเวณที่มีค่าความเค็มต่ำจะพบปริมาณซิลิเกตมากเนื่องจากได้รับอิทธิพลของน้ำจืดที่มีปริมาณซิลิเกตสูงและในทะเลเปิดจะพบปริมาณซิลิเกตน้อย เพราะไม่ได้รับอิทธิพลจากน้ำจืด (เบญจวรรณ คชเสนี และคณะ, 2564)

ตะกอนแขวนลอย

ตะกอนแขวนลอย (Suspended sediment : SS) คือ สารที่ไม่มีความสามารถในการละลายน้ำ (Suspended sediment) โดยตะกอนแขวนลอยจะประกอบไปด้วย สารอินทรีย์ เช่น พืช กวาด หิน ดิน ทราย และ สารอินทรีย์ เช่น พืช แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ ขนาดของอนุภาคตะกอนแขวนลอยจะมีขนาดตั้งแต่ 1 ไมโครเมตรขึ้นไปซึ่งเป็นขนาดที่ใหญ่กว่าคอลลอยด์และสารละลายเมื่อตั้งทิ้งไว้ก็จะสังเกตเห็นการตะกอนของตะกอนซึ่งตะกอนแขวนลอยบางชนิดก็มีขนาดเล็กซึ่งอยู่ในตัวกลางหรืออยู่ร่วมกับสารอื่นๆ โดยเราจะสามารถแยกตะกอนออกจากน้ำได้หลากหลายวิธีแต่วิธีที่ง่ายและนิยมใช้ก็คือ การนำน้ำไปกรองผ่านกระดาษกรองที่มีขนาดรูของกระดาษกรองเล็กกว่า 1 ไมโครเมตร ซึ่งแหล่งที่มาของตะกอนแขวนลอยจะสามารถแยกออกเป็นหลักๆ ได้ 3 ประเภท

3.1 ตะกอนที่มาจากแผ่นดิน เป็นตะกอนที่ถูกมาจากแผ่นดินผ่านกระบวนการชะล้างโดยน้ำฝน ลม น้ำท่า และจะไหลแหล่งสู่มหาสมุทรในที่สุด ซึ่งจะเป็นพวกตะกอนดินเหนียว หินแกรนิต

3.2 ตะกอนที่มาจากสิ่งมีชีวิต เป็นตะกอนที่อยู่ในแหล่งน้ำอยู่ เช่น พืช แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ เป็นส่วนประกอบที่พบรองมาจากตะกอนที่พัดพามาจากบนบก

3.3 ตะกอนที่เกิดขึ้นเองในทะเล เป็นตะกอนที่มีแร่ธาตุหลักและรองผสมกันอยู่ซึ่งอาจจะเกิดการฟุ้งขึ้นมาเนื่องจากอิทธิพลของคลื่น การแสน้ำ (เบญจวรรณ คชเสนี และคณะ, 2564)

โดยปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำถ้ามีในปริมาณมากจะส่งผลต่ออุณหภูมิของน้ำ ทำให้น้ำมีอุณหภูมิที่สูงขึ้น เนื่องจากตะกอนแขวนลอยมีความสามารถในการดูดกลืนแสง นอกจากนี้ น้ำที่มีปริมาณตะกอนแขวนลอยที่มากยังส่งผลต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพวกแพลงก์ตอนพืช เพราะว่าตะกอนแขวนลอยไปบดบังแสงทำให้แพลงก์ตอนพืชสามารถสังเคราะห์แสงได้ไม่เต็มที่และมีผลพวงทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดต่ำลงไปด้วย (ดำรงศักดิ์ น้อยเจริญ และคณะ, 2561)

2.4 การศึกษาฟลักซ์ของสารอาหารละลายน้ำ

ฟลักซ์ (Fluxes) ของแม่น้ำ คือ การวัดปริมาณที่ถูกส่งผ่านต่อหน่วยเวลาของสารต่างๆ ที่แม่น้ำนำพาออกสู่ทะเล ซึ่งการศึกษาปริมาณฟลักซ์ของสารใดๆ ที่เกิดการแลกเปลี่ยนระหว่างแม่น้ำกับทะเล จะทำให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำบริเวณปากแม่น้ำหรือเอสทูรี (เบญจมาศ มีทรัพย์ และคณะ, 2654) ซึ่งฟลักซ์จะสามารถประเมินได้จากการใช้ผลคูณระหว่างความเร็วของกระแส น้ำ พื้นที่หน้าตัดของแม่น้ำ ปริมาณสารที่สนใจ โดยจะได้เป็นปริมาณสารที่เราสนใจต่อ

หน่วยเวลาและนอกจากจะทราบปริมาณสารแล้วยังช่วยให้ทราบถึงทิศทางการแลกเปลี่ยนของมวลน้ำ ว่ามีการไหลออกจากแม่น้ำมากกว่าหรือมีการรुक้ำของน้ำเต็มเข้าไปในแม่น้ำ ซึ่งการศึกษาเกี่ยวกับฟลักซ์ของสารอาหารละลายน้ำในแม่น้ำท่าจีนมีไม่มากนักโดยการศึกษาของ Thaipichitburapa, Meksumpun & Meksumpun. (2010) ทำการศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพน้ำและสารอาหารที่ไหลจากต้นน้ำผ่านจังหวัดต่างๆ ว่ามีการถ่ายถอดหรือใช้ออกไป แล้วส่งต่อไปบริเวณปลายน้ำปริมาณเท่าไร รวมถึงศึกษา ปริมาณไนโตรเจนอนินทรีย์ละลายน้ำ (DIN) และออร์โธฟอสฟอรัสฟอสฟอรัส (P) ที่ปลดปล่อยสู่อ่าวไทยตอนในพบว่า ในช่วงต้นฤดูฝน ปริมาณไนโตรเจนอนินทรีย์ละลายน้ำ (DIN) 89.44 ตัน/วัน และ ออร์โธฟอสฟอรัสฟอสฟอรัส (P) 56.10 ตัน/วัน ปลดปล่อยสู่อ่าวไทย และ ในช่วงปลายฤดูฝนปริมาณไนโตรเจนอนินทรีย์ละลายน้ำ (DIN) ถูกปลดปล่อยสู่อ่าวไทย 109.78 ตัน/วัน และ ออร์โธฟอสฟอรัสฟอสฟอรัส (P) 14.26 ตัน/วัน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับแม่น้ำต่างๆที่มีการศึกษาในลักษณะใกล้เคียงกันได้ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 ตารางแสดงฟลักซ์ของน้ำและสารอาหารในปากแม่น้ำต่างๆ

ปากแม่น้ำ	ฤดูกาล	ปริมาณน้ำ (10 ⁶ m ³ /day)	DIN	P
ท่าจีน ¹	น้ำน้อย	91.80	89.44 ton/day	56.10 ton/day
	น้ำมาก	230.04	109.78 ton/day	14.26 ton/day
ประแสร์ ²	น้ำน้อย	2.60	0.48 ton/day	0.09 ton/day
	น้ำมาก	0.43	0.64 ton/day	0.10 ton/day
เวฬุ ³	น้ำน้อย	14.71	0.90 ton/day	0.009 ton/day
	น้ำมาก	17.36	1.35 ton/day	0.005 ton/day
ระยอง ⁴	น้ำน้อย	0.15	0.15 ton/day	0.07 ton/day
	น้ำมาก	1.57	1.29 ton/day	0.11 ton/day

ที่มา ¹Thaipichitburapa, Meksumpun & Meksumpun. (2010)

²อนุกุล บูรณประทีปรัตน์. (2556C)

³อนุกุล บูรณประทีปรัตน์ และ คณะ. (2561)

⁴สุธิดา กาญจนอติเรกलग และ คณะ. (2558)

2.5 การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของแม่น้ำ

2.5.1 การประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของแม่น้ำโดยใช้คุณภาพน้ำ

สารอาหารละลายน้ำเป็นตัวควบคุมความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำซึ่งแหล่งที่มาก็มาจากการใช้ประโยชน์โดยรอบแหล่งน้ำ จนทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำเพิ่มมากขึ้น ซึ่งวิธีการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำก็มีหลากหลายวิธี

2.5.1.1 การประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์แม่น้ำตามเอกสารของ Smith et al. (1999)

ใช้พารามิเตอร์ 3 ชนิดเป็นเกณฑ์ได้แก่ ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และสามารถแบ่งระดับความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ Oligotrophic (สารอาหารน้อย คุณภาพน้ำดี) Mesotrophic (สารอาหารปานกลาง คุณภาพน้ำปานกลาง) Eutrophic (สารอาหารมาก คุณภาพน้ำไม่ดี) ดังตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 ตารางแสดงความอุดมสมบูรณ์ของแม่น้ำโดยดัดแปลงจากเอกสารของ Smith et al. (1999)

Trophic status	TN (mg/l)	TP (mg/l)	Chl-a (mg/l)
Oligotrophic	<700	<25	<10
Mesotrophic	700-1500	25-75	10-30
Eutrophic	>1500	>75	>30

2.5.1.2 การประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำโดยใช้วิธี AARL-PC Score (Applied Algae Research Laboratory Physical and Chemical Properties Score)

เป็นการใช้ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ได้แก่ ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ของแบคทีเรีย (BOD) ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) ไนเตรท (NO_3^-) แอมโมเนีย (NH_4^+) ฟอสเฟต (PO_4^{3-}) และ คลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a) ไปหาคะแนนดังแสดงในตารางที่ 2-3 หลังจากนั้นนำคะแนนที่ได้ไปรวมกัน และ นำไปเปรียบเทียบกับตารางระดับความอุดมสมบูรณ์ ตามเอกสารของ ภาณุรัฐญา สุขตลอด และ คณะ (2559) ซึ่งวิธีการนี้จะสามารถแบ่งระดับความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำออกได้ 7 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2-3 ตารางแสดงคะแนน PC Score ของพารามิเตอร์แต่ละชนิด

AARL PC Score	Parameter						
	DO [mg/l]	BOD [mg/l]	Con [us/cm]	NO ₃ [mg/l]	NH ₄ [mg/l]	PO ₄ ⁻ [mg/l]	Chl-a [ug/l]
0.1	>9	<0.2	<10	<0.1	<0.01	<0.01	<1
0.2	8	0.2-0.5	10-20	0.1-0.2	0.01-0.03	0.01-0.05	1.0-2.0
0.3	7	0.6-1.5	21-40	0.3-0.4	0.04-0.06	0.06-0.10	2.1-5.0
0.4	6	1.6-3.0	41-80	0.5-0.8	0.07-0.10	0.11-0.15	5.1-15.0
0.5	5	3.1-5.0	81-120	0.9-1.5	0.11-0.30	0.16-0.25	15.1-25.0
0.6	4	5.1-8.0	121-200	1.6-3.0	0.31-0.50	0.26-0.35	25.1-50.0
0.7	3	8.1-15.0	201-300	3.1-10.0	0.51-0.70	0.36-0.50	51.0-100.0
0.8	2	15.1-30.0	301-450	10.1-20.0	0.71-1.00	0.51-1.25	101.0-200
0.9	1	30.1-50	451-700	20.1-40	1.10-3.00	1.26-2.50	200.1-400
1.0	<1	>50	>700	>40	>3.00	>2.50	>400.0

ตารางที่ 2-4 ตารางแสดง Trophic status และ Water quality ตามคะแนน AARL PC Score

AARL PC Score	Trophic status	Water quality
0.1 - 0.9	Hypooligotrophic	Very Clean
1.0 - 1.8	Oligotrophic	Clean
1.9 - 2.7	Oligo-Mesotrophic	Clean-Moderate
2.8 - 3.6	Mesotrophic	Moderate
3.7 - 4.5	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute
4.6 - 5.4	Eutrophic	Pollute
>5.5	Hypereutrophic	Very Pollute

2.5.2 การใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ

2.5.2.1 โครงสร้างแพลงก์ตอนพืช

แพลงก์ตอนพืช คือ สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ลอยอยู่ในมวลน้ำ ไม่สามารถว่ายน้ำทวนกระแสน้ำได้ ซึ่งแพลงก์ตอนพืชที่มีความสำคัญอย่างมากในระบบนิเวศแหล่งน้ำเพราะทำหน้าที่เป็นผู้ผลิตเบื้องต้นโดยเปลี่ยนสารอนินทรีย์ที่อยู่ในมวลน้ำไปเป็นสารอินทรีย์ผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง นอกจากนี้ ยังทำหน้าที่เป็นผู้ถ่ายทอดพลังงานสู่ผู้บริโภคลำดับถัดไปในห่วงโซ่อาหารและสายใยอาหาร แพลงก์ตอนพืชสามารถพบได้ทั่วไปตามแหล่งน้ำ โดยแต่ละแหล่งน้ำนั้นก็จะมีการแพร่กระจายชนิดของแพลงก์ตอนพืชแตกต่างกัน โดยแพลงก์ตอนพืชสามารถแบ่งตาม ระบบของ T.Christensen (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2542) โดยใช้สารสีเป็นตัวจำแนกสามารถจำแนกได้ออกเป็น 3 Division ได้แก่ 1. Division Cyanophyta (สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน) เป็นโพรคาริโอต ภายในเซลล์ประกอบด้วยสารสีหลัก คือ คลอโรฟิลล์ เอ และ ไฟโคบิลิโพรตีน มีความสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ 2. Division Chlorophyta (สาหร่ายสีเขียว) เป็นยูคาริโอต ภายในเซลล์ประกอบด้วยสารสีหลัก คือ คลอโรฟิลล์ เอ และ บี ทำให้สีของแพลงก์ตอนชนิดนี้มีสีเขียวสด โดยแพลงก์ตอนชนิดนี้ 90% เป็นแพลงก์ตอนน้ำจืด 3. Division Chromophyta (สาหร่ายสีน้ำตาล) เป็นยูคาริโอต ภายในเซลล์ประกอบด้วยสารสีหลักคลอโรฟิลล์ เอ และ ซี ทำให้สีของแพลงก์ตอนพืชชนิดนี้ออกเป็นสีน้ำตาล โดยแพลงก์ตอนชนิดนี้บางชนิดสามารถเคลื่อนที่ได้ หรือที่เรียกว่า phytoflagellate ซึ่งแพลงก์ตอนแต่ละชนิดก็จะมีความสามารถในการทนต่อสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันจึงทำให้เราพบแพลงก์ตอนแตกต่างกัน โดยในทะเลก็จะพบพวกไดอะตอมเป็นกลุ่มหลัก ส่วนในแหล่งน้ำจืดก็จะพบกลุ่มของพวกสาหร่ายสีเขียว กับ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเป็นกลุ่มหลัก โดยความสามารถในการทนต่อสภาพแวดล้อมที่ต่างกันของแพลงก์ต่อนี้จึงสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำได้

2.5.2.2 การใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ (AARL-PP Score)

การใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำโดยการประยุกต์ใช้ AARL-PP Score (AARL = Applied Algal Research Laboratory, PP = Phytoplankton) เป็นใช้แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นหรือที่พบว่ามีความหนาแน่นมากที่สุด 3 ลำดับที่พบในแหล่งน้ำนั้นๆ มาให้เป็นคะแนนตาม ตารางที่ 2-5 โดยอ้างอิงจากเอกสารของ ยูวดี พีรพรพิศาล และ คณะ (2550); ภาณุธัญญา สุขตลอด และ คณะ (2559) หลังจากนั้นนำคะแนนที่ได้ไปหาค่าเฉลี่ยและนำไปเปรียบเทียบกับตารางคุณภาพน้ำและระดับสารอาหาร ดังแสดงในตารางที่ 2-6 โดยวิธีการนี้เป็นวิธีการง่ายสำหรับคนที่สามารถจำแนก

ตารางที่ 2-1 ตารางแสดงคะแนนของแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิด

AARL-PP Score	Genus of Phytoplankton
1	<i>Dinobryon</i>
2	<i>Cosmarium, Microsterias, Cyclotella, Eunotia</i>
3	<i>Elakatothrix, Euastrum, Staurastrum, Staurodesmus, Xanthidium</i>
4	<i>Botryococcus, Ceratium, Centritractus</i>
5	<i>Acanthoceras, Actinastrum, Aphanocapsa, Aphanothece, Golenkinia, Cymbella, Fragilaria, Isthmochloron, Kirchneriella, Melosira, Navicula, Nephrocytium, Pinnularia, Rhopalodia</i>
6	<i>Achnanthes, Amphora, Aulacoseira, Chlorella, Chlamydomonas, Chroococcus, Cocconeis, Encyonema, Epithemia, Eudorina, Gomphonema, Gonium, Gymnodinium, Oocystis, Pandorina, Peridiniopsis, Peridinium, Rhizosolenia, Surirella, Tetradron, Volvox</i>
7	<i>Ankistrodesmus, Bacillaria, Coelastrum, Crucigenia, Crucigeniella, Cylindrospermopsis, Dictyosphaerium, Dimorphococcus, Gyrosigma, Micractinium, Monoraphidium, Pediastrum, Planktolyngbya, Pseudanabena</i>
8	<i>Phacus, Scenedesmus, Strombomonas, Synura, Hantzschia, Anabaena, Microcystis, Cryptomonas, Rhodomonas, Trachelomonas</i>
9	<i>Nitzschia, Spirulina, Oscillatoria, Phormidium, Merismopedia</i>
10	<i>Euglena</i>

ตารางที่ 2-2 ตารางแสดง Trophic level และ Water quality ตามคะแนน AARL-PP Score

AARL-PP Score	Trophic level	Water quality
1.0-2.0	Oligotrophic status	Clean
2.1-3.5	Oligo-Mesotrophic status	Clean-moderate
3.6-5.5	Mesotrophic status	Moderate
5.6-7.5	Meso-Eutrophic status	Moderate-polluted
7.6-9.0	Eutrophic status	Polluted
9.1-10.0	Hypereutrophic status	Very polluted

ที่มา: (ยูวดี พีรพรพิศาล และ คณะ, 2550; ภาณุรัฐญา สุขตลอด และ คณะ, 2559)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับฟลักซ์ของสารอาหารและตะกอนแขวนลอย

สุธิดา กาญจน์อติเรกลาภ, ศุภชัย ยืนยง, กุหลาบทิพย์ โพธิ์ทอง, ปวีณา โชติช่วง, อนุกุล บุรณประทีปรัตน์, และศุภวัตร กาญจน์อติเรกลาภ (2560) ทำการศึกษาฟลักซ์ของสารอาหาร อนินทรีย์ละลายน้ำและของแข็งแขวนลอยบริเวณปากแม่น้ำพังราด จังหวัดระยอง ในฤดูแล้ง (เมษายน) และฤดูน้ำมาก (กันยายน) ในปี พ.ศ. 2558 โดยใช้เครื่องมือ ADCP ในการตรวจวัดให้ครอบคลุมตามวัฏจักรของน้ำ พบว่าฟลักซ์สุทธิของน้ำ แอมโมเนีย, ไนโตรต, ไนเตรท, และฟอสเฟต ละลายน้ำมีทิศทางไหลออกสู่ทะเลทั้งสองฤดูกาล โดยฟลักซ์สุทธิของไนเตรทละลายน้ำมีความสอดคล้องกับฟลักซ์สุทธิของน้ำและ ในฤดูแล้งฟลักซ์สุทธิของแอมโมเนีย, ไนโตรต, ฟอสเฟตละลายน้ำมีค่าที่สูงเนื่องจากมีความเข้มข้นของสารดังกล่าวสูงกว่าในฤดูน้ำมาก ซึ่งฟลักซ์สุทธิของแข็งแขวนลอยและฟลักซ์สุทธิของซิลิเกต มีแหล่งที่มาจากแม่น้ำพังราดและมีทิศทางไหลเข้าสู่ปากแม่น้ำในฤดูน้ำมากซึ่งเกิดจากการฟุ้งของตะกอนบริเวณชายฝั่งและถูกพัดเข้าไปยังบริเวณปากแม่น้ำตามน้ำขึ้นและในภาคตะวันออกพบว่าปากแม่น้ำพังราดมีปริมาณ ฟลักซ์สุทธิของแอมโมเนียและฟอสเฟตละลายน้ำค่อนข้างสูงในฤดูแล้ง

เบญจมาศ มีทรัพย์, อนุกุล บุรณประทีปรัตน์, ภัทรารุส ไทยพิชิตบุรพา, สุธิดา กาญจน์อติเรกลาภ, และ ศุภวัตร กาญจน์อติเรกลาภ (2564) ทำการศึกษาฟลักซ์ของสารอาหาร อนินทรีย์ละลายน้ำและตะกอนแขวนลอยที่บริเวณปากแม่น้ำตราด จังหวัดตราด ปี พ.ศ. 2561 พบว่าฟลักซ์สุทธิของน้ำ สารอาหาร ได้แก่ แอมโมเนีย, ไนโตรต, ไนเตรท, ฟอสเฟต และซิลิเกต ในเดือนกุมภาพันธ์, เมษายน, มิถุนายน, สิงหาคม และตุลาคม มีทิศทางไหลออกจากทะเลสู่ปากแม่น้ำ ซึ่งต่างจากเดือนธันวาคมที่ฟลักซ์สุทธิของน้ำ, ไนโตรต, ไนเตรท, ฟอสเฟต และซิลิเกต มีทิศทางไหลจากทะเลเข้าสู่ปากแม่น้ำ ส่วนฟลักซ์สุทธิของตะกอนแขวนลอยพบว่ามีทิศทางไหลจากทะเลเข้าสู่ปากแม่น้ำในเดือนกุมภาพันธ์, เมษายน และธันวาคม มีทิศทางไหลจากแม่น้ำออกสู่ทะเลในเดือน มิถุนายน, สิงหาคม และตุลาคมปริมาณสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำในน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณน้ำท่ายกเว้นฟอสเฟตและตะกอนแขวนลอย เมื่อทำการเปรียบเทียบกับปริมาณฟลักซ์ของแม่น้ำตราดในปี พ.ศ. 2556 พบว่าปริมาณฟลักซ์ของสารอาหารส่วนใหญ่ที่ไหลออกสู่ทะเลมีปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะ แอมโมเนีย, ฟอสเฟต และ ซิลิเกตโดยเพิ่มขึ้นทั้งในช่วงฤดูน้ำน้อยและฤดูน้ำมาก แต่ฟลักซ์ของไนโตรตและไนเตรทที่ไหลออกสู่ทะเลมีปริมาณเพิ่มขึ้นเฉพาะช่วงฤดูน้ำน้อย

อนุกุล บุรณประทีปรัตน์, สุธิดา กาญจน์อติเรกลาภ, ศุภชัย ยืนยง, และ ศุภวัตร

กาญจน์อติเรกลาภ (2561) ทำการศึกษาฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอยและสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำบริเวณปากแม่น้ำเวฬุ ในช่วงฤดูแล้ง และฤดูน้ำมาก ในปี พ.ศ. 2557 ในเดือนกุมภาพันธ์ (ฤดูแล้ง) และเดือนสิงหาคม (ฤดูน้ำมาก) พบว่าฟลักซ์สุทธิของน้ำมีทิศออกสู่ทะเลในทุกฤดูกาลโดยในฤดูแล้งจะมีปริมาณไหลออกน้อยกว่าฤดูน้ำมาก ฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอยมีทิศออกสู่ทะเลในฤดูแล้งและมีทิศเข้าสู่แผ่นดินในฤดูน้ำมากโดยในฤดูน้ำมากจะมีฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอยมากกว่าฤดูแล้ง สวนทางกับฟลักซ์ของน้ำ อาจเป็นผลมาจากการฟุ้งกระจายของตะกอนที่พื้นทะเลหรือการกัดเซาะชายฝั่งทางด้านนอกในช่วงที่ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีกำลังแรง ฟลักซ์ของ แอมโมเนียมีทิศทางเข้าสู่แผ่นดินค่อนข้างสูงในฤดูแล้ง ซึ่งอาจมีแหล่งมาจากกิจกรรมการ เพาะเลี้ยงบริเวณชายฝั่งด้านนอกของปากแม่น้ำ และมีทิศทางออกสู่ทะเลในฤดูน้ำมาก อิทธิพลจากการชะล้างจากแผ่นดินส่งผลให้ฟลักซ์ของซิลิเกตในทิศทางออกสู่ทะเลมีค่าสูงมากทั้งในฤดูแล้งและในฤดูน้ำมาก ฟลักซ์ของไนเตรทรวมกับไนไตรท์ และฟอสเฟต ในฤดูแล้งมีทิศเข้าสู่แผ่นดินและในฤดูน้ำมากมีทิศออกสู่ แสดงถึงแหล่งที่มาทั้งจากแผ่นดินและจากทะเล ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า แม่น้ำเวฬุมีการปลดปล่อยสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำที่มีแหล่งที่มาทั้งจากพื้นที่ภายในลุ่มน้ำและจากนอกชายฝั่ง

อนุกุล บุรณประทีปรัตน์, ยชนา เชิดชูจันทร์, นฤมล คงเมือง, ประสาร อินทเจริญ, สุธิดา กาญจน์อติเรกลาภ, และ วิชญา กันบัว (2556) ทำการศึกษาฟลักซ์ของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำบริเวณปากแม่น้ำประแสร์ในปี พ.ศ. 2553 ในช่วงฤดูแล้ง (23-24กุมภาพันธ์) และฤดูน้ำมาก (8-9 ตุลาคม) พบว่าฟลักซ์ของน้ำทั้งสองช่วงเวลามีทิศออกสู่ทะเลในปริมาณ $2.60 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ และ $0.43 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ ตามลำดับ ฟลักซ์ของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำทั้งหมดมีทิศออกสู่ทะเลและส่วนใหญ่ (ยกเว้นแอมโมเนีย) ในฤดูน้ำมาก (แอมโมเนีย 201.98 kg-N/day, ไนไตรท์ 55.89 kg-N/day, ไนเตรท 381.39 kg-N/day, ฟอสเฟต 101.31 kg-P/day และซิลิเกต 8,195.15 kg-Si/day) มีค่าที่สูงกว่าในฤดูแล้ง (แอมโมเนีย 258.11 kg-N/day, ไนไตรท์ 38.10 kg-N/day, ไนเตรท 180.82 kg-N/day, ฟอสเฟต 94.71 kg-P/day และ ซิลิเกต 2,209.12 kg-Si/day)

เบญจวรรณ คชเสถณี, ประเดิม อุทธยานมณี, ศุภชัย ยืนยง, และ อนุกุล บุรณประทีปรัตน์ (2564) ทำการศึกษาฟลักซ์ของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำและตะกอนแขวนลอย รวมถึงคุณภาพน้ำที่แม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 เดือนมีนาคม เดือนมิถุนายน และเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 พบว่าฟลักซ์สุทธิของน้ำและสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำทุกชนิดถูกควบคุมด้วยปริมาณน้ำท่าที่ถูกปล่อยมาจากเขื่อนปราณบุรีเป็นหลัก ฟลักซ์ของน้ำส่วนใหญ่มี

ทิศทางไหลออกสู่ทะเล ยกเว้นเดือนธันวาคมที่ฟลักซ์สุทธิของน้ำและของแข็งแขวนลอยมีทิศทางไหลจากทะเลเข้าสู่แม่น้ำ เดือนกันยายนที่เป็นฤดูน้ำมากมีปริมาณฟลักซ์สุทธิของน้ำ ซิลิเกต และฟอสเฟตไหลออกสู่ทะเลมากที่สุด ส่วนเดือนมีนาคม และมีถุนายน พบว่าฟลักซ์สุทธิของน้ำมีค่าใกล้เคียงกัน และพบว่า ในเดือนมีนาคมซึ่งตรงกับฤดูแล้งฟลักซ์สุทธิของแอมโมเนีย และไนเตรท มีค่าสูงที่สุด คุณภาพน้ำภายในแม่น้ำปราณบุรีจัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 (สามารถใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตรกรรม) ยกเว้นค่าออกซิเจนละลายน้ำที่มีค่าต่ำกว่า 4 mg/l และค่าบีโอดีที่สูงกว่า 2 mg/l ในเขตพื้นที่ชุมชนในเดือนธันวาคม (ในช่วงเปลี่ยนจากฤดูน้ำมากเป็นฤดูแล้ง) และมีนาคม (ฤดูแล้ง)

ประเดิม อุทยานมณี, ศุภชัย ยืนยง, เบญจวรรณ คชเสนี, และ อนุกุล บุรณประทีปรัตน์ (2562) ทำการศึกษาฟลักซ์ของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำและของแข็งแขวนลอยที่บริเวณปากแม่น้ำสวี จังหวัดชุมพร ในช่วงฤดูน้ำมาก (9–10 กันยายน พ.ศ. 2557) และช่วงฤดูแล้ง (28–29 เมษายน พ.ศ. 2558) โดยใช้เครื่องมือ ADCP ในการวัดฟลักซ์ของน้ำ พบว่าในช่วงฤดูน้ำมากฟลักซ์สุทธิทุกชนิด ได้แก่ ฟลักซ์สุทธิของน้ำ, แอมโมเนีย, ไนไตรท์, ไนเตรท, ฟอสเฟต และของแข็งแขวนลอย มีทิศทางไหลจากแม่น้ำออกสู่ทะเลทั้งหมด โดยในช่วงฤดูแล้ง พบว่าฟลักซ์สุทธิของน้ำ, แอมโมเนีย, ฟอสเฟต และของแข็งแขวนลอย มีทิศทางจากทะเลไหลเข้าสู่แม่น้ำส่วนฟลักซ์สุทธิของไนไตรท์และไนเตรทมีทิศทางไหลจากแม่น้ำออกสู่ทะเล

สุธิดา กาญจน์อติเรกลาภ, อนุกุล บุรณประทีปรัตน์, ศุภชัย ยืนยง, ธนกร คมใส, และ ญัฐนนท์ ต่ายเนาวงศ์ (2558) ทำการศึกษาฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอยและสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำบริเวณปากแม่น้ำระยองในปี พ.ศ. 2556 ในระหว่างวันที่ 18-19 เมษายน (ฤดูแล้ง) และวันที่ 20-21 ตุลาคม (ฤดูน้ำมาก) ฟลักซ์สุทธิของน้ำมีทิศออกสู่ทะเลในทุกฤดูกาลโดยมีปริมาณเท่ากับ $0.15 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ ในช่วงฤดูแล้ง และ $1.57 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ ในช่วงฤดูน้ำมาก ฟลักซ์สุทธิทุกชนิดในฤดูน้ำมากมีค่าสูงกว่าในฤดูแล้งตามการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงสู่ทะเล โดยที่ฟลักซ์ของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำทุกชนิดมีทิศออกสู่ทะเลยกเว้นฟลักซ์ของไนเตรทในฤดูแล้งที่มีทิศเข้าสู่แม่น้ำ ฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอย ในฤดูแล้งมีปริมาณน้อยกว่าในฤดูน้ำมาก ฟลักซ์ของแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟต และซิลิเกต ในฤดูแล้งมีค่าเท่ากับ 137.32 kg N/day, 16.57 kg N/day, 55.60 kg N/day (ในทิศเข้าสู่แม่น้ำ), 70.29 kg P/day และ 1,719.11 kg Si/day ตามลำดับ และในฤดูน้ำมากมีค่าเท่ากับ 321.12 kg N/day, 49.70 kg N/day, 919.32 kg N/day, 107.91 kg P/day และ 17,362.61 kg Si/day ตามลำดับ

อนุกุล บูรณประทีปรัตน์ (2556B) ทำการศึกษาฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอยบริเวณปากแม่น้ำประแสร์ในปี 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) ฟลักซ์สุทธิของน้ำมีติสไหลจากปากแม่น้ำออกสู่ทะเลในทุกฤดูกาล มีปริมาณ $2.60 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ ในช่วงฤดูแล้ง $0.23 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ ในช่วงปลายฤดูแล้ง และ $0.43 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ ในช่วงปลายฤดูน้ำมากโดยความเค็มและคุณภาพน้ำอื่นๆ จากสองระดับความลึกแสดงให้เห็นถึงปากแม่น้ำประแสร์เป็นเอสทูรีบริเวณและเป็นแบบผสมผสานกันดีในช่วงฤดูแล้งและเป็นแบบแบ่งชั้นในช่วงฤดูน้ำมากสำหรับปริมาณฟลักซ์สุทธิของตะกอนแขวนลอยที่ไหลผ่านเข้าออกปากแม่น้ำประแสร์ในฤดูแล้งมีติสไหลออกสู่ทะเล ช่วงปลายฤดูแล้งมีติสไหลเข้าปากแม่น้ำ และปลายฤดูน้ำมากมีติสไหลออกสู่ทะเล ปริมาณตะกอนแขวนลอยในมวลน้ำมีแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นและลดลงสอดคล้องกับความแรงของกระแสน้ำ โดยปริมาณจะเพิ่มขึ้นเมื่อกระแสน้ำมีกำลังแรงและลดลงในช่วงที่กระแสน้ำอ่อนกำลังลง ซึ่งแสดงถึงความสำคัญของการกระบวนการฟุ้งกระจายของตะกอนจากพื้นที่อ่างน้ำกลับสู่มวลน้ำ (resuspension) ที่ส่งผลต่อฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอยที่บริเวณปากแม่น้ำแห่งนี้

2.6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างและใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ

วิชาญ กันบัว, อริศรา ชาวนา และ ปณิตดา สีนสมุทรโสภณ (2557) ทำการศึกษาโครงสร้างประชาคมแพลงก์ตอนในแม่น้ำบางประกง ในเดือนมิถุนายนและกันยายน พ.ศ. 2553 จากจุดเก็บตัวอย่าง 6 สถานี พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 3 ดิวิชัน 5 คลาส 44 สกุล โดยพบ ดิวิชัน Cyanophyta คลาส Cyanophyceae จำนวน 7 สกุล ดิวิชัน Chlorophyta คลาส Chlorophyceae จำนวน 10 สกุล และ คลาส Euglenophyceae จำนวน 8 สกุล รวมทั้งพบ ดิวิชัน Chromophyta คลาส Bacillariophyceae จำนวน 16 สกุล คลาส Dinophyceae จำนวน 3 สกุล โดยพบแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดอะตอมเป็นกลุ่มเด่นทั้งเดือนมิถุนายนและกันยายน

วีระวรรณ จาดพันธุ์อินทร์, อนุกุล บูรณประทีปรัตน์ และ วิชาญ กันบัว (2560) ทำการศึกษาประชาคมแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ในแม่น้ำบางประกงใน เดือนเมษายน, กรกฎาคม, กันยายน และพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 ทำการเก็บตัวอย่าง 6 สถานี พบแพลงก์ตอนพืช 3 ดิวิชัน 6 คลาส 61 สกุล โดยแบ่งเป็น ดิวิชัน Cyanophyta คลาส Cyanophyceae จำนวน 11 สกุล ดิวิชัน Chlorophyta คลาส Chlorophyceae จำนวน 15 สกุล และ คลาส Euglenophyceae จำนวน 4 สกุล รวมทั้งพบ ดิวิชัน Chromophyta คลาส Bacillariophyceae จำนวน 25 สกุล คลาส

Dinophyceae จำนวน 5 สกุล และ คลาส Dictyochophyceae 1 สกุล โดยแพลงก์ตอนพืชกลุ่ม ไดอะตอมจะเป็นกลุ่มเด่นตลอดทั้ง 4 เดือน โดยปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ประชาคมแพลงก์ตอนในแม่น้ำบางปะกง ได้แก่ ความเค็ม ออกซิเจนละลายน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง และ อุณหภูมิ

ภณัฐญา สุขตลอด, รัชชวิรัช ปรีสพันธ์, สุดา รักชาติ, ฉัญญามาศ เพชรพูล, ปิยนุช เกิดสมบัติ, และ สุรศักดิ์ ละลอกน้ำ (2559) ทำการศึกษาการใช้สาหร่ายเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำใน คลองแสนแสบ โดยการประยุกต์ใช้ AARL-PP Score โดยนำน้ำตัวอย่างภายในคลองแสนแสบจำนวน 3 สถานี โดยหาแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น 3 ลำดับ มาให้คะแนนตาม AARL-PP Score จำนวน 10 ครั้ง พบว่าในคลองแสนแสบมีสาหร่ายชนิดเด่น 16 ชนิด แปลผลเป็นคุณภาพน้ำมีแนวโน้มอยู่ในช่วง ปานกลางถึงไม่ดี จนถึง ไม่ดีมากซึ่งสอดคล้องกับการตรวจวัดทางกายภาพและทางเคมี (AARL-PC Score) ดังนั้นจึงสามารถใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำในคลองแสนแสบได้

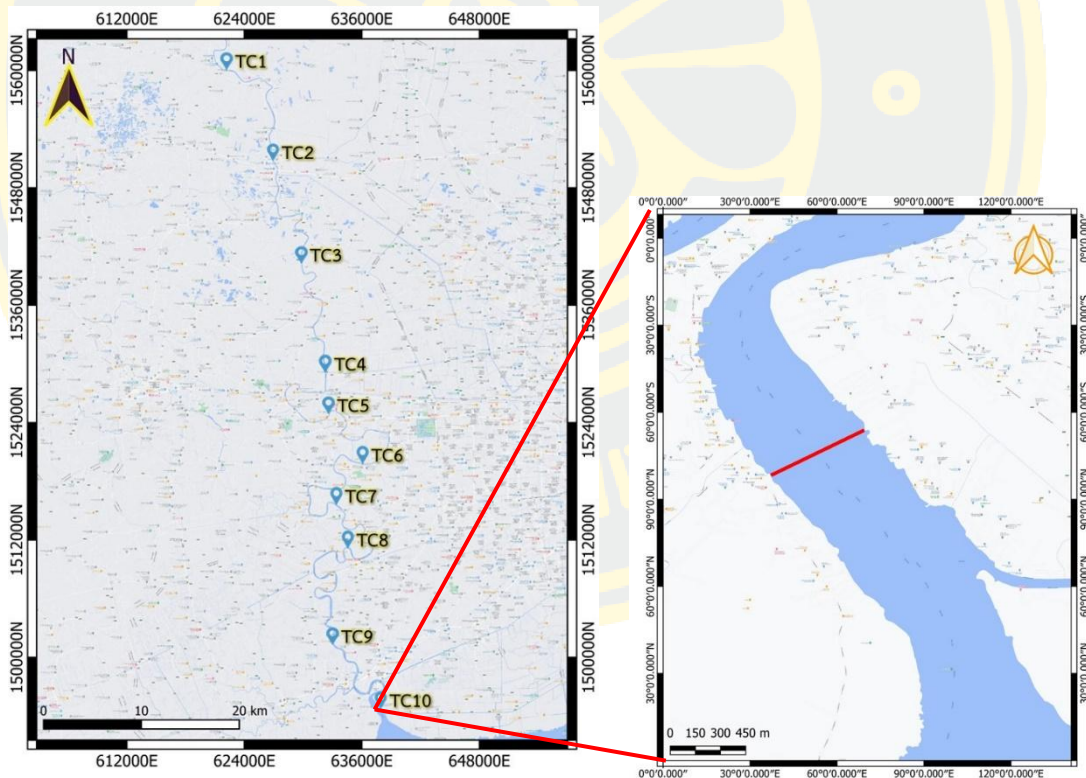
สุเทพ เจือละออง, สุทธิดา กาญจน์อติเรกลาก และ มิคมิษฐ์ จารุจิตา (2553) ทำการศึกษา การใช้แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นในการชี้วัดคุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำประแสร์ จังหวัดระยอง ตั้งแต่เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2548 ถึง เดือนกันยายน 2549 รวม 4 ครั้ง จำนวน 10 สถานี พบว่าแม่น้ำประแสร์มี คุณภาพน้ำโดยรวมอยู่ในช่วง ปานกลางถึงไม่ดี (Moderate-polluted) มีคะแนน AAPL-PP Score เฉลี่ยทุกเดือนเท่ากับ 5.61 และ Trophic level เป็นแบบ Meso-eutrophic status บริเวณที่มียค่า AAPL-PP Score เฉลี่ยสูง 8.00 และ 8.33 และมีผลของคุณภาพน้ำอยู่ในระดับไม่ดี (polluted) และ Trophic level เป็นแบบ Eutrophic status คือ สถานี PR 5 ในเดือน ธันวาคม 2549 และสถานี PR 8 ใน เดือน กุมภาพันธ์ 2550 ตามลำดับ เนื่องจากทั้ง 2 สถานีเก็บตัวอย่างเป็นแหล่งเลี้ยงกุ้ง

สิริพร ยศแสน และ ปริญญา มูลสิน (2558) ทำการศึกษาเรื่องการใช้แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำในห้วยสำราญ จังหวัดศรีสะเกษ เก็บตัวอย่างน้ำจาก 6 สถานี ในช่วงเดือน ธันวาคม 2556 ถึงเดือนสิงหาคม 2557 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 5 ดิวิชัน 104 ชนิด ดิวิชันที่พบ มากที่สุดคือ Chlorophyta พบ 58 ชนิด รองลงมาคือ ดิวิชัน Euglenophyta พบ 20 ชนิด และ ดิวิชัน Chrysophyta พบ 15 ชนิด แพลงก์ตอน พืชชนิดเด่น 3 ลำดับแรก คือ *Closterium* sp. รองลงมาคือ *Ceratium furcoides* (Levander) Langhans และ *Navicula* sp. ซึ่งมีคะแนน AARL-PP Score เท่ากับ 5.0 จัดได้ว่าห้วยสำราญอยู่ในระดับ Mesotrophic สารอาหารปานกลาง มีคุณภาพน้ำ ปานกลาง และพบว่าแพลงก์ตอนพืชมีความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำ

บทที่ 3 วิธีการศึกษา

3.1 พื้นที่ทำการการศึกษา

ในการศึกษาจะทำการสำรวจและเก็บข้อมูลในพื้นที่บริเวณแม่น้ำท่าจีน โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นการศึกษาคุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีนจำนวน 10 สถานี ตั้งแต่จังหวัดนครปฐม บริเวณวัดศาลามูลจนถึงจังหวัดสมุทรสาครบริเวณวัดบางหญ้าแพรก ดังแสดงในภาพที่ 3-1 รวมถึงใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำและความอุดมสมบูรณ์ ส่วนที่ 2 เป็นการศึกษาองค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืชและการใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพ และในส่วนที่ 3 เป็นการศึกษาฟลักซ์ของน้ำ สารอาหารละลายน้ำ และตะกอนแขวนลอย บริเวณปากแม่น้ำท่าจีนที่เกิดการแลกเปลี่ยนมวลน้ำ ระหว่างน้ำจืดกับน้ำเค็มจำนวน 10 สถานีเช่นเดียวกับในส่วนที่ 1 ดังแสดงในภาพที่ 3-15 พิกัดและสถานีที่ทำการศึกษาดังแสดงใน ตารางที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 จุดเก็บตัวอย่างและจุดวัดฟลักซ์

ตารางที่ 3-1 ตารางแสดงพิกัดและสถานที่ทำการศึกษา

ชื่อสถานี	พิกัด	ที่ตั้ง	จังหวัด
TC1	14.10797,100.13201	วัดศิลามูล	นครปฐม
TC2	14.02324,100.17650	วัดบางเลน	นครปฐม
TC3	13.92916, 100.20181	วัดบางระกำ	นครปฐม
TC4	13.82921, 100.22381	วัดสำโรง	นครปฐม
TC5	13.79031, 100.22702	วัดไทยवास	นครปฐม
TC6	13.74363, 100.25940	วัดไร่ขิง	นครปฐม
TC7	13.69972, 100.24124	วัดเทียนดัด	นครปฐม
TC8	13.66188, 100.22322	วัดท่ากระเปือ	สมุทรสาคร
TC9	13.57780, 100.22920	วัดศิริมงคล	สมุทรสาคร
TC10 (จุดวัดฟลักซ์)	13.51820, 100.27490	วัดบางหญ้าแพรก	สมุทรสาคร

3.2 ระยะเวลาที่ทำการศึกษา

ทำการศึกษาในช่วงฤดูน้ำมาก ฤดูน้ำน้อย และช่วงเปลี่ยนฤดู ในช่วงฤดูน้ำมากจะทำการศึกษาในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2565 ส่วนในฤดูน้ำน้อยจะทำการศึกษาในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 ช่วงเปลี่ยนฤดูจะทำการศึกษาในเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2566

3.3 การตรวจวัดคุณภาพน้ำและการเก็บตัวอย่างน้ำ

ในการตรวจวัดและเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำในแต่ละสถานีจะใช้เครื่องมือตรวจวัดคุณภาพน้ำแบบหลายตัวแปรยี่ห้อ YSI รุ่น Pro ซึ่งจะใช้ในการตรวจวัด อุณหภูมิ (Temperature) ความเค็ม (Salinity) และ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved oxygen; DO) และทำการตรวจวัดความเป็นกรด-ด่างของน้ำโดยใช้ pH meter ยี่ห้อ Horiba รุ่น PD 110 จากนั้นทำการเก็บตัวอย่างน้ำโดยใช้กระบอกเก็บน้ำที่ความลึกใต้ผิวน้ำประมาณ 1 เมตร โดยจะเก็บตัวอย่างน้ำให้ได้ 3 ส่วน ส่วนที่ 1 ตัวอย่างน้ำที่ได้จะนำไปวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ส่วนที่ 2 จะนำไปวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอาหาร ส่วนที่ 3 จะนำตัวอย่างน้ำไปกรองผ่านกระดาษกรอง GF/C ซึ่งกระดาษกรองที่ได้จะนำไปวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ และ ตะกอน

แขวนลอย ในส่วนของน้ำที่ผ่านการกรองจะนำไปรักษาสภาพโดยการแช่ในน้ำแข็ง หลังจากนั้นจะนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารอาหารอินทรีย์ละลายน้ำได้แก่ แอมโมเนีย ไนโตรเจน ไนเตรต ฟอสเฟต และซิลิเกต รวมถึงส่วนของไนโตรเจนรวมละลายน้ำและฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำและสารอาหารอินทรีย์ละลายน้ำสามารถวิเคราะห์ได้ดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 การวิเคราะห์สารอาหารละลายน้ำ ตะกอนแขวนลอย ออกซิเจนละลายน้ำ บีโอดี และ คลอโรฟิลล์ เอ

พารามิเตอร์คุณภาพน้ำ	วิธีการวิเคราะห์
ออกซิเจนละลายน้ำ (mg/L)	Azide modification (Strickland & Parsons, 1972)
บีโอดี (mg/L)	5-day BOD test, Azide-modification methods (APHA, 1998)
ตะกอนแขวนลอย (mg/L)	GF/F Filter (APHA, 1992)
คลอโรฟิลล์ เอ (µg/L)	Spectrophotometric (Strickland & Parsons, 1972)
แอมโมเนีย (µg N/L)	Phenol-hypochlorite (Grasshoff et al. 1999)
ไนโตรเจน (µg N/L)	Diazotization (Strickland & Parsons, 1972)
ไนเตรต (µg N/L)	Cadmium reduction + Diazotization (Strickland & Parsons, 1972)
สารอาหารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ (µg N/L)	แอมโมเนีย + ไนโตรเจน + ไนเตรต
สารอาหารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ (µg N/L)	Total dissolved nitrogen – Dissolved inorganic nitrogen
สารอาหารไนโตรเจนรวมละลายน้ำ (µg N/L)	Persulphate oxidation (Grasshoff et al. 1999) + Cadmium reduction + Diazotization (Strickland & Parsons, 1972)
อินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ หรือฟอสเฟต (µg P/L)	Ascorbic acid (Strickland & Parsons, 1972)
สารอาหารอินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ (µg N/L)	Total dissolved phosphorus – Phosphate
สารอาหารฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำ (µg P/L)	Acid persulphate oxidation (Grasshoff et al. 1999) + Ascorbic acid (Strickland & Parsons, 1972)
ซิลิเกต (µg Si/L)	Silicomolybdate (Strickland & Parsons, 1972)

3.4 การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชและการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ

3.4.1 การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช

จะตักน้ำที่บริเวณผิวน้ำ กรองผ่านถุงกรองขนาดตา 20 ไมครอนปริมาตร 10 ลิตร หลังจากนั้นนำตัวอย่างถ่ายลงสู่ขวดเก็บตัวอย่างแล้วทำการรักษาสภาพด้วยฟอร์มาลิน ความเข้มข้นร้อยละ 3-5

3.4.2 การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ

ในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำเป็นการบ่งบอกสถานะของแหล่งน้ำนั้นๆว่ามีปริมาณสารอาหารอยู่ในช่วงใดและมีคุณภาพน้ำเป็นอย่างไรและสามารถเฝ้าระวังผลกระทบที่จะเกิดขึ้นตาและส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศบริเวณนั้นได้ โดยการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำสามารถทำได้หลากหลายวิธีการทั้งทางกายภาพ เคมี รวมถึงวิธีการทางชีวภาพ ซึ่งแต่ละวิธีการก็มีข้อจำกัดที่แตกต่างกันไป

3.4.2.1 การใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ

นำไปศึกษาชนิดเด่น และปริมาณภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยดูตัวใส่สไลด์นับเซลล์ (Sedgwick Rafter) 1 มิลลิลิตร จากนั้นจำแนกชนิดของแพลงก์ตอนพืชโดยใช้เอกสาร อ้างอิงจาก ลัดดา วงศ์รัตน์ (2542) หลังจากนั้นนำแพลงก์ตอนพืชที่มีความหนาแน่นมากที่สุด 3 ลำดับ ไปให้คะแนน และนำไปหาค่าเฉลี่ย ซึ่งค่าเฉลี่ยที่ได้จะนำไปเปรียบเทียบกับตารางคุณภาพน้ำตามระดับสารอาหารโดยใช้เอกสารอ้างอิงของ ยูวดี พิรพรพิศาล และคณะ (2550); ภาณุรัฐญา สุขตลอด และคณะ (2559) ดังแสดงในตารางที่ 3-3 และ 3-4 ตามลำดับ

3.4.2.2 การใช้คุณภาพน้ำเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ

การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ ใช้วิธีการตามแนวคิดของ Smith et al. (1999) ที่ใช้ปริมาณของสารอาหารที่ตรวจวัดได้ และปริมาณของคลอโรฟิลล์ หรือใช้วิธีการ AARL-PC Score โดยใช้พารามิเตอร์ได้แก่ DO, BOD, Conductivity, NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} และ Chl-a ตามเอกสารของ ภาณุรัฐญา สุขตลอด และ คณะ. (2559) นอกจากนี้จะใช้วิธีการทางชีวภาพควบคู่กันไปโดยการประยุกต์ใช้แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ (AARL-PP Score) ดังที่กล่าวไว้ในเอกสารหน้าที่ 24

ตารางที่ 3-3 ตารางแสดงคะแนนของแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิด

AARL-PP Score	Genus of Phytoplankton
1	<i>Dinobryon</i>
2	<i>Cosmarium, Micrasterias, Cyclotella, Eunotia</i>
3	<i>Elakatothrix, Euastrum, Staurastrum, Staurodesmus, Xanthidium</i>
4	<i>Botryococcus, Ceratium, Centritractus</i>
5	<i>Acanthoceras, Actinastrum, Aphanocapsa, Aphanothece, Golenkinia, Cymbella, Fragilaria, Isthmochloron, Kirchneriella, Melosira, Navicula, Nephrocytium, Pinnularia, Rhopalodia</i>
6	<i>Achnanthes, Amphora, Aulacoseira, Chlorella, Chlamydomonas, Chroococcus, Cocconeis, Encyonema, Epithemia, Eudorina, Gomphonema, Gonium, Gymnodinium, Oocystis, Pandorina, Peridiniopsis, Peridinium, Rhizosolenia, Surirella, Tetradron, Volvox</i>
7	<i>Ankistrodesmus, Bacillaria, Coelastrum, Crucigenia, Crucigeniella, Cylindrospermopsis, Dictyosphaerium, Dimorphococcus, Gyrosigma, Micractinium, Monoraphidium, Pediastrum, Planktolyngbya, Pseudanabena</i>
8	<i>Phacus, Scenedesmus, Strombomonas, Synura, Hantzschia, Anabaena, Microcystis, Cryptomonas, Rhodomonas, Trachelomonas</i>
9	<i>Nitzschia, Spirulina, Oscillatoria, Phormidium, Merismopedia</i>
10	<i>Euglena</i>

ตารางที่ 3-4 ตารางแสดง AARL-PP Score, Trophic level และ Water quality

AARL-PP Score	Trophic level	Water quality
1.0-2.0	Oligotrophic status	Clean
2.1-3.5	Oligo-Mesotrophic status	Clean-moderate
3.6-5.5	Mesotrophic status	Moderate
5.6-7.5	Meso-Eutrophic status	Moderate-polluted
7.6-9.0	Eutrophic status	Polluted
9.1-10.0	Hypereutrophic status	Very polluted

ที่มา: (ยูดี พีรพรพิศาล และ คณะ, 2550; ภาณุรัฐญา สุขตลอด และ คณะ, 2559)

3.5 การศึกษาฟลักซ์ของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำและตะกอนแขวนลอย

ในส่วนของการศึกษาฟลักซ์ของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำและตะกอนแขวนลอย จะศึกษาโดยใช้เครื่องมือ Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) ยี่ห้อ Teledyne รุ่น Work Horse Sentinel 600 kHz, WHS600-I-UG167 ในการวัดฟลักซ์ของน้ำ โดยจะนำไปผูกกับทุ่นเพื่อให้ ADCP สามารถลอยน้ำได้และผูกกับข้างลำเรือแล้วทำการลากตัดขวางกับลำน้ำที่ทำการศึกษาโดยใช้ความเร็วอยู่ในช่วง 1.3 - 1.6 m/s โดยประมาณ จำนวน 2 ซ้ำ วัดทุกๆ 2.5 ชั่วโมง จนครบ 25 ชั่วโมง ตามวัฏจักรน้ำขึ้นน้ำลง โดยใช้โปรแกรม WinRiver II River Discharge Software (Teledyne Technologies Company) ผ่านคอมพิวเตอร์ในการควบคุมการทำงานของเครื่อง ADCP และในส่วนการทำงานของเครื่อง ADCP จะทำงานผ่านเซนเซอร์ 4 ตัวบริเวณด้านหัวของตัวเครื่องโดยอาศัยคลื่นความถี่ที่ของเครื่องแสงส่งออกไป เมื่อคลื่นเสียงกระทบวัตถุใดๆที่อยู่ในมวลน้ำ คลื่นเสียงจะสะท้อนกลับมาด้วยความถี่ที่ต่างกันไปตามระยะห่างจากเครื่อง ADCP เครื่องมือจะทำการประมวลผลระยะทางและเวลาที่สะท้อนกลับมาเป็นความเร็วของกระแสน้ำ โดยหลักการนี้เรียกว่า Doppler effect

ในส่วนของการคำนวณฟลักซ์ของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำและตะกอนแขวนลอยเกิดจากผลคูณของระหว่างปริมาณน้ำท่าหรือค่าฟลักซ์ของน้ำกับความเข้มข้นของสารแต่ละชนิดในช่วงเวลานั้นๆ โดยจะแบ่งออกเป็น 2 ระดับความลึก ได้แก่ ผิวน้ำหรือน้ำชั้นบน และ ท้องน้ำหรือน้ำด้านล่าง เพื่อที่จะให้เป็นตัวแทนค่าฟลักซ์ของน้ำ ก่อนที่จะนำความเข้มข้นของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำแต่ละชนิดและตะกอนแขวนลอยในแต่ละระดับมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อคิดเป็นฟลักซ์สุทธิของสารอาหาร ตามสมการที่ 1 (ดัดแปลงจาก Dyer, 1973)

$$F = \frac{1}{t} \int_{t=0}^T (Q_s C_s + Q_b C_b) dt \text{ ----- (1)}$$

เมื่อ F คือ ค่าเฉลี่ยของฟลักซ์สารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำและตะกอนแขวนลอยที่ผ่านเข้า

ออกบริเวณพื้นที่หน้าตัดของแม่น้ำตามวัฏจักรน้ำขึ้นน้ำลง (g/sec)

Q คือ ปริมาณการไหลของน้ำหรือปริมาณน้ำท่า (m^3/sec)

C คือ ความเข้มข้นของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำและตะกอนแขวนลอย (g/m^3)

T คือ รอบเวลาทั้งหมดที่ทำการตรวจวัดข้อมูล (25 hr.)

ตัวห้อย s และ b หมายถึง ค่าของข้อมูลที่ระดับผิวน้ำและพื้นท้องน้ำ ตามลำดับ

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติ

ในงานวิจัยนี้จะใช้โปรแกรม Minitab และโปรแกรม R Studio ในการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำด้วยวิธีการทางสถิติทั้งด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ โดยใช้ความเชื่อมั่นที่ 95% ($p\text{-value} < 0.05$) โดยในการศึกษาจะทดสอบการกระจายของข้อมูลก่อนการเลือกใช้เครื่องมือทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล หากข้อมูลมีการกระจายแบบปกติจะใช้การวิเคราะห์แบบ Parametric statistics หากข้อมูลมีการกระจายแบบไม่ปกติจะใช้การวิเคราะห์แบบ Non parametric statistics เพื่อมุ่งเน้นในกาศึกษา

3.6.1 ความสัมพันธ์ของสารอาหารละลายน้ำ ตะกอนแขวนลอย และ ฟลักซ์สุทธิของน้ำใช้
การวิเคราะห์สถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

3.6.2 วิเคราะห์หาความแตกต่างของข้อมูลเพื่อหาความแตกต่างในแต่ละฤดูกาล ความแตกต่างเชิงพื้นที่ของสารอาหารละลายน้ำ ตะกอนแขวนลอย คุณภาพน้ำทั่วไป และ ฟลักซ์สุทธิของน้ำ

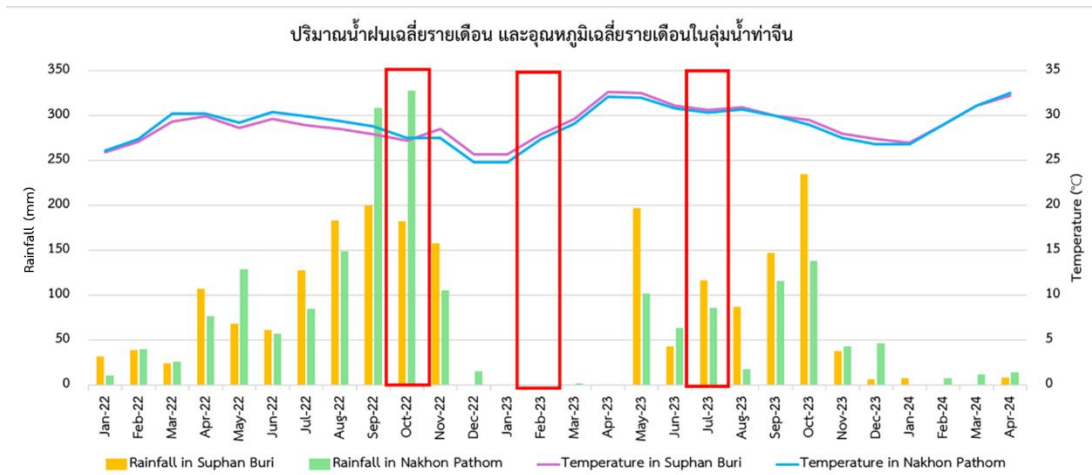
บทที่ 4

ผลการศึกษา

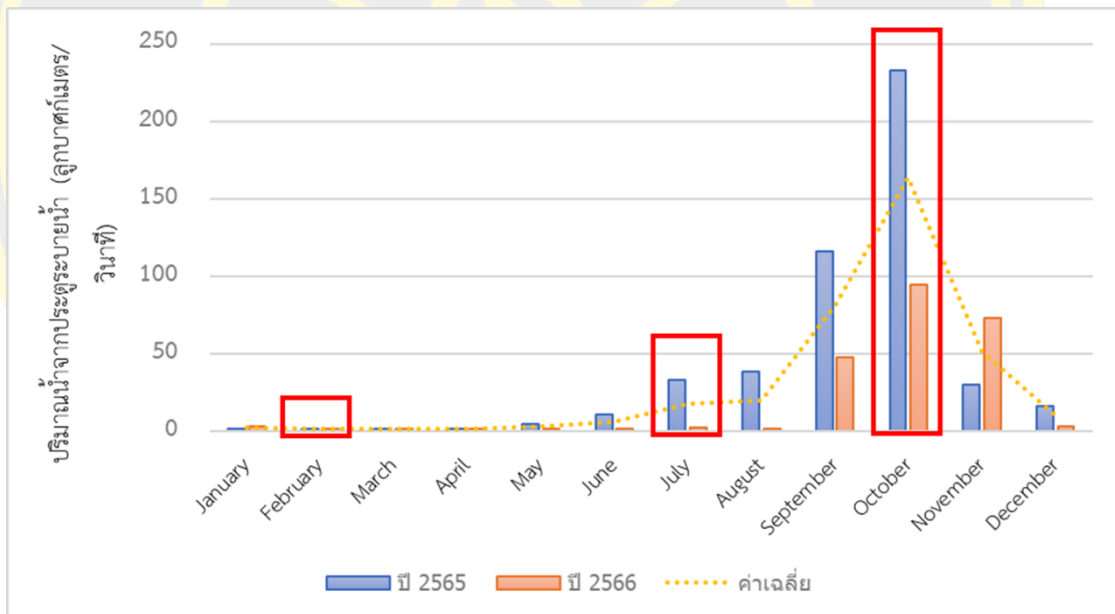
ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างให้ครบทุกฤดูกาลโดยเก็บตัวอย่างทั้งหมด 3 ครั้ง ได้แก่ เดือนตุลาคม พ.ศ.2565 (ฤดูน้ำมาก), เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2566 (ฤดูน้ำน้อย) และเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2566 (ช่วงเปลี่ยนฤดู) โดยจะทำการศึกษาคุณภาพน้ำ สารอาหารละลายน้ำ ของแข็งแขวนลอย แพลงก์ตอนพืชในแม่น้ำท่าจีน และฟลักซ์ของสารอาหารละลายน้ำ และของแข็งแขวนลอย บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร

4.1 ข้อมูลปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และปริมาณน้ำที่ระบายจากประตูระบายน้ำ

จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนสะสมบริเวณลุ่มน้ำท่าจีน ในปี พ.ศ. 2565 – 2566 สถานีสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี และสถานีนครปฐม จังหวัดนครปฐม พบว่าในช่วงเดือนกันยายน-ตุลาคม พ.ศ.2565 (ฤดูน้ำมาก) มีฝนตกค่อนข้างมากซึ่งจะส่งผลต่อแม่น้ำท่าจีนมีโดยเฉพาะในจังหวัดนครปฐมมีปริมาณฝนเฉลี่ยสูงที่สุดมากถึง 327.5 mm และจะไม่พบปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยเลยในช่วงเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ พ.ศ.2566 (ฤดูน้ำน้อย) และจะเริ่มมีปริมาณฝนเฉลี่ยเล็กน้อยในเดือนมีนาคมที่จังหวัดนครปฐม ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2566 (ช่วงเปลี่ยนฤดู) จะเริ่มมีฝนตกมากขึ้น โดยในจังหวัดสุพรรณบุรีและจังหวัดนครปฐมมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยเท่ากับ 116.1 mm และ 85.6 mm ตามลำดับ นอกจากนี้อุณหภูมิอากาศยังส่งผลต่ออุณหภูมิของน้ำเช่นเดียวกันโดยเดือนตุลาคม พ.ศ. 2565 ในสถานีสุพรรณบุรี และสถานีนครปฐมมีค่าเท่ากับ 27.2 °C และ 27.5 °C ตามลำดับ ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2566 ซึ่งในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 ในสถานีสุพรรณบุรี และสถานีนครปฐมมีค่าเท่ากับ 27.9 °C และ 27.4 °C ตามลำดับ และในเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2566 เป็นช่วงที่มีอุณหภูมิอากาศสูงที่สุดเมื่อเทียบกับเดือนที่กล่าวมาข้างต้น โดยในสถานีสุพรรณบุรี และสถานีนครปฐมมีค่าเท่ากับ 30.6 °C และ 30.3 °C ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 4-1 นอกจากนี้ปริมาณฝนยังมีความสอดคล้องกับปริมาณน้ำที่ปล่อยจากประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาดังแสดงในภาพที่ 4-2 ที่พบว่าเดือนกุมภาพันธ์มีปริมาณน้ำที่ปล่อยออกมาค่อนข้างต่ำ และจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในเดือนกรกฎาคม และสูงที่สุดในเดือนตุลาคม



ภาพที่ 4-1 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน และอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนในกลุ่มน้ำท่าจีน พ.ศ.2565 – 2566 ในสถานีสุพรรณบุรี และสถานีนครปฐม

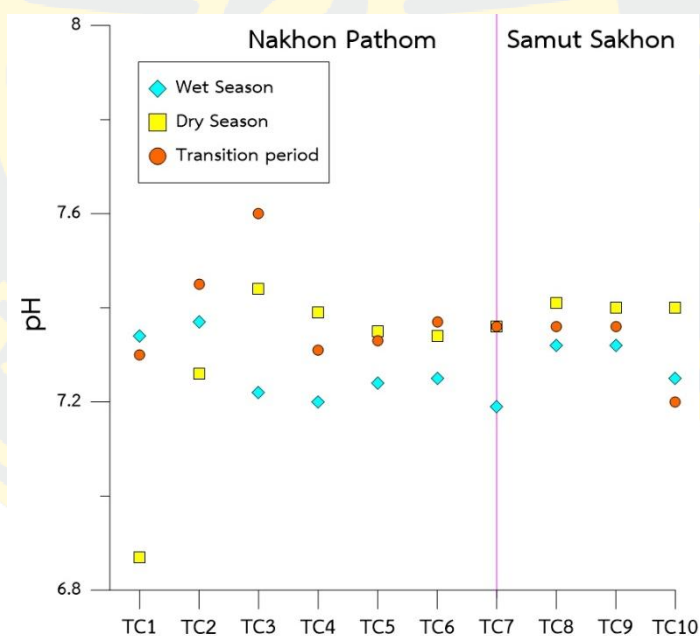


ภาพที่ 4-2 ปริมาณน้ำจากประตูประบายน้ำโพธิ์ประยาในปี พ.ศ.2565-2566

4.2 คุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีน

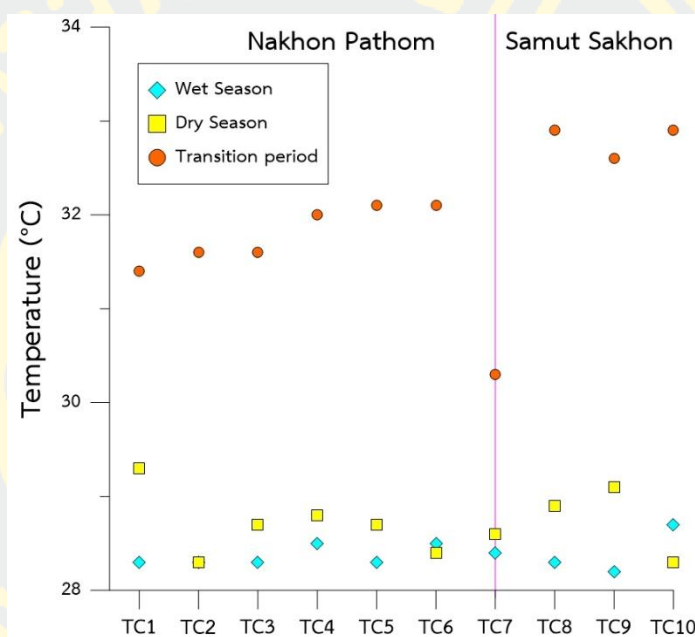
จากการศึกษาคุณภาพน้ำทั้งทางกายภาพ และทางเคมีในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่จังหวัดนครปฐม จนถึงบริเวณจังหวัดสมุทรสาคร โดยจะแสดงค่าเฉลี่ยในรูปแบบของกราฟจุด เพื่อแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่และเวลา กำหนดให้เดือนตุลาคม พ.ศ.2565 เป็นตัวแทนของฤดูน้ำมาก เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2566 เป็นตัวแทนของฤดูน้ำน้อย และเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2566 เป็นตัวแทนของช่วงเปลี่ยนฤดูกาล ดังแสดงในภาพที่ 4-3 - ภาพที่ 4-19 โดยจะให้เครื่องหมาย * แสดงถึงความแตกต่างระหว่างฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ ** แสดงถึงความแตกต่างระหว่างสถานี

ความเป็นกรด-เบส (pH) มีความแตกต่างระหว่างฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยตลอดลำน้ำในทุกฤดูกาลความเป็นกรด-เบส มีค่าอยู่ในช่วง 6.87 – 7.60 โดยมีค่าสูงที่สุดในช่วงเปลี่ยนฤดู (7.36 ± 0.10) รองลงมาเป็นฤดูน้ำน้อย (7.32 ± 0.17) และฤดูน้ำมาก (7.27 ± 0.06) ตามลำดับ และไม่พบความแตกต่างระหว่างสถานีในทุกฤดูกาล ($p > 0.05$) (ภาพที่ 4-3)



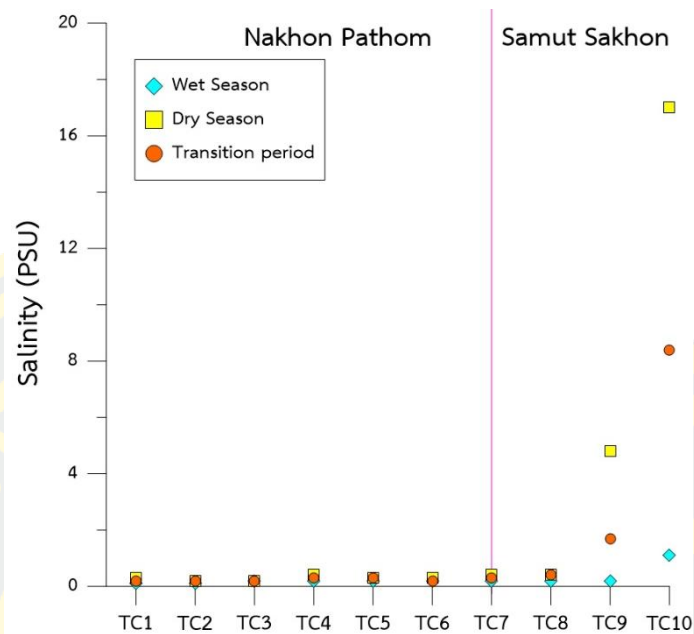
ภาพที่ 4-3 การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเบสของน้ำในเชิงพื้นที่และเวลา บริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร(*)

อุณหภูมิ (Temperature) มีความแตกต่างระหว่างฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยตลอดลำน้ำในทุกฤดูกาลอุณหภูมิ มีค่าอยู่ในช่วง $28.20 - 32.90^{\circ}\text{C}$ ซึ่งจะมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในช่วงเปลี่ยนฤดู ($31.95 \pm 0.78^{\circ}\text{C}$) รองลงมาเป็นฤดูน้ำน้อย ($28.71 \pm 0.33^{\circ}\text{C}$) และฤดูน้ำมาก ($28.38 \pm 0.15^{\circ}\text{C}$) ตามลำดับ และไม่พบความแตกต่างระหว่างสถานีทุกฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) โดยในช่วงเปลี่ยนฤดูทุกสถานีมีอุณหภูมิสูงกว่าฤดูน้ำมากและฤดูน้ำน้อย (ภาพที่ 4-4)



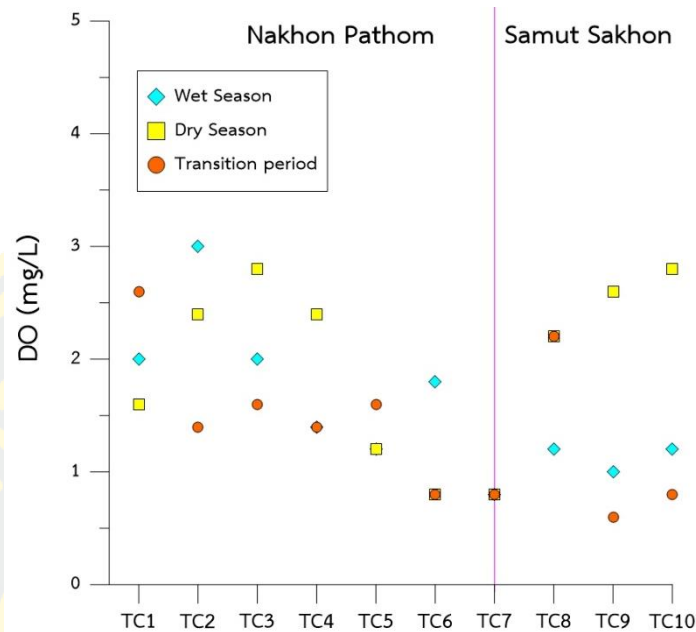
ภาพที่ 4-4 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำในเชิงพื้นที่และเวลา บริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร(*)

ความเค็ม (Salinity) มีความแตกต่างระหว่างฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งเมื่อเข้าไปใกล้บริเวณปากแม่น้ำความเค็มมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นทุกฤดูกาล และพบว่าน้ำทะเลสามารถรุกเข้าไปในแม่น้ำท่าจีนถึงบริเวณสถานี TC9 บริเวณสถานี TC10 ในฤดูน้ำน้อยมีความเค็มสูงที่สุด (17 psu) และเมื่อเปรียบเทียบในฤดูกาลอื่น ๆ สถานี TC10 มักจะมีความเค็มสูงที่สุดเสมอ โดยตลอดลำน้ำในทุกฤดูกาลความเค็ม มีค่าอยู่ในช่วง $0.10 - 17.00 \text{ psu}$ มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในฤดูน้ำน้อย ($2.43 \pm 5.31 \text{ psu}$) รองลงมาเป็นช่วงเปลี่ยนฤดู ($1.22 \pm 2.56 \text{ psu}$) และฤดูน้ำมาก ($0.27 \pm 0.29 \text{ psu}$) ตามลำดับ และไม่พบความแตกต่างระหว่างสถานีในทุกฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ภาพที่ 4-5)



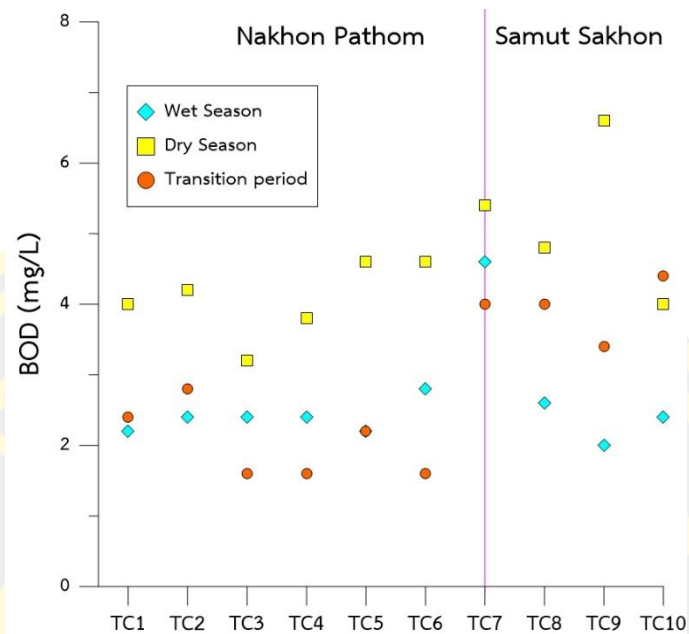
ภาพที่ 4-5 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำในเชิงพื้นที่และเวลา บริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร(*)

ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved oxygen) ไม่มีความแตกต่างระหว่างฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) โดยจะสังเกตได้ว่าบริเวณต้นน้ำในทุกฤดูกาลส่วนใหญ่มีปริมาณออกซิเจนสูงกว่าบริเวณปลายน้ำและตลอดลำน้ำในทุกฤดูกาลมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำไม่เกิน 3 mg/L และในสถานี TC9 ในช่วงเปลี่ยนฤดูจะมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำที่สุด (0.60 mg/L) ซึ่งปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในฤดูน้ำน้อย (1.95 ± 0.79 mg/L) รองลงมาเป็นฤดูน้ำมาก (1.56 ± 0.65 mg/L) และช่วงเปลี่ยนฤดู (1.38 ± 0.66) ตามลำดับ และไม่พบความแตกต่างระหว่างสถานีในทุกฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) (ภาพที่ 4-6)



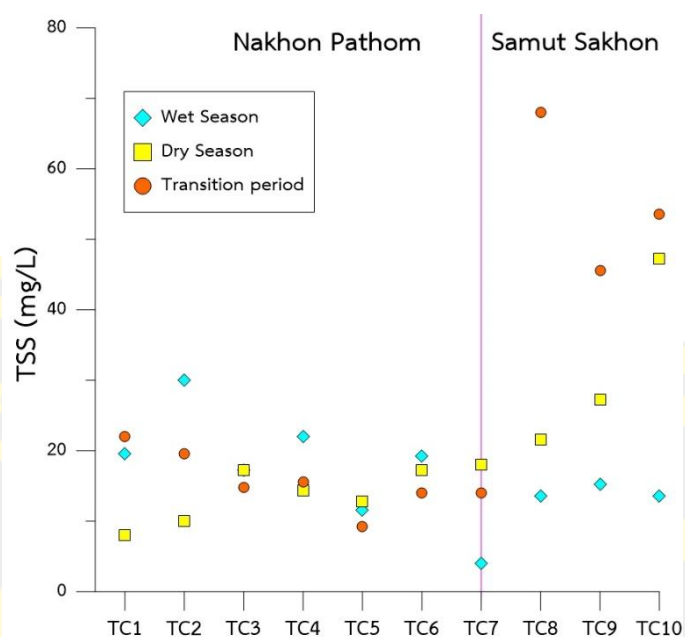
ภาพที่ 4-6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในเชิงพื้นที่และเวลา บริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร (*)

ความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรียที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ (Biochemical oxygen demand: BOD) ในการศึกษาครั้งนี้ มีความแตกต่างระหว่างฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยตลอดลำน้ำในทุกฤดูกาลมีค่าอยู่ในช่วง 1.60-6.60 mg/L โดยพบว่าในสถานี TC9 ในฤดูน้ำน้อยมีค่าสูงที่สุด (6.60 mg/L) และในฤดูน้ำน้อยและช่วงเปลี่ยนฤดูเมื่อเข้าใกล้ปากแม่น้ำ ความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรียที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้น ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในฤดูน้ำน้อย (4.52 ± 0.95 mg/L) รองลงมาเป็นช่วงเปลี่ยนฤดู (2.80 ± 1.09 mg/L) และฤดูน้ำมาก (2.60 ± 0.74 mg/L) ตามลำดับ (ภาพที่ 4-7)



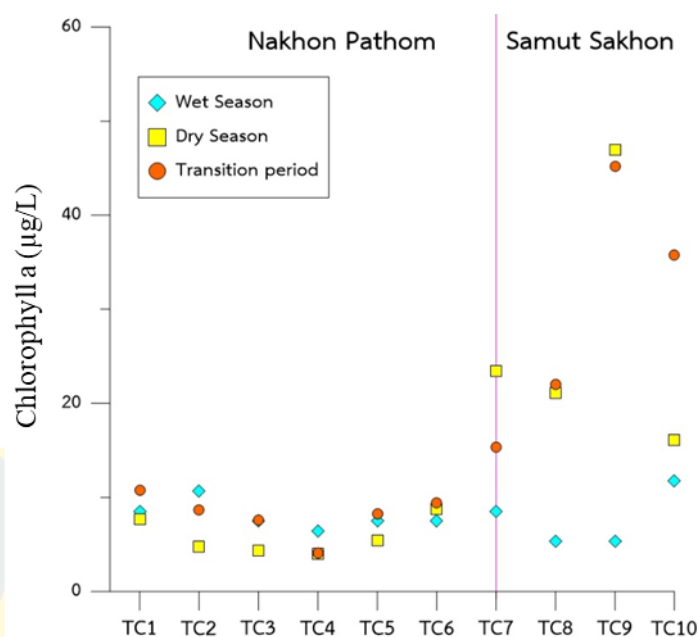
ภาพที่ 4-7 การเปลี่ยนแปลงความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรียที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ ในเชิงพื้นที่และเวลา บริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร(*)

ของแข็งแขวนลอย (Total Suspended Solids) ในการศึกษาครั้งนี้ไม่มีความแตกต่างระหว่างฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยตลอดลำน้ำทุกฤดูกาลมีค่าอยู่ในช่วง 4.00 - 68.00 mg/L ในฤดูน้ำน้อย และช่วงเปลี่ยนฤดูเมื่อเข้าใกล้บริเวณปากแม่น้ำของแข็งแขวนลอยมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้น ซึ่งสถานี TC8 ในช่วงเปลี่ยนฤดูจะมีของแข็งแขวนลอยสูงที่สุด (68 mg/L) โดยในช่วงเปลี่ยนฤดูจะมีของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยสูงที่สุด (27.64 ± 20.40 mg/L) รองลงมาเป็นฤดูน้ำน้อย (19.36 ± 11.24 mg/L) และฤดูน้ำมาก (16.60 ± 6.90 mg/L) ตามลำดับ และไม่พบความแตกต่างระหว่างสถานีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ภาพที่ 4-8)



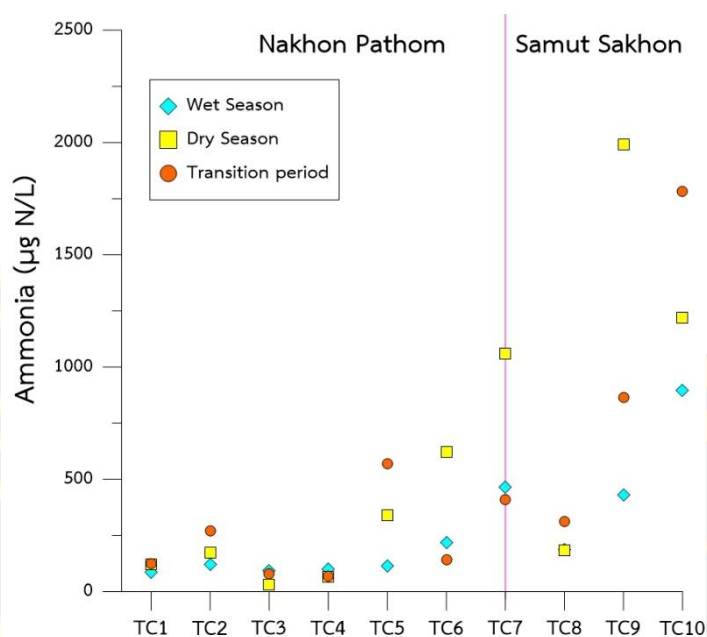
ภาพที่ 4-8 การเปลี่ยนแปลงของแข็งแขวนลอยในน้ำ ในเชิงพื้นที่และเวลา บริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร

คลอโรฟิลล์ เอ (Chlorophyll a) ในการศึกษาครั้งนี้ไม่มีความแตกต่างระหว่างฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยตลอดลำนํ้ามีคลอโรฟิลล์ เออยู่ในช่วง 4.01-46.90 $\mu\text{g/L}$ จะสังเกตได้ว่าเมื่อเข้าใกล้บริเวณปากแม่น้ำหรือช่วงจังหวัดสมุทรสาคร คลอโรฟิลล์ เอ มีแนวโน้มที่จะสูงขึ้น และในสถานี TC9 ในฤดูน้ำน้อยมีค่าสูงที่สุด (46.90 $\mu\text{g/L}$) ซึ่งคลอโรฟิลล์ เอ มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในช่วงเปลี่ยนฤดู ($16.71 \pm 13.63 \mu\text{g/L}$) รองลงมาเป็นฤดูน้ำน้อย ($14.24 \pm 13.52 \mu\text{g/L}$) และฤดูน้ำมาก ($7.90 \pm 2.09 \mu\text{g/L}$) ตามลำดับ โดยไม่พบความแตกต่างระหว่างสถานีในทุกฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ภาพที่ 4-9)



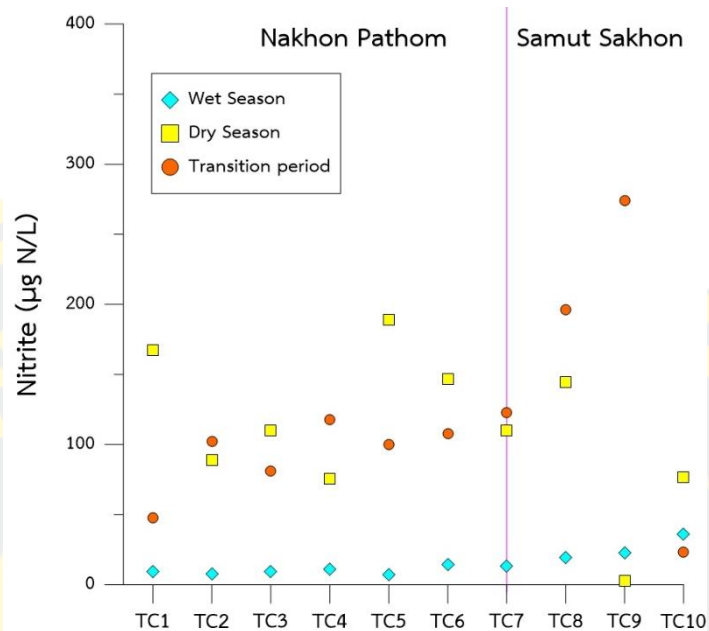
ภาพที่ 4-9 การเปลี่ยนแปลงของคลอโรฟิลล์ เอ ในเชิงพื้นที่และเวลา บริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร

แอมโมเนีย (Ammonia) ในการศึกษาครั้งนี้ไม่มีความแตกต่างระหว่างฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยตลอดลำน้ำมีแอมโมเนียอยู่ในช่วง $29.52-1,992.04 \mu\text{g N/L}$ จะสังเกตได้ว่าบริเวณต้นน้ำจะมีแอมโมเนียค่อนข้างต่ำและจะมีค่าสูงขึ้นบริเวณกลางลำน้ำ (สถานี TC5) และค่อยๆสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเข้าใกล้บริเวณปากแม่น้ำหรือจังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งสถานี TC9 ในฤดูน้ำน้อยมีแอมโมเนียสูงที่สุด ($1,992.04 \mu\text{g N/L}$) และแอมโมเนียมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในฤดูน้ำน้อย ($580.43 \pm 648.92 \mu\text{g N/L}$) รองลงมาเป็นช่วงเปลี่ยนฤดู ($462.36 \pm 527.00 \mu\text{g N/L}$) และฤดูน้ำมาก ($271.07 \pm 259.43 \mu\text{g N/L}$) ตามลำดับ โดยไม่มีความแตกต่างระหว่างสถานีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ภาพที่ 4-10)



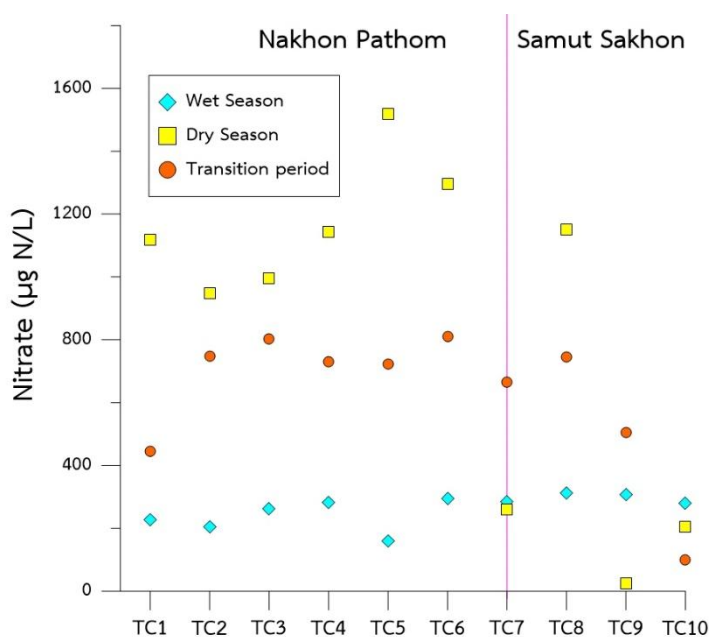
ภาพที่ 4-10 การเปลี่ยนแปลงของแอมโมเนีย ในเชิงพื้นที่และเวลา บริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร

ไนไตรท์ (Nitrite) ในการศึกษาครั้งนี้มีความแตกต่างระหว่างฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยตลอดลำน้ำไนไตรท์มีค่าอยู่ในช่วง 2.49-273.80 $\mu\text{g N/L}$ จะสังเกตเห็นได้ว่า ในฤดูน้ำมากไนไตรท์มีค่าค่อนข้างต่ำตลอดทั้งลำน้ำ ในสถานี TC9 ในช่วงเปลี่ยนฤดูมีไนไตรท์สูงที่สุด (273.80 $\mu\text{g/L}$) โดยไนไตรท์จะมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในช่วงเปลี่ยนฤดู ($117.29 \pm 71.71 \mu\text{g N/L}$) รองลงมาเป็นฤดูน้ำน้อย ($111.15 \pm 54.15 \mu\text{g N/L}$) และฤดูน้ำมาก ($15.04 \pm 8.91 \mu\text{g N/L}$) ตามลำดับ โดยจะไม่พบความแตกต่างระหว่างสถานีในทุกฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ภาพที่ 4-11)



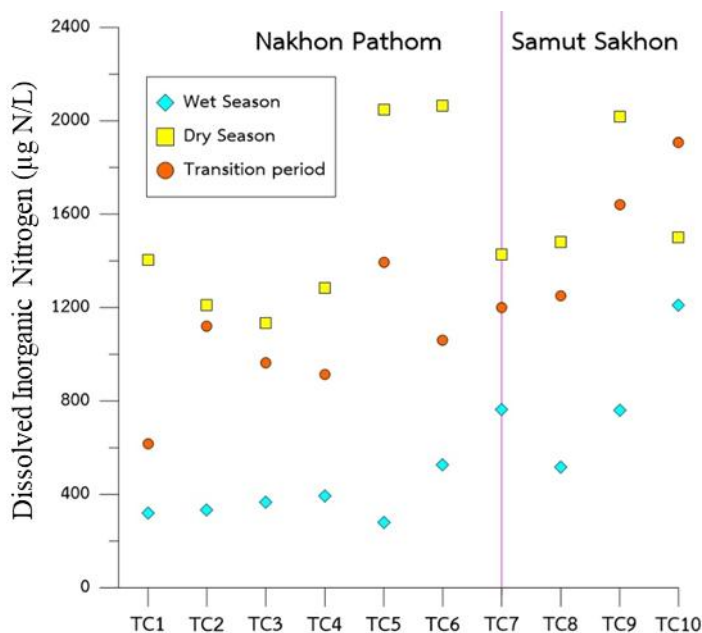
ภาพที่ 4-11 การเปลี่ยนแปลงของไนไตรท์ ในเชิงพื้นที่และเวลา บริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร(*)

ไนเตรท (Nitrate) ในการศึกษาครั้งนี้มีความแตกต่างระหว่างฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ตลอดลำน้ำมีไนเตรทอยู่ในช่วง 24.61-1,517.40 µg N/L จะสังเกตเห็นได้ว่าไนเตรทบริเวณต้นน้ำมีแนวโน้มที่จะมีค่าสูงและเมื่อเข้าใกล้บริเวณปากแม่น้ำหรือจังหวัดสมุทรสาคร ไนเตรทก็จะมีแนวโน้มลดลง สถานี TC5 ในฤดูน้ำน้อยจะมีไนเตรทสูงสุด (1,517.40 µg N/L) ซึ่งจะพบว่าไนเตรทมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในฤดูน้ำน้อย (865.50 ± 512.70 µg N/L) รองลงมาเป็นช่วงเปลี่ยนฤดู (627.19 ± 221.05 µg N/L) และฤดูน้ำมาก (261.38 ± 49.18 µg N/L) ตามลำดับ โดยจะไม่มี ความแตกต่างระหว่างสถานีในทุกฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ภาพที่ 4-12)



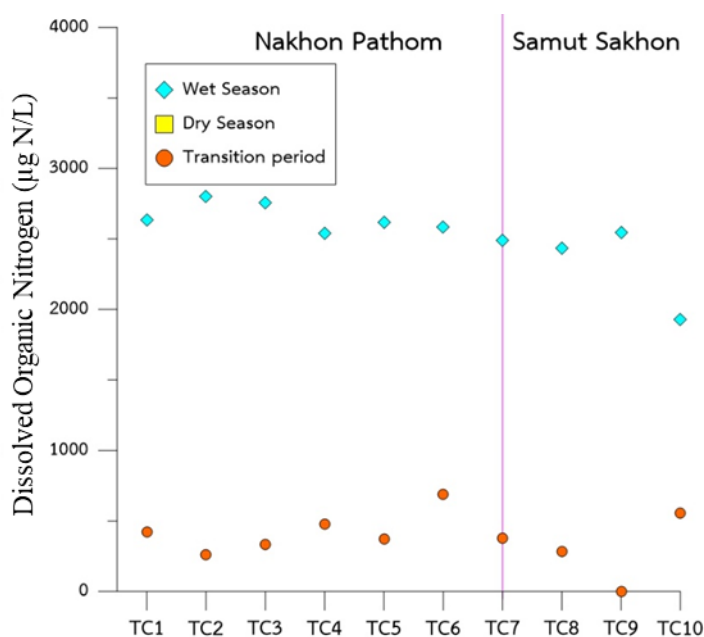
ภาพที่ 4-12 การเปลี่ยนแปลงของไนเตรท ในเชิงพื้นที่และเวลา บริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร(*)

สารอาหารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ (Dissolved inorganic nitrogen) ในการศึกษาครั้งนี้มีความแตกต่างระหว่างฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ตลอดลำน้ำมีสารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำอยู่ในช่วง 280.03-2,062.93 $\mu\text{g N/L}$ จะสังเกตเห็นได้ว่าเมื่อเข้าใกล้บริเวณปากแม่น้ำหรือจังหวัดสมุทรสาครสารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยสถานี TC5 และ TC6 ในฤดูน้ำน้อยจะมีค่าค่อนข้างสูงสุด (2,047.08 และ 2,062.93 $\mu\text{g N/L}$ ตามลำดับ) ซึ่งจะพบว่าสารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดในฤดูน้ำน้อย (1,557.08 \pm 354.69 $\mu\text{g N/L}$) รองลงมาเป็นช่วงเปลี่ยนฤดู (1,206.84 \pm 370.46 $\mu\text{g N/L}$) และฤดูน้ำมาก (547.49 \pm 290.30 $\mu\text{g N/L}$) ตามลำดับ โดยไม่พบความแตกต่างระหว่างสถานีในทุกฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ภาพที่ 4-13)



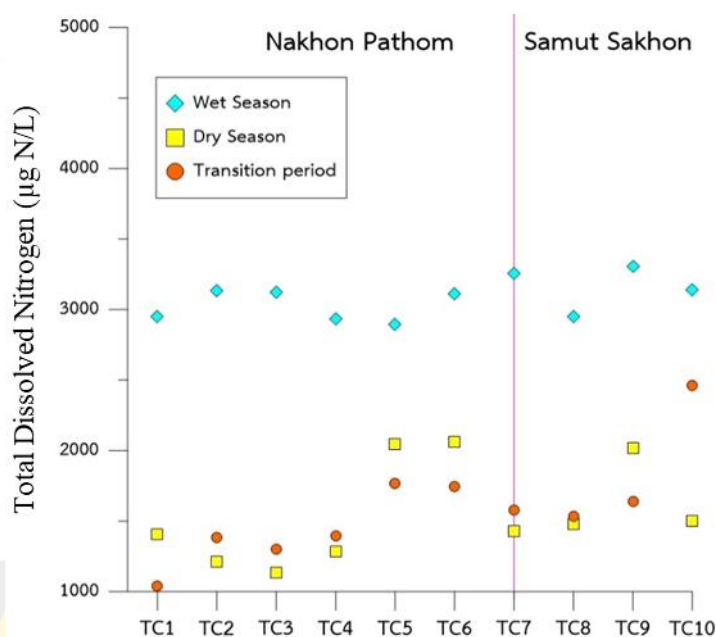
ภาพที่ 4-13 การเปลี่ยนแปลงของสารอาหารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ ในเชิงพื้นที่และเวลา บริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร(*)

สารอาหารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ (Dissolved organic Nitrogen) ในการศึกษาครั้งนี้มีความแตกต่างระหว่างฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ตลอดลำน้ำมีสารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำอยู่ในช่วง $0-2,798.53 \mu\text{g N/L}$ โดยในฤดูน้ำน้อยไม่พบสารอาหารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ และมีค่าสูงสุดในสถานี TC2 ในฤดูน้ำมาก ($2,798.53 \mu\text{g N/L}$) ซึ่งจะพบว่าสารอาหารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในฤดูน้ำมาก ($2,532.93 \pm 239.97 \mu\text{g N/L}$) และต่ำสุดในช่วงเปลี่ยนฤดู ($376.95 \pm 184.49 \mu\text{g N/L}$) ซึ่งไม่มีความแตกต่างระหว่างสถานีในทุกฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ภาพที่ 4-14)



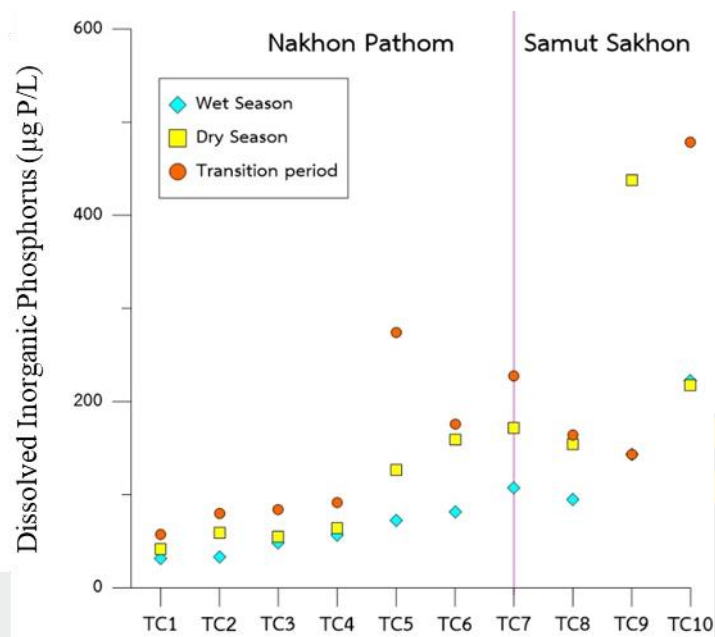
ภาพที่ 4-14 การเปลี่ยนแปลงของสารอาหารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ ในเชิงพื้นที่และเวลา บริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร(*)

สารอาหารไนโตรเจนรวมละลายน้ำ (Total Dissolved Nitrogen) ในการศึกษาครั้งนี้มีความแตกต่างระหว่างฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ตลอดลำน้ำสารอาหารไนโตรเจนรวมละลายน้ำมีค่าอยู่ในช่วง $1,037.97-3,307.80 \mu\text{g N/L}$ จะสังเกตเห็นได้ว่าในฤดูน้ำมากต้นน้ำกับปลายน้ำมีการเปลี่ยนแปลงไม่ชัดเจน และในฤดูน้ำน้อย และช่วงเปลี่ยนฤดู บริเวณต้นน้ำมีแนวโน้มที่จะมีค่าต่ำกว่าบริเวณปลายน้ำ ซึ่งในช่วงเปลี่ยนฤดูที่สถานี TC10 จะมีค่าสูงขึ้นมาเมื่อเทียบกับสถานีอื่นๆในช่วงเวลาเดียวกัน โดยสารอาหารไนโตรเจนรวมละลายน้ำจะมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในฤดูน้ำมาก ($3,080.42 \pm 140.91 \mu\text{g N/L}$) รองลงมาเป็นช่วงเปลี่ยนฤดู ($1,583.78 \pm 378.72 \mu\text{g N/L}$) และฤดูน้ำน้อย ($1,557.08 \pm 354.69 \mu\text{g N/L}$) ตามลำดับ โดยไม่พบความแตกต่างระหว่างสถานีในทุกฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ภาพที่ 4-15)



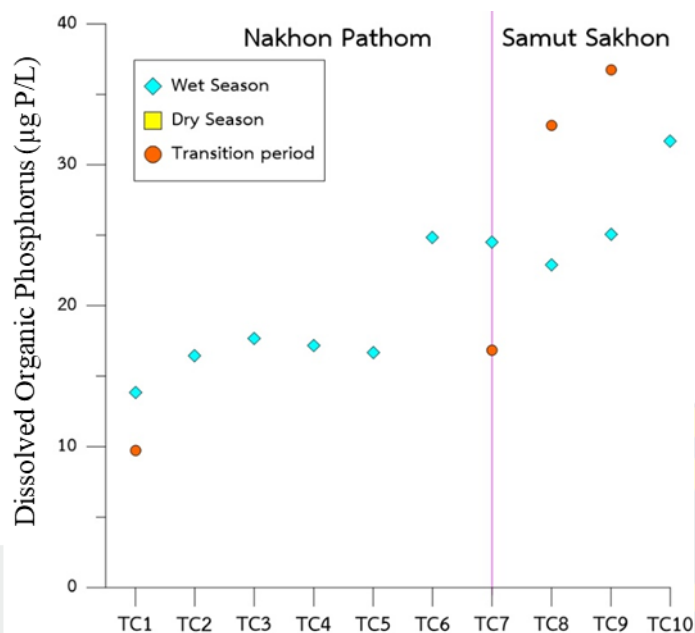
ภาพที่ 4-15 การเปลี่ยนแปลงของสารอาหารไนโตรเจนละลายน้ำทั้งหมด ในเชิงพื้นที่และเวลา บริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร(*)

สารอาหารอนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ (Dissolved Inorganic Phosphorus) หรือ ฟอสเฟต (Phosphate) ในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบความแตกต่างระหว่างฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ตลอดลำน้ำสารอาหารอนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 31.80-478.68 $\mu\text{g P/L}$ จะสังเกตเห็นได้ว่าบริเวณต้นน้ำจะมีอนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำที่ค่อนข้างต่ำและค่อยๆเพิ่มขึ้นเมื่อเข้าใกล้บริเวณปากแม่น้ำหรือจังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งสถานี TC10 ในช่วงเปลี่ยนฤดูจะมีสารอาหารอนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำสูงที่สุด (478.68 $\mu\text{g P/L}$) โดยสารอาหารอนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำจะมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดในช่วงเปลี่ยนฤดู ($177.68 \pm 126.48 \mu\text{g P/L}$) รองลงมาเป็นฤดูน้ำน้อย ($148.69 \pm 117.84 \mu\text{g P/L}$) และฤดูน้ำมาก ($89.06 \pm 58.34 \mu\text{g P/L}$) ตามลำดับ โดยไม่พบความแตกต่างระหว่างสถานีในทุกฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 4-16)



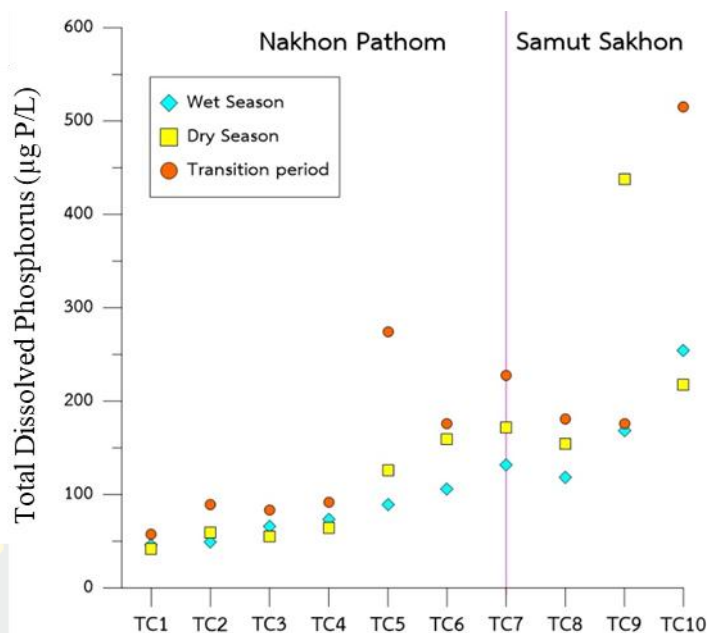
ภาพที่ 4-16 การเปลี่ยนแปลงของอินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ ในเชิงพื้นที่และเวลา บริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร

สารอาหารอินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ (Dissolved Organic Phosphorus) ในการศึกษาครั้งนี้พบความแตกต่างระหว่างฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ตลอดลำน้ำสารอาหารอินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำมีค่าอยู่ในช่วง $0-36.73 \mu\text{g P/L}$ จะสังเกตเห็นได้ว่าเมื่อเข้าสู่บริเวณปากแม่น้ำหรือสมุทรสาครแนวโน้มของสารอาหารอินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้น ซึ่งบางสถานีในช่วงเปลี่ยนฤดู และทุกสถานีในช่วงฤดูน้ำน้อยไม่พบสารอาหารอินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ โดยสถานี TC9 ในช่วงเปลี่ยนฤดูจะมีค่าสูงสุด ($36.73 \mu\text{g P/L}$) ซึ่งสารอาหารอินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในฤดูน้ำมาก ($21.08 \pm 5.56 \mu\text{g P/L}$) และต่ำสุดในช่วงเปลี่ยนฤดู ($9.61 \pm 14.45 \mu\text{g P/L}$) โดยไม่พบความแตกต่างระหว่างสถานีในทุกฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ภาพที่ 4-17)



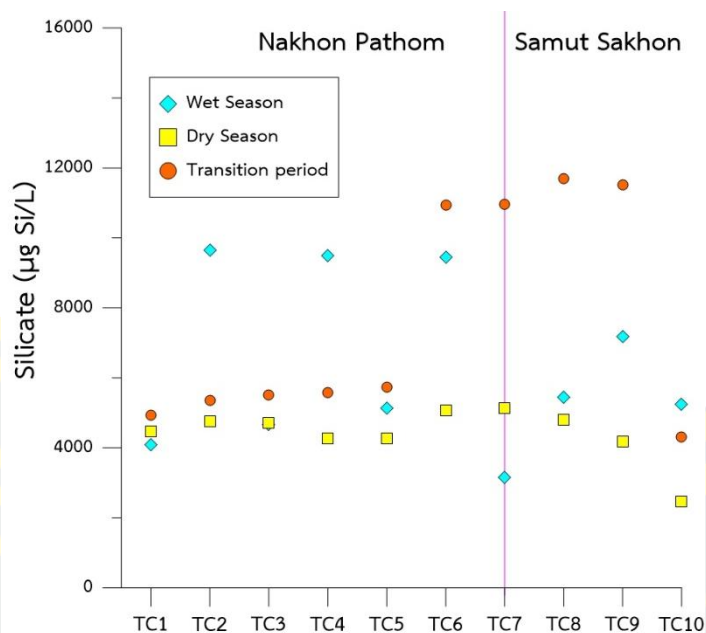
ภาพที่ 4-17 การเปลี่ยนแปลงของสารอาหารอินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ ในเชิงพื้นที่และเวลา บริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร(*)

สารอาหารฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำ (Total Dissolved Phosphorus) ในการศึกษาครั้งนี้ พบความแตกต่างระหว่างฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ตลอดลำน้ำสารอาหารฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 41.89-515.42 µg P/L โดยจะสังเกตเห็นได้ว่าบริเวณปากแม่น้ำจะมีสารอาหารฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำสูงกว่าบริเวณต้นน้ำ และมีค่าสูงที่สุดในสถานี TC10 ในช่วงเปลี่ยนฤดู โดยสารอาหารฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำจะมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในช่วงเปลี่ยนฤดู (187.29 ± 134.73 µg P/L) รองลงมาเป็นฤดูน้ำน้อย (148.69 ± 117.84 µg P/L) และฤดูน้ำมาก (110.14 ± 63.50 µg P/L) ตามลำดับโดยไม่พบความแตกต่างระหว่างสถานีในทุกฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ภาพที่ 4-18)



ภาพที่ 4-18 การเปลี่ยนแปลงของสารอาหารฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำ ในเชิงพื้นที่และเวลา บริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร(*)

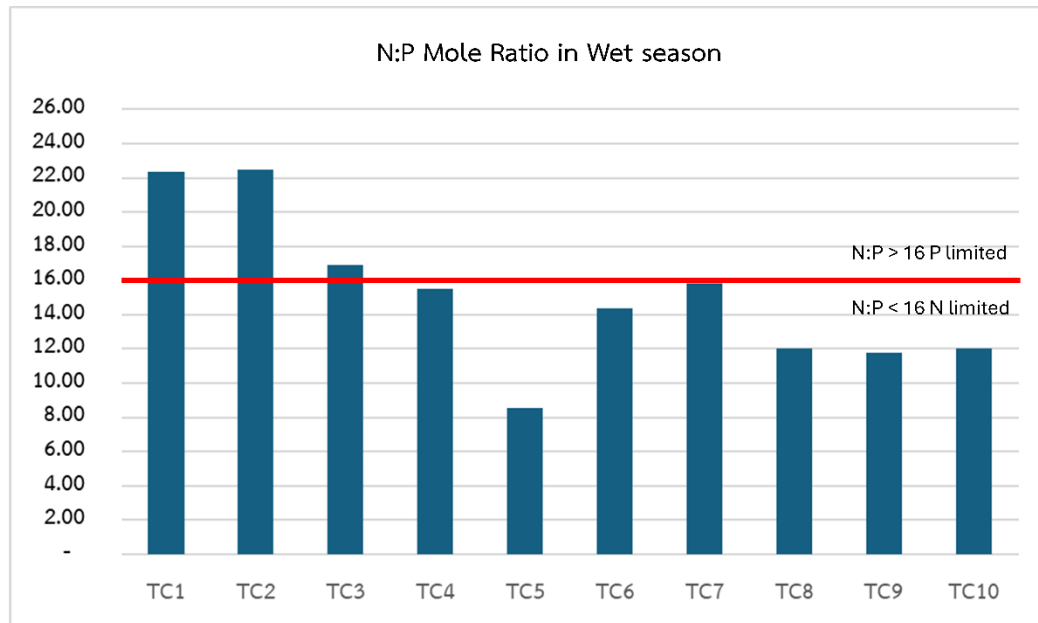
ซิลิเกต (Silicate) ในการศึกษารั้งนี้พบความแตกต่างระหว่างฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ตลอดลำน้ำซิลิเกตมีค่าอยู่ในช่วง 2,468.88-11,697.66 $\mu\text{g Si/L}$ โดยจะสังเกตเห็นได้ว่าในฤดูน้ำน้อย และฤดูน้ำมากมีการเปลี่ยนแปลงไม่ชัดเจน ส่วนช่วงเปลี่ยนฤดูบริเวณปากแม่น้ำมีแนวโน้มที่จะมีค่าสูงกว่าบริเวณต้นน้ำ ซึ่งในสถานี TC8 ในช่วงเปลี่ยนฤดูจะมีค่าสูงสุด (11,697.66 $\mu\text{g Si/L}$) โดยซิลิเกตจะมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในช่วงเปลี่ยนฤดู ($7,655.06 \pm 3,149.71 \mu\text{g Si/L}$) รองลงมาเป็นฤดูน้ำมาก ($6,355.39 \pm 2,423.35 \mu\text{g Si/L}$) และฤดูน้ำน้อย ($4,413.22 \pm 760.31 \mu\text{g Si/L}$) ตามลำดับ โดยไม่พบความแตกต่างระหว่างสถานีในทุกฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ภาพที่ 4-19)



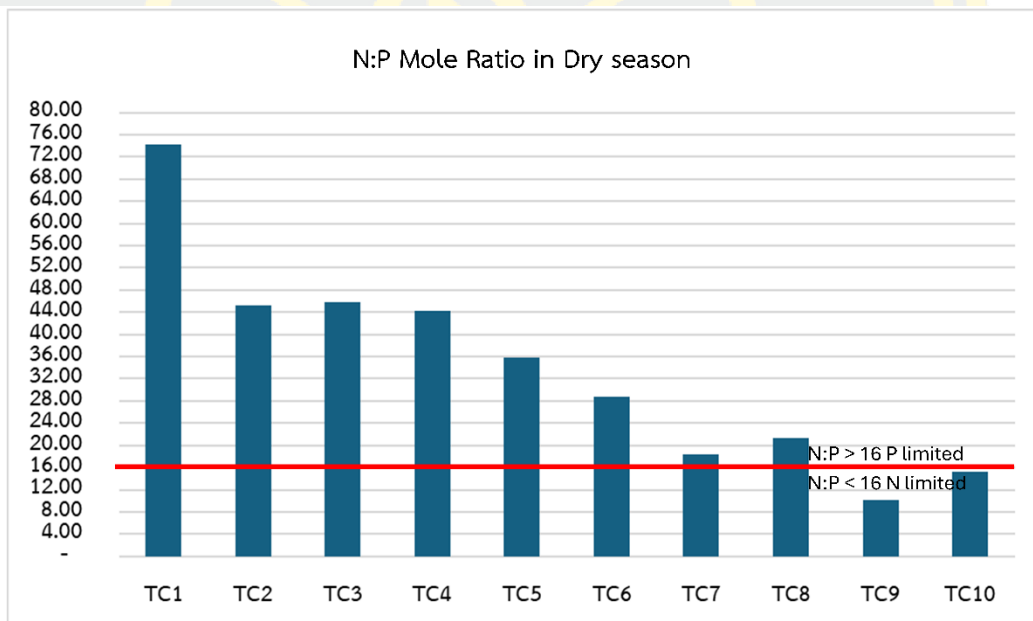
ภาพที่ 4-19 การเปลี่ยนแปลงของซิลิเกต ในเชิงพื้นที่และเวลา บริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร(*)

4.3 สัดส่วนของไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัสที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช (N:P Mole ratio)

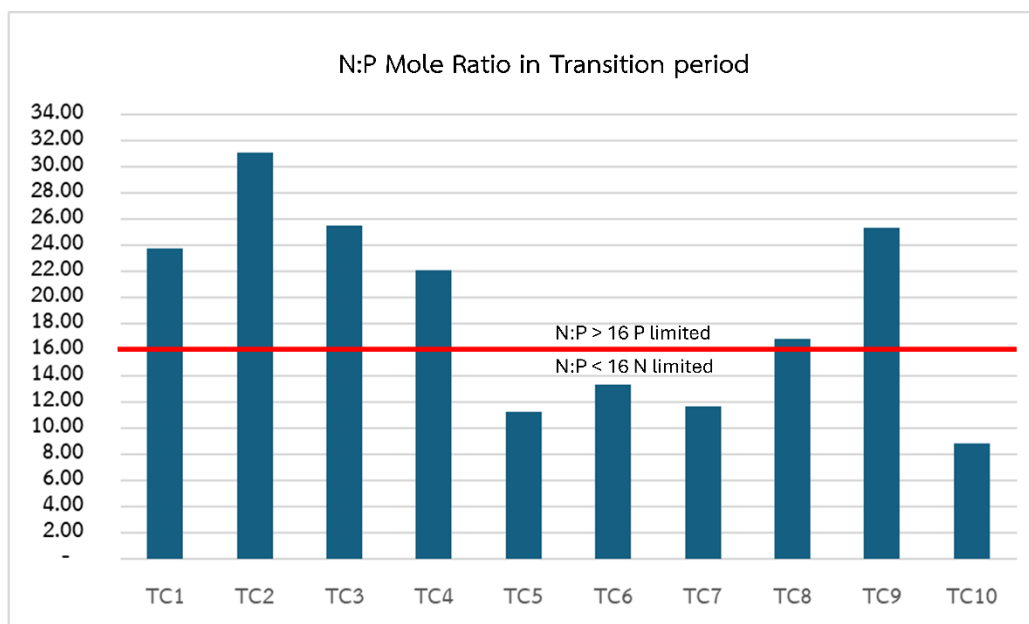
สัดส่วนไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัส (N:P) ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช มีสัดส่วนอยู่ที่ 16:1 (Redfield, 1958) โดยในการศึกษานี้พบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างฤดูกาล ($p > 0.05$) แต่มีแตกต่างระหว่างสถานีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยพบว่า ในฤดูน้ำมาก ฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยจำกัด ($N:P > 16$) ในสถานี TC1-TC3 และมีแนวโน้มลดลง (ไนโตรเจนเป็นปัจจัยจำกัด) เมื่อเข้าไปใกล้บริเวณปากแม่น้ำ (ภาพที่ 4-20) ในฤดูน้ำน้อยจะพบว่าบริเวณต้นน้ำตั้งแต่สถานี TC1-TC8 ฟอสฟอรัส เป็นปัจจัยจำกัด ($N:P > 16$) และเมื่อเข้าไปใกล้บริเวณปากแม่น้ำ ไนโตรเจนจะเป็นปัจจัยจำกัดใน (ภาพที่ 4-21) และในช่วงเปลี่ยนฤดูฟอสฟอรัสจะเป็นปัจจัยจำกัด บริเวณต้นน้ำในสถานี TC1-TC4, TC8 และTC9 ไนโตรเจนเป็นปัจจัยจำกัดในสถานี TC5-TC7 และ TC10 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.18 ± 4.29 , 33.94 ± 18.30 และ 18.97 ± 7.17 ในฤดูน้ำมาก น้ำน้อย และช่วงเปลี่ยนฤดูตามลำดับ (ภาพที่ 4-22)



ภาพที่ 4-20 สัดส่วนของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในฤดูน้ำมาก



ภาพที่ 4-21 สัดส่วนของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในฤดูน้ำน้อย



ภาพที่ 4-22 สัดส่วนของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในช่วงเปลี่ยนฤดู

4.4 โครงสร้างของแพลงก์ตอนพืชในแม่น้ำท่าจีน

จากการศึกษาแพลงก์ตอนพืชในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่จังหวัดนครปฐมจนถึงบริเวณสมุทรสาคร ใน 3 ฤดูกาลทั้งหมด 10 สถานีโดยจะแสดงข้อมูลโครงสร้างของแพลงก์ตอนพืชที่พบ ความหนาแน่น และแพลงก์ตอนพืชสกุลเด่น

โครงสร้างของแพลงก์ตอนพืช (Structure of phytoplankton) จากการศึกษาน้ำในแม่น้ำท่าจีน พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 3 ตรีวิชัน 8 คลาส 105 สกุล โดยแบ่งเป็น Division Cyanophyta พบ 1 คลาสคือ Cyanophyceae 16 สกุล , Division Chlorophyta พบ 2 คลาสคือ Chlorophyceae 36 สกุล และ Euglenophyceae 8 สกุล, Division Chromophyta พบ 5 คลาสคือ Bacillariophyceae 36 สกุล , Chrysophyceae 1 สกุล , Dinophyceae 6 สกุล , Dictyochophyceae 1 สกุล และ Xanthophyceae 1 สกุล ดังแสดงในตารางที่ 4-1 – 4-3 โดยในทุกฤดูกาลจะมีสัดส่วนของ Division Chromophyta มากที่สุด ซึ่งฤดูน้ำมากพบ Division Chromophyta มีสัดส่วนมากถึง 72% รองลงมาเป็น Division Cyanophyta และ Division Chlorophyta (14% และ 8% ตามลำดับ) (ภาพที่ 4-23) ในฤดูน้ำน้อย พบ Division Chromophyta มีสัดส่วน 62% รองลงมาเป็น Division Chlorophyta และ Division Cyanophyta (21% และ 17% ตามลำดับ) (ภาพที่ 4-24) และในช่วงเปลี่ยนฤดู พบ Division Chromophyta มีสัดส่วน 65% รองลงมาเป็น Division Cyanophyta และ Division Chlorophyta (21% และ 14% ตามลำดับ) (ภาพที่ 4-25) ในฤดูน้ำมากทุกสถานีพบ Division Chromophyta มีสัดส่วนมากที่สุด ซึ่ง

สถานีTC2 มีสัดส่วน Division Chromophyta มากถึงร้อยละ 90 และน้อยที่สุดในสถานีTC10 (ภาพที่ 4-26) ฤดูน้ำน้อยพบ Division Chromophyta มีสัดส่วนค่อนข้างมากในสถานีTC1, TC6, TC7 และTC8 โดยในสถานีTC8 มีสัดส่วนสูงที่สุดประมาณร้อยละ 70 และในสถานีTC3 มีสัดส่วน Division Chromophyta น้อยที่สุดประมาณร้อยละ 18 และจะมีสัดส่วนของ Division Cyanophyta สูงที่สุดประมาณร้อยละ 65 (ภาพที่ 4-27) และในช่วงเปลี่ยนฤดูจะพบ Division Chromophyta มีสัดส่วนมากขึ้นเมื่อเข้าไปใกล้บริเวณปากแม่น้ำโดยจะมีสัดส่วนมากที่สุดในสถานีTC8 ประมาณร้อยละ 83 และมีสัดส่วนน้อยที่สุดในสถานีTC3 ประมาณร้อยละ 30 ซึ่งจะตรงข้ามกับ Division Cyanophyta ที่เมื่อเข้าไปใกล้ปากแม่น้ำจะมีสัดส่วนน้อยลงโดยสถานีTC3 มีสัดส่วนของ Division Cyanophyta มากที่สุดประมาณร้อยละ 50 และมีแนวโน้มลดลงเมื่อเข้าไปใกล้บริเวณปากแม่น้ำ (ภาพที่ 4-28)

ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช (Density of phytoplankton) ในการศึกษาครั้งนี้ ไม่พบความแตกต่างระหว่างอย่างมีนัยสำคัญพบแพลงก์ตอนพืชมีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 5,063 – 298,083 cell/L โดยในฤดูน้ำมากพบแพลงก์ตอนพืชมีความหนาแน่นเฉลี่ย $45,555 \pm 19,131$ cell/L โดยมีความหนาแน่นมากที่สุดในสถานีTC2 (89,900 cell/L) และต่ำสุดในสถานีTC8 (21,889 cell/L) ในฤดูน้ำน้อยพบแพลงก์ตอนพืชมีความหนาแน่นเฉลี่ย $85,616 \pm 103,107$ cell/L โดยจะพบว่ามีความหนาแน่นมากที่สุดในสถานีTC8 (298,083 cell/L) ต่ำสุดในสถานีTC2 (5,063 cell/L) และในช่วงเปลี่ยนฤดูพบแพลงก์ตอนพืชมีความหนาแน่นเฉลี่ย $89,651 \pm 69,253$ cell/L โดยมีความหนาแน่นมากที่สุดในสถานีTC9 (200,900 cell/L) และต่ำที่สุดในสถานีTC2 (20,958 cell/L) ดังแสดงในภาพที่ 4-29

แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่พบ (Dominant species) ในการศึกษาครั้งนี้จะพบแพลงก์ตอนพืชสกุล *Aulacoseira* sp. เป็นสกุลเด่นทุกฤดูกาล โดยในฤดูน้ำมากจะพบแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น 3 สกุลหลักได้แก่ *Aulacoseira* sp. *Pseudanabaena* spp. และ *Oscillatoria* spp. ตามลำดับดังแสดงในภาพที่ 4-30 ในฤดูน้ำน้อยพบแพลงก์ตอนพืชสกุลเด่น 3 สกุลได้แก่ *Aulacoseira* sp. *Cyclotella* spp. และ *Pseudanabaena* spp. ตามลำดับดังแสดงในภาพที่ 4-31 และในช่วงเปลี่ยนฤดูพบแพลงก์ตอนพืชสกุลเด่น 3 สกุลได้แก่ *Aulacoseira* sp. *Cyclotella* spp. และ *Pseudanabaena* spp. ตามลำดับดังแสดงในภาพที่ 4-32

ตารางที่ 4-1 ความหลากหลายและจำนวนสกุลแพลงก์ตอนพืชที่พบบริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร

Division	Class	Genus	Wet Season	Dry Season	Transition period		
Cyanophyta	Cyanophyceae	<i>Anabaena</i> sp.	✓	✓	✓✓		
		<i>Aphanocapsa</i> sp.	✓✓✓	✓✓	✓✓		
		<i>Aphanothece</i> sp.	✓	✓			
		<i>Arthrospira</i> sp.	✓	✓			
		<i>Chroococciopsis</i> sp.		✓			
		<i>Coelomon</i> sp.	✓	✓✓✓	✓✓		
		<i>Cyanosarcina</i> sp.	✓	✓	✓✓		
		<i>Cylindrospermopsis</i> sp.	✓	✓	✓		
		<i>Gloeocapsa</i> sp.		✓	✓		
		<i>Lyngbya</i> sp.	✓	✓			
		<i>Merismopedia</i> sp.	✓	✓✓	✓		
		<i>Microcystis</i> sp.	✓	✓✓	✓✓		
		<i>Oscillatoria</i> spp.	✓✓✓✓	✓✓✓✓✓	✓✓✓✓✓		
		<i>Planktolyngbya</i> sp.	✓	✓			
		<i>Pseudanabaena</i> spp.	✓✓✓✓✓	✓✓✓✓✓	✓✓✓✓✓		
		<i>Spirulina</i> sp.	✓✓	✓✓✓✓✓	✓✓✓✓✓		
		Chlorophyta	Chlorophyceae	<i>Actinastrum</i> sp.	✓✓	✓✓✓✓✓	✓✓✓✓
				<i>Ankistrodesmus</i> sp.	✓	✓✓	
				<i>Centritractus</i> sp.	✓	✓✓	✓
				<i>Chlamydomonas</i> sp.	✓	✓	✓
<i>Closteriopsis</i> spp.	✓✓			✓✓	✓		
<i>Closterium</i> spp.	✓			✓✓	✓✓		
<i>Coelastrum</i> spp.	✓			✓✓✓	✓✓		
<i>Cosmarium</i> sp.	✓			✓✓✓	✓		
<i>Crucigeniella</i> sp.	✓			✓✓✓	✓✓✓		
<i>Desmidium</i> spp.				✓	✓		
<i>Dictyosphaerium</i> sp.	✓			✓✓	✓✓		
<i>Didymocystis</i> sp.				✓	✓		
<i>Eudorina</i> spp.	✓			✓	✓✓		
<i>Golenkinia</i> sp.	✓			✓✓✓	✓✓		
<i>Gonium</i> sp.	✓			✓	✓✓		
<i>Hyalotheca</i> sp.	✓			✓			
<i>Kirchneriella</i> sp.					✓		
<i>Micractinium</i> spp.	✓			✓✓✓✓✓	✓✓✓✓✓		
<i>Monoraphidium</i> spp.	✓			✓✓	✓		
<i>Nephrocytium</i> spp.				✓	✓		
<i>Oocystis</i> sp.	✓	✓✓	✓✓				
<i>Pandorina</i> sp.	✓✓	✓✓	✓				
<i>Pediastrum</i> spp.	✓✓	✓✓✓✓✓	✓✓✓				

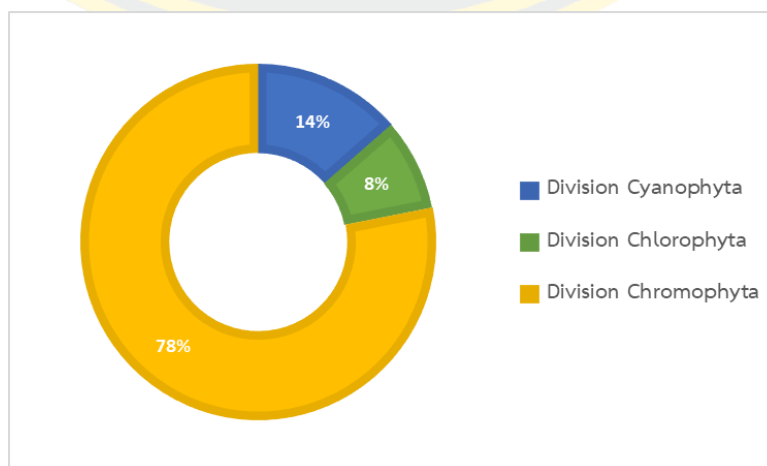
ตารางที่ 4-2 ความหลากหลายและจำนวนสกุลแพลงก์ตอนพืชที่พบบริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร

Division	Class	Genus	Wet Season	Dry Season	Transition period	
Chlorophyta	Chlorophyceae	<i>Pleurotaenium</i> sp.			✓	
		<i>Scenedesmus</i> spp.	✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	
		<i>Selenastrum</i> spp.	✓	✓	✓	
		<i>Staurastrum</i> spp.	✓✓	✓✓	✓	
		<i>Staurodesmus</i> sp.			✓	
		<i>Streptonema</i> sp.			✓	
		<i>Teilingia</i> sp.	✓	✓		
		<i>Tetmemorus</i> sp.	✓	✓		
		<i>Tetraedron</i> spp.	✓✓	✓✓	✓	
		<i>Treubaria</i> sp.	✓	✓	✓	
		<i>Volvox</i> sp.		✓		
		<i>Ulothrix</i> sp.	✓	✓	✓	
		<i>Xanthidium</i> sp.	✓	✓		
		Euglenophyceae	<i>Cryptomonas</i> sp.	✓	✓	
			<i>Euglena</i> spp.	✓✓	✓	✓
			<i>Lepocinclis</i> spp.	✓✓	✓✓	✓✓
			<i>Menoidinium</i> spp.	✓	✓	✓
			<i>Peranema</i> spp.	✓	✓	✓
			<i>Phacus</i> spp.	✓✓	✓✓✓	✓✓
			<i>Strombomonas</i> spp.	✓✓	✓✓	✓✓
<i>Trachelomonas</i> spp.	✓✓✓		✓✓	✓		
Chromophyta	Bacillariophyceae		<i>Acanthoceras</i> sp.	✓	✓	✓✓
			<i>Amphora</i> sp.	✓	✓✓	✓✓
		<i>Aulacoseira</i> sp.	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	
		<i>Bacillaria</i> sp.		✓	✓	
		<i>Bacteriastrium</i> sp.			✓✓	
		<i>Bellerochea</i> sp.		✓	✓✓	
		<i>Brachysira</i> sp.			✓	
		<i>Chaetoceros</i> sp.	✓	✓	✓✓	
		<i>Cosinidiscus</i> spp.	✓	✓	✓✓	
		<i>Cyclotella</i> spp.	✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	
		<i>Cylindrotheca</i> sp.	✓	✓		
		<i>Diatomella</i> spp.		✓	✓✓	
		<i>Eucampia</i> sp.			✓	
		<i>Encyonema</i> sp.		✓		
		<i>Eunotia</i> sp.	✓	✓	✓✓	
		<i>Epithemia</i> sp.		✓	✓	
		<i>Frustulia</i> sp.			✓	
		<i>Guinardia</i> sp.			✓	
		<i>Hemiaulus</i> sp.			✓✓	

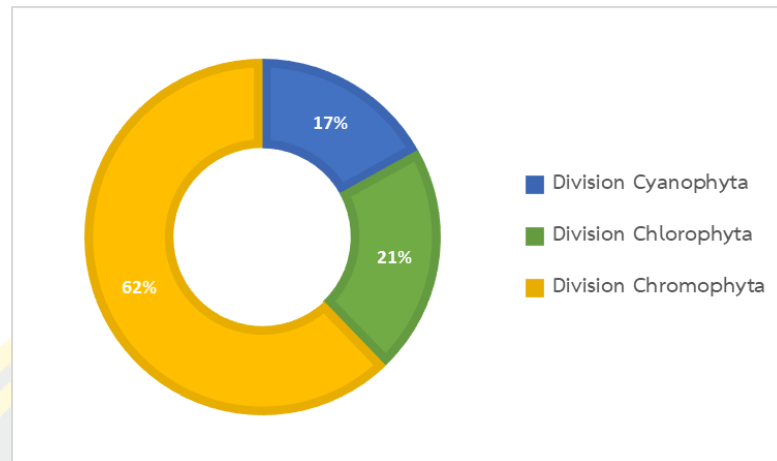
ตารางที่ 4-3 ความหลากหลายและจำนวนสกุลแพลงก์ตอนพืชที่พบบริเวณแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร

Division	Class	Genus	Wet Season	Dry Season	Transition period		
Chromophyta	Bacillariophyceae	<i>Melosira</i> spp.	√√	√√√√	√√		
		<i>Navicula</i> spp.	√√	√√	√√		
		<i>Nitzschia</i> spp.	√√	√√	√√√		
		<i>Odontella</i> spp.			√		
		<i>Pleuroseira</i> sp.		√	√√		
		<i>Pleurosigma</i> spp.	√	√√	√√		
		<i>Pinnularia</i> sp.		√	√		
		<i>Proboscia</i> sp.			√		
		<i>Pseudonitzschia</i> sp.	√	√	√√		
		<i>Rhizosolenia</i> sp.	√	√	√		
		<i>Skeletonema</i> sp.	√	√	√√√		
		<i>Surirella</i> spp.	√	√√	√√		
		<i>Synedra</i> sp.	√√	√√	√√		
		<i>Triceratium</i> sp.			√		
		<i>Thalassionema</i> sp.			√		
		<i>Thalassiosira</i> sp.			√√√√		
		<i>Thalassiothrix</i> sp.			√		
		Chrysophyceae		<i>Dinobryon</i> sp.			√√
		Dinophyceae		<i>Ceratium</i> spp.	√	√	√
				<i>Dinophysis</i> sp.		√	
	<i>Gymnodinium</i> sp.		√	√√	√√		
	<i>Prorocentrum</i> sp.			√	√		
	<i>Protoperdinium</i> sp.			√			
	<i>Peridinium</i> spp.		√	√	√		
	<i>Dictyocha</i> sp.				√		
105 สกุล	Xanthophyceae	<i>Isthmochloron</i> sp.	√	√√	√√√		

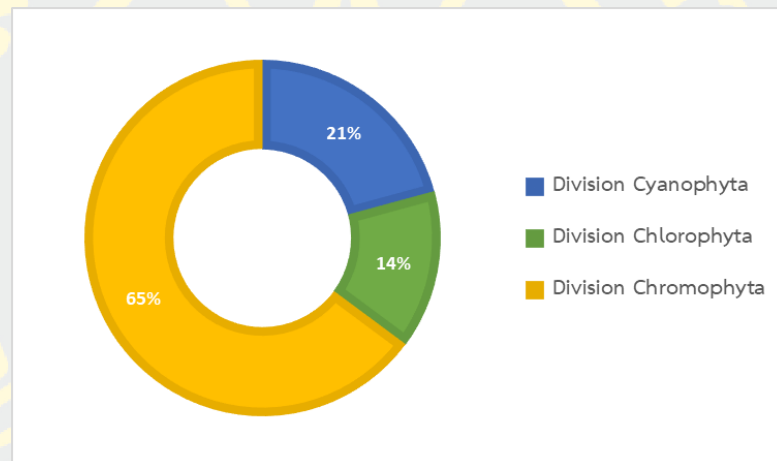
หมายเหตุ: √ = 1-1,000 cell/L, √√ = 1,001-5,000 cell/L, √√√ = 5,001-10,000 cell/L, √√√√ = 10,001 – 20,000 cell/L, √√√√√ = 20,000 cell/L ขึ้นไป



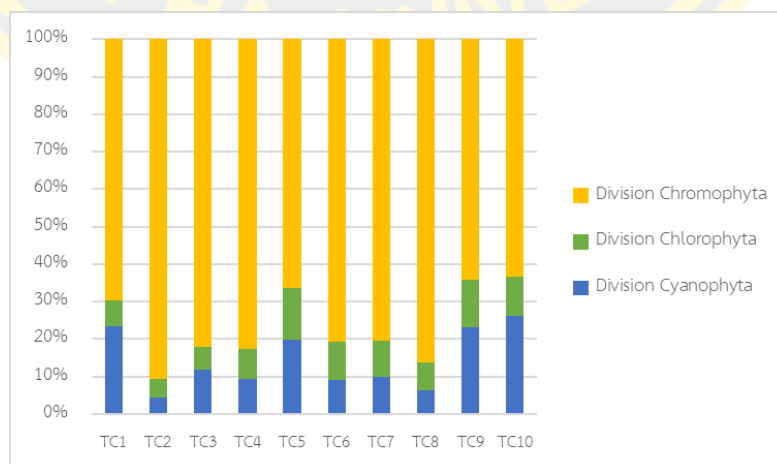
ภาพที่ 4-23 สัดส่วนชนิดวิชันของแพลงก์ตอนพืชที่พบบริเวณแม่น้ำท่าจีนในฤดูน้ำมาก



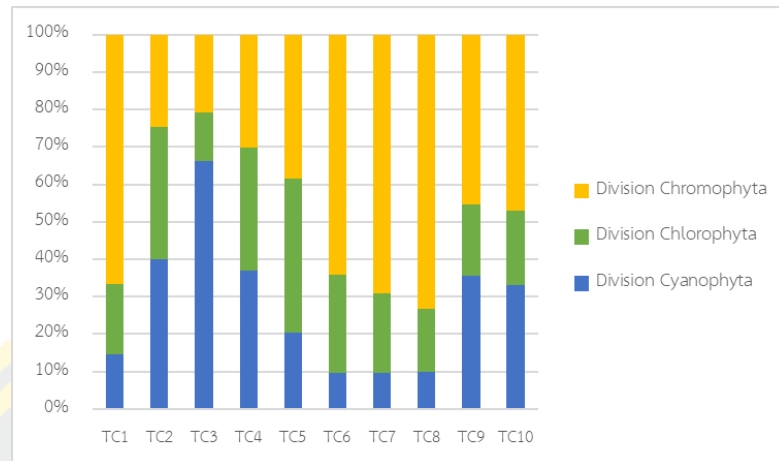
ภาพที่ 4-24 สัดส่วนดิวิชันของแพลงก์ตอนพืชที่พบบริเวณแม่น้ำท่าจีนในฤดูน้ำน้อย



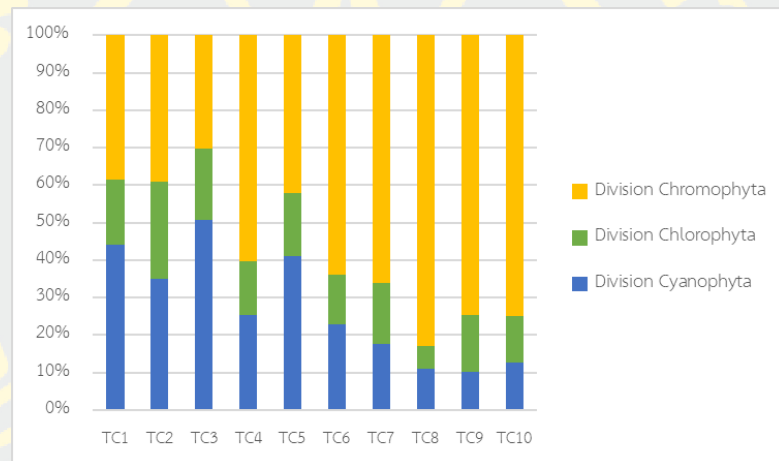
ภาพที่ 4-25 สัดส่วนดิวิชันของแพลงก์ตอนพืชที่พบบริเวณแม่น้ำท่าจีนในช่วงเปลี่ยนฤดู



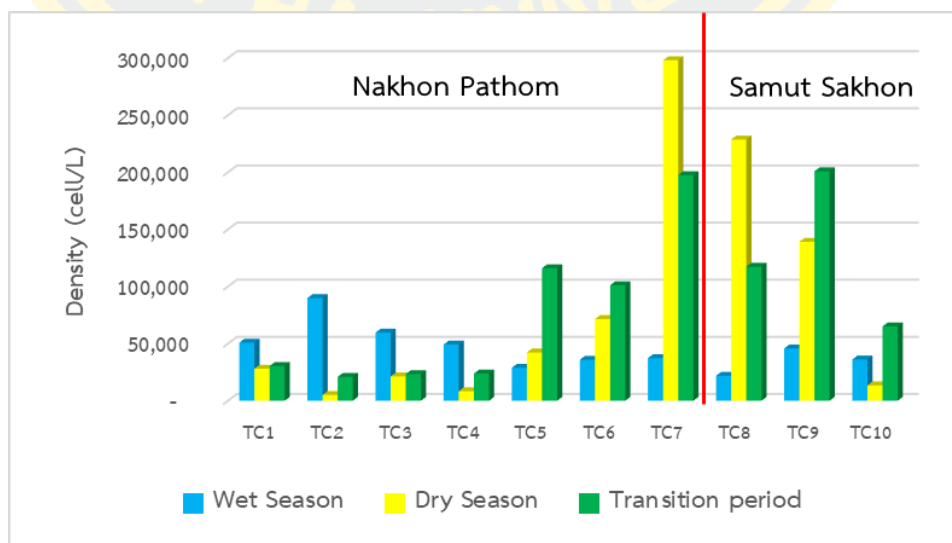
ภาพที่ 4-26 สัดส่วนดิวิชันของแพลงก์ตอนพืชที่พบบริเวณแม่น้ำท่าจีนแต่ละสถานีในฤดูน้ำมาก



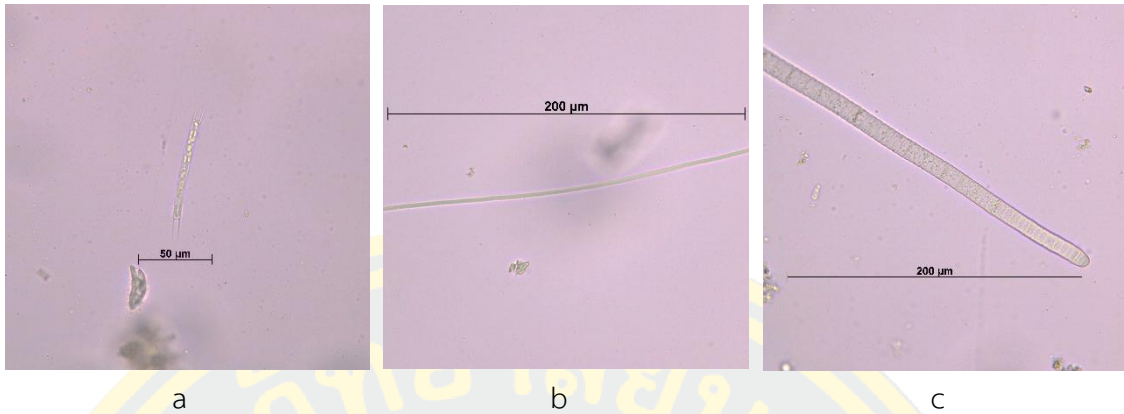
ภาพที่ 4-27 สัดส่วนดีวีชันของแพลงก์ตอนพืชที่พบบริเวณแม่น้ำท่าจีนแต่ละสถานีในฤดูน้ำน้อย



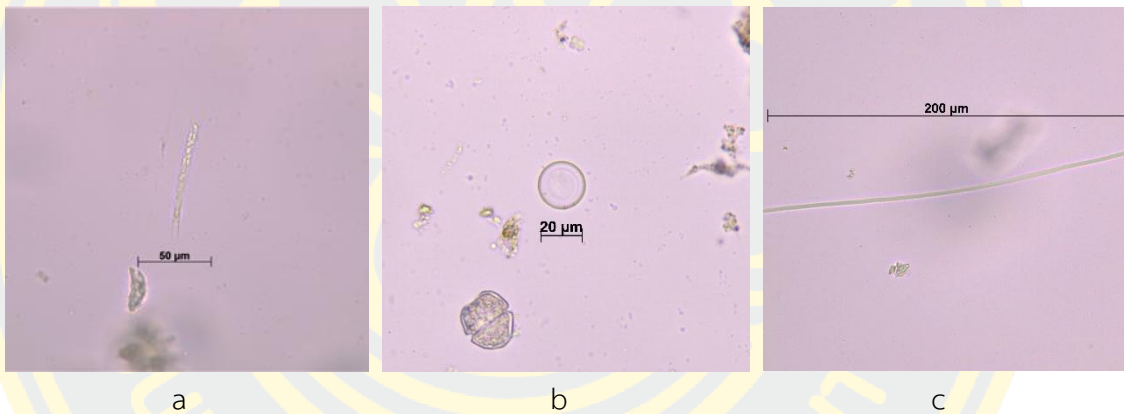
ภาพที่ 4-28 สัดส่วนดีวีชันของแพลงก์ตอนพืชที่พบบริเวณแม่น้ำท่าจีนแต่ละสถานีในช่วงเปลี่ยนฤดู



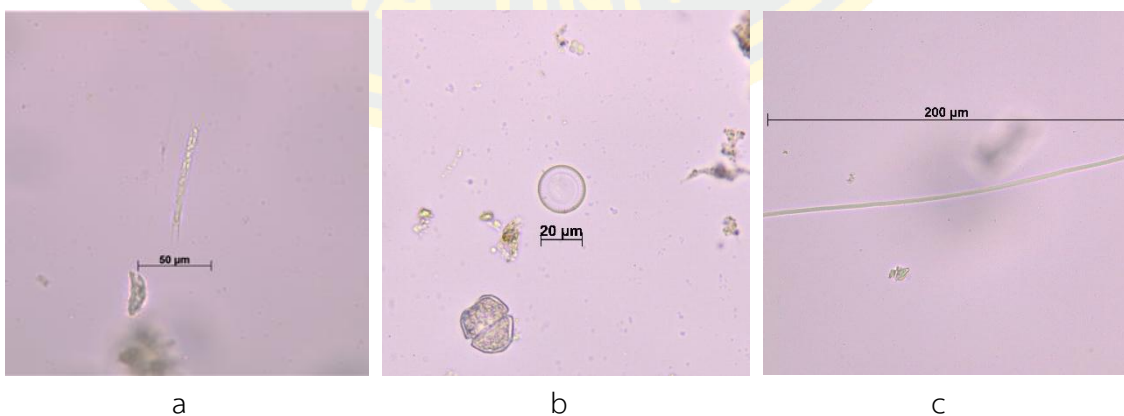
ภาพที่ 4-29 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชที่พบในแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร



ภาพที่ 4-30 แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นที่พบบริเวณแม่น้ำท่าจีนในฤดูน้ำมาก (a) *Aulacoseira* sp. (b) *Pseudanabaena* spp. (c) *Oscillatoria* spp.



ภาพที่ 4-31 แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นที่พบบริเวณแม่น้ำท่าจีนในฤดูน้ำน้อย (a) *Aulacoseira* sp. (b) *Cyclotella* spp. (c) *Pseudanabaena* spp.



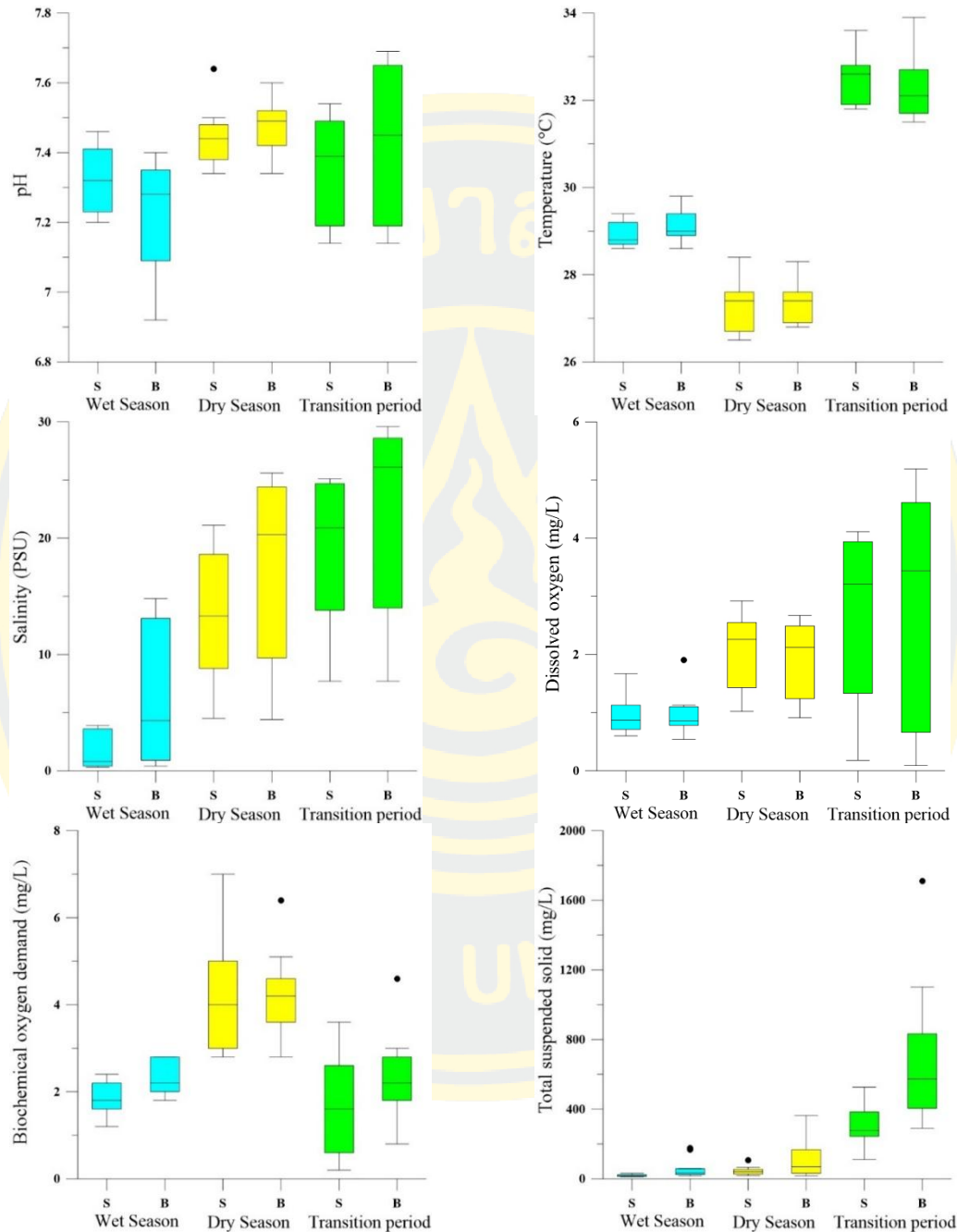
ภาพที่ 4-32 แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นที่พบบริเวณแม่น้ำท่าจีนในช่วงเปลี่ยนฤดู (a) *Aulacoseira* sp. (b) *Cyclotella* spp. (c) *Pseudanabaena* spp.

4.5 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทั่วไป สารอาหารละลายน้ำ และของแข็งแขวนลอยในรอบวัน

จากการศึกษาข้อมูลคุณภาพน้ำทั่วไป สารอาหารละลายน้ำ และของแข็งแขวนลอยในรอบวัน บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน ในปี พ.ศ. 2565- 2566 โดยทำการเก็บตัวอย่างทุกๆ 2 ชั่วโมง 30 นาที ทั้งหมด 3 ฤดูกาล ได้แก่ ฤดูน้ำมาก (ตุลาคม พ.ศ. 2565) ฤดูน้ำน้อย (กุมภาพันธ์ พ.ศ.2566) และช่วงเปลี่ยนฤดูกาล (พ.ศ.2566) ซึ่งจะแสดงในรูปของกราฟ Box and Whisker plot ประกอบไปด้วย ความเป็นกรดเบส(pH) อุณหภูมิ(Temperature) ความเค็ม(Salinity) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ(BOD) และปริมาณของแข็งแขวนลอย(TSS) ดังแสดงในภาพที่ 4-33 และสารอาหารละลายน้ำประกอบไปด้วย แอมโมเนีย(NH_4^+) ไนไตรท(NO_2^-) ไนเตรท(NO_3^-) สารอนินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ(DIN) สารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ (DON) สารอาหารไนโตรเจนรวมละลายน้ำ(TDN) สารอนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ(DIP, PO_4) สารอินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ(DOP) สารอาหารฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำ(TDP) และสารอนินทรีย์ซิลิเกตละลายน้ำ(DiSi, Si) ดังแสดงในภาพที่ 4-34 – 4-35 โดยจะให้เครื่องหมาย * = มีความแตกต่างระหว่างฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

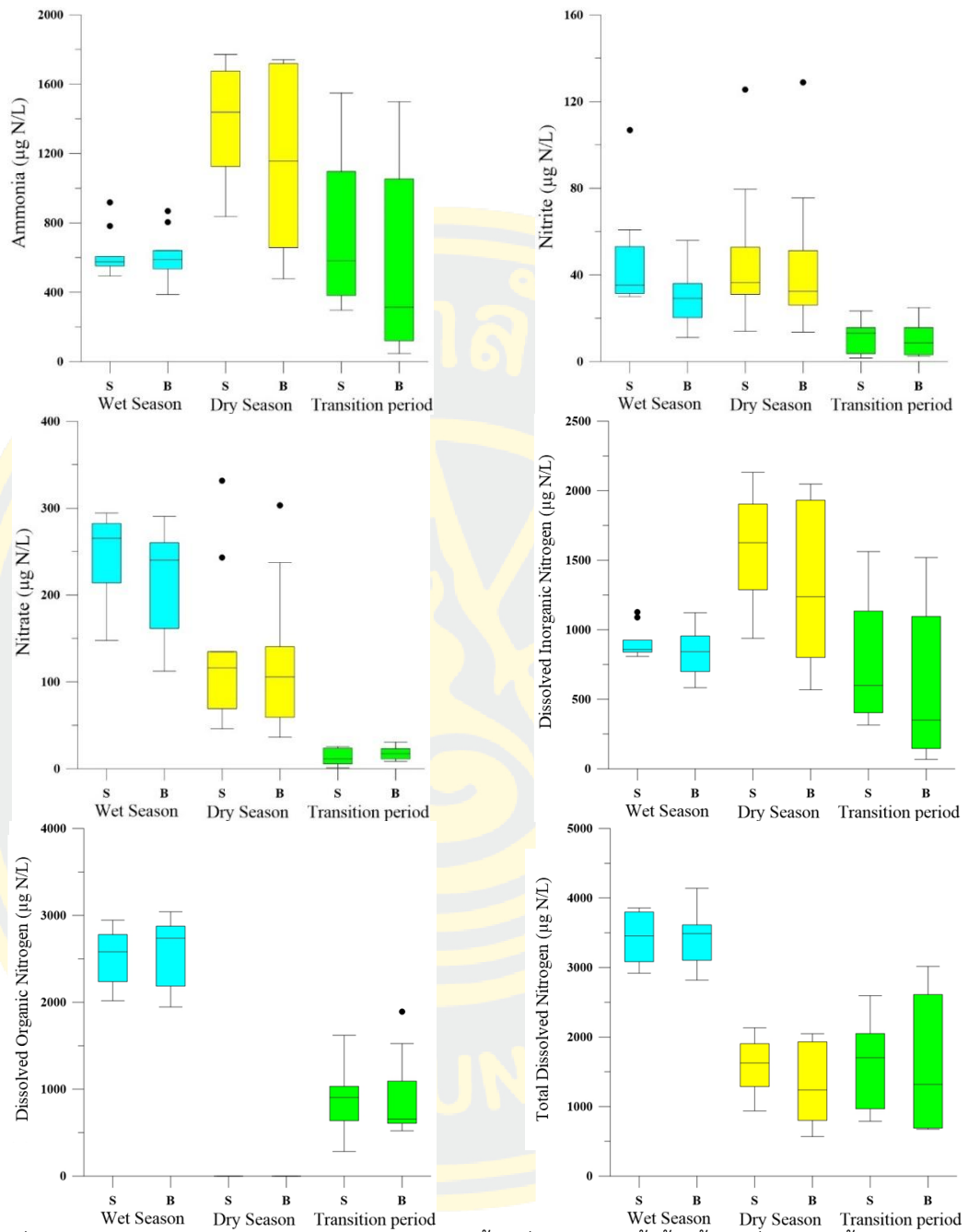
จากการศึกษาคุณภาพน้ำทั่วไปพบว่า ความเป็นกรด-เบสมีค่าอยู่ในช่วง 6.92-7.69 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยต่ำในฤดูน้ำมาก (7.28 ± 0.13) และสูงในฤดูน้ำน้อย (7.46 ± 0.18) ซึ่งบริเวณท้องน้ำมีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยสูงกว่าบริเวณผิวน้ำในฤดูน้ำน้อยและช่วงเปลี่ยนฤดู อุณหภูมิมีความแตกต่างกันระหว่างฤดูกาลประมาณ 5°C โดยมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในฤดูน้ำน้อย ($27.34 \pm 0.52^\circ\text{C}$) และสูงสุดในช่วงเปลี่ยนฤดู ($32.37 \pm 0.62^\circ\text{C}$) ความเค็มมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันในแต่ละฤดูกาลประมาณ 16 psu มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในฤดูน้ำมาก (3.48 ± 4.34 psu) และสูงสุดในช่วงเปลี่ยนฤดู (20.07 ± 7.10 psu) และจะสังเกตเห็นได้ว่าบริเวณผิวน้ำความเค็มมีแนวโน้มต่ำกว่าบริเวณท้องน้ำเสมอ โดยปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าเฉลี่ยค่อนข้างต่ำไม่เกิน 4 mg/L ตลอดระยะเวลาในการศึกษาซึ่งมีค่าเฉลี่ยค่อนข้างต่ำตลอดวันในฤดูน้ำมาก(0.96 ± 0.32 mg/L) และสูงสุดในช่วงเปลี่ยนฤดู (2.17 ± 1.63 mg/L) ซึ่งในช่วงเปลี่ยนฤดูในบางช่วงเวลามีค่าต่ำถึง 0.09 mg/L และมีช่วงการเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมากกว่าฤดูกาลอื่นๆ (0.09-5.19 mg/L) ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำพบว่ามีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในช่วงเปลี่ยนฤดู (1.96 ± 1.10 mg/L) และสูงสุดในช่วงฤดูน้ำน้อย (4.23 ± 1.17 mg/L) และบริเวณพื้นท้องน้ำมีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยสูงกว่าบริเวณผิวน้ำ และของแข็งแขวนลอย (TSS) มีการเปลี่ยนแปลงระหว่างฤดูกาลค่อนข้างสูงอย่างเห็นได้ชัด โดยมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในฤดูน้ำมาก (38.64 ± 43.93 mg/L) สูงสุดในช่วงเปลี่ยนฤดู (497.41 ± 347.44 mg/L) ซึ่งบริเวณผิวน้ำค่าเฉลี่ยมี

แนวโน้มที่น้อยกว่าบริเวณท้องน้ำเช่นเดียวกับความเค็ม ในการทดสอบแบบนอนพาราเมตริกซ์ พบว่าทุกพารามิเตอร์ข้างต้นมีความแตกต่างระหว่างฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p < 0.05$)

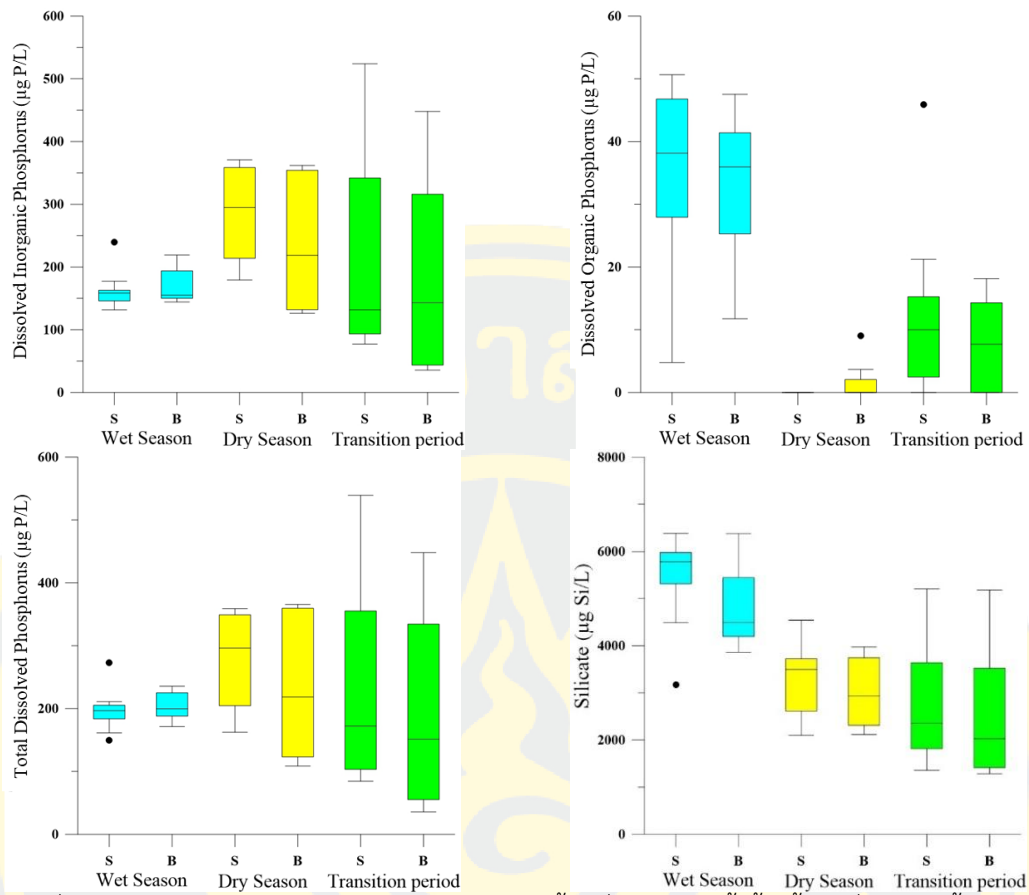


ภาพที่ 4-33 Box and Whisker plot คุณภาพน้ำทั่วไปเฉลี่ยในวัฏจักรน้ำขึ้น น้ำลง ที่ระดับผิวน้ำ (S) และระดับท้องน้ำ (B) บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน(*)

ในส่วนของการวิเคราะห์สารอาหารละลายน้ำพบว่า ในภาพรวมบริเวณผิวน้ำมักมีความเข้มข้นเฉลี่ยของสารอาหารสูงกว่าบริเวณพื้นท้องน้ำ ซึ่งสารอาหารกลุ่มไนโตรเจน ได้แก่แอมโมเนีย ไนไตรท์ สารอนินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ มีความเข้มข้นเฉลี่ยสูงสุดในฤดูน้ำน้อย ($1,291.49 \pm 424.15 \mu\text{g N/L}$, $45.49 \pm 30.32 \mu\text{g N/L}$ และ $1,461.60 \pm 448.48 \mu\text{g N/L}$ ตามลำดับ) ไนเตรท สารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ และสารอาหารไนโตรเจนรวมละลายน้ำ มีความเข้มข้นเฉลี่ยสูงสุดในฤดูน้ำมาก ($227.78 \pm 56.41 \mu\text{g N/L}$ $2,391.50 \pm 325.54 \mu\text{g N/L}$ และ $3,267.34 \pm 336.32 \mu\text{g N/L}$ ตามลำดับ) ซึ่งแอมโมเนียมีความเข้มข้นเฉลี่ยต่ำสุดในฤดูน้ำมาก ($612.91 \pm 122.34 \mu\text{g N/L}$) ในส่วนของไนไตรท์ สารอนินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ มีความเข้มข้นเฉลี่ยต่ำสุดในช่วงเปลี่ยนฤดู ($10.56 \pm 6.87 \mu\text{g N/L}$, $15.88 \pm 8.02 \mu\text{g N/L}$ และ $682.18 \pm 472.34 \mu\text{g N/L}$) ในส่วนสารอาหารไนโตรเจนรวมละลายน้ำพบว่ามีความเข้มข้นเฉลี่ยต่ำสุดในฤดูน้ำน้อย ($1,461.60 \pm 484.48 \mu\text{g N/L}$) และสารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำไม่พบความเข้มข้นในฤดูน้ำน้อย สารอาหารกลุ่มฟอสฟอรัส ได้แก่ สารอนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ สารอาหารฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำมีความเข้มข้นเฉลี่ยสูงสุดในช่วงฤดูน้ำน้อย ($265.42 \pm 87.56 \mu\text{g P/L}$ และ $266.13 \pm 88.25 \mu\text{g P/L}$ ตามลำดับ) แต่สารอินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำจะพบว่ามีความเข้มข้นเฉลี่ยสูงสุดในฤดูน้ำมาก ($34.52 \pm 12.03 \mu\text{g P/L}$) ซึ่งในฤดูน้ำน้อยจะพบความเข้มข้นเฉลี่ยของสารอนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ และสารอาหารฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำมีค่าที่ต่ำ ($165.34 \pm 26.58 \mu\text{g P/L}$ และ $199.86 \pm 25.24 \mu\text{g P/L}$ ตามลำดับ) ยกเว้นสารอินทรีย์ละลายน้ำพบว่ามีความเข้มข้นเฉลี่ยต่ำในฤดูน้ำน้อย ($0.71 \pm 2.01 \mu\text{g P/L}$) ในส่วนของสารอนินทรีย์ซิลิเกตละลายน้ำพบว่ามีความเข้มข้นเฉลี่ยสูงในฤดูน้ำมากและความเข้มข้นต่ำในฤดูน้ำน้อย ($5,154.98 \pm 878.61 \mu\text{g Si/L}$ และ $2,640.93 \pm 122.867 \mu\text{g Si/L}$ ตามลำดับ) ในการทดสอบแบบนอนพาราเมตริกซ์ พบว่าสารอาหารละลายน้ำทุกตัวที่กล่าวมาข้างต้นมีความแตกต่างระหว่างฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ยกเว้น สารอาหารฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำที่ไม่มีความแตกต่างระหว่างฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)



ภาพที่ 4-34 Box and Whisker plot สารอาหารละลายน้ำเฉลี่ยในวัฏจักรน้ำขึ้น น้ำลง ที่ระดับผิวน้ำ (S) และระดับท้องน้ำ (B) บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน(*)



ภาพที่ 4-35 Box and Whisker plot สารอาหารละลายน้ำเฉลี่ยในวัฏจักรน้ำขึ้น น้ำลง ที่ระดับผิวน้ำ (S) และระดับท้องน้ำ (B) บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน(*, ยกเว้น สารอาหารฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำ)

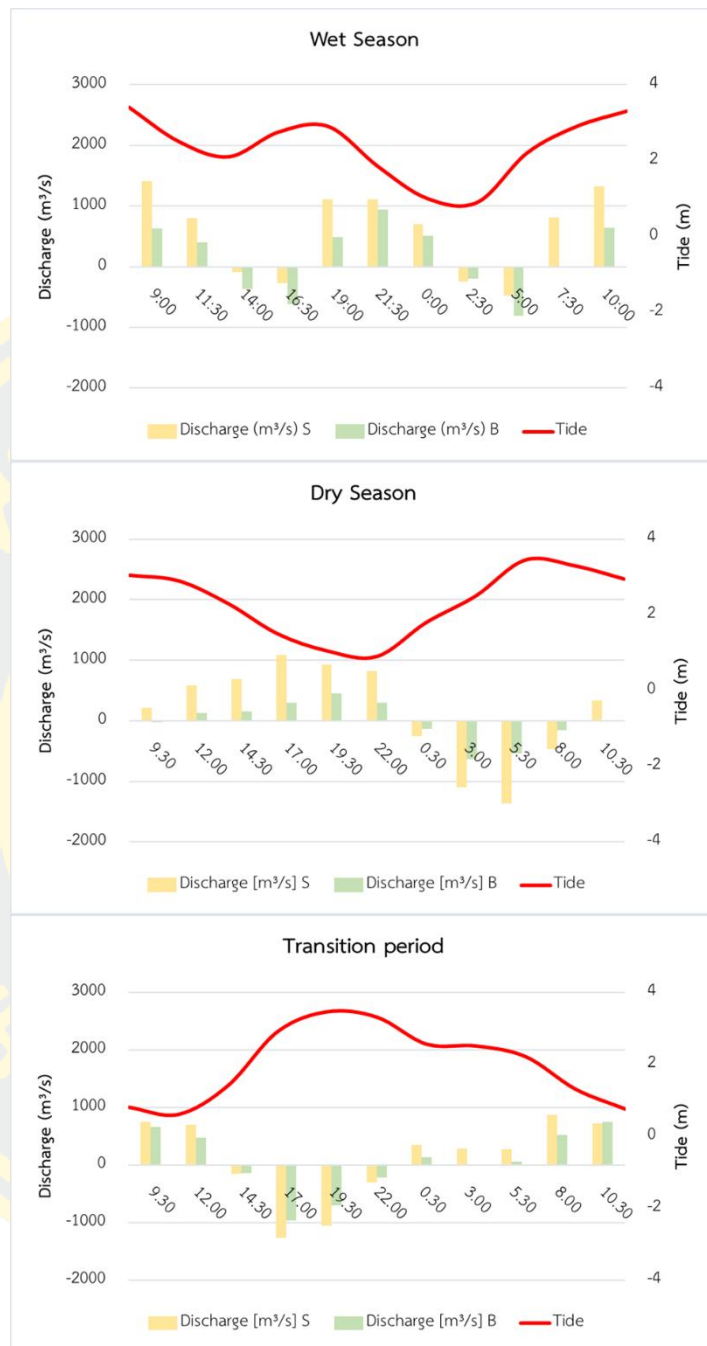
4.6 ฟลักซ์ของน้ำ ปริมาณสารอาหารละลายน้ำ และของแข็งแขวนลอยในรอบวัน

จากการศึกษาฟลักซ์ของน้ำ ปริมาณสารอาหารละลายน้ำ และของแข็งแขวนลอยในรอบวัน บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน ในปี พ.ศ. 2565- 2566 โดยทำการเก็บตัวอย่างทุกๆ 2 ชั่วโมง 30 นาที ทั้งหมด 3 ฤดูกาลได้แก่ ฤดูน้ำมาก (ตุลาคม พ.ศ.2565) ฤดูน้ำน้อย (กุมภาพันธ์ พ.ศ.2566) และช่วงเปลี่ยนฤดูกาล (พ.ศ.2566)

ฟลักซ์ของน้ำในรอบวัน จากการศึกษาพบว่าในฤดูน้ำมาก (ตุลาคม พ.ศ.2565) พบว่าฟลักซ์ของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตามระดับน้ำขึ้นน้ำลง โดยระดับน้ำขึ้นน้ำลงมีพิสัยเท่ากับ 2.5 เมตร ซึ่งเมื่อน้ำทะเลลงฟลักซ์ของน้ำจะมีค่าเป็นบวกซึ่งหมายถึงฟลักซ์ของน้ำมีทิศทางไหลออกสู่ทะเล เมื่อน้ำทะเลขึ้นฟลักซ์ของน้ำจะมีค่าเป็นลบหมายถึง ฟลักซ์ของน้ำมีทิศทางไหลจากทะเลเข้าสู่แม่น้ำ โดยฟลักซ์ของน้ำบริเวณผิวน้ำมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 9.00น. โดยมีค่าเท่ากับ $1,404.28 \text{ m}^3/\text{s}$ และมีค่าสูงที่สุดบริเวณพื้นที่ท้องน้ำในช่วงเวลา 21.30น. โดยมีค่าเท่ากับ $942.00 \text{ m}^3/\text{s}$ ซึ่งมีทิศทางไหลจากแม่น้ำออกสู่ทะเลทั้ง 2 ช่วงเวลา และมีฟลักซ์ของน้ำบริเวณผิวน้ำและท้องน้ำต่ำที่สุดในช่วง 14.00น. และ 7.30น. โดยมีค่าเท่ากับ $85.61 \text{ m}^3/\text{s}$ และ $4.63 \text{ m}^3/\text{s}$ ตามลำดับ โดยมีทิศทางไหลจากทะเลเข้าสู่แม่น้ำทั้ง 2 ช่วงเวลา

ในฤดูน้ำน้อย (กุมภาพันธ์ พ.ศ.2566) พบว่าฟลักซ์ของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตามระดับน้ำขึ้นน้ำลง โดยระดับน้ำขึ้นน้ำลงมีพิสัยเท่ากับ 2.55 เมตร ฟลักซ์ของน้ำมีค่าค่อยๆเพิ่มขึ้นตั้งแต่ช่วงเวลา 9.30น. จนถึงช่วงเวลา 22.00น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาน้ำลง โดยฟลักซ์ของน้ำบริเวณผิวน้ำมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 5.30น. โดยมีค่าเท่ากับ $1,360.37 \text{ m}^3/\text{s}$ และมีค่าสูงที่สุดบริเวณพื้นที่ท้องน้ำในช่วงเวลา 3.00 น. โดยมีค่าเท่ากับ $631.59 \text{ m}^3/\text{s}$ ซึ่งมีทิศทางไหลจากทะเลเข้าสู่แม่น้ำทั้ง 2 ช่วงเวลา และมีฟลักซ์ของน้ำบริเวณผิวน้ำและท้องน้ำต่ำที่สุดในช่วง 9.30น. และ 10.30น. โดยมีค่าเท่ากับ $214.85 \text{ m}^3/\text{s}$ และ $15.79 \text{ m}^3/\text{s}$ ตามลำดับ โดยบริเวณผิวน้ำมีทิศทางไหลจากแม่น้ำเข้าสู่ทะเล และบริเวณท้องน้ำมีทิศทางไหลจากทะเลสู่แม่น้ำ

ในช่วงเปลี่ยนฤดู (กรกฎาคม พ.ศ.2566) พบว่าฟลักซ์ของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตามระดับน้ำขึ้นน้ำลง โดยระดับน้ำขึ้นน้ำลงมีพิสัยเท่ากับ 2.85 เมตร โดยฟลักซ์ของน้ำบริเวณผิวน้ำมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 17.00น. โดยมีค่าเท่ากับ $1,268.98 \text{ m}^3/\text{s}$ และมีค่าสูงที่สุดบริเวณพื้นที่ท้องน้ำในช่วงเวลา 17.00น. โดยมีค่าเท่ากับ $967.62 \text{ m}^3/\text{s}$ ซึ่งมีทิศทางไหลจากทะเลเข้าสู่แม่น้ำ และมีฟลักซ์ของน้ำบริเวณผิวน้ำและท้องน้ำต่ำที่สุดในช่วง 14.30น. และ 3.00น. โดยมีค่าเท่ากับ $149.53 \text{ m}^3/\text{s}$ และ $11.02 \text{ m}^3/\text{s}$ ตามลำดับ โดยมีทิศทางไหลจากทะเลสู่แม่น้ำทั้ง 2 ช่วงเวลาดังแสดงในภาพที่ 4-36

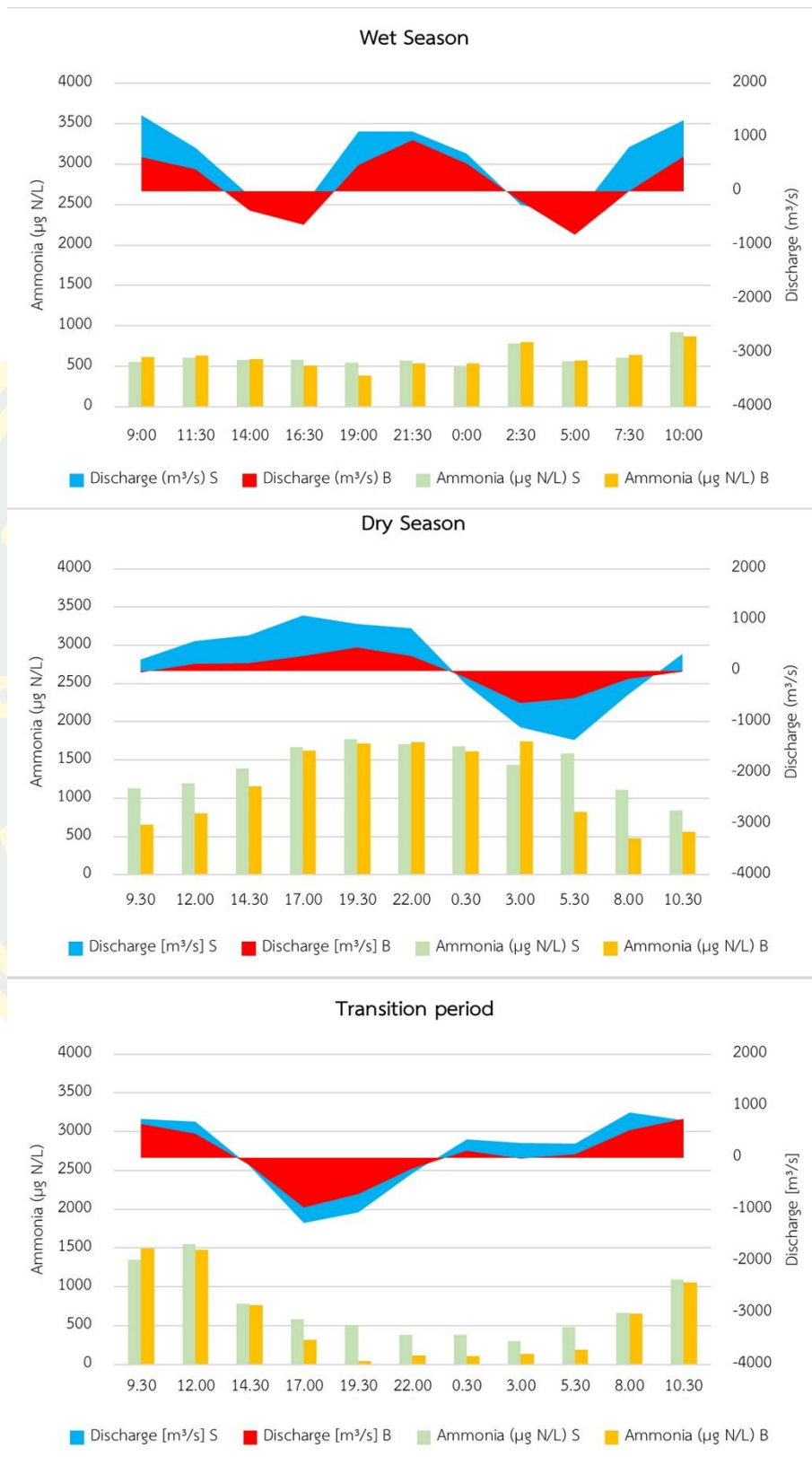


ภาพที่ 4-36 การเปลี่ยนแปลงตามเวลาของปริมาณน้ำท่าในรอบวัน ที่ระดับผิวน้ำ (S) และบริเวณท้องน้ำ (B) และระดับน้ำขึ้นน้ำลงในแต่ละฤดูกาล บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน

ความเข้มข้นของแอมโมเนียในรอบวันพบว่าในฤดูน้ำมาก (ตุลาคม พ.ศ.2565) ไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนในรอบวันโดยส่วนมากปริมาณแอมโมเนียที่พื้นที่ท้องน้ำมักจะมีค่าสูงกว่าบริเวณผิวน้ำ ซึ่งแอมโมเนียบริเวณผิวน้ำและพื้นที่ท้องน้ำมีค่าสูงสุดในเวลา 10.00น. (919.04 $\mu\text{g N/L}$ และ 868.30 $\mu\text{g N/L}$ ตามลำดับ) และแอมโมเนียบริเวณผิวน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 0.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 493.48 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณพื้นที่ท้องน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 19.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 387.19 $\mu\text{g N/L}$ และมีค่าเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ $612.91 \pm 124.22 \mu\text{g N/L}$ นอกจากนี้ยังสังเกตเห็นได้ว่าช่วงเวลาที่น้ำท่าไหลออกมากจะเกิดการแบ่งชั้นของมวลน้ำ

ในฤดูน้ำน้อย (กุมภาพันธ์ พ.ศ.2566) พบว่าแอมโมเนียมีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณน้ำท่าอย่างเห็นได้ชัดโดยจะมีค่าค่อยๆสูงขึ้นตามปริมาณน้ำท่าที่ไหลออกสู่ทะเลและมีค่าค่อยๆลดลงในช่วงเวลาที่น้ำท่าทะเลรุกเข้ามาบริเวณสถานีที่ตรวจวัด ซึ่งส่วนใหญ่บริเวณผิวน้ำจะมีค่าที่สูงกว่าบริเวณพื้นที่ท้องน้ำ โดยบริเวณผิวน้ำมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 19.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 1,771.67 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณพื้นที่ท้องน้ำมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 3.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 1,740.19 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณผิวน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 10.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 836.48 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณพื้นที่ท้องน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 8.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 477.22 $\mu\text{g N/L}$ และมีค่าเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ $1,291.49 \pm 398.20 \mu\text{g N/L}$

ในช่วงเปลี่ยนฤดู (กรกฎาคม พ.ศ.2566) พบว่าแอมโมเนียมีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณน้ำท่าเช่นเดียวกันโดยในช่วงที่มีน้ำท่ามากปริมาณแอมโมเนียจะมีค่าสูงและลดต่ำลงเมื่อน้ำทะเลรุกเข้ามาบริเวณสถานีที่ตรวจวัด และบริเวณผิวน้ำส่วนมากมีค่ามากกว่าบริเวณพื้นที่ท้องน้ำเช่นเดียวกันกับในฤดูน้ำน้อย โดยบริเวณผิวน้ำมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 12.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 1,548.69 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณพื้นที่ท้องน้ำมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 9.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 1,498.51 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณผิวน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 3.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 297.05 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณพื้นที่ท้องน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 19.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 46.99 $\mu\text{g N/L}$ และมีค่าเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ $655.74 \pm 482.01 \mu\text{g N/L}$ เมื่อเปรียบเทียบกันทั้ง 3 ฤดูกาลพบว่าในช่วงฤดูน้ำน้อยมีความเข้มข้นของแอมโมเนียสูงที่สุด รองลงมาในช่วงเปลี่ยนฤดู และฤดูน้ำมากตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 4-37

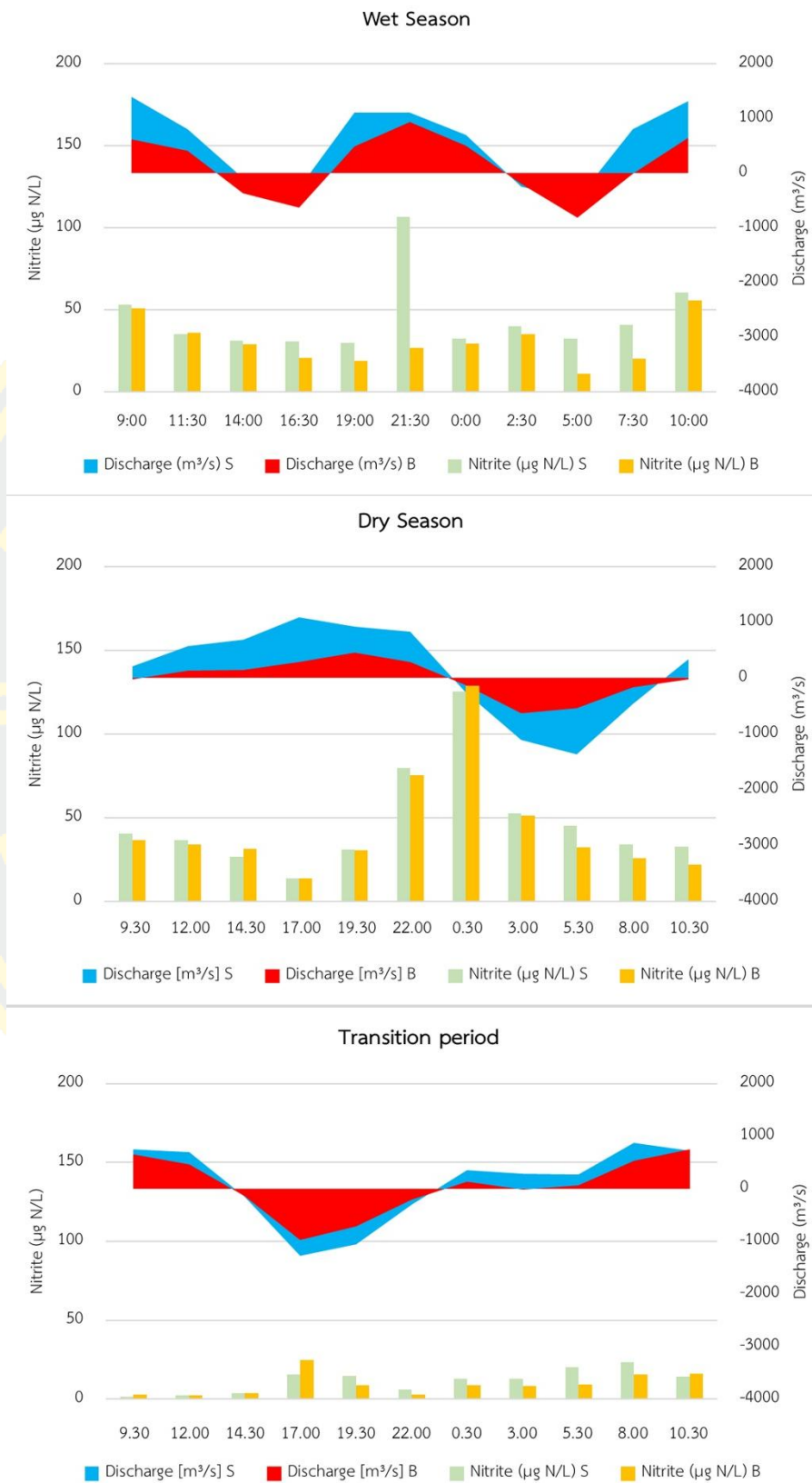


ภาพที่ 4-37 การเปลี่ยนแปลงตามเวลาฟลักซ์ของน้ำและความเข้มข้นแอมโมเนียในรอบวัน ที่ระดับฝายน้ำ (S) และบริเวณท้องน้ำ (B) บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน

ความเข้มข้นของไนโตรเจนในรอบวันพบว่าในฤดูน้ำมาก (ตุลาคม พ.ศ.2565) มีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณน้ำท่าโดยส่วนมากปริมาณไนโตรเจนที่บริเวณผิวน้ำมีค่ามากกว่าบริเวณพื้นที่ต้งน้ำเสมอ ซึ่งไนโตรเจนที่บริเวณผิวน้ำมีค่าสูงสุดในเวลา 21.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 106.86 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณต้งน้ำมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 10.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 55.92 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณผิวน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 19.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 29.89 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณพื้นที่ต้งน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 5.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 11.08 $\mu\text{g N/L}$ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ $37.70 \pm 14.86 \mu\text{g N/L}$

ในฤดูน้ำน้อย (กุมภาพันธ์ พ.ศ.2566) พบว่าไนโตรเจนมีการเปลี่ยนแปลงไม่ค่อยชัดเจน ซึ่งส่วนใหญ่บริเวณผิวน้ำจะมีค่าที่สูงกว่าบริเวณพื้นที่ต้งน้ำ โดยบริเวณผิวน้ำและพื้นที่ต้งน้ำมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 15.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 125.46 และ 128.93 $\mu\text{g N/L}$ ตามลำดับ และบริเวณผิวน้ำและบริเวณพื้นที่ต้งน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 17.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 14.00 และ 13.63 $\mu\text{g N/L}$ ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ $45.49 \pm 31.63 \mu\text{g N/L}$

ในช่วงเปลี่ยนฤดู (กรกฎาคม พ.ศ.2566) พบว่าไนโตรเจนไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณน้ำท่าอย่างเห็นได้ชัด โดยในช่วงเวลาที่น้ำทะเลรุกเข้ามาในบริเวณสถานีตรวจวัด ไนโตรเจนมีค่าที่สูงขึ้นโดยเฉพาะบริเวณต้งน้ำ ซึ่งบริเวณผิวน้ำส่วนมากมีค่ามากกว่าบริเวณพื้นที่ต้งน้ำเช่นเดียวกันกับในฤดูน้ำน้อย โดยบริเวณผิวน้ำมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 8.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 23.30 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณพื้นที่ต้งน้ำมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 17.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 24.97 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณผิวน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 9.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 1.63 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณพื้นที่ต้งน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 12.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 2.47 $\mu\text{g N/L}$ และมีค่าเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ $10.56 \pm 6.57 \mu\text{g N/L}$ เมื่อเปรียบเทียบกับทั้ง 3 ฤดูกาลพบว่าในช่วงฤดูน้ำน้อยมีความเข้มข้นของไนโตรเจนที่สูงที่สุด รองลงมาเป็นฤดูน้ำมาก และช่วงเปลี่ยนฤดูตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 4-38

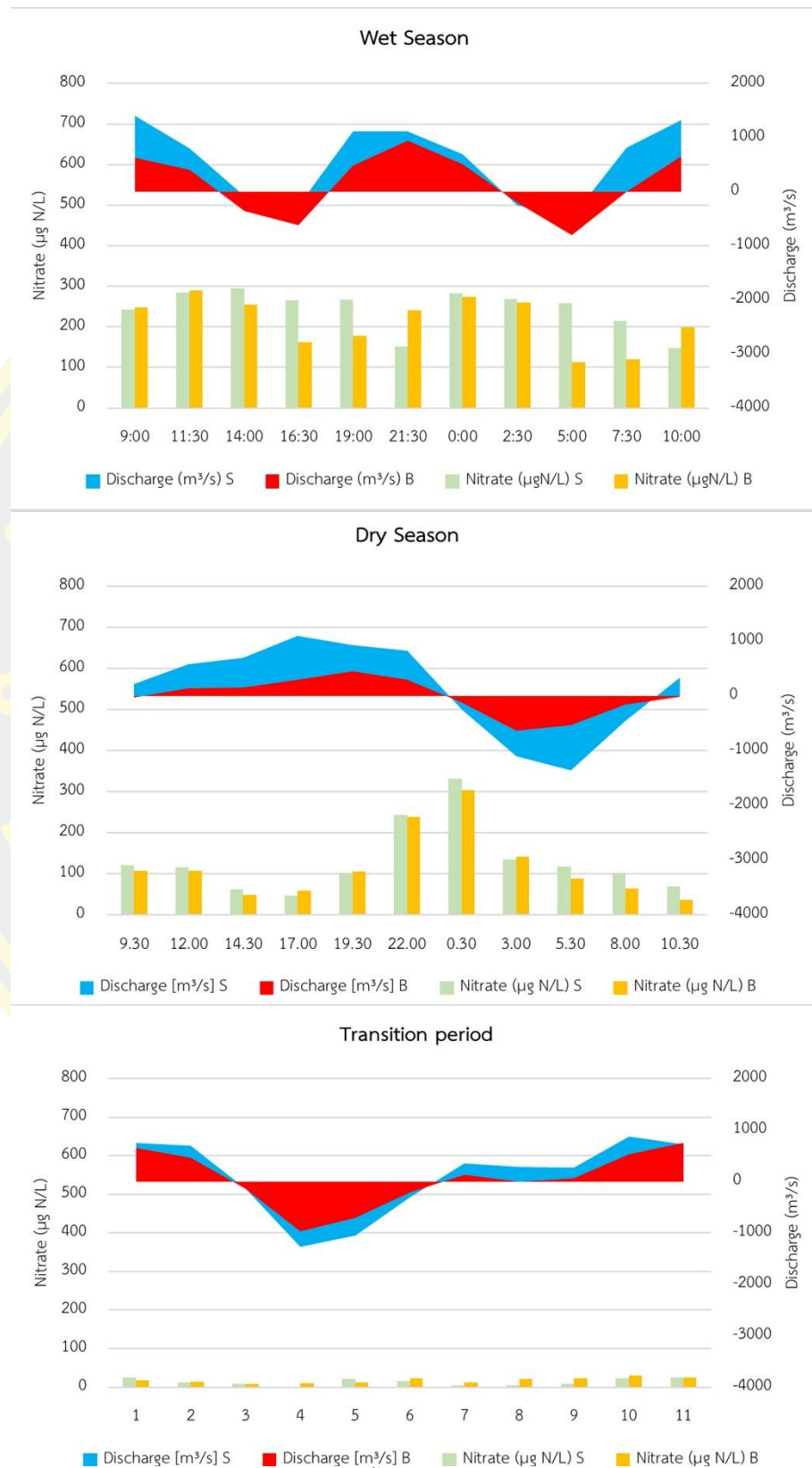


ภาพที่ 4-38 การเปลี่ยนแปลงตามเวลาฟลักซ์ของน้ำและความเข้มข้นไนโตรเจนในรอบวัน ที่ระดับผิวน้ำ (S) และบริเวณท้องน้ำ (B) บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน

ความเข้มข้นของไนเตรทในรอบวันพบว่าในฤดูน้ำมาก (ตุลาคม พ.ศ.2565) มีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณน้ำท่าโดยส่วนมากปริมาณไนเตรทที่บริเวณฝิวน้ำมีค่ามากกว่าบริเวณพื้นที่ท้องน้ำเสมอ ซึ่งไนเตรทบริเวณฝิวน้ำมีค่าสูงสุดในเวลา 14.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 294.21 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณท้องน้ำมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 11.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 290.63 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณฝิวน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 10.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 147.66 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณพื้นที่ท้องน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 5.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 112.24 $\mu\text{g N/L}$ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ $227.78 \pm 44.41 \mu\text{g N/L}$

ในฤดูน้ำน้อย (กุมภาพันธ์ พ.ศ.2566) พบว่าไนเตรทมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างชัดเจน โดยปริมาณไนเตรทจะมีค่าสูงในช่วงเวลาที่น้ำท่าและน้ำทะเลมีกำลังพอกๆกัน ซึ่งส่วนใหญ่บริเวณฝิวน้ำจะมีค่าที่สูงกว่าบริเวณพื้นที่ท้องน้ำ โดยบริเวณฝิวน้ำและพื้นที่ท้องน้ำมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 0.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 331.61 และ 303.04 $\mu\text{g N/L}$ ตามลำดับ และบริเวณฝิวน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 17.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 45.93 $\mu\text{g N/L}$ บริเวณพื้นที่ท้องน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 10.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 36.17 $\mu\text{g N/L}$ ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ $124.63 \pm 82.88 \mu\text{g N/L}$

ในช่วงเปลี่ยนฤดู (กรกฎาคม พ.ศ.2566) พบว่าไนเตรทมีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณน้ำท่าอย่างเห็นได้ชัด โดยในช่วงเวลาที่น้ำทะเลรุกล้ำเข้ามาในบริเวณสถานีตรวจวัด ไนเตรทค่าที่สูงขึ้น ซึ่งบริเวณพื้นที่ท้องน้ำส่วนมากมีค่ามากกว่าบริเวณฝิวน้ำ โดยบริเวณฝิวน้ำมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 9.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 25.38 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณพื้นที่ท้องน้ำมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 8.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 30.77 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณฝิวน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 17.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 0.95 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณพื้นที่ท้องน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 14.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 8.52 $\mu\text{g N/L}$ และมีค่าเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ $15.88 \pm 6.96 \mu\text{g N/L}$ เมื่อเปรียบเทียบกันทั้ง 3 ฤดูกาลพบว่าในช่วงฤดูน้ำมากมีความเข้มข้นของไนเตรทสูงที่สุด รองลงมาเป็นฤดูน้ำน้อยและช่วงเปลี่ยนฤดูตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่

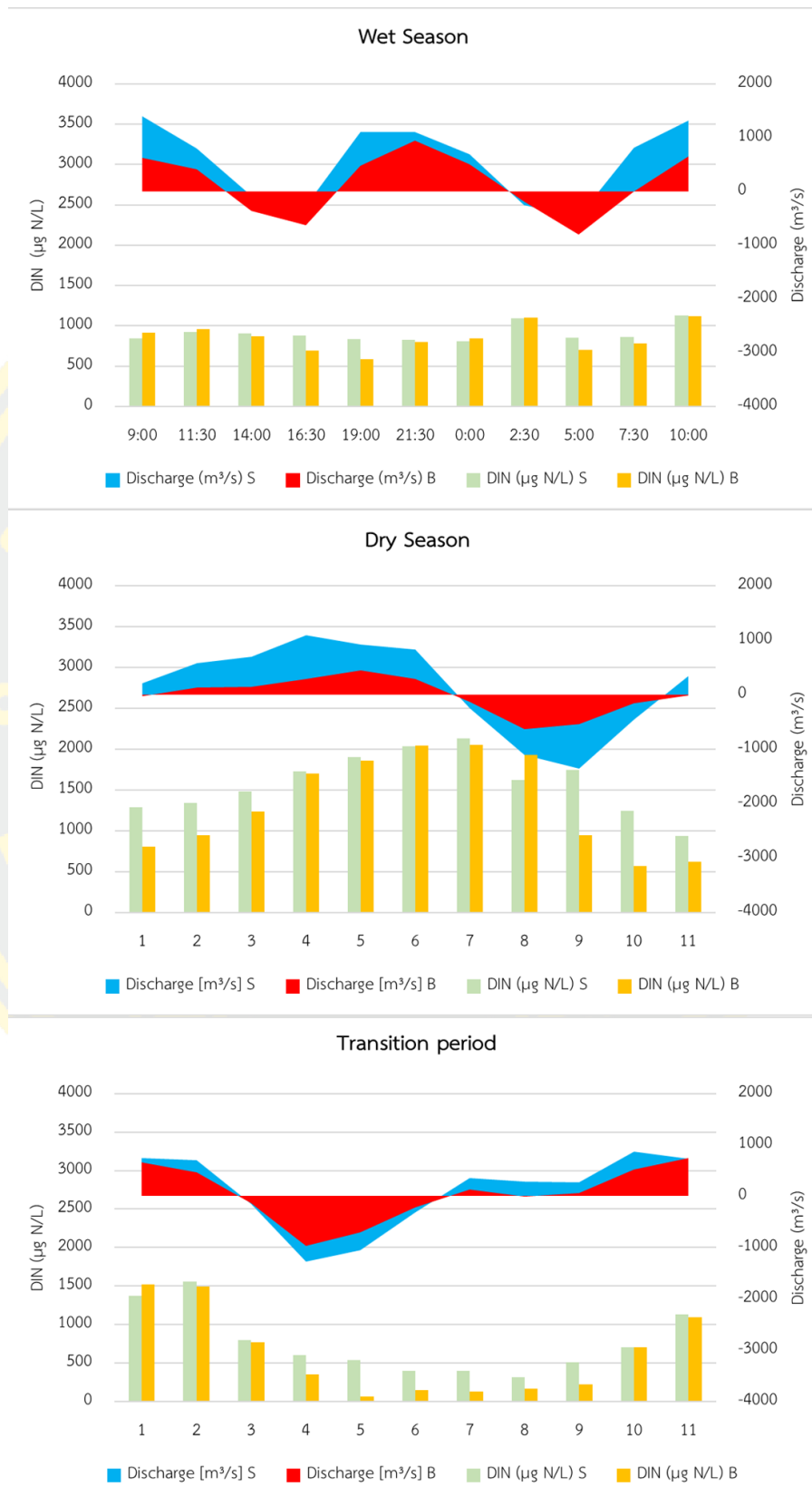


ภาพที่ 4-39 การเปลี่ยนแปลงตามเวลาฟลักซ์ของน้ำและความเข้มข้นไนเตรทในรอบวัน ที่ระดับฝื่อน้ำ (S) และบริเวณท้องน้ำ (B) บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน

ความเข้มข้นของสารอาหารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำในรอบวันพบว่าในฤดูน้ำมาก (ตุลาคม พ.ศ.2565) มีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณน้ำท่าไม่ค่อยชัดเจน โดยส่วนมากปริมาณสารอาหารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำที่บริเวณฝัวน้ำมีค่ามากกว่าบริเวณพื้นที่ท้องน้ำเสมอ ซึ่งสารอาหารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำบริเวณฝัวน้ำมีค่าสูงสุดในเวลา 10.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 1,188.30 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณท้องน้ำมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 2.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 1,134.08 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณฝัวน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 0.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 840.62 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณพื้นที่ท้องน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 19.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 602.64 $\mu\text{g N/L}$ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ $911.13 \pm 131.83 \mu\text{g N/L}$

ในฤดูน้ำน้อย (กุมภาพันธ์ พ.ศ.2566) พบว่าสารอาหารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างชัดเจน โดยปริมาณสารอาหารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำจะมีค่าสูงในช่วงเวลาที่น้ำท่ามากและค่อยๆลดต่ำลงในช่วงที่มีน้ำทะเลรุกเข้ามาในบริเวณสถานีที่ตรวจวัด ซึ่งส่วนใหญ่บริเวณฝัวน้ำจะมีค่าที่สูงกว่าบริเวณพื้นที่ท้องน้ำ โดยบริเวณฝัวน้ำและพื้นที่ท้องน้ำมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 0.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 2,132.45 $\mu\text{g N/L}$ และ 2,048.08 $\mu\text{g N/L}$ ตามลำดับ และบริเวณฝัวน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 10.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 938.25 $\mu\text{g N/L}$ บริเวณพื้นที่ท้องน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 8.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 567.40 $\mu\text{g N/L}$ ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ $1,461.60 \pm 462.86 \mu\text{g N/L}$

ในช่วงเปลี่ยนฤดู (กรกฎาคม พ.ศ.2566) พบว่าสารอาหารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณน้ำท่าอย่างเห็นได้ชัด โดยในช่วงเวลาที่น้ำทะเลรุกเข้ามาในบริเวณสถานีตรวจวัด สารอาหารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำจะมีค่าต่ำลง และค่อยๆสูงขึ้นเมื่อปริมาณน้ำท่ามากขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่บริเวณฝัวน้ำจะมีสารอาหารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำมากกว่าบริเวณพื้นที่ท้องน้ำ โดยบริเวณฝัวน้ำมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 12.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 1,562.59 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณพื้นที่ท้องน้ำมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 9.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 1,518.76 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณฝัวน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 3.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 314.05 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณพื้นที่ท้องน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 19.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 67.66 $\mu\text{g N/L}$ และมีค่าเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ $682.18 \pm 481.18 \mu\text{g N/L}$ เมื่อเปรียบเทียบกันทั้ง 3 ฤดูกาลพบว่าในช่วงฤดูน้ำน้อยมีความเข้มข้นของสารอาหารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำสูงที่สุด รองลงมาเป็นฤดูน้ำมากและช่วงเปลี่ยนฤดูตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 4-40

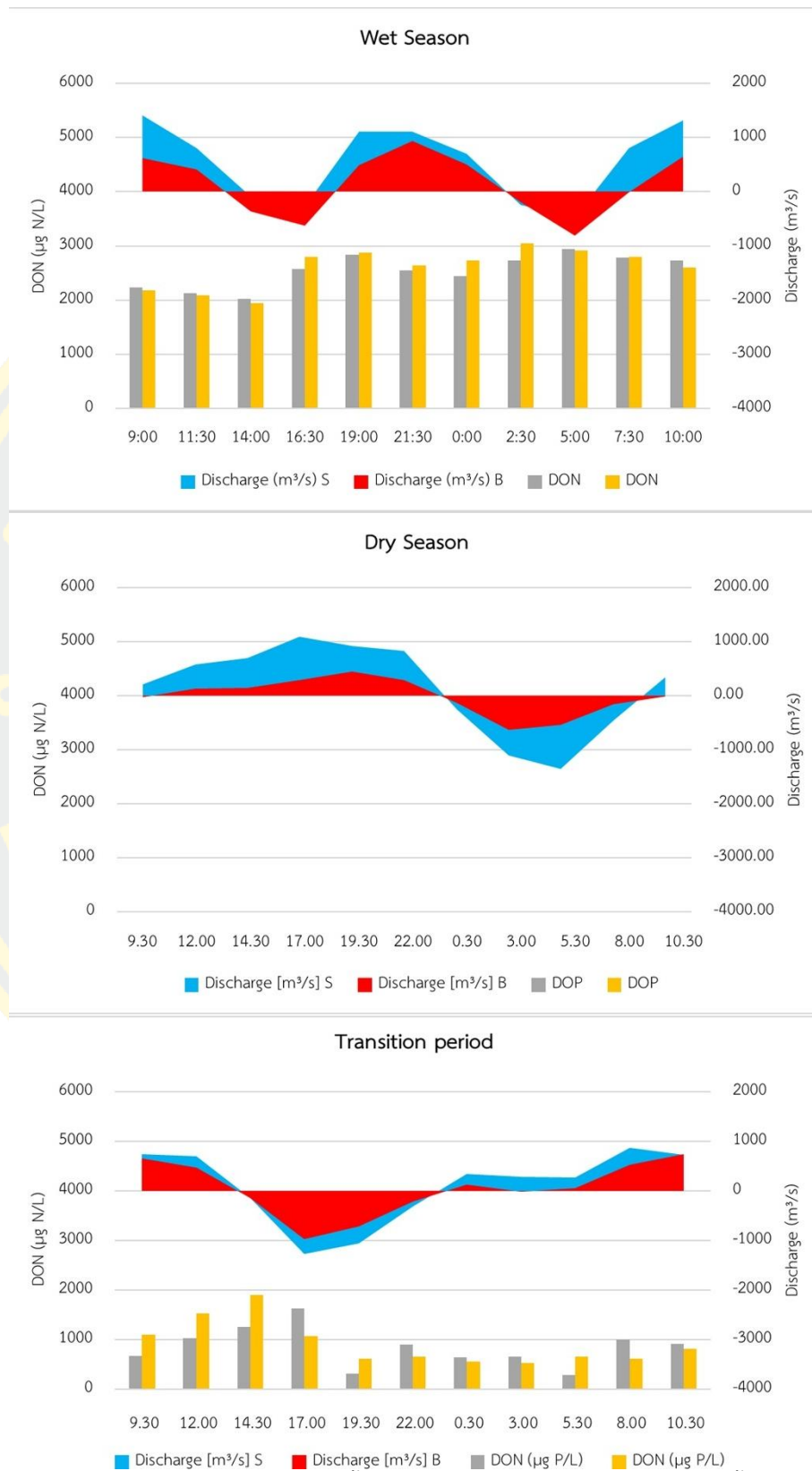


ภาพที่ 4-40 การเปลี่ยนแปลงตามเวลาฟลักซ์ของน้ำและความเข้มข้นสารอนินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำในรอบวัน ที่ระดับผิวน้ำ (S) และบริเวณต่อน้ำ (B) บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน

ความเข้มข้นของสารอาหารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำในรอบวันพบว่าในฤดูน้ำมาก (ตุลาคม พ.ศ.2565) มีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณน้ำท่าไม่ค่อยชัดเจน โดยส่วนมากปริมาณสารอาหารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำที่บริเวณฝวน้ำมีค่ามากกว่าบริเวณพื้นที่ท้องน้ำ ซึ่งสารอาหารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำบริเวณฝวน้ำมีค่าสูงที่สุดในเวลา 5.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 2,945.22 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณท้องน้ำมีค่าสูงสุดมีในช่วงเวลา 2.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 3,041.42 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณฝวน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 14.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 2,017.47 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณพื้นที่ท้องน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 14.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 1,946.02 $\mu\text{g N/L}$ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ $2,572.47 \pm 321.16 \mu\text{g N/L}$

ในฤดูน้ำน้อย (กุมภาพันธ์ พ.ศ.2566) พบว่าสารอาหารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบความเข้มข้นของสารอาหารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำในรอบวัน

ในช่วงเปลี่ยนฤดู (กรกฎาคม พ.ศ.2566) พบว่าสารอาหารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณน้ำท่า โดยในช่วงเวลาที่น้ำท่ามีอิทธิพลมากจะมีความเข้มข้นสูง เมื่ออิทธิพลของน้ำทะเลมีกำลังแรงทำให้เกิดน้ำทะเลรุกเข้ามาในบริเวณสถานีตรวจวัด สารอาหารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำจะมีค่าต่ำลง และค่อยๆสูงขึ้นเมื่อปริมาณน้ำท่ามากขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่บริเวณฝวน้ำจะมีสารอาหารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำมากกว่าบริเวณพื้นที่ท้องน้ำ โดยบริเวณฝวน้ำมีค่าสูงที่สุดในช่วงเวลา 17.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 1,620.96 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณพื้นที่ท้องน้ำมีค่าสูงที่สุดในช่วงเวลา 14.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 1,892.66 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณฝวน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 5.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 282.40 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณพื้นที่ท้องน้ำมีค่าต่ำที่สุดในช่วงเวลา 3.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 520.84 $\mu\text{g N/L}$ และมีค่าเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ $876.09 \pm 403.26 \mu\text{g N/L}$ เมื่อเปรียบเทียบกับทั้ง 3 ฤดูกาลพบว่าในช่วงฤดูน้ำมากมีความเข้มข้นของสารอาหารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำสูงที่สุด รองลงมาเป็นช่วงเปลี่ยนฤดูและไม่พบความเข้มข้นในฤดูน้ำน้อย ดังแสดงในภาพที่ 4-41

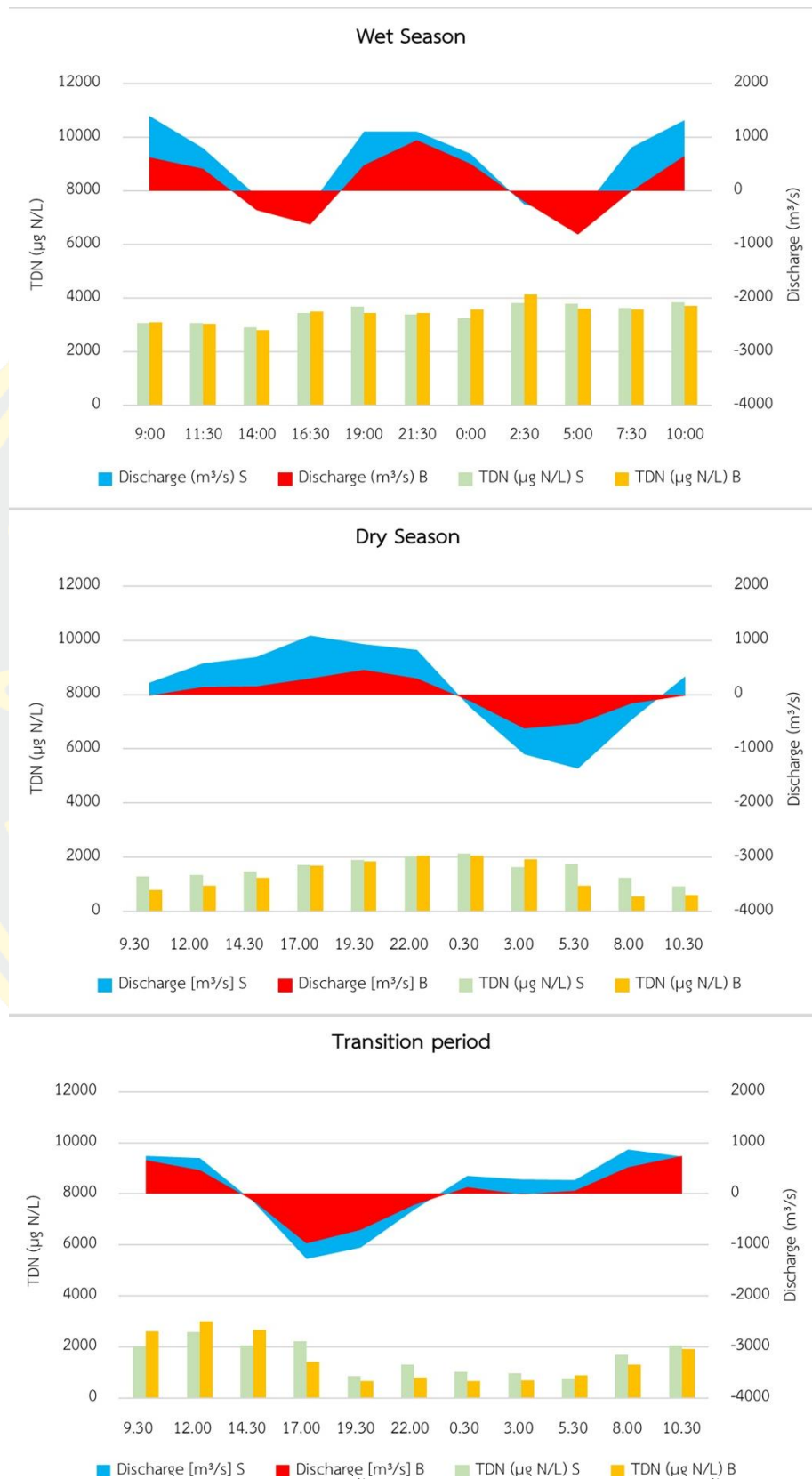


ภาพที่ 4-41 การเปลี่ยนแปลงตามเวลาพลั๊กซ์ของน้ำและความเข้มข้นอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำในรอบวัน ที่ระดับฝวน้ำ (S) และบริเวณท้องน้ำ (B) บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน

ความเข้มข้นของสารอาหารไนโตรเจนรวมละลายน้ำในรอบวันพบว่าในฤดูน้ำมาก (ตุลาคม พ.ศ.2565) มีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณน้ำท่าไม่ค่อยชัดเจน โดยส่วนมากปริมาณสารอาหารไนโตรเจนรวมละลายน้ำที่บริเวณพื้นที่ท้องน้ำมีค่ามากกว่าบริเวณผิวน้ำ ซึ่งสารอาหารไนโตรเจนรวมละลายน้ำบริเวณผิวน้ำมีค่าสูงที่สุดในเวลา 2.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 3,856.21 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณท้องน้ำมีค่าสูงที่สุดในช่วงเวลา 2.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 1,134.08 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณผิวน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 0.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 840.62 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณพื้นที่ท้องน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 19.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 602.64 $\mu\text{g N/L}$ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ $3,450.86 \pm 335.50$ $\mu\text{g N/L}$

ในฤดูน้ำน้อย (กุมภาพันธ์ พ.ศ.2566) พบว่าสารอาหารไนโตรเจนรวมละลายน้ำมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างชัดเจน โดยปริมาณสารอาหารไนโตรเจนรวมละลายน้ำจะมีค่าสูงในช่วงเวลาที่น้ำท่ามากและค่อยๆลดต่ำลงในช่วงที่มีน้ำทะเลรุกเข้ามาในบริเวณสถานีที่ตรวจวัด ซึ่งส่วนใหญ่บริเวณผิวน้ำจะมีค่าที่สูงกว่าบริเวณพื้นที่ท้องน้ำ โดยบริเวณผิวน้ำและพื้นที่ท้องน้ำมีค่าสูงที่สุดในช่วงเวลา 0.30 น. โดยมีค่าเท่ากับ 2,132.45 $\mu\text{g N/L}$ และ 2,048.08 $\mu\text{g N/L}$ ตามลำดับ และบริเวณผิวน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 10.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 938.25 $\mu\text{g N/L}$ บริเวณพื้นที่ท้องน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 8.00 น. โดยมีค่าเท่ากับ 567.40 $\mu\text{g N/L}$ ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ $1,461.60 \pm 462.86$ $\mu\text{g N/L}$

ในช่วงเปลี่ยนฤดู (กรกฎาคม พ.ศ.2566) พบว่าสารอาหารไนโตรเจนรวมละลายน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณน้ำท่าอย่างเห็นได้ชัด โดยในช่วงเวลาที่น้ำทะเลรุกเข้ามาในบริเวณสถานีตรวจวัด สารอาหารไนโตรเจนรวมละลายน้ำจะมีค่าต่ำลง และค่อยๆสูงขึ้นเมื่อปริมาณน้ำท่ามากขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่บริเวณผิวน้ำจะมีสารอาหารไนโตรเจนรวมละลายน้ำมากกว่าบริเวณพื้นที่ท้องน้ำ โดยบริเวณผิวน้ำและพื้นที่ท้องน้ำมีค่าสูงที่สุดในช่วงเวลา 12.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 2,595.55 $\mu\text{g N/L}$ และ 3,014.59 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณผิวน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 5.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 788.91 $\mu\text{g N/L}$ และบริเวณพื้นที่ท้องน้ำมีค่าต่ำที่สุดในช่วงเวลา 19.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 674.27 $\mu\text{g N/L}$ และมีค่าเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ $1,558.27 \pm 739.25$ $\mu\text{g N/L}$ เมื่อเปรียบเทียบกันทั้ง 3 ฤดูกาลพบว่าในช่วงฤดูน้ำมากมีความเข้มข้นของสารอาหารไนโตรเจนรวมละลายน้ำสูงที่สุด รองลงมาเป็นช่วงเปลี่ยนฤดู และฤดูน้ำน้อยตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 4-42

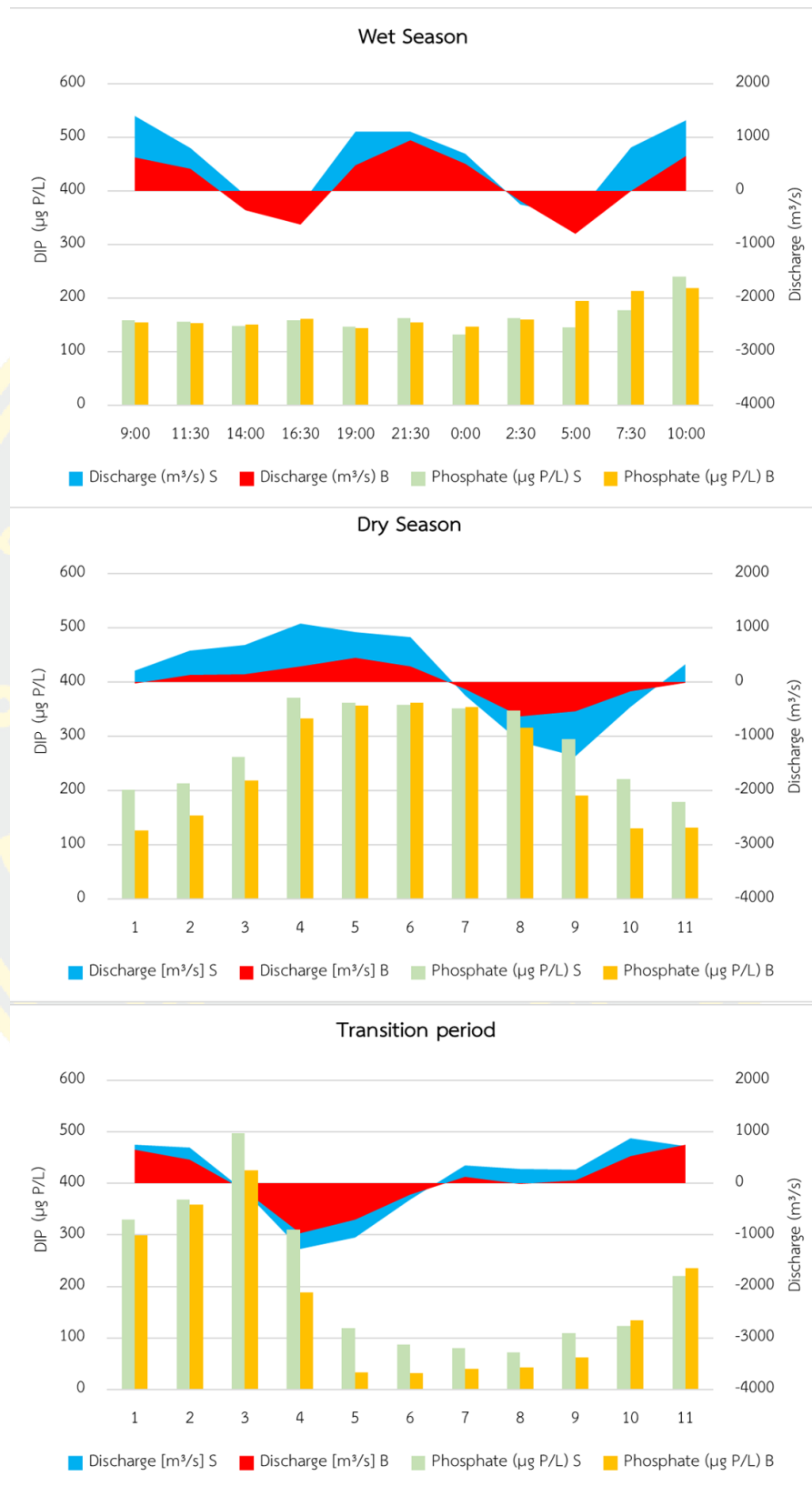


ภาพที่ 4-42 การเปลี่ยนแปลงตามเวลาฟลักซ์ของน้ำและความเข้มข้นไนโตรเจนรวมละลายน้ำในรอบวัน ที่ระดับฝิว น้ำ (S) และบริเวณท้องน้ำ (B) บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน

ความเข้มข้นของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำในรอบวันพบว่าในฤดูน้ำมาก (ตุลาคม พ.ศ. 2565) มีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณน้ำท่าไม่ค่อยชัดเจน โดยส่วนมากปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำที่บริเวณฝวบน้ำมีค่ามากกว่าบริเวณพื้นที่ท้องน้ำ ซึ่งอนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำบริเวณฝวบน้ำและพื้นที่ท้องน้ำมีค่าสูงที่สุดในเวลา 10.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 239.61 $\mu\text{g P/L}$ และ 219.06 $\mu\text{g P/L}$ และบริเวณฝวบน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 0.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 131.71 $\mu\text{g P/L}$ และบริเวณพื้นที่ท้องน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 19.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 144.27 $\mu\text{g P/L}$ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ $165.34 \pm 25.81 \mu\text{g P/L}$

ในฤดูน้ำน้อย (กุมภาพันธ์ พ.ศ.2566) พบว่าอนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างชัดเจน โดยปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำจะมีค่าสูงในช่วงเวลาที่น้ำท่ามากและค่อยๆ ลดต่ำลงในช่วงที่มีน้ำทะเลรุกเข้ามาในบริเวณสถานีที่ตรวจวัด ซึ่งส่วนใหญ่บริเวณฝวบน้ำจะมีค่าที่สูงกว่าบริเวณพื้นที่ท้องน้ำ โดยบริเวณฝวบน้ำและพื้นที่ท้องน้ำมีค่าสูงที่สุดในช่วงเวลา 17.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 370.88 $\mu\text{g P/L}$ บริเวณพื้นที่ท้องน้ำมีค่าสูงที่สุดในช่วงเวลา 22.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 361.95 $\mu\text{g P/L}$ ตามลำดับ และบริเวณฝวบน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 10.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 179.30 $\mu\text{g P/L}$ บริเวณพื้นที่ท้องน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 9.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 126.23 $\mu\text{g P/L}$ ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ $265.42 \pm 86.96 \mu\text{g P/L}$

ในช่วงเปลี่ยนฤดู (กรกฎาคม พ.ศ.2566) พบว่าอนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณน้ำท่าอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะในช่วงเวลา 9.30-14.30น. จะมีค่าอนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำที่ค่อนข้างสูง ซึ่งส่วนใหญ่บริเวณฝวบน้ำจะมีอนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำมากกว่าบริเวณพื้นที่ท้องน้ำ โดยบริเวณฝวบน้ำและพื้นที่ท้องน้ำมีค่าสูงที่สุดในช่วงเวลา 14.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 523.93 $\mu\text{g P/L}$ และ 447.96 $\mu\text{g P/L}$ และบริเวณฝวบน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 3.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 77.08 $\mu\text{g P/L}$ และบริเวณพื้นที่ท้องน้ำมีค่าต่ำที่สุดในช่วงเวลา 22.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 35.75 $\mu\text{g P/L}$ และมีค่าเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ $200.38 \pm 149.23 \mu\text{g P/L}$ เมื่อเปรียบเทียบกับทั้ง 3 ฤดูกาลพบว่าในช่วงฤดูน้ำน้อยมีความเข้มข้นของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำสูงที่สุด รองลงมาเป็นช่วงเปลี่ยนฤดูและฤดูน้ำมากตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 4-43

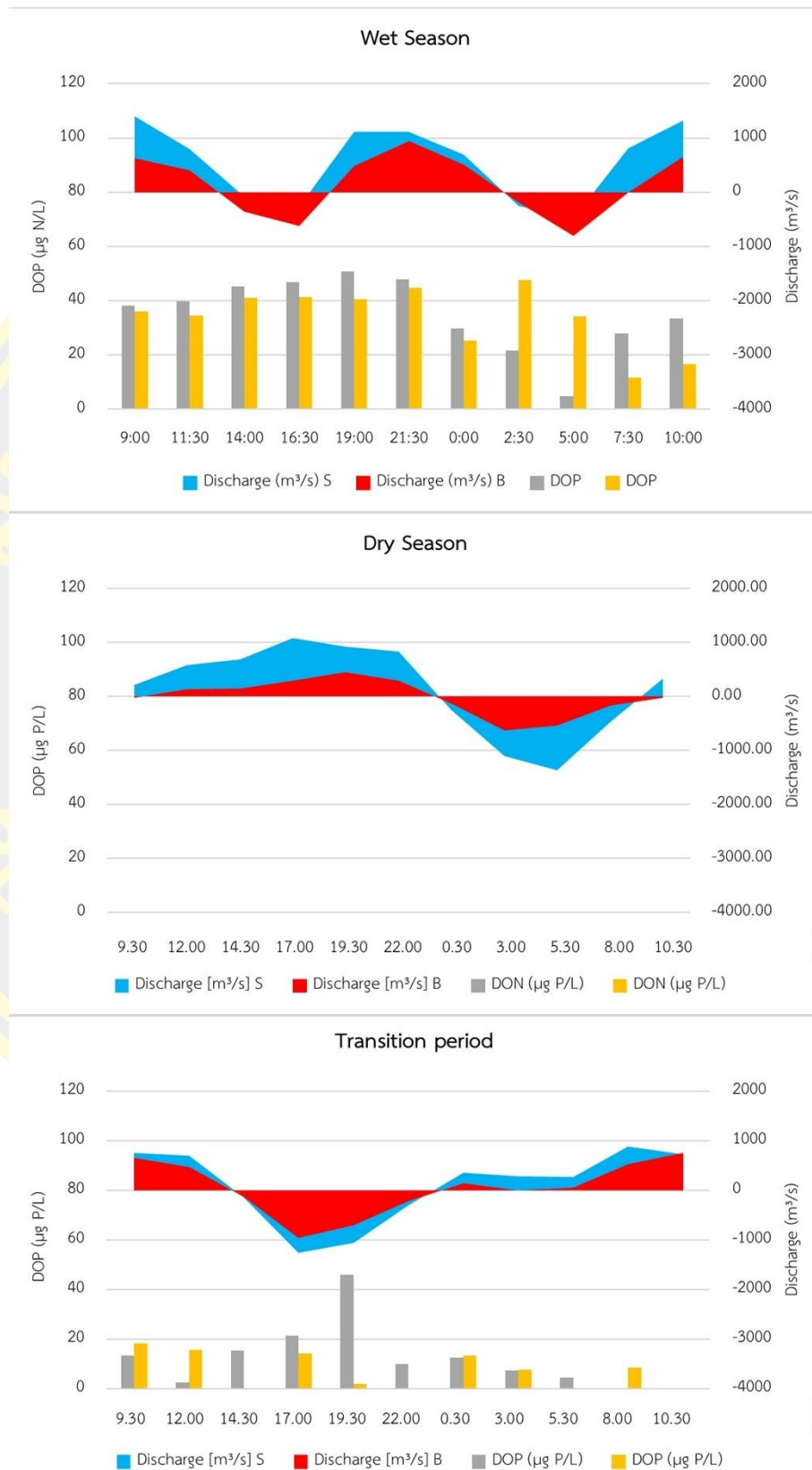


ภาพที่ 4-43 การเปลี่ยนแปลงตามเวลาฟลักซ์ของน้ำและความเข้มข้นอนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำในรอบวัน ที่ระดับผิวน้ำ (S) และบริเวณท้องน้ำ (B) บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน

ความเข้มข้นของอินทรีย์ฟอสฟอรัสในรอบวันพบว่าในฤดูน้ำมาก (ตุลาคม พ.ศ.2565) มีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณน้ำท่าไม่ชัดเจน โดยส่วนมากปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสที่บริเวณผิวน้ำมีค่ามากกว่าบริเวณพื้นท้องน้ำ ซึ่งอินทรีย์ฟอสฟอรัสบริเวณผิวน้ำมีค่าสูงสุดในเวลา 19.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 50.66 $\mu\text{g P/L}$ และพื้นท้องน้ำมีค่าสูงสุดในเวลา 2.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 47.53 $\mu\text{g P/L}$ บริเวณผิวน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 5.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 4.78 $\mu\text{g P/L}$ และบริเวณพื้นท้องน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 7.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 11.76 $\mu\text{g P/L}$ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ $34.52 \pm 12.03 \mu\text{g P/L}$

ในฤดูน้ำน้อย (กุมภาพันธ์ พ.ศ.2566) พบว่าอินทรีย์ฟอสฟอรัสมีค่าค่อนข้างต่ำและในบางช่วงเวลาก็ไม่พบความเข้มข้น และมีค่าเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ $0.78 \pm 2.01 \mu\text{g P/L}$

ในช่วงเปลี่ยนฤดู (กรกฎาคม พ.ศ.2566) พบว่าอินทรีย์ฟอสฟอรัสมีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณน้ำท่าไม่ชัดเจน บริเวณผิวน้ำมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 19.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 45.93 $\mu\text{g P/L}$ บริเวณพื้นท้องน้ำมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 9.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 18.15 $\mu\text{g P/L}$ และบริเวณผิวน้ำพื้นท้องน้ำในช่วงเวลา 10.30น. ไม่พบความเข้มข้นของอินทรีย์ฟอสฟอรัส ซึ่งมีค่าเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ $9.62 \pm 10.35 \mu\text{g P/L}$ เมื่อเปรียบเทียบกันทั้ง 3 ฤดูกาลพบว่าในช่วงฤดูน้ำมากมีความเข้มข้นอินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงที่สุด รองลงมาเป็นช่วงเปลี่ยนฤดูและฤดูน้ำน้อยตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 4-44

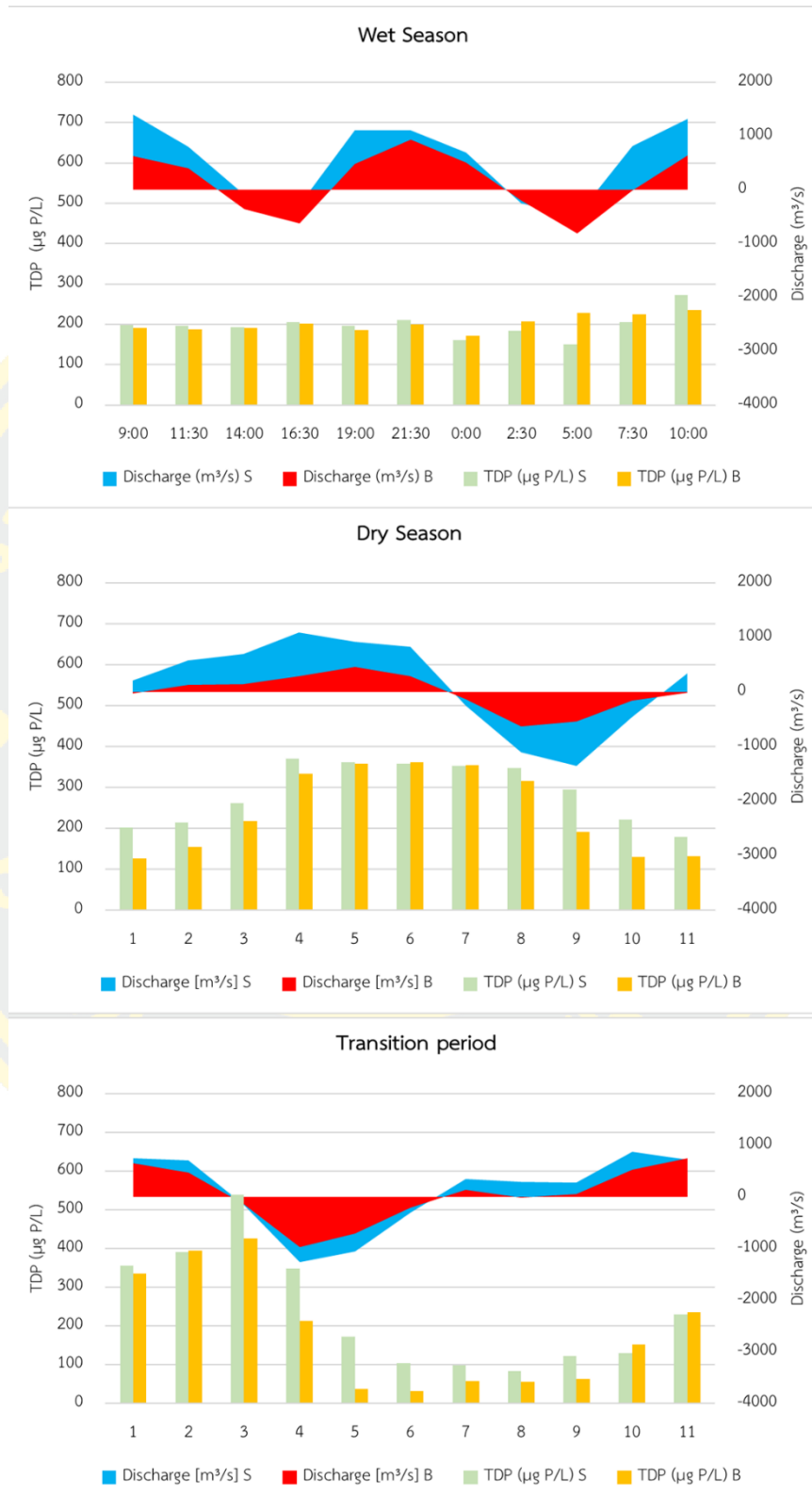


ภาพที่ 4-44 การเปลี่ยนแปลงตามเวลาฟลักซ์ของน้ำและความเข้มข้นอินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำในรอบวัน ที่ระดับฝิวน้ำ (S) และบริเวณท้องน้ำ (B) บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน

ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำในรอบวันพบว่าในฤดูน้ำมาก (ตุลาคม พ.ศ.2565) มีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณน้ำท่าไม่ค่อยชัดเจน โดยส่วนมากปริมาณฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำที่บริเวณผิวน้ำมีค่ามากกว่าบริเวณพื้นท้องน้ำ ซึ่งฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำบริเวณผิวน้ำและพื้นท้องน้ำมีค่าสูงสุดในเวลา 10.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 237.06 $\mu\text{g P/L}$ และ 235.62 $\mu\text{g P/L}$ และบริเวณผิวน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 5.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 149.62 $\mu\text{g P/L}$ และบริเวณพื้นท้องน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 0.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 171.27 $\mu\text{g P/L}$ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ $199.86 \pm 21.79 \mu\text{g P/L}$

ในฤดูน้ำน้อย (กุมภาพันธ์ พ.ศ.2566) พบว่าฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างชัดเจน โดยปริมาณฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำจะมีค่าสูงในช่วงเวลาที่น้ำท่ามากและค่อยๆลดต่ำลงในช่วงที่มีน้ำทะเลรุกเข้ามาในบริเวณสถานีที่ตรวจวัด ซึ่งส่วนใหญ่บริเวณผิวน้ำจะมีค่าที่สูงกว่าบริเวณพื้นท้องน้ำ โดยบริเวณผิวน้ำมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 19.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 358.93 $\mu\text{g P/L}$ บริเวณพื้นท้องน้ำมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 22.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 365.62 $\mu\text{g P/L}$ และบริเวณผิวน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 10.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 162.29 $\mu\text{g P/L}$ บริเวณพื้นท้องน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 9.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 108.50 $\mu\text{g P/L}$ ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ $260.50 \pm 90.62 \mu\text{g P/L}$

ในช่วงเปลี่ยนฤดู (กรกฎาคม พ.ศ.2566) พบว่าฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณน้ำท่าอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะในช่วงเวลา 9.30-17.00น. จะมีค่าฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำค่อนข้างสูง ซึ่งส่วนใหญ่บริเวณผิวน้ำจะมีฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำมากกว่าบริเวณพื้นท้องน้ำ โดยบริเวณผิวน้ำและพื้นท้องน้ำมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 14.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 539.17 $\mu\text{g P/L}$ และ 447.12 $\mu\text{g P/L}$ และบริเวณผิวน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 3.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 84.27 $\mu\text{g P/L}$ และบริเวณพื้นท้องน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 22.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 35.75 $\mu\text{g P/L}$ และมีค่าเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ $209.04 \pm 149.44 \mu\text{g P/L}$ เมื่อเปรียบเทียบกันทั้ง 3 ฤดูกาลพบว่าในช่วงฤดูน้ำน้อยมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำสูงที่สุด รองลงมาเป็นช่วงเปลี่ยนฤดูและฤดูน้ำมากตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 4-45

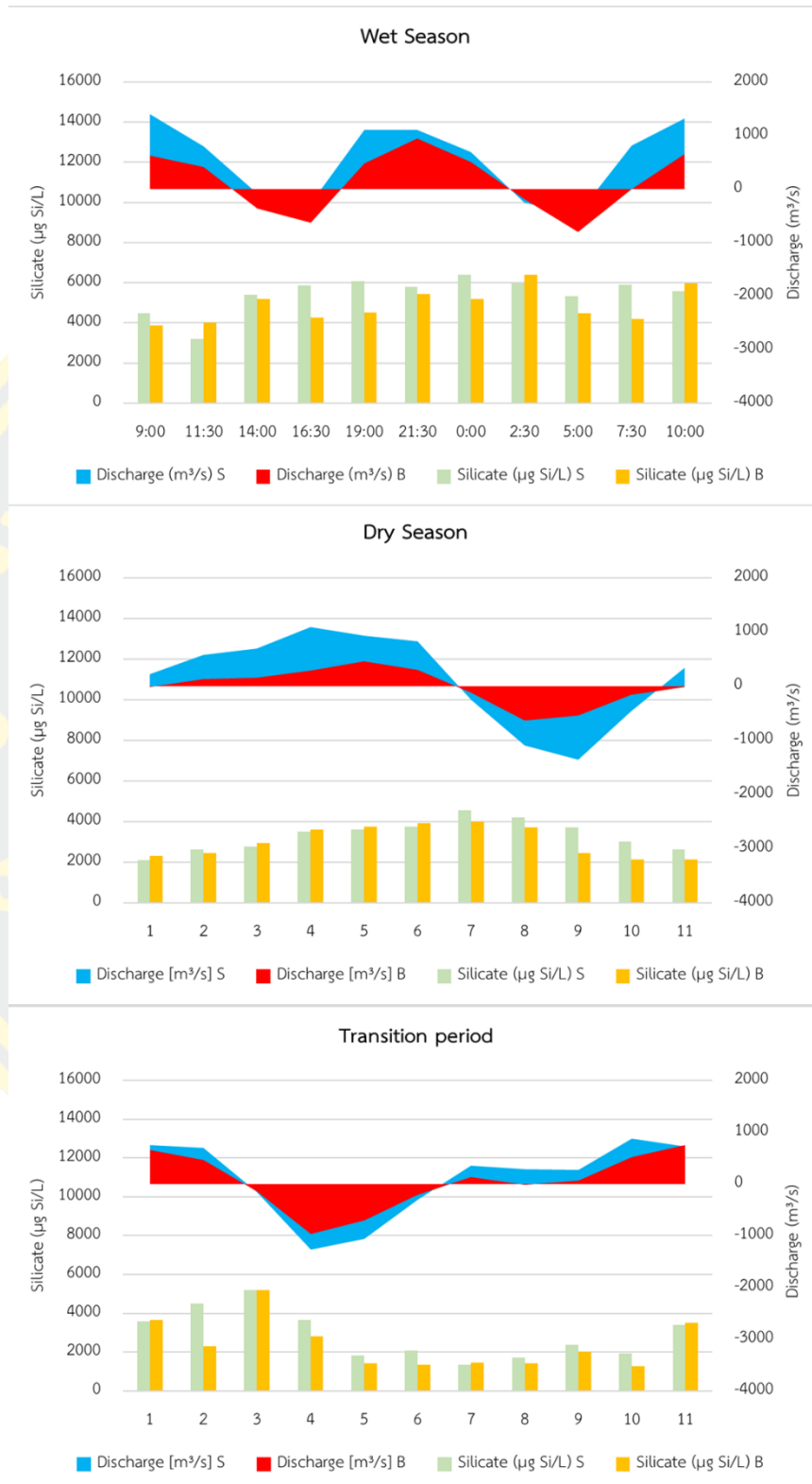


ภาพที่ 4-45 การเปลี่ยนแปลงตามเวลาฟลักซ์ของน้ำและความเข้มข้นฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำในรอบวัน ที่ระดับผิว น้ำ (S) และบริเวณท้องน้ำ (B) บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน

ความเข้มข้นของซิลิเกตในรอบวันพบว่าในฤดูน้ำมาก (ตุลาคม พ.ศ.2565) มีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณน้ำท่าไม่ค่อยชัดเจน โดยส่วนมากปริมาณซิลิเกตที่บริเวณผิวน้ำมีค่ามากกว่าบริเวณพื้นท้องน้ำ ซึ่งซิลิเกตบริเวณผิวน้ำมีค่าสูงสุดในเวลา 0.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 6,383.30 $\mu\text{g Si/L}$ บริเวณพื้นท้องน้ำมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 2.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 6,378.94 $\mu\text{g Si/L}$ และบริเวณผิวน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 11.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 3,177.69 $\mu\text{g Si/L}$ และบริเวณพื้นท้องน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 9.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 3,862.43 $\mu\text{g Si/L}$ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ $5,154.96 \pm 746.26 \mu\text{g Si/L}$

ในฤดูน้ำน้อย (กุมภาพันธ์ พ.ศ.2566) พบว่าซิลิเกตมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างชัดเจน โดยปริมาณซิลิเกตจะมีค่าสูงในช่วงเวลาที่น้ำท่ามากและค่อยๆลดต่ำลงในช่วงที่มีน้ำทะเลรุกเข้ามาในบริเวณสถานีที่ตรวจวัด โดยบริเวณผิวน้ำและพื้นท้องน้ำมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 0.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 4,542.39 $\mu\text{g Si/L}$ และ 3,972.30 $\mu\text{g Si/L}$ ตามลำดับ และบริเวณผิวน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 9.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 2,095.54 $\mu\text{g Si/L}$ บริเวณพื้นท้องน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 8.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 2,116.56 $\mu\text{g Si/L}$ ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ $3,167.39 \pm 713.86 \mu\text{g P/L}$

ในช่วงเปลี่ยนฤดู (กรกฎาคม พ.ศ.2566) พบว่าซิลิเกตมีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณน้ำท่าอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะในช่วงเวลา 9.30-17.00น. จะมีค่าซิลิเกตค่อนข้างสูง โดยบริเวณผิวน้ำและพื้นท้องน้ำมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 14.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 5,204.32 $\mu\text{g Si/L}$ และ 5,180.64 $\mu\text{g Si/L}$ และบริเวณผิวน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 0.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 1,356.37 $\mu\text{g Si/L}$ และบริเวณพื้นท้องน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 8.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 1,286.80 $\mu\text{g Si/L}$ และมีค่าเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ $2,640.93 \pm 1,220.71 \mu\text{g Si/L}$ เมื่อเปรียบเทียบกันทั้ง 3 ฤดูกาลพบว่าในช่วงฤดูน้ำมากมีความเข้มข้นของซิลิเกตสูงที่สุด รองลงมาเป็นฤดูน้ำน้อย และช่วงเปลี่ยนฤดูตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 4-46

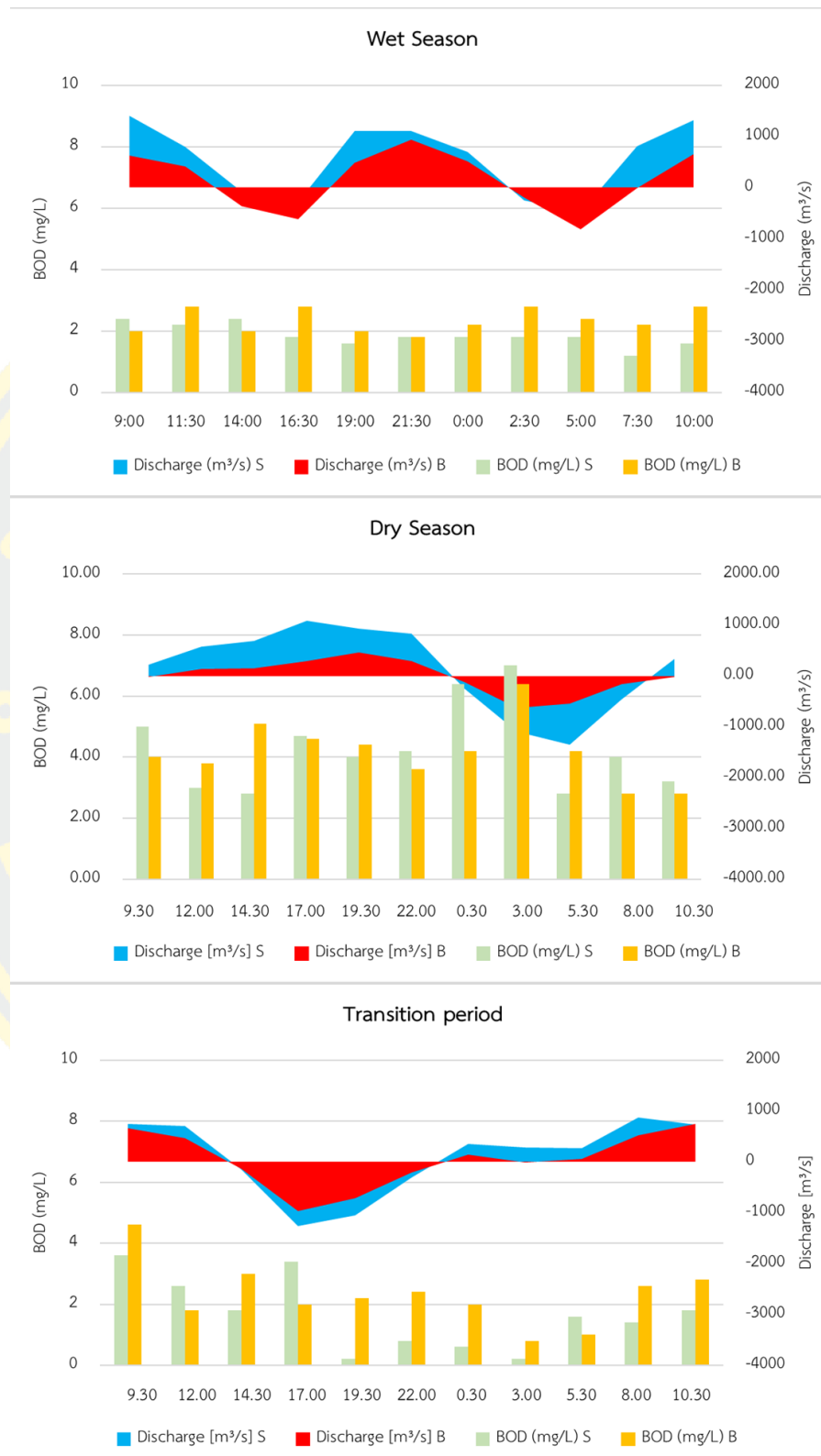


ภาพที่ 4-46 การเปลี่ยนแปลงตามเวลาฟลักซ์ของน้ำและความเข้มข้นซิลิเกตในรอบวัน ที่ระดับผิวน้ำ (S) และ บริเวณท้องน้ำ (B) บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน

ปริมาณความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรียที่ใช้การย่อยสลายสารอินทรีย์ในรอบวันพบว่า ในฤดูน้ำมาก (ตุลาคม พ.ศ.2565) มีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณน้ำท่าไม่ค่อยชัดเจน โดยส่วนมาก ปริมาณความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรียที่ใช้การย่อยสลายสารอินทรีย์ที่บริเวณผิวน้ำมีค่าต่ำกว่า บริเวณพื้นท้องน้ำ ซึ่งปริมาณความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรียที่ใช้การย่อยสลายสารอินทรีย์ บริเวณผิวน้ำมีค่าสูงสุดในเวลา 9.00น. และ14.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 2.40 mg/L บริเวณพื้นท้องน้ำ มีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 11.30น. 16.30น. 2.30น. และ10.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 2.80 mg/L และ บริเวณผิวน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 7.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 1.20 mg/L และบริเวณพื้นท้องน้ำมีค่า ต่ำสุดในช่วงเวลา 21.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 1.80 mg/L ซึ่งมีค่าเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ 2.10 ± 0.25 mg/L

ในฤดูน้ำน้อย (กุมภาพันธ์ พ.ศ.2566) พบว่าปริมาณความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรียที่ใช้การย่อยสลายสารอินทรีย์มีค่าค่อนข้างสูงในช่วงน้ำทะเลเริ่มรุกเข้ามาบริเวณสถานีที่ตรวจวัด โดย บริเวณผิวน้ำและพื้นท้องน้ำมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 3.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 7.00 และ6.40 mg/L ตามลำดับ และบริเวณผิวน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 14.30น. และ5.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 2.80 mg/L บริเวณพื้นท้องน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 8.00น. และ10.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 2.80 mg/L และมี ค่าเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ 4.23 ± 1.05 mg/L

ในช่วงเปลี่ยนฤดู (กรกฎาคม พ.ศ.2566) พบว่าปริมาณความต้องการออกซิเจนของ แบคทีเรียที่ใช้การย่อยสลายสารอินทรีย์ค่อนข้างมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงตามปริมาณน้ำท่า ซึ่งบริเวณ ผิวน้ำมักมีค่าน้อยกว่าบริเวณพื้นท้องน้ำเสมอ โดยบริเวณผิวน้ำและพื้นท้องน้ำมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 9.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 3.60 และ4.60 mg/L และบริเวณผิวน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 19.30น. และ 3.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 0.20 mg/L และบริเวณพื้นท้องน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 3.00น. โดยมีค่า เท่ากับ 0.80 mg/L และมีค่าเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ 2.94 ± 1.34 mg/L เมื่อเปรียบเทียบกันทั้ง 3 ฤดูกาลพบว่าในช่วงฤดูน้ำน้อยมีปริมาณความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรียที่ใช้การย่อยสลาย สารอินทรีย์สูงสุด รองลงมาเป็นช่วงเปลี่ยนฤดู และฤดูน้ำมากตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 4-47

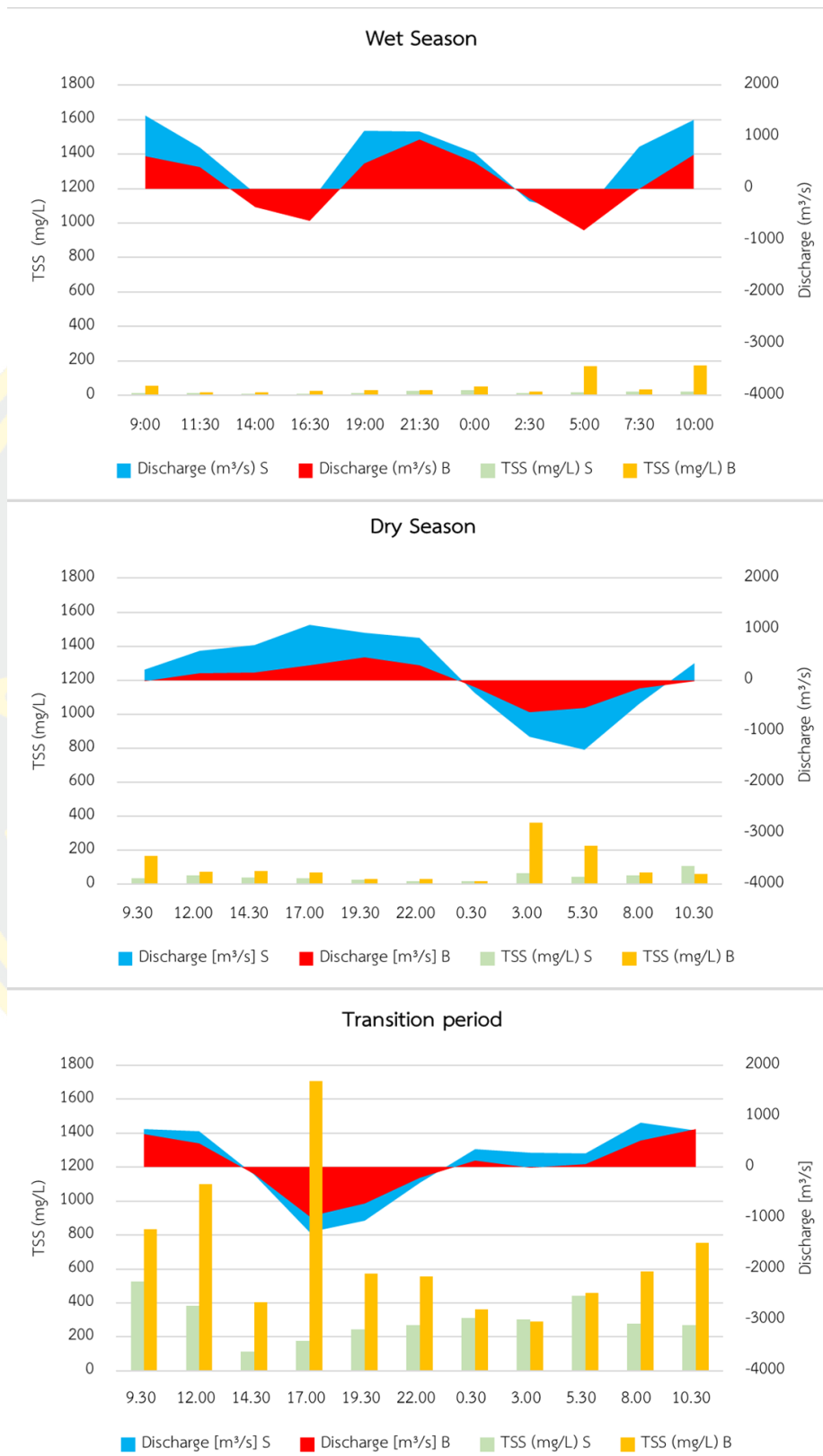


ภาพที่ 4-47 การเปลี่ยนแปลงตามเวลาพลักซ์ของน้ำและปริมาณความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรียที่ใช้การย่อยสลายสารอินทรีย์ในรอบวัน ที่ระดับฝิวน้ำ (S) และบริเวณท่อน้ำ (B) บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน

ปริมาณของแข็งแขวนลอยในรอบวันพบว่าในฤดูน้ำมาก (ตุลาคม พ.ศ.2565) มีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณน้ำท่าไม่ค่อย ซึ่งปริมาณของแข็งแขวนลอยบริเวณผิวน้ำมีค่าสูงสุดในเวลา 0.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 31.20 mg/L บริเวณพื้นที่ท้องน้ำมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 10.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 176.25 mg/L และบริเวณผิวน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 14.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 11.60 mg/L และบริเวณพื้นที่ท้องน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 11.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 16.80mg/L ซึ่งมีค่าเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ 38.64 ± 30.04 mg/L

ในฤดูน้ำน้อย (กุมภาพันธ์ พ.ศ.2566) พบว่าปริมาณของแข็งแขวนลอยมีค่าค่อนข้างสูงในช่วงน้ำทะเลเริ่มรุกเข้ามาบริเวณสถานีที่ตรวจวัดโดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ท้องน้ำ ซึ่งบริเวณผิวน้ำและพื้นที่ท้องน้ำมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 10.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 106.33 mg/L บริเวณพื้นที่ท้องน้ำมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 3.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 364.00 mg/L และบริเวณผิวน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 22.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 19.00 mg/L บริเวณพื้นที่ท้องน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 0.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 16.33 mg/L และมีค่าเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ 76.63 ± 57.72 mg/L

ในช่วงเปลี่ยนฤดู (กรกฎาคม พ.ศ.2566) พบว่าปริมาณของแข็งแขวนลอยมีค่าสูงขึ้นมาในช่วงเวลาน้ำทะเลขึ้นสูงสุด ซึ่งบริเวณผิวน้ำมีค่าน้อยกว่าบริเวณพื้นที่ท้องน้ำเสมอ โดยบริเวณผิวน้ำมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 9.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 526.78 mg/L บริเวณพื้นที่ท้องน้ำมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 17.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 1,709.00 mg/L และบริเวณผิวน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 14.30น. โดยมีค่าเท่ากับ 111.14 mg/L และบริเวณพื้นที่ท้องน้ำมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 3.00น. โดยมีค่าเท่ากับ 290.25 mg/L และมีค่าเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ 497.41 ± 209.27 mg/L เมื่อเปรียบเทียบกับทั้ง 3 ฤดูกาลพบว่าในช่วงเปลี่ยนฤดูมีปริมาณของแข็งแขวนลอยสูงที่สุด รองลงมาเป็นฤดูน้ำน้อย และฤดูน้ำมาก ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 4-48



ภาพที่ 4-48 การเปลี่ยนแปลงตามเวลาฟลักซ์ของน้ำและปริมาณของแข็งแขวนลอยในรอบวัน ที่ระดับฝิวน้ำ (S) และบริเวณท้องน้ำ (B) บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน

4.7 ฟลักซ์สุทธิของน้ำ สารอาหารละลายน้ำ และของแข็งแขวนลอย

การศึกษาฟลักซ์สุทธิของน้ำ สารอาหารละลายน้ำ และของแข็งแขวนลอยในปี พ.ศ. 2565-2566 ซึ่งครอบคลุม 3 ฤดูกาลได้แก่ ฤดูน้ำมาก (เดือนตุลาคม พ.ศ.2565) ฤดูน้ำน้อย (เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2566) และช่วงเปลี่ยนฤดู (เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2566)

จากการศึกษาในฤดูน้ำมากพบว่า ฟลักซ์สุทธิของน้ำมีค่าเท่ากับ $61.26 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ สารอาหารกลุ่มไนโตรเจน ได้แก่ แอมโมเนีย ไนโตรท ไนเตรท สารอนินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ สารอนินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ ไนโตรเจนรวมละลายน้ำ มีค่าเท่ากับ 38.42 ton N/day, 3.51 ton N/day, 14.37 ton N/day, 58.94 ton N/day, 148.35 ton N/day และ 207.29 ton N/day ตามลำดับ สารอาหารกลุ่มฟอสฟอรัส ได้แก่ อนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ อินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ ฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำ มีค่าเท่ากับ 10.43 ton P/day, 2.37 ton P/day และ 12.80 ton P/day ตามลำดับ และ ซิลิเกต ของแข็งแขวนลอย ปริมาณความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรียที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ มีค่าเท่ากับ 322.37 ton Si/day, 1,571.86 ton/day และ 518.41 ton/day ตามลำดับ โดยทุกพารามิเตอร์ที่กล่าวมาข้างต้นมีทิศทางไหลจากแม่น้ำออกสู่ทะเล

ในฤดูน้ำน้อยพบว่า ฟลักซ์สุทธิของน้ำมีค่าเท่ากับ $10.28 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ สารอาหารกลุ่มไนโตรเจน ได้แก่ แอมโมเนีย ไนโตรท ไนเตรท สารอนินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ ไนโตรเจนรวมละลายน้ำ มีค่าเท่ากับ 20.20 ton N/day, 0.16 ton N/day, 0.28 ton N/day, 20.32 ton N/day และ 20.32 ton N/day ตามลำดับ และไม่พบสารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ สารอาหารกลุ่มฟอสฟอรัส ได้แก่ อนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ อินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ ฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำ มีค่าเท่ากับ 4.04 ton P/day, 0.01 ton P/day และ 4.04 ton P/day ตามลำดับ และ ซิลิเกต ของแข็งแขวนลอย ปริมาณความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรียที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ มีค่าเท่ากับ 22.18 ton Si/day, 2,260.50 ton/day และ 151.54 ton/day ตามลำดับ โดยทุกพารามิเตอร์ที่กล่าวมาข้างต้น ยกเว้น ไนโตรท อินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ และของแข็งแขวนลอยมีทิศทางไหลจากทะเลเข้าสู่แม่น้ำ

ช่วงเปลี่ยนฤดูพบว่า ฟลักซ์สุทธิของน้ำมีค่าเท่ากับ $13.59 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ สารอาหารกลุ่มไนโตรเจน ได้แก่ แอมโมเนีย ไนโตรท ไนเตรท สารอนินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ สารอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ ไนโตรเจนรวมละลายน้ำ มีค่าเท่ากับ 36.70 ton N/day, 0.03 ton N/day, 0.57 ton N/day, 37.29 ton N/day, 7.76 ton N/day และ 45.05 ton N/day ตามลำดับ

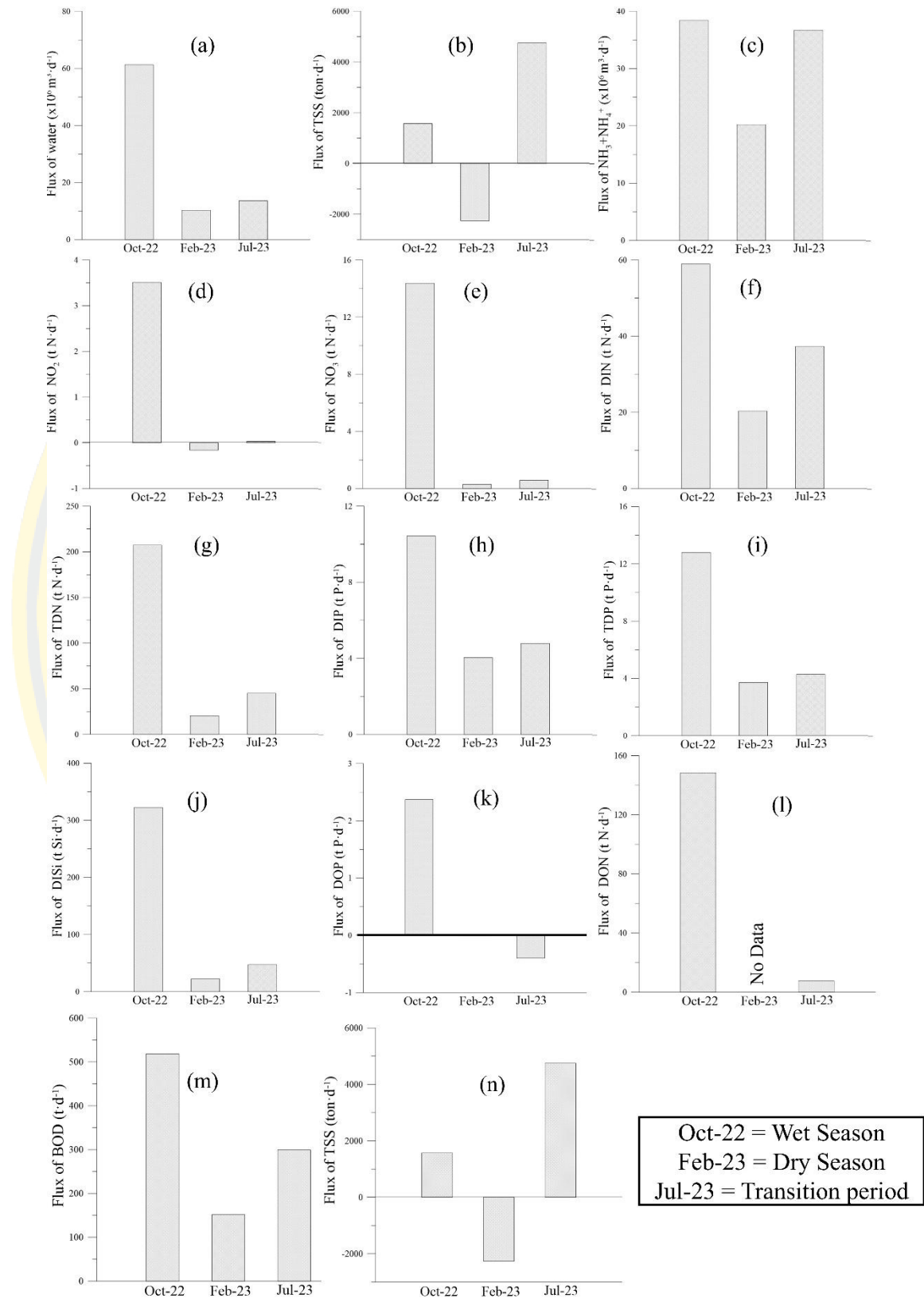
สารอาหารกลุ่มฟอสฟอรัส ได้แก่ อนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ อินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ ฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำ มีค่าเท่ากับ 4.78 ton P/day, -0.40 ton P/day และ 4.78 ton P/day ตามลำดับ และ ซิลิเกต ของแข็งแขวนลอย ปริมาณความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรียที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ มีค่าเท่ากับ 47.39 ton Si/day, 4,749.77 ton/day และ 299.31 ton/day ตามลำดับ โดยทุกพารามิเตอร์ที่กล่าวมาข้างต้น มีทิศทางไหลจากแม่น้ำออกสู่ทะเล ยกเว้น อินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำที่มีทิศทางไหลจากทะเลเข้าสู่แม่น้ำ

ตารางที่ 4-4 ฟลักซ์สุทธิของน้ำ สารอาหารละลายน้ำ ของแข็งแขวนลอย และความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรียที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน

Fluxes	Wet season	Dry season	Transition period
Water ($\times 10^6$ m ³ /day)	+61.26	+10.28	+13.59
Ammonia (ton N/day)	+38.42	+20.20	+36.70
Nitrite (ton N/day)	+3.51	-0.16	+0.03
Nitrate (ton N/day)	+14.37	+0.28	+0.57
DIN (ton N/day)	+58.94	+20.32	+37.29
DON (ton N/day)	+148.35	-	+7.76
TDN (ton N/day)	+207.29	+20.32	+45.05
Phosphate (ton P/day)	+10.43	+4.04	+4.78
DOP (ton P/day)	+2.37	-0.01	-0.40
TDP (ton P/day)	+12.80	+4.04	+4.78
Silicate (ton Si/day)	+322.37	+22.18	+47.39
TSS (ton/day)	+1,571.86	-2,260.50	+4,749.77
BOD (ton/day)	+518.41	+151.54	+299.21

หมายเหตุ : + แสดงถึงทิศทางการไหลของฟลักซ์จากแม่น้ำออกสู่ทะเล

- แสดงถึงทิศทางการไหลของฟลักซ์จากทะเลออกสู่แม่น้ำ



ภาพที่ 4-49 ฟลักซ์สุทธิของน้ำ สารอาหารละลายน้ำ ของแข็งแขวนลอย และBOD บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน

4.8 การประยุกต์ใช้แพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำเป็นดัชนีบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ในแม่น้ำท่าจีน

4.8.1 การใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ (AARL-PP Score: Applied Algal Research Laboratory, PP = Phytoplankton) ในแม่น้ำท่าจีน 3 ฤดูกาลพบว่า

ในฤดูน้ำมากพบแพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นหลักได้แก่ *Aulacoseira*, *Pseudanabaena*, *Oscillatoria*, *Cyclotella*, *Trachelomonas* ซึ่งมีคะแนนเท่ากับ 6,7,9,2 และ8 ตามลำดับ และมีคะแนน AARL-PP Score อยู่ในช่วง 5.0-7.3 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.8 บ่งบอกถึงสภาพความอุดมสมบูรณ์ของแม่น้ำอยู่ในช่วงปานกลาง-สูง (Meso-Eutrophic) และคุณภาพน้ำอยู่ในช่วงปานกลาง-ไม่ดี ดังแสดงในตารางที่ 4-5

ในฤดูน้ำน้อยพบแพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นหลักได้แก่ *Aulacoseira*, *Pseudanabaena*, *Oscillatoria*, *Cyclotella*, *Micractinium*, *Navicula*, *Tetraedron*, *Golenkinia* และ *Spirulina* ซึ่งมีคะแนนเท่ากับ ตามลำดับ และมีคะแนน AARL-PP Score อยู่ในช่วง 5.0-7.6 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.8 บ่งบอกถึงสภาพความอุดมสมบูรณ์ของแม่น้ำอยู่ในช่วงปานกลาง-สูง (Meso-Eutrophic) และคุณภาพน้ำอยู่ในช่วงปานกลาง-ไม่ดี ดังแสดงในตารางที่ 4-6

ในช่วงเปลี่ยนฤดูพบแพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นหลักได้แก่ *Aulacoseira*, *Pseudanabaena*, *Oscillatoria*, *Cyclotella*, ซึ่งมีคะแนนเท่ากับ ตามลำดับ และมีคะแนน AARL-PP Score อยู่ในช่วง 5.0-7.3 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.8 บ่งบอกถึงสภาพความอุดมสมบูรณ์ของแม่น้ำอยู่ในช่วงปานกลาง-สูง (Meso-Eutrophic) และคุณภาพน้ำอยู่ในช่วงปานกลาง-ไม่ดี ดังแสดงในตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-5 AARL-PP Score บริเวณแม่น้ำท่าจีน ในฤดูน้ำมาก

Station	Dominant Genus	AARL-PP Score	Trophic status	Water quality
1	<i>Aulacoseira, Pseudanabaena, Oscillatoria</i>	7.3	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute
2	<i>Aulacoseira, Pseudanabaena, Oscillatoria</i>	7.3	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute
3	<i>Aulacoseira, Pseudanabaena, Oscillatoria</i>	7.3	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute
4	<i>Aulacoseira, Pseudanabaena, Oscillatoria</i>	7.3	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute
5	<i>Aulacoseira, Pseudanabaena, Oscillatoria</i>	7.3	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute
6	<i>Aulacoseira, Pseudanabaena, Trachelomonas</i>	7.3	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute
7	<i>Aulacoseira, Pseudanabaena, Oscillatoria</i>	7.3	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute
8	<i>Aulacoseira, Pseudanabaena, Cyclotella</i>	5	Mesotrophic	Moderate
9	<i>Aulacoseira, Pseudanabaena, Oscillatoria</i>	7.3	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute
10	<i>Aulacoseira, Pseudanabaena, Cyclotella</i>	5	Mesotrophic	Moderate
		6.8	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute

ตารางที่ 4-6 AARL-PP Score บริเวณแม่น้ำท่าจีน ในฤดูน้ำน้อย

Station	Dominant Genus	AARL-PP Score	Trophic status	Water quality
1	<i>Aulacoseira, Pseudanabaena, Oscillatoria</i>	7.3	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute
2	<i>Spirulina, Scenedesmus, Tetraedron</i>	7.6	Eutrophic status	Pollute
3	<i>Spirulina, Navicula, Cyclotella</i>	5.3	Mesotrophic	Moderate
4	<i>Spirulina, Golenkinia, Cyclotella</i>	5.3	Mesotrophic	Moderate
5	<i>Aulacoseira, Pseudanabaena, Cyclotella</i>	5.0	Mesotrophic	Moderate
6	<i>Aulacoseira, Cyclotella, Micractinium</i>	5.3	Mesotrophic	Moderate
7	<i>Aulacoseira, Cyclotella, Micractinium</i>	5.3	Mesotrophic	Moderate
8	<i>Aulacoseira, Cyclotella, Micractinium</i>	5.3	Mesotrophic	Moderate
9	<i>Cyclotella, Pseudanabaena, Oscillatoria</i>	6	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute
10	<i>Cyclotella, Pseudanabaena, Oscillatoria</i>	6	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute
		5.8	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute

ตารางที่ 4-7 AARL-PP Score บริเวณแม่น้ำท่าจีน ในช่วงเปลี่ยนฤดู

Station	Dominant Genus	AARL-PP Score	Trophic status	Water quality
1	<i>Aulacoseira</i> , <i>Pseudanabaena</i> , <i>Oscillatoria</i>	7.3	Meso-Eutrophic	Moderate- Pollute
2	<i>Aulacoseira</i> , <i>Pseudanabaena</i> , <i>Oscillatoria</i>	7.3	Meso-Eutrophic	Moderate- Pollute
3	<i>Aulacoseira</i> , <i>Pseudanabaena</i> , <i>Oscillatoria</i>	7.3	Meso-Eutrophic	Moderate- Pollute
4	<i>Aulacoseira</i> , <i>Pseudanabaena</i> , <i>Cyclotella</i>	7.3	Meso-Eutrophic	Moderate- Pollute
5	<i>Aulacoseira</i> , <i>Pseudanabaena</i> , <i>Oscillatoria</i>	7.3	Meso-Eutrophic	Moderate- Pollute
6	<i>Aulacoseira</i> , <i>Cyclotella</i> , <i>Pseudanabaena</i>	5.0	Mesotrophic	Moderate
7	<i>Aulacoseira</i> , <i>Cyclotella</i> , <i>Pseudanabaena</i>	5.0	Mesotrophic	Moderate
8	<i>Aulacoseira</i> , <i>Cyclotella</i> , <i>Pseudanabaena</i>	5.0	Mesotrophic	Moderate
9	<i>Aulacoseira</i> , <i>Cyclotella</i> , <i>Oscillatoria</i>	5.6	Meso-Eutrophic	Moderate- Pollute
10	<i>Aulacoseira</i> , <i>Cyclotella</i> , <i>Oscillatoria</i>	5.6	Meso-Eutrophic	Moderate- Pollute
		6.2	Meso-Eutrophic	Moderate- Pollute

4.8.2 การใช้ปัจจัยทางกายภาพ และเคมี เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำ (AARL-PC Score:

Applied Algal Research Laboratory, PC = Physical and Chemical)

จากใช้ปัจจัยทางกายภาพ และเคมีเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำโดยใช้ AARL-PC Score พบว่าในฤดูน้ำมากมีคะแนนอยู่ในช่วง 3.9 – 4.5 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.2 (ตารางที่ 4-8) บ่งบอกถึงสภาพความอุดมสมบูรณ์ของแม่น้ำโดยเฉลี่ยตลอดลำน้ำอยู่ในช่วงปานกลาง-สูง (Meso-Eutrophic) และคุณภาพน้ำอยู่ในช่วงปานกลาง-ไม่ดี (Moderate-Pollute) เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ยูโทรฟิเคชันของแหล่งน้ำ (Smith et al. 1999) โดยใช้คลอโรฟิลล์-เอ พบว่าแม่น้ำท่าจีนมีความอุดมสมบูรณ์เฉลี่ยอยู่ในช่วงต่ำ (Oligotrophic) - ปานกลาง (Mesotrophic) มีความอุดมสมบูรณ์เฉลี่ยทั้งแม่น้ำอยู่ในช่วงต่ำ (Oligotrophic) และไม่มีแนวโน้มที่ชัดเจน โดยเมื่อพิจารณาสถานีบริเวณปลายน้ำโดยเน้นไปที่สถานี TC9 พบว่าในส่วนของ AARL-PC Score จะมีคะแนนสูงสุด โดยบ่งบอกถึงสภาพความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลาง-สูง (Meso-Eutrophic) และคุณภาพน้ำอยู่ในช่วงปานกลาง-ไม่ดี (Moderate-Pollute) แต่การใช้คลอโรฟิลล์-เอ ยังคงจัดให้แม่น้ำท่าจีนมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (Oligotrophic)

และพบว่าในฤดูน้ำน้อย AARL-PC Score มีคะแนนอยู่ในช่วง 3.9 – 4.8 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.5 (ตารางที่ 4-9) บ่งบอกถึงสภาพความอุดมสมบูรณ์เฉลี่ยของแม่น้ำอยู่ในช่วงปานกลาง-สูง (Meso-Eutrophic) และคุณภาพน้ำอยู่ในช่วงปานกลาง-ไม่ดี (Moderate-Pollute) เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ยูโทรฟิเคชันของแหล่งน้ำ (Smith et al. 1999) โดยใช้คลอโรฟิลล์-เอ พบว่าแม่น้ำท่าจีนมีระดับความอุดมสมบูรณ์อยู่ในช่วงต่ำ (Oligotrophic) - สูง (Eutrophic) มีความอุดมสมบูรณ์เฉลี่ยทั้งแม่น้ำอยู่ในช่วงปานกลาง (Mesotrophic) โดยบริเวณต้นน้ำจะมีความอุดมสมบูรณ์ที่ต่ำและค่อยๆ เพิ่มขึ้นเมื่อเข้าใกล้ปากแม่น้ำ โดยเมื่อพิจารณาสถานีบริเวณปลายน้ำ(สถานี TC9) พบว่าในส่วนของ AARL-PC Score จะมีคะแนนสูง โดยบ่งบอกถึงสภาพความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับสูง (Eutrophic) และคุณภาพน้ำไม่ดี (Pollute) และการใช้คลอโรฟิลล์-เอ ยังคงจัดให้แม่น้ำท่าจีนมีความอุดมสมบูรณ์สูง (Eutrophic) เช่นเดียวกัน

ในช่วงเปลี่ยนฤดูกาล AARL-PC Score มีคะแนนอยู่ในช่วง 4.0 – 4.8 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.5 (ตารางที่ 4-10) บ่งบอกถึงสภาพความอุดมสมบูรณ์เฉลี่ยของแม่น้ำอยู่ในช่วงปานกลาง-สูง (Meso-Eutrophic) และคุณภาพน้ำอยู่ในช่วงปานกลาง-ไม่ดี (Moderate-Pollute) เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ยูโทรฟิเคชันของแหล่งน้ำ (Smith et al. 1999) โดยใช้คลอโรฟิลล์-เอ พบว่าแม่น้ำท่าจีนมีระดับความอุดมสมบูรณ์อยู่ในช่วงต่ำ (Oligotrophic) - สูง (Eutrophic) มีความอุดมสมบูรณ์เฉลี่ยทั้ง

แม่น้ำอยู่ในช่วงปานกลาง (Mesotrophic) โดยบริเวณต้นน้ำจะมีความอุดมสมบูรณ์ที่ต่ำและค่อยๆ เพิ่มขึ้นเมื่อเข้าใกล้ปากแม่น้ำเช่นเดียวกับในฤดูน้ำน้อย โดยเมื่อพิจารณาสถานีบริเวณปลายน้ำ (สถานี TC9) พบว่าในส่วนของ AARL-PC Score จะมีคะแนนสูง โดยบ่งบอกถึงสภาพความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับสูง (Eutrophic) และคุณภาพน้ำไม่ดี (Pollute) และการใช้คลอโรฟิลล์-เอ ยังคงจัดให้แม่น้ำท่าจีนมีความอุดมสมบูรณ์สูง (Eutrophic) เช่นเดียวกัน

ตารางที่ 4-8 การประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้ปัจจัยทางกายภาพและเคมี บริเวณแม่น้ำท่าจีน ในฤดูน้ำมาก

Station	AARL-PC Score	Trophic status	Water quality	Chl-a ($\mu\text{g/L}$)	Trophic status (Smith et al. 1999)
1	3.9	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute	8.54	Oligotrophic
2	4.0	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute	10.68	Mesotrophic
3	4.0	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute	7.48	Oligotrophic
4	4.2	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute	6.41	Oligotrophic
5	4.2	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute	7.48	Oligotrophic
6	4.2	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute	7.48	Oligotrophic
7	4.4	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute	8.54	Oligotrophic
8	4.3	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute	5.34	Oligotrophic
9	4.5	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute	5.34	Oligotrophic
10	4.4	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute	11.75	Mesotrophic
	4.2	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute	7.90	Oligotrophic

ตารางที่ 4-9 การประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้ปัจจัยทางกายภาพและเคมี บริเวณแม่น้ำท่าจีน ในฤดูน้ำน้อย

Station	AARL-PC Score	Trophic status	Water quality	Chl-a ($\mu\text{g/L}$)	Trophic status (Smith et al. 1999)
1	4.4	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute	7.70	Oligotrophic
2	4.3	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute	4.72	Oligotrophic
3	3.9	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute	4.36	Oligotrophic
4	4.2	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute	4.01	Oligotrophic
5	4.7	Eutrophic	Pollute	5.43	Oligotrophic
6	4.7	Eutrophic	Pollute	8.72	Oligotrophic
7	4.7	Eutrophic	Pollute	23.41	Mesotrophic
8	4.7	Eutrophic	Pollute	21.09	Mesotrophic
9	4.6	Eutrophic	Pollute	46.90	Eutrophic
10	4.8	Eutrophic	Pollute	16.11	Mesotrophic
	4.5	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute	14.25	Mesotrophic

ตารางที่ 4-10 การประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้ปัจจัยทางกายภาพและเคมี บริเวณแม่น้ำท่าจีน ในช่วงเปลี่ยนฤดู

Station	AARL-PC Score	Trophic status	Water quality	Chl-a ($\mu\text{g/L}$)	Trophic status (Smith et al. 1999)
1	4.3	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute	10.79	Mesotrophic
2	4.3	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute	8.65	Oligotrophic
3	4.2	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute	7.58	Oligotrophic
4	4.0	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute	4.06	Oligotrophic
5	4.6	Eutrophic	Pollute	8.22	Oligotrophic
6	4.4	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute	9.40	Oligotrophic
7	4.7	Eutrophic	Pollute	15.38	Mesotrophic
8	4.7	Eutrophic	Pollute	22.03	Mesotrophic
9	4.8	Eutrophic	Pollute	45.18	Eutrophic
10	4.8	Eutrophic	Pollute	35.78	Eutrophic
	4.5	Meso-Eutrophic	Moderate-Pollute	16.71	Mesotrophic

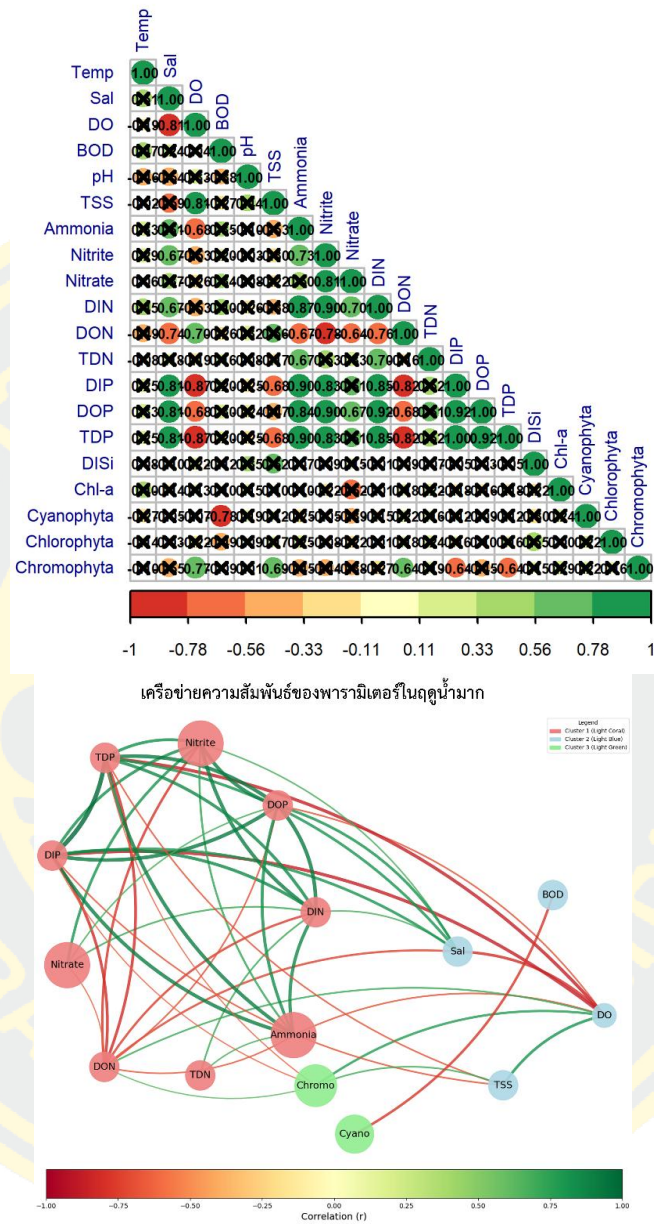
4.9 การทดสอบความสัมพันธ์ทางสถิติ

จากการทดสอบความสัมพันธ์ทางสถิติของคุณภาพน้ำ และแพลงก์ตอนพืชในแม่น้ำท่าจีน และพริกซ์สารอาหารของแข็งแขวนลอยบริเวณปากแม่น้ำท่าจีนโดยใช้สถิติสหสัมพันธ์ (Spearman's rank correlations) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยในกราฟเครือข่ายความสัมพันธ์จะแสดงถึงลักษณะความสัมพันธ์ที่นำมาจากภาพความสัมพันธ์ 3 เหลี่ยม โดยจะมีการจัดกลุ่มพารามิเตอร์ต่างๆ ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ สารอาหาร คุณภาพน้ำทั่วไป และกลุ่มของแพลงก์ตอนพืช ซึ่งความหนาของเส้นจะแสดงถึงความสัมพันธ์มากหรือน้อย เส้นหนาจะแสดงถึงความสัมพันธ์มาก เส้นบางจะแสดงถึงความสัมพันธ์น้อย ซึ่งสีจะแสดงถึงทิศทางของความสัมพันธ์ สีแดงมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้าม สีเขียวมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน ได้ผลดังต่อไปนี้

4.9.1 ความสัมพันธ์ทางสถิติบริเวณแม่น้ำท่าจีน

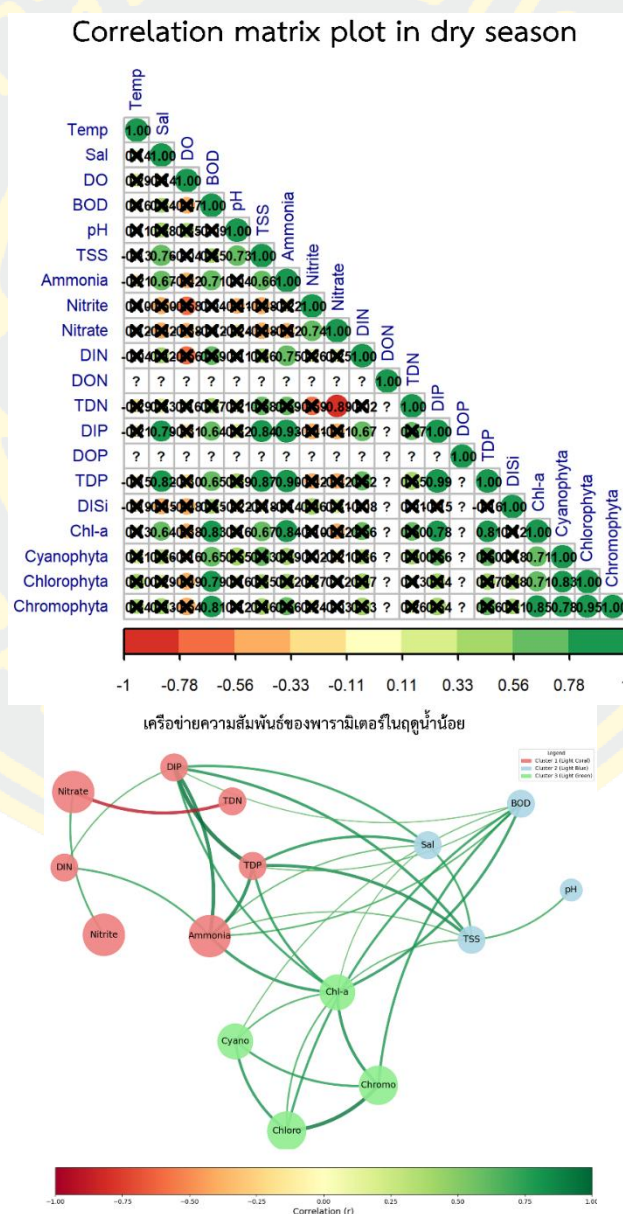
ฤดูน้ำมาก ความเค็มมีความสัมพันธ์กับสารอาหารส่วนใหญ่ได้แก่ ไนโตรเจน อินทรีย์ ฟอสฟอรัสละลายน้ำ (DIP) สารอาหารอินทรีย์ไนโตรเจนรวมละลายน้ำ (DIN) ฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำ (TDP) อินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ (DOP) อินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ (DIP) โดยมีทิศทางไปในทางเดียวกัน และมีความสัมพันธ์กับออกซิเจนละลายน้ำ (DO) อินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ (DON) ไปในทิศทางตรงกันข้าม ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับตะกอนแขวนลอย อินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ (DON) แพลงก์ตอนพืชในกลุ่มของ Chromophyta และมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับ แอมโมเนีย ฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำ (TDP) อินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ (DOP) อินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ (DIP) ซึ่งความต้องการออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไซยาโนแบคทีเรีย และในกลุ่มสารอาหารส่วนใหญ่ก็มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันยกเว้นอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ (DON) และพบว่าแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดอะตอมมีความสัมพันธ์กับออกซิเจนละลายน้ำ ของแข็งแขวนลอย อินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ (DON) ไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับอินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ (DIP) ฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำ (TDP) (ภาพที่ 4-50)

Correlation matrix plot in wet season



ภาพที่ 4-50 ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์และเครือข่ายความสัมพันธ์ในฤดูน้ำมาก บริเวณแม่น้ำท่าจีน

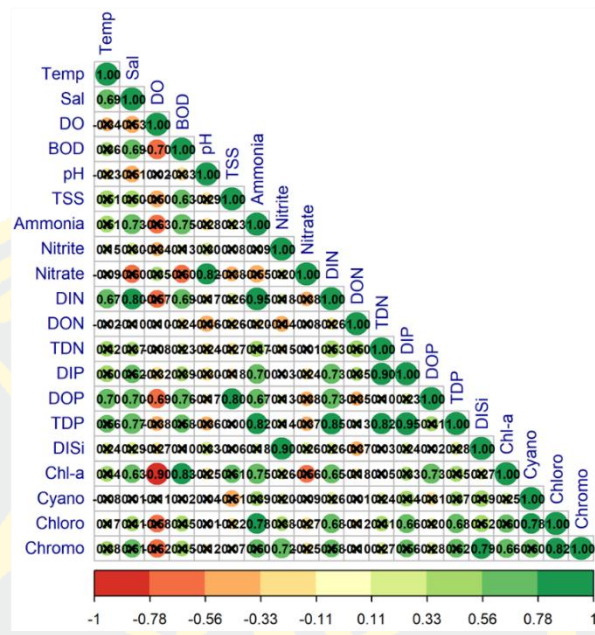
ในฤดูน้ำน้อย ความเค็มมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับของแข็งแขวนลอย แอมโมเนีย อนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ (DIP) ฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำ (TDP) ซึ่งความต้องการออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับ แอมโมเนีย อนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ (DIP) ฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำ (TDP) ซึ่งเมื่อสังเกตคลอโรฟิลล์-เอ จะพบว่ามีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับความเค็ม แพลงก์ตอนพืชทั้ง 3 กลุ่ม สารอาหารกลุ่มของ แอมโมเนีย อนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ (DIP) ฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำ (TDP) รวมทั้งของแข็งแขวนลอย (TSS) และความต้องการออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) (ภาพที่ 4-51)



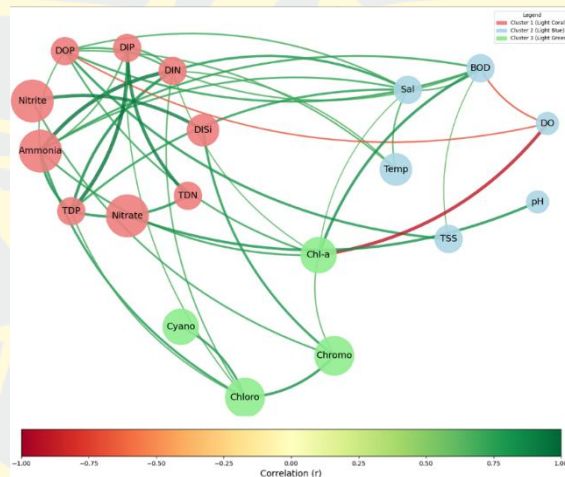
ภาพที่ 4-51 ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์และเครือข่ายความสัมพันธ์ในฤดูน้ำน้อย บริเวณแม่น้ำท่าจีน

และในช่วงเปลี่ยนฤดูกาล ความเค็มมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับ ความต้องการออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) แอมโมเนีย อนินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ (DIN) อินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ (DOP) ฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำ (TDP) ซึ่งปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) มีความสัมพันธ์ตรงกันข้ามกับ ความต้องการออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) อินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ (DOP) ในส่วนของความต้องการออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับ ของแข็งแขวนลอย (TSS) แอมโมเนีย อนินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ (DIN) อินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ (DOP) เมื่อพิจารณาคลอโรฟิลล์-เอ มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับความเค็ม ความต้องการออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) แอมโมเนีย อนินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ (DIN) อินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ (DOP) และแพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Chromophyta และมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงข้ามกับปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ค่อนข้างสูง ($r=0.90$) ซึ่งแพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Chromophyta มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับ ไนเตรต และซิลิเกต (ภาพที่ 4-52)

Correlation matrix plot in transition period



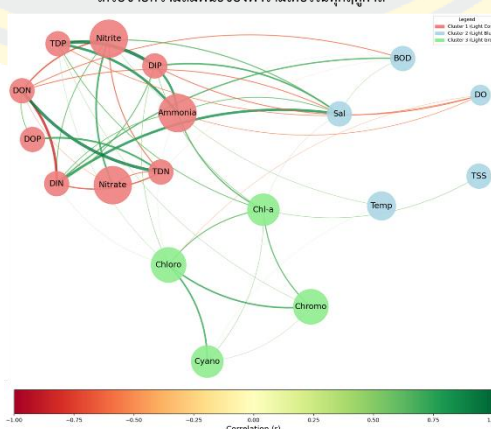
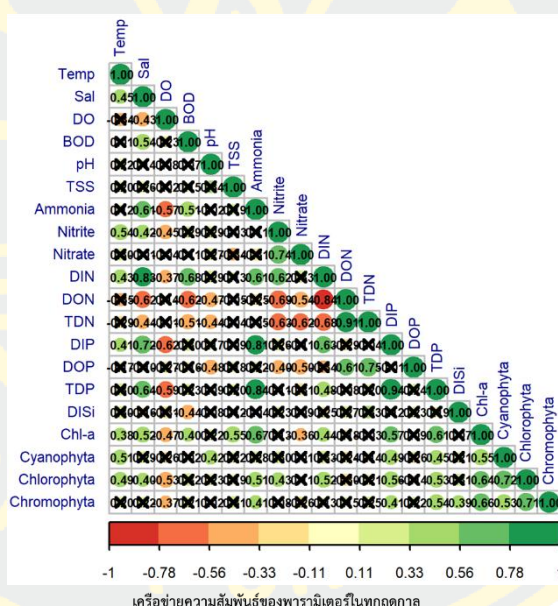
เครือข่ายความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ในช่วงเปลี่ยนฤดู



ภาพที่ 4-52 ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์และเครือข่ายความสัมพันธ์ในช่วงเปลี่ยนฤดู บริเวณแม่น้ำท่าจีน

โดยเมื่อดูในภาพรวมทุกฤดูกาลความเค็มมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับ ความต้องการออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) แอมโมเนีย อนินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ (DIN) อนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ (DIP) ฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำ (TDP) ซึ่งปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับ แอมโมเนีย อนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ (DIP) ฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำ (TDP) ในส่วนของความต้องการออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับ แอมโมเนีย อนินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ (DIN) อินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ (DOP) ซึ่งเมื่อพิจารณาคลอโรฟิลล์-เอ พบว่ามีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับ ความเค็ม แอมโมเนีย ของแข็งแขวนลอย อนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ (DIP) ฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำ (TDP) และแพลงก์ตอนพืชทั้ง 3 กลุ่ม (ภาพที่ 4-53)

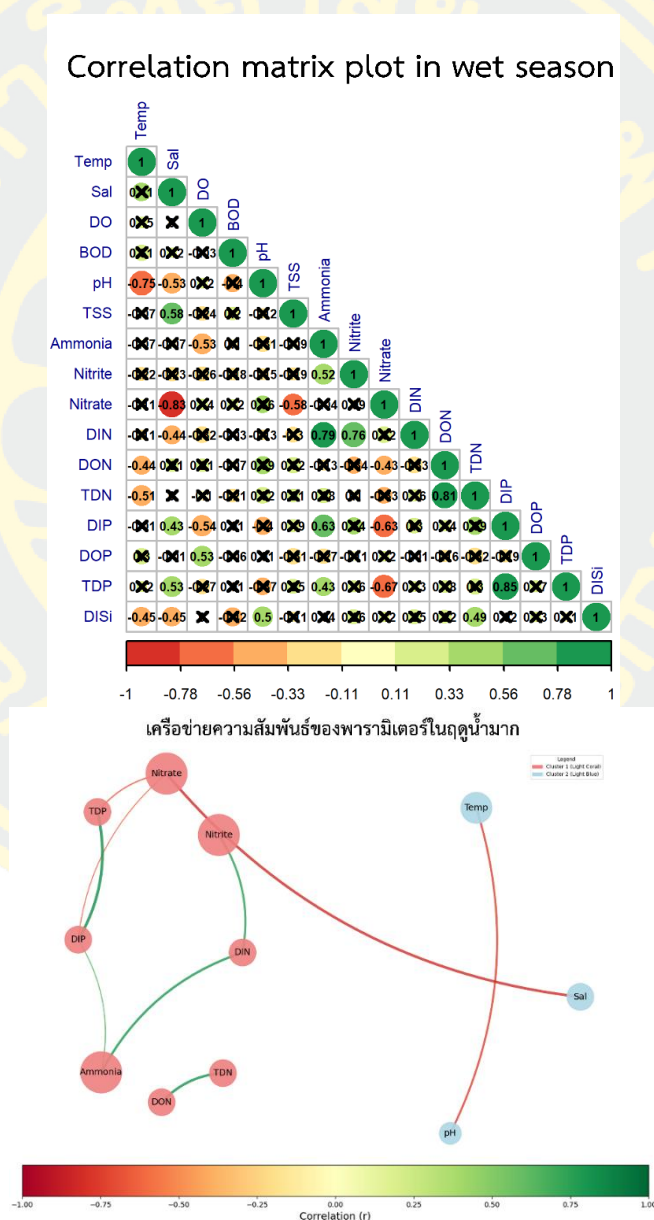
Correlation matrix plot in all seasons



ภาพที่ 4-53 ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์และเครือข่ายความสัมพันธ์ทุกฤดูกาล บริเวณแม่น้ำท่าจีน (กราฟเครือข่ายให้แสดงใช้ $r > 0.5$)

4.9.2 ความสัมพันธ์ทางสถิติบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน

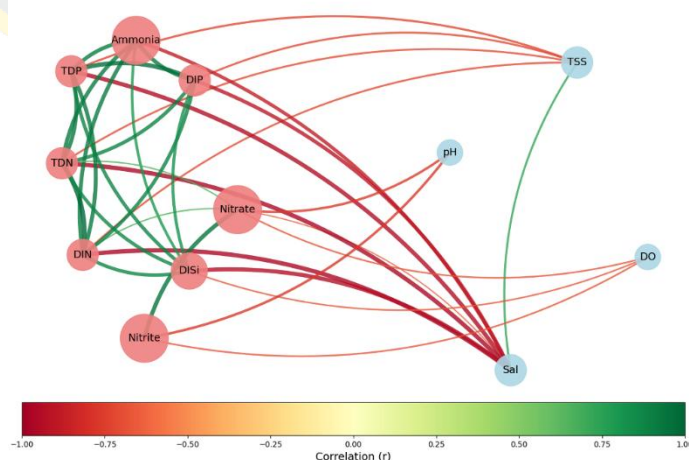
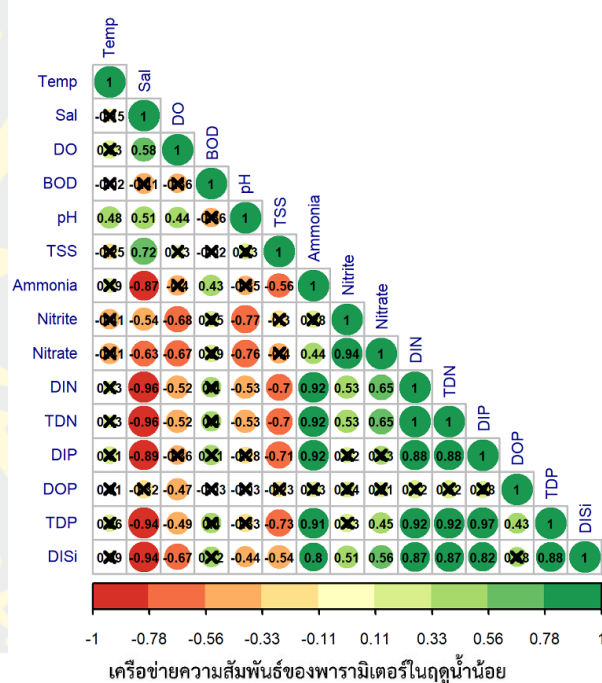
ในฤดูน้ำมากพบว่าบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน ความเค็มมีความสัมพันธ์กับไนเตรทไปในทิศทางตรงข้ามกันอย่างมาก ($r=0.83$) แอมโมเนียมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับ อนินทรีย์ไนโตรเจนรวมละลายน้ำ (DIN) และอนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ (DIP) ในส่วนของฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำ (TDP) มีความสัมพันธ์กับอนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ (DIP) ค่อนข้างสูง ($r=0.85$) ไปในทิศทางเดียวกัน และมีความสัมพันธ์กับไนเตรทไปในทิศทางตรงกันข้ามกับไนเตรท (ภาพที่ 4-54)



ภาพที่ 4-54 ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์และเครือข่ายความสัมพันธ์ในฤดูน้ำมาก บริเวณปากแม่น้ำท่าจีนในรอบวัน

ในฤดูน้ำน้อยความเค็มมีความสัมพันธ์กับของแข็งแขวนลอยไปในทิศทางเดียวกันและมีทิศทางตรงกันข้ามกับสารอาหารทุกตัวโดยจะมีความสัมพันธ์กันค่อนข้างสูงมาก ($r > 0.63$) ออกซิเจนละลายน้ำมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับไนโตรเจน ไนเตรท และซิลิเกต ซึ่งของแข็งแขวนลอยจะมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับสารอาหาร อาทิเช่น อนินทรีย์ไนโตรเจนรวมละลายน้ำ (DIN) ไนโตรเจนรวมละลายน้ำ (TDN) อนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ (DIP) และฟอสฟอรัสละลายน้ำทั้งหมด (TDP) c และเมื่อสังเกตจะเห็นได้ว่าในกลุ่มสารอาหารมักจะมีสัมพันธ์กันเองไปในทิศทางเดียวกันค่อนข้างสูง ($r > 0.65$) (ภาพที่ 4-55)

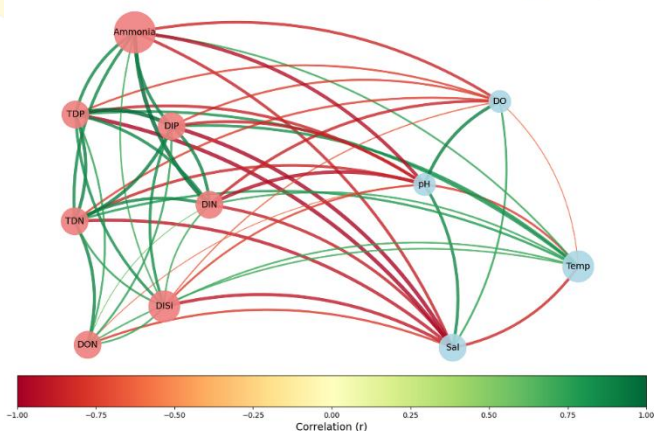
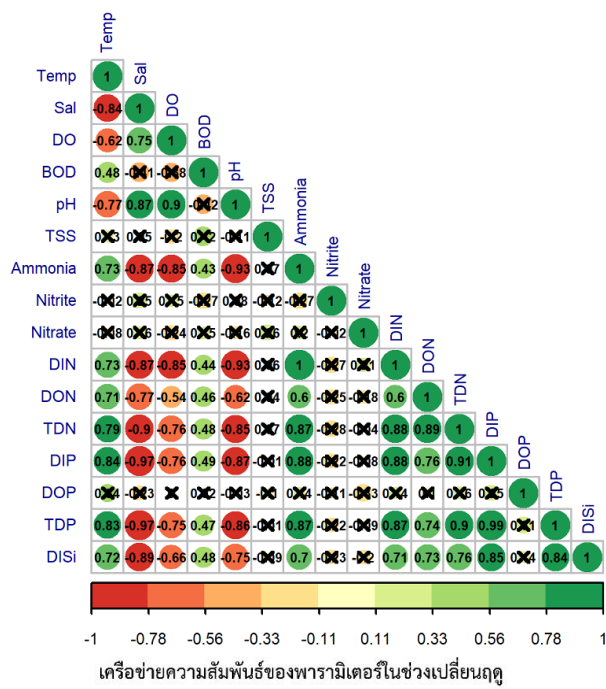
Correlation matrix plot in dry season



ภาพที่ 4-55 ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์และเครือข่ายความสัมพันธ์ในฤดูน้ำน้อย บริเวณปากแม่น้ำท่าจีนในรอบวัน

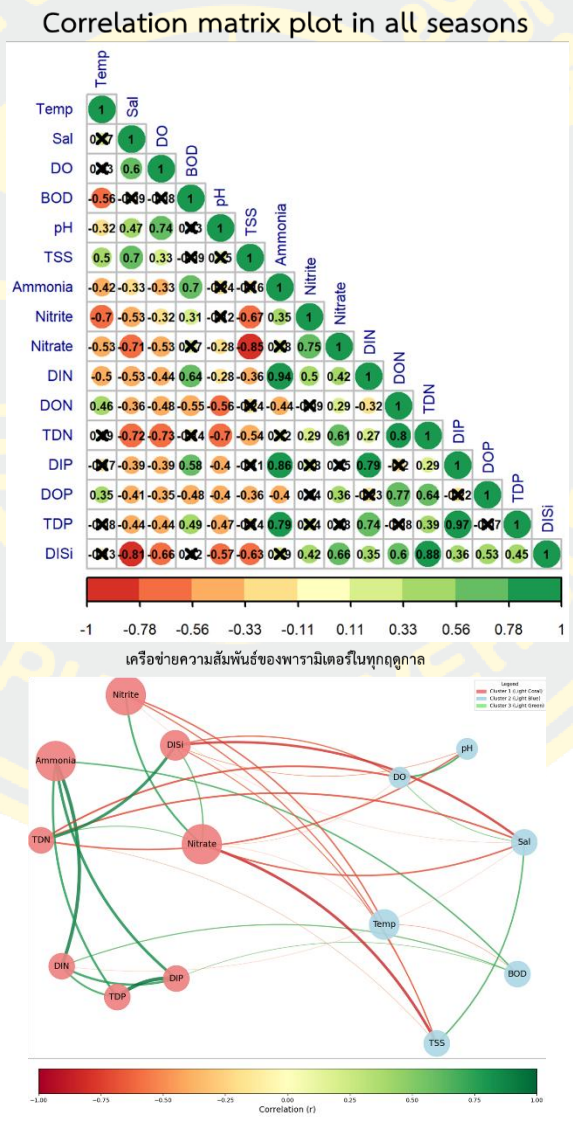
ในช่วงเปลี่ยนฤดูกาล ความเค็มมีความสัมพันธ์กับออกซิเจนละลายน้ำ ความเป็นกรด-เบส ไปในทิศทางเดียวกัน และมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับ แอมโมเนีย อินทรีไนโตรเจนละลายน้ำ (DIN) อินทรีไนโตรเจนละลายน้ำ ไนโตรเจนรวมละลายน้ำ อินทรีฟอสฟอรัสละลายน้ำ ฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำ และ ซิลิเกต โดยมีความสัมพันธ์ค่อนข้างสูง ($r < 0.77$) ในส่วนของออกซิเจนละลายน้ำจะมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางกับความเป็นกรด-เบส และมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับสารอาหารส่วนใหญ่โดยมีความสัมพันธ์ค่อนข้างสูงเช่นเดียวกัน และในกลุ่มของสารอาหาร มักจะมีความสัมพันธ์กันเองเป็นส่วนใหญ่เช่นเดียวกับในฤดูน้ำน้อย (ภาพที่ 4-56)

Correlation matrix plot in transition period



ภาพที่ 4-56 ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์และเครือข่ายความสัมพันธ์ในช่วงเปลี่ยนฤดู บริเวณปากแม่น้ำท่าจีนในรอบวัน

โดยในทุกฤดูกาลพบว่าความเค็มมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับของแข็งแขวนลอย มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับ ไนเตรท ไนโตรเจนรวมละลายน้ำ และซิลิเกต ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับ ไนโตรเจนรวมละลายน้ำ และซิลิเกต ความต้องการออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับ แอมโมเนีย อนินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ (DIN) อนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ (DIP) และในกลุ่มของสารอาหารจะมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันโดยเฉพาะ แอมโมเนียกับ อนินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ (DIN) ที่มีค่าความสัมพันธ์ค่อนข้างสูง ($r=0.94$) (ภาพที่ 4-57)



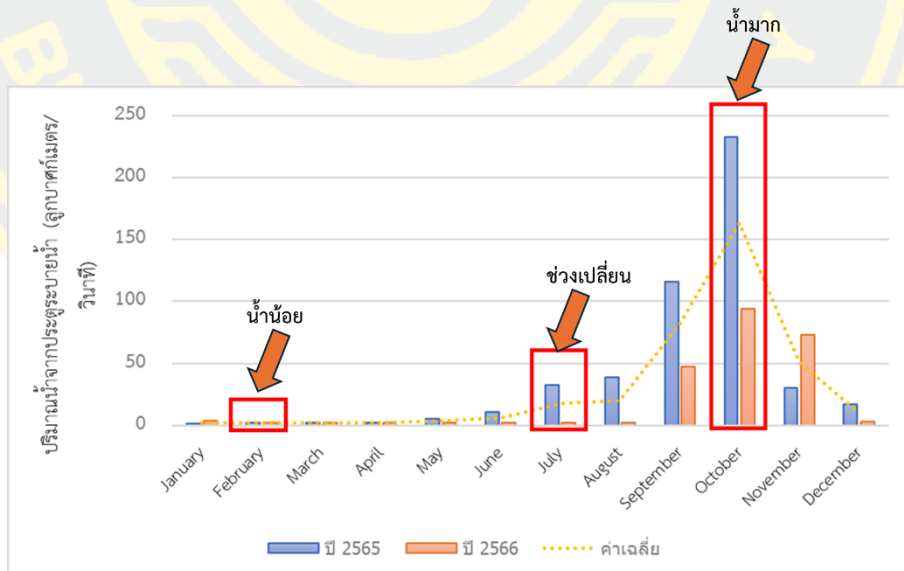
ภาพที่ 4-57 ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์และเครือข่ายความสัมพันธ์ในทุกฤดูกาล บริเวณปากแม่น้ำท่าจีนในรอบวัน

บทที่ 5 อภิปรายและสรุปผล

5.1 อภิปรายผล

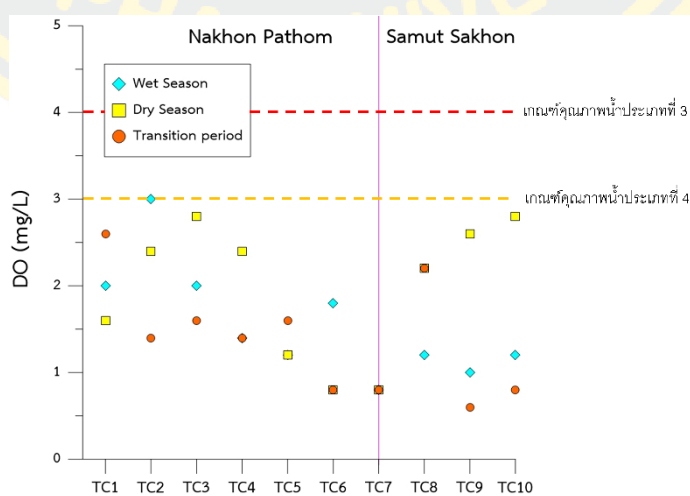
5.1.1 คุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีน

แม่น้ำท่าจีนสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ช่วงได้แก่ ตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง (กรมควบคุมมลพิษ, 2565B) โดยในการศึกษาครั้งนี้จะครอบคลุมอยู่ในบางส่วนของแม่น้ำตอนกลางและตอนล่างทั้งหมด โดยจากการศึกษาพบว่าความเป็นกรด-เบส อุณหภูมิ มีความแตกต่างกันระหว่างฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าในฤดูน้ำมากมักมีค่าความเป็นกรด-เบส และอุณหภูมิต่ำกว่าฤดูอื่นๆ ซึ่งเป็นช่วงที่ได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ทำให้มีฝนและน้ำท่าในปริมาณที่มากกว่าฤดูอื่นๆ สอดคล้องกับความเค็มที่ในฤดูน้ำมากจะมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดในช่วงเวลานี้ ค่าความเค็มเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในช่วงฤดูน้ำน้อย ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ สังเกตได้จากมีการรุกของน้ำเค็มเข้ามาภายในแม่น้ำท่าจีนถึงบริเวณสถานี TC9 และคล้ายคลึงกับในช่วงเปลี่ยนฤดูกาลที่ยังมีฝนตกไม่มากและเกิดการรุกล้าของน้ำเค็มเข้ามาถึงสถานี TC9 เช่นเดียวกันการเปลี่ยนแปลงความเค็มนี้ยังสอดคล้องกับปริมาณน้ำท่าที่มีการปล่อยจากประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์ จังหวัดสมุทรสาคร, 2566) (ภาพที่ 5-1)



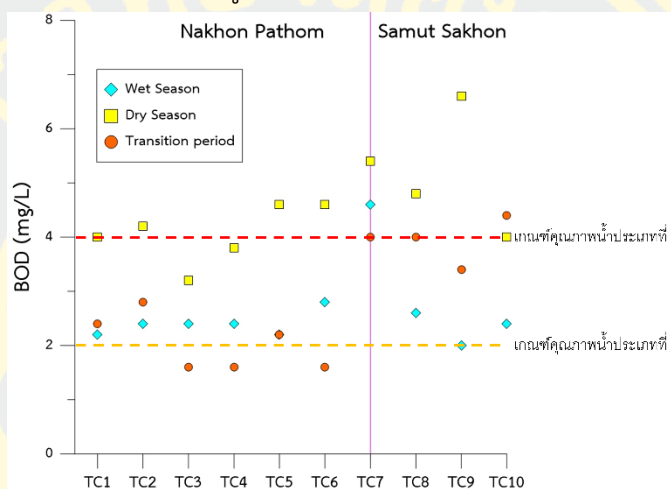
ภาพที่ 5-1 ปริมาณน้ำท่าจากประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา

ในส่วนองปริมาณออกซิเจนละลายน้ำพบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างฤดูกาลและในทุกฤดูกาลมีค่าไม่เกิน 3 mg/L โดยบริเวณจังหวัดนครปฐมมีแนวโน้มของออกซิเจนละลายน้ำสูงกว่าในจังหวัดสมุทรสาคร อาจมีความสัมพันธ์กับลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินต่างกันโดยในจังหวัดนครปฐม มีกิจกรรมของการทำเกษตร (67.02%) ที่มากกว่าจังหวัดสมุทรสาคร (55.81%) และในจังหวัดสมุทรสาครจะมีพื้นที่ชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม (27.19%) ที่มากกว่าจังหวัดนครปฐม (21.95%) ประกอบกับบริเวณปลายน้ำจะมีการสะสมสารอาหารจากต้นน้ำโดยเฉพาะกลุ่มสารอินทรีย์ทำให้เกิดการย่อยสลายโดยใช้ออกซิเจนในน้ำ ปริมาณออกซิเจนบริเวณปลายน้ำจึงมีค่าที่ต่ำกว่าต้นน้ำ (จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2564) สอดคล้องกับปริมาณความต้องการออกซิเจนละลายน้ำของแบคทีเรียในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) บริเวณปลายน้ำที่มีแนวโน้มที่สูงขึ้น โดยจะพบว่าในฤดูน้ำน้อยจะมีค่าเฉลี่ยของ BOD สูงที่สุด และต่ำสุดในฤดูน้ำมากอาจเกิดจากปริมาณน้ำท่าที่มีความแตกต่างกัน ทำให้ระยะเวลาพำนักของน้ำในแม่น้ำต่างกันโดยในฤดูน้ำน้อยจะมีระยะเวลาพำนักน้ำที่นานกว่าจึงมีค่า BOD ที่สูงกว่าในฤดูน้ำมาก (ภาพที่ 5-7) ซึ่งสถานี TC1-TC4 บริเวณตอนกลางของแม่น้ำท่าจีน ถูกจัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 และสถานี TC5-TC10 บริเวณตอนล่างของแม่น้ำท่าจีนถูกจัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 ตามประกาศของกรมควบคุมมลพิษ (กรมควบคุมมลพิษ, 2565B) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และ BOD กับมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3 และ 4 พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์คุณภาพน้ำ (DO > 4 mg/L, DO > 2 mg/L) ทุกฤดูกาล และในบางฤดูกาลมีค่าสูงกว่าเกณฑ์คุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 4 (DO > 2 mg/L) (กรมควบคุมมลพิษ, 2565B) เล็กน้อยในบางสถานี (TC8 ในช่วงฤดูน้ำน้อยและช่วงเปลี่ยนฤดู TC9 และ TC10 ในฤดูน้ำน้อย)



ภาพที่ 5-2 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในแม่น้ำท่าจีนเปรียบเทียบกับเกณฑ์คุณภาพน้ำผิวดิน

ในส่วนของ BOD ส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ($BOD < 2$ mg/L) และเกินประเภทที่ 4 ($BOD < 4$ mg/L) ในฤดูน้ำน้อย เมื่อพิจารณาแยกรายสถานีพบว่าค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ยกเว้น TC3 และ TC4 ในช่วงเปลี่ยนฤดู ในส่วนสถานี TC5-TC10 ส่วนใหญ่ยังมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพผิวดินประเภทที่ 4 ยกเว้นในฤดูน้ำน้อยที่จะมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ทั้งหมด อาจเกี่ยวข้องกับน้ำท่าที่มีปริมาณน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับฤดูอื่นๆ แต่การปลดปล่อยของเสียยังมีปริมาณเท่าเดิม ปริมาณน้ำที่จะช่วยเจือจางของเสียจึงมีน้อย ความเข้มข้นของเสียจึงสูงขึ้นการย่อยสลายจึงเกิดขึ้นสูงตามไปด้วย



ภาพที่ 5-3 ปริมาณความต้องการออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ ในแม่น้ำท่าจีนเปรียบเทียบกับเกณฑ์คุณภาพน้ำผิวดิน

ของแข็งแขวนลอยไม่มีความแตกต่างระหว่างฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่าทุกฤดูกาลเมื่อเข้าใกล้บริเวณปากแม่น้ำจะมีค่าของของแข็งแขวนลอยที่เพิ่มมากขึ้นซึ่งอาจเกิดจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงทำให้มีการฟุ้งกระจายของตะกอนที่ปากแม่น้ำกลับสู่มวลน้ำ และการสะสมจากต้นน้ำสู่ปลายน้ำซึ่งมีความคล้ายคลึงกับคลอโรฟิลล์-เอ ที่ไม่พบความแตกต่างระหว่างฤดูกาลและมีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้นเมื่อเข้าใกล้ปากแม่น้ำ และจะสังเกตได้ว่าในฤดูน้ำน้อยและช่วงเปลี่ยนฤดูจะมีค่าที่สูงกว่าฤดูน้ำมาก ซึ่งทำให้ความเข้มข้นของสารอาหารสูงและน้ำในแม่น้ำจะมีระยะเวลาพำนักน้ำที่มากกว่าฤดูน้ำมาก (ภาพที่ 5-7) ตามเหตุผลที่ได้เคยกล่าวมาแล้วก่อนหน้านี้

เมื่อเปรียบเทียบแม่น้ำบางปะกง (ศุภชัย ยืนยง และคณะ, 2562) และแม่น้ำตราด (เบญจมาศ มีทรัพย์, 2564) พบว่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ยทั้งแม่น้ำท่าจีนมีค่าต่ำกว่าแม่น้ำตราดและแม่น้ำบางปะกงทั้งฤดูน้ำมากและฤดูน้ำน้อย เมื่อเปรียบเทียบปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ พบว่าแม่น้ำท่าจีนมีปริมาณคลอโรฟิลล์-เอมากกว่าแม่น้ำบางปะกงและแม่น้ำตราดทั้ง 2 ฤดูกาลเช่นเดียวกัน โดยพบว่าฤดูน้ำมากจะมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำและคลอโรฟิลล์-เอ น้อยกว่าฤดูน้ำน้อยในแม่น้ำท่าจีนละแม่น้ำบางปะกงยกเว้นแม่น้ำตราด เมื่อเปรียบเทียบการศึกษาคั้งนี้กับการศึกษาแม่น้ำท่าจีนในปี พ.ศ. 2551 (Thaipichitburapa et al, 2010) พบว่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และคลอโรฟิลล์-เอมีค่าเฉลี่ยที่ต่ำกว่าการศึกษาในอดีต (ตารางที่ 5-1) จากที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นถึงความเสื่อมโทรมของแม่น้ำท่าจีนเมื่อเปรียบเทียบกับแม่น้ำอื่นๆ และมีแนวโน้มที่จะมีความเสื่อมโทรมเพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับการศึกษาในอดีต

ตารางที่ 5-1 ตารางแสดงการเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนละลายน้ำและคลอโรฟิลล์-เอ

แม่น้ำ	ออกซิเจนละลายน้ำ (mg/L)		คลอโรฟิลล์-เอ ($\mu\text{g/L}$)	
	ฤดูน้ำมาก	ฤดูน้ำน้อย	ฤดูน้ำมาก	ฤดูน้ำน้อย
บางปะกง ¹	2.88±0.40	4.22±0.76	5.82±2.54	9.34±6.09
ตราด ²	8.06±0.88	7.47±0.70	2.52±1.48	0.31±0.05
ท่าจีนในปี พ.ศ. 2551 ³	1.85±0.13	-	8.88±3.47	-
ท่าจีนในการศึกษาคั้งนี้	1.56±0.65	1.95±0.79	7.90±2.09	14.24±13.52

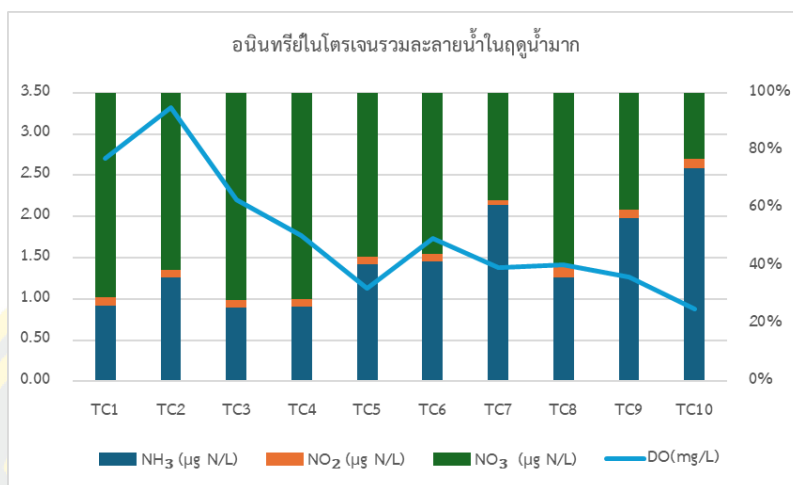
หมายเหตุ: ศุภชัย ยืนยง และคณะ, 2562¹

เบญจมาศ มีทรัพย์, 2564²

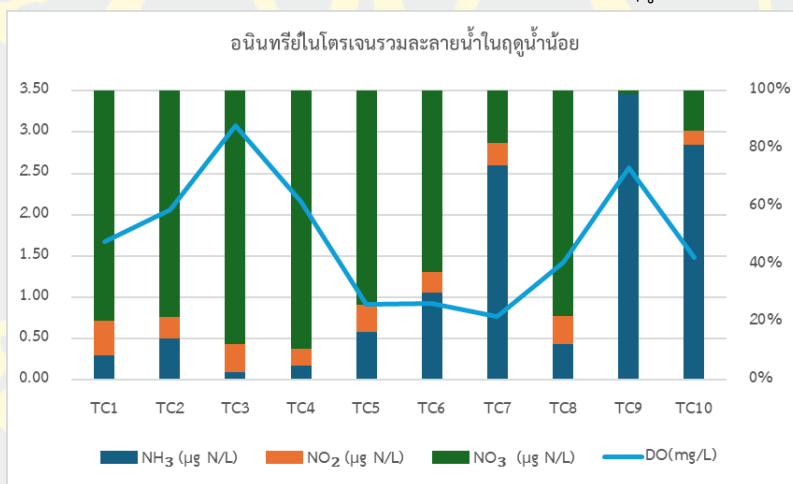
Thaipichitburapa et al, 2010³

ปริมาณสารอาหารไนโตรเจนละลายน้ำได้แก่ แอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท อนินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ อินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ และไนโตรเจนละลายน้ำทั้งหมด พบว่าทุกพารามิเตอร์ที่กล่าวมาข้างต้นบริเวณต้นน้ำมักจะมีค่าที่น้อยและจะค่อยๆเพิ่มมากขึ้นเมื่อเข้าใกล้ปากแม่น้ำแสดงให้เห็นถึงการสะสมของเสียบริเวณปากแม่น้ำ (จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2564) แอมโมเนีย ไนเตรท อนินทรีย์ไนโตรเจนรวมละลายน้ำ มีค่าสูงกว่าฤดูอื่นอาจเกิดจากปริมาณน้ำท่าที่น้อยทำให้ความเข้มข้นของสารอาหารเพิ่มมากขึ้นสอดคล้องกันกับในช่วงฤดูน้ำมากที่จะมีค่าน้อยที่สุดเนื่องจากมีปริมาณน้ำท่าเข้ามาช่วงเจือจาง ในส่วนของอินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ และไนโตรเจนรวมละลายน้ำทั้งหมดมีค่าสูงในฤดูน้ำมากเกิดจากในช่วงเวลาดังกล่าวเกิดน้ำท่วมตั้งแต่บริเวณต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ โดยพื้นที่บริเวณต้นน้ำจะมีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นเกษตรกรรมเป็นส่วนใหญ่ (HAI,2012) พืชที่เน่า

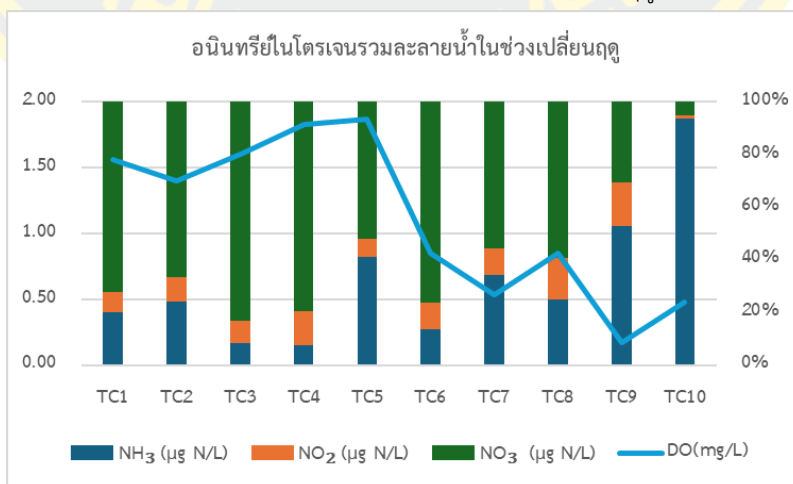
จึงเกิดการย่อยสลายและปลดปล่อยสารอินทรีย์ไนโตรเจนออกมา (Berman & Bronk, 2003) นอกจากนี้ยังพบว่าอินทรีย์ไนโตรเจนมีสัดส่วนที่แตกต่างกันในแต่ละสถานี โดยในภาพรวมบริเวณต้นน้ำจะมีสัดส่วนของไนเตรทเป็นสัดส่วนที่มากที่สุดซึ่งสอดคล้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีการทำเกษตรเป็นส่วนมากโดยเฉพาะนาข้าว ซึ่งนาข้าวจะมีการใช้ปุ๋ยเม็ด หรือปุ๋ยยูเรียซึ่งมีส่วนประกอบของแอมโมเนียมเป็นหลัก โดยทั่วไปแล้วพืชไม่สามารถใช้ปุ๋ยยูเรียได้โดยตรง พืชจะใช้นิโตรเจนในรูปของไนเตรท เมื่อใส่ปุ๋ยลงในดินในสถานะที่มีออกซิเจน แอมโมเนียม ที่เกิดขึ้นจะถูกออกซิไดซ์เป็นไนเตรท และเปลี่ยนเป็นไนเตรท ด้วยกระบวนการ Nitrification (พีรพันธ์ ทองเปลว และรชต พลายุทธ, 2567) เมื่อเริ่มเข้าใกล้บริเวณปลายน้ำที่มีความหนาแน่นของชุมชนเมืองมากขึ้นสัดส่วนของไนเตรทจะลดลงและสัดส่วนของแอมโมเนียมจะเพิ่มขึ้นเมื่อเข้าใกล้บริเวณปากแม่น้ำ เนื่องจากเกิดการสะสมและได้รับอิทธิพลจากน้ำทิ้งที่มากจากกิจกรรมอื่นๆรอบพื้นที่ ประกอบกับปริมาณออกซิเจนที่ลดลง อาจจะทำให้ไนเตรทถูกเปลี่ยนรูปไปเป็นแอมโมเนีย ในกระบวนการ Dissimilatory nitrate reduction to ammonium (DNRA) ซึ่งเป็นกระบวนการที่จะเกิดขึ้นเมื่อมีออกซิเจนละลายน้ำต่ำ (Wang et al, 2020) โดยจะสังเกตได้ดังแสดงในภาพที่ 5-4 – 5-6



ภาพที่ 5-4 สัดส่วนอนินทรีย์ไนโตรเจนรวมละลายน้ำและออกซิเจนละลายน้ำในฤดูน้ำมาก



ภาพที่ 5-5 สัดส่วนอนินทรีย์ไนโตรเจนรวมละลายน้ำและออกซิเจนละลายน้ำในฤดูน้ำน้อย



ภาพที่ 5-6 สัดส่วนอนินทรีย์ไนโตรเจนรวมละลายน้ำและออกซิเจนละลายน้ำช่วงเปลี่ยนฤดูกาล

ปริมาณสารอาหารฟอสฟอรัสละลายน้ำและซิลิเกต ได้แก่ อนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ อนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ ฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำ และซิลิเกต พบว่าทุกพารามิเตอร์มีแนวโน้ม เช่นเดียวกันกับสารอาหารไนโตรเจนละลายน้ำ ที่จะมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อเข้าใกล้ปากแม่น้ำ โดยพารามิเตอร์ที่กล่าวมาข้างต้นจะมีค่าสูงสุดในช่วงเปลี่ยนฤดูกาลอาจเกิดจากเป็นช่วงที่ฝนเริ่มตกทำให้เกิดการชะพาอนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำและซิลิเกตจากบนพื้นดินที่มีกิจกรรมต่างๆรวมถึงกระบวนการผุพังของหิน (Wei et al, 2021) ลงสู่แม่น้ำซึ่งมีความสอดคล้องกับของแข็งแขวนลอยที่มีค่าสูงสุดในช่วงเวลานี้เช่นเดียวกัน นอกจากนี้ยังพบว่า ในสถานี TC7 ที่ค่อนข้างมีความโดดเด่นทั้งในแง่ของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ BOD คลอโรฟิลล์-เอ และสารอาหารทั้งไนโตรเจน และฟอสฟอรัสค่อนข้างจะสูงโดดเด่นมากจาก สถานี TC6 อาจเกิดจากบริเวณสถานีดังกล่าวมีคลองย่อยที่ตั้งอยู่ใกล้โรงเลี้ยงหมู และโรงงานอุตสาหกรรมค่อนข้างหนาแน่นโดยรอบ อาจจะทำให้มีการปนเปื้อนจากกิจกรรมดังกล่าว ประกอบกับสถานีนี้มีระยะเวลาพำนักน้ำค่อนข้างที่นานกว่าสถานี TC6 (ภาพที่ 5-7) อาจทำให้กระบวนการทางเคมีต่างๆเกิดได้ดีกว่าส่งผลให้มีค่าพารามิเตอร์ที่ค่อนข้างโดดเด่นขึ้นมา โดยการคิดระยะเวลาพำนักน้ำนั้นจะคิดจากประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา กับสถานีที่ TC10 (วัดบางหญ้าแพรก) โดยใช้สมการที่ 4 เพื่อหาระยะเวลาพำนักน้ำ โดยข้อมูลเราจะทราบกันอยู่ในหน่วยของ m^3/s แต่สมการที่ 4 ต้องการใช้ความเร็วของกระแสน้ำโดยมีหน่วยเป็น m/s ซึ่งต้องทำการแปลงสมการได้มาเป็นสมการที่ 3 ซึ่งจำได้มาซึ่งเราจะทราบพื้นที่หน้าตัดและทำการแก้สมการจะได้มาซึ่งตัวแปร V นำไปเข้าสมการที่ 4 ต่อไป

$$Q1 = Q2 \quad (2)$$

โดย $Q1 =$ ปริมาณน้ำท่าจากประตูระบายน้ำ (m^3/s)

$Q2 =$ ปริมาณน้ำท่าจากการวัดฟลักซ์ (m^3/s)

$$A1 V1 = A2 V2 \quad (3)$$

โดย $A =$ พื้นที่หน้าตัด (m^2)

$V =$ ความเร็วของกระแสน้ำ (m/s)

$$T = d / ((V1+V2)/2) \quad (4)$$

โดย $T =$ ระยะเวลาพำนักน้ำ (s)

$d =$ ระยะทาง (m)

$V =$ ความเร็วของกระแสน้ำ (m/s)

เมื่อเปรียบเทียบพารามิเตอร์ทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้นกับแม่น้ำบางปะกง และแม่น้ำตราด พบว่าแอมโมเนียเฉลี่ยของแม่น้ำท่าจีนจะมีค่าสูงกว่าแม่น้ำบางปะกงในฤดูแล้งใกล้เคียงกันในฤดูแล้งมาก (ศุภชัย ยืนยง และคณะ, 2562) และมากกว่าแม่น้ำตราดทั้ง 2 ฤดูกาล (เบญจมาศ มีทรัพย์, 2564) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียเฉลี่ยแล้วพบว่า มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3 และ 4 (แอมโมเนีย ≤ 5 mg/L) ในฤดูแล้ง (กรมควบคุมมลพิษ, 2565B) ในส่วนของ ไนโตรท+ไนเตรทเฉลี่ยในแม่น้ำบางปะกงมีค่ามากกว่าแม่น้ำตราดทั้ง 2 ฤดู และ แม่น้ำท่าจีนในฤดูแล้งมากและมีค่าต่ำกว่าในฤดูแล้ง ในส่วนของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ และซิลิเกตพบว่าแม่น้ำท่าจีนมีค่าเฉลี่ยมากกว่าแม่น้ำบางปะกง แม่น้ำตราด ทั้งฤดูแล้งและฤดูน้ำน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับแม่น้ำท่าจีนในปี พ.ศ. 2551 (Thaipichitburapa et al. 2010) พบว่า แอมโมเนีย ไนโตรท+ไนเตรท และฟอสฟอรัสเฉลี่ย ในอดีตมีค่าที่สูงกว่าแต่ซิลิเกตในการศึกษาคั้งนี้มีค่าที่สูงมากกว่า

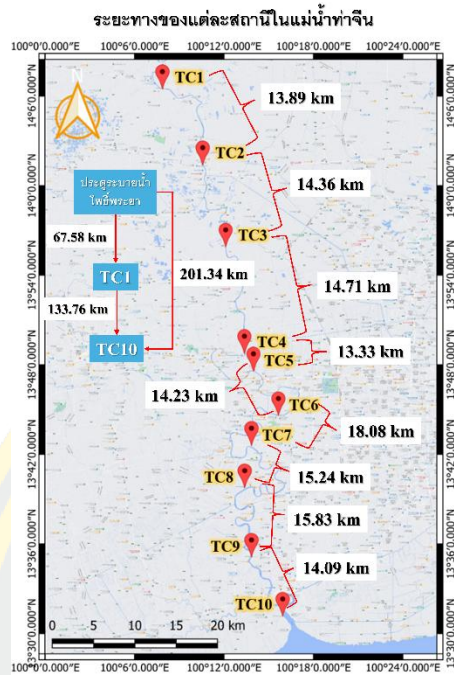
ตารางที่ 5-2 ตารางแสดงการเปรียบเทียบปริมาณสารอาหาร

แม่น้ำ	แอมโมเนีย ($\mu\text{g N/L}$)		ไนโตรท+ไนเตรท ($\mu\text{g N/L}$)		อนินทรีย์ฟอสฟอรัส ละลายน้ำ ($\mu\text{g P/L}$)		ซิลิเกต ($\mu\text{g Si/L}$)	
	ฤดูแล้ง มาก	ฤดูแล้ง น้อย	ฤดูแล้ง มาก	ฤดูแล้ง น้อย	ฤดูแล้ง มาก	ฤดูแล้ง น้อย	ฤดูแล้ง มาก	ฤดูแล้ง น้อย
บางปะกง ¹	274.05 ± 75.95	161.86 ± 43.07	486.97 ± 149.28	498.01 ± 157.75	75.43 ± 35.56	80.26 ± 35.42	1,606.27 ± 276.51	1,768.04 $\pm 1,151.63$
ตราด ²	110.32 ± 32.78	122.75 ± 66.47	175.83 ± 26.93	201.51 ± 48.90	20.86 ± 9.34	17.93 ± 1.66	6,311.31 $\pm 1,024.95$	1,827.63 $\pm 1,033.76$
ท่าจีนในปี ³ พ.ศ.2551	558.60 ± 234.36	-	334.46 ± 1.96	-	228.16 ± 73.47	-	4,368.70 ± 19.18	-
ท่าจีน ในการศึกษา คั้งนี้	271.07 ± 259.43	580.43 ± 648.92	276.42 ± 51.85	976.65 ± 527.03	89.06 ± 58.34	148.69 ± 117.84	6,355.39 $\pm 2,423.35$	4,413.22 ± 760.31

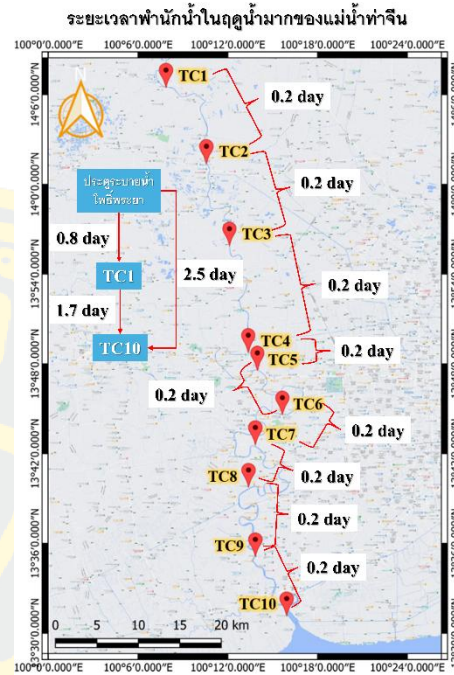
หมายเหตุ: ศุภชัย ยืนยง และคณะ, 2562¹

เบญจมาศ มีทรัพย์, 2564²

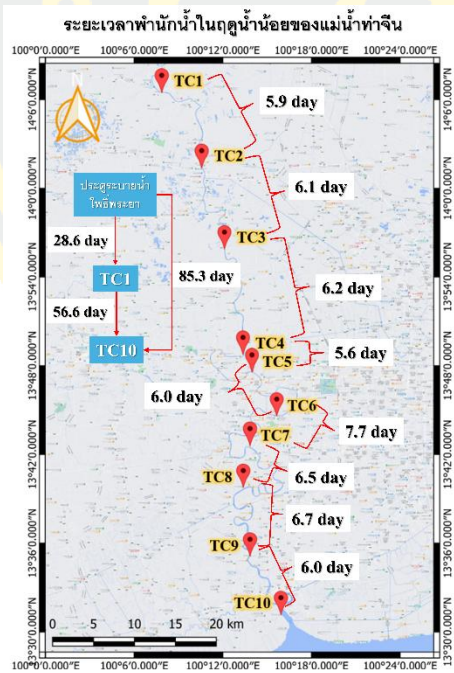
Thaipichitburapa et al, 2010³



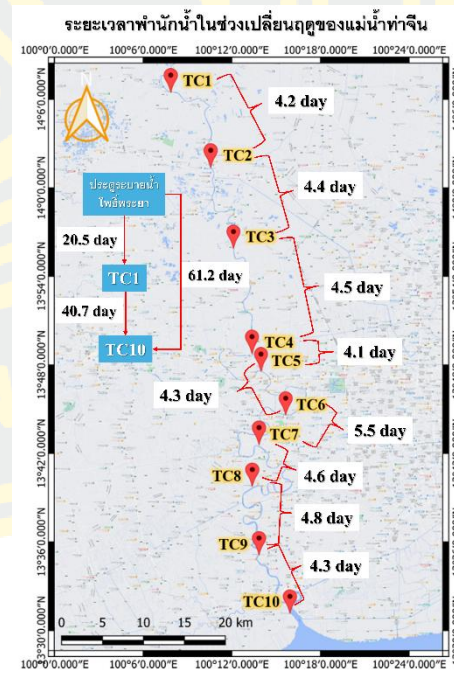
(a)



(b)



(c)



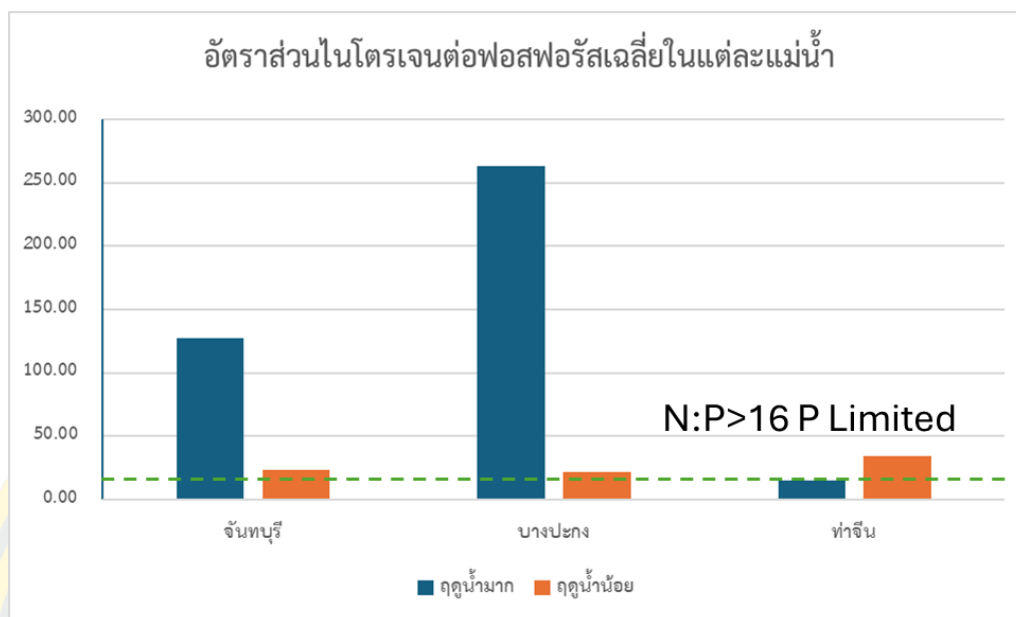
(d)

ภาพที่ 5-7 (a) ระยะทางระหว่างสถานีในแม่น้ำท่าจีนทั้ง 10 สถานี และระยะเวลาพำนักน้ำตั้งแต่ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาถึงวัดบางหญ้าแพรก โดยแสดงรายละเอียดแต่ละสถานี และในแต่ละฤดูกาลโดย (b) ฤดูน้ำมาก, (c) ฤดูน้ำน้อย, (d) ช่วงเปลี่ยนฤดู

5.1.2 สัดส่วนของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์

ตอนพีช (N:P mole ratio)

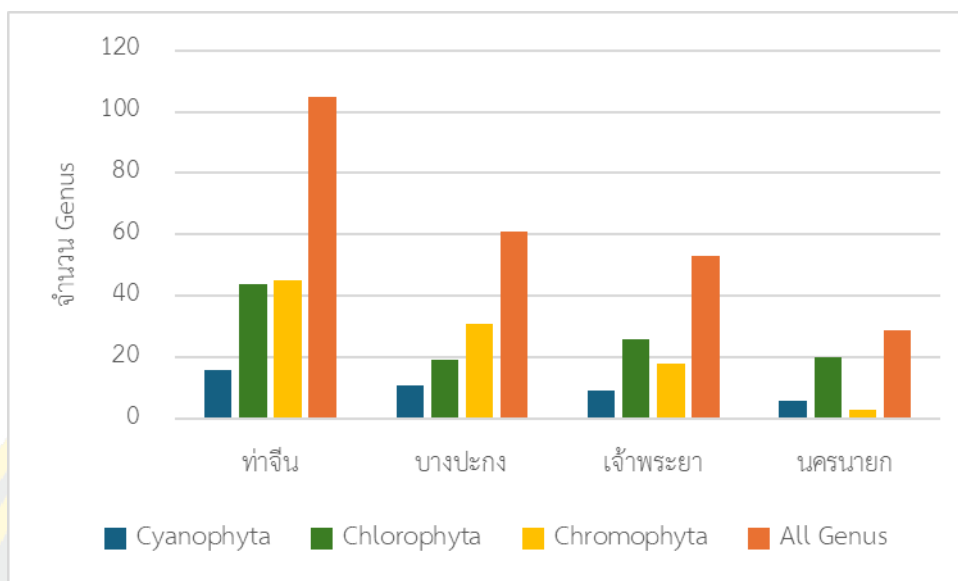
ในการศึกษาครั้งนี้ในฤดูน้ำมากพบว่าไนโตรเจนจะเป็นปัจจัยจำกัดยกเว้นสถานีบริเวณต้นน้ำที่ฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยจำกัดเมื่อเทียบกับ Redfield Ratio (Redfield, 1958) และ N:P mole ratio มีแนวโน้มลดลงเมื่อเริ่มเข้าใกล้ปากแม่น้ำ อาจเกิดจากบริเวณต้นน้ำมีการใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปแบบการเกษตรเป็นส่วนใหญ่ ต่างจากบริเวณปลายน้ำที่มีชุมชนอยู่อย่างหนาแน่นเมื่อน้ำไหลผ่านชุมชนต่างๆตลอดแม่น้ำจะได้รับน้ำทิ้งที่มีการปนเปื้อนของสารอาหาร (จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2564) และเกิดการสะสมสารอาหารจนทำให้ฟอสฟอรัสมีปริมาณที่มากเกินพอจนไนโตรเจนเป็นปัจจัยจำกัด รวมทั้งอาจเกิดจากน้ำท่วมใหญ่ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2565 (กองอำนวยการน้ำแห่งชาติ, 2565) ทำให้ชะเอาสารอาหารจากการทำเกษตรกรรมในลุ่มน้ำท่าจีนลงมาด้วย ซึ่งพื้นที่ทำเกษตรกรรมสามารถปลดปล่อยไนโตรเจน และฟอสฟอรัสลงสู่แม่น้ำได้ถึงร้อยละ 80 และร้อยละ 45 ตามลำดับ (ภัทรารุช ไทยพิชิตบุรพา และคณะ, 2565) สอดคล้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำท่าจีนที่มีการทำเกษตรกรรมเป็นหลัก ซึ่งในฤดูน้ำน้อยและช่วงเปลี่ยนฤดูพบว่าบริเวณต้นน้ำฟอสฟอรัสจะเป็นปัจจัยจำกัด เนื่องจากมีไนโตรเจนที่สูงมากเกินพอ ซึ่งปริมาณน้ำท่าที่น้อยทำให้การเจือจางของสารอาหารมีน้อยลง (เบญจวรรณ คชเสนี และคณะ, 2564) และส่งผลให้เกิดการสะสมของสารอาหารในแม่น้ำมากขึ้น แต่ในทางตรงกันข้ามปริมาณน้ำที่มากและไหลเร็วจะทำให้แม่น้ำมีระยะเวลาพำนักน้ำน้อย (ภาพที่ 5-7) ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดตัวเอง (จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2564; Thaipichitburapa et al. 2010) เมื่อเปรียบเทียบกับแม่น้ำท่าจีนกับแม่น้ำจันทบุรี (ภัทรารุช ไทยพิชิตบุรพา และคณะ, 2565) และแม่น้ำบางปะกง (ศุภชัย ยืนยง, 2562) พบว่า ค่าเฉลี่ยของ N:P mole ratio ในฤดูน้ำมากแม่น้ำท่าจีนมีค่าใกล้เคียงกับ 16 ขณะที่ในแม่น้ำจันทบุรีและแม่น้ำบางปะกง ฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยจำกัด ซึ่งสะท้อนถึงความเหมาะสมต่อการเจริญของแพลงก์ตอนพีชในแม่น้ำท่าจีน แต่ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพีชและคลอโรฟิลล์-เอไม่สูงตามอาจจะเกิดจากกระแสน้ำที่แรงระยะเวลาพำนักน้ำน้อย (ภาพที่ 5-7) ทำให้แพลงก์ตอนพีชถูกรบกวน (จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2564) ในฤดูน้ำน้อยทั้งแม่น้ำท่าจีน แม่น้ำจันทบุรี และแม่น้ำบางปะกง ล้วนมีฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยจำกัด แต่แม่น้ำท่าจีนมีค่าอัตราส่วนที่สูงกว่าแม่น้ำทั้งสอง (ดังแสดงในภาพที่ 5-7)



ภาพที่ 5-8 อัตราส่วนไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัสในแม่น้ำจันทบุรี บางปะกง และท่าจีน
 หมายเหตุ : แม่น้ำจันทบุรี (ภัทรารุช ไทยพิชิตบุรพา และคณะ, 2565)
 แม่น้ำบางปะกง (ศุภชัย ยืนยง, 2562)

5.1.3 โครงสร้างของแพลงก์ตอนพืชในแม่น้ำท่าจีน

ในการศึกษาครั้งนี้พบโครงสร้างของแพลงก์ตอนพืช 3 ดิวิชัน 8 คลาส 105 สกูล โดยจะพบแพลงก์ตอนในดิวิชัน Chromophyta (ไดอะตอม หรือสาหร่ายสีน้ำตาล) เป็นกลุ่มหลักทั้ง 3 ฤดูกาล เกิดจากแพลงก์ตอนพืชกลุ่มนี้เป็นแพลงก์ตอนที่มีความหลากหลายสูงและมีความสามารถในการปรับตัวได้ดีเนื่องจากผนังเซลล์มีสารประกอบซิลิกา (วีระวรรณ จาดพันธุ์อินทร์ และคณะ, 2562) โดยเมื่อสังเกตรายสถานีจะเห็นถึงแนวโน้มของ ดิวิชัน Chromophyta และ Cyanophyta บริเวณต้นน้ำมีสัดส่วนที่มากและค่อยๆ ลดลงเมื่อเข้าไปใกล้บริเวณปากแม่น้ำและจะมีสัดส่วนของ ดิวิชัน Chromophyta เพียงกลุ่มเดียวเพิ่มขึ้นมากแทนเนื่องจากเป็นแพลงก์ตอนกลุ่มหลักในน้ำทะเล (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2542) ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนในช่วงเปลี่ยนฤดู เมื่อเปรียบเทียบกับแม่น้ำบางปะกง พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 61 สกูล โดยพบแพลงก์ตอนพืชดิวิชัน Chromophyta เป็นกลุ่มหลัก (วีระวรรณ จาดพันธุ์อินทร์ และคณะ, 2562) เช่นเดียวกันกับในการศึกษาครั้งนี้ แต่จะมีความแตกต่างจากแม่น้ำเจ้าพระยา (ฐิติมน ญาณพืช และ สุชาติ เหลืองประเสริฐ, 2562) และแม่น้ำนครนายก (เสถียรพงษ์ ขาวหิต และคณะ, 2565) ที่จะพบแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มของ Chlorophyta มากที่สุดโดยแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มนี้จะตอบสนองต่อคุณภาพน้ำที่ค่อนข้างดี ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ที่แม่น้ำท่าจีนในปี พ.ศ.2565 – 2566 พบความหลากหลายของสกูลมากที่สุด



ภาพที่ 5-9 จำนวน สกุล ของแต่ละ ดิวิชัน ในแต่ละแม่น้ำ

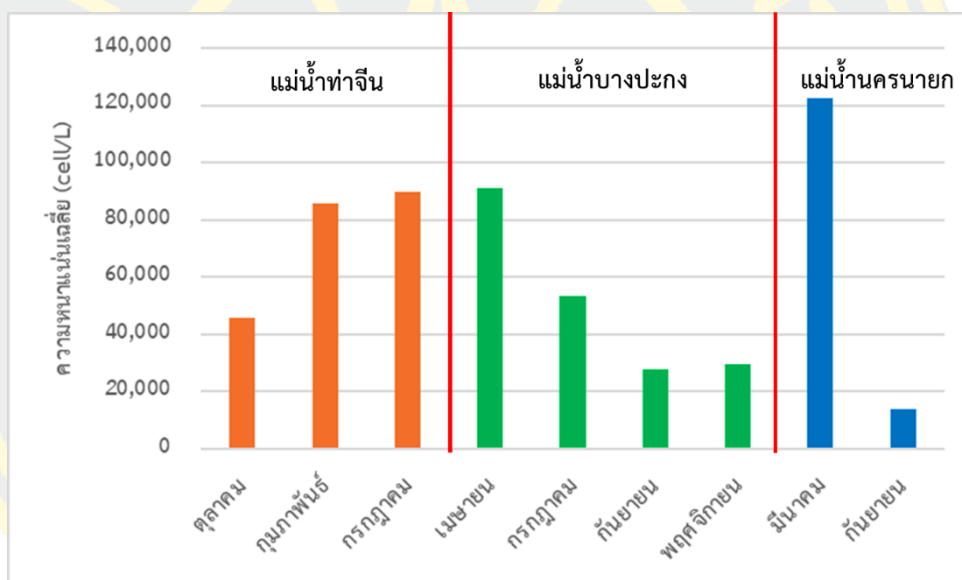
หมายเหตุ : แม่น้ำบางปะกง (วิชาญ กันบัว และคณะ, 2557)

แม่น้ำเจ้าพระยา (ฐิติมน ญาณพิช และ สุชาติ เหลืองประเสริฐ, 2562)

แม่น้ำนครนายก (เสถียรพงษ์ ขาวหิต และคณะ, 2565)

ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในการศึกษาครั้งนี้จะอยู่ในช่วง 5,063 – 298,083 cell/L โดยจะพบความหนาแน่นมากในบริเวณสถานีที่ TC7-TC9 (ปลายจังหวัดนครปฐม-จังหวัดสมุทรสาคร) อาจเกิดจากบริเวณดังกล่าวเป็นบริเวณที่มีการรบกวนจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงน้อย ทำให้มีระยะเวลาพำนักน้ำสูง (ภาพที่ 5-7) และสอดคล้องกับออกซิเจนละลายน้ำที่ลดลงอย่างรวดเร็ว BOD และคลอโรฟิลล์-เอที่เพิ่มขึ้น (ดังแสดงในภาพที่ 4-6, 4-7 และ 4-9 ตามลำดับ) แพลงก์ตอนพืชจึงสามารถเจริญเติบโตได้ดีประกอบกับบริเวณปลายน้ำมักมีสารอาหารที่สูงซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาก่อนหน้านี้ โดยระยะเวลาพำนักน้ำเป็นปัจจัยที่ค่อนข้างสำคัญสำหรับแพลงก์ตอนพืชที่ใช้ในการเจริญเติบโต (จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2564) แต่ที่ไม่พบหนาแน่นมากในบริเวณสถานี TC10 (วัดบางหญ้าแพรก) เกิดจากเป็นบริเวณที่ได้รับอิทธิพลจากทะเลมากที่สุดทั้งกระแสน้ำและความเค็มที่มีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างรวดเร็วทำให้ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตหรือถูกพัดพาออกไปสู่ทะเลซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลในฤดูน้ำมากที่น้ำท่าปริมาณมากทำให้แพลงก์ตอนพืชถูกพัดพาออกสู่ทะเลได้เร็ว ทำให้มีความหนาแน่นน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับฤดูน้ำน้อยและช่วงเปลี่ยนฤดูกาลที่จะมีความหนาแน่นสูงกว่าซึ่งมีความสอดคล้องกับปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ และสารอาหาร โดยเมื่อเปรียบเทียบกับแม่น้ำบางปะกง แม่น้ำนครนายก พบว่าความหนาแน่นเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืชของแม่น้ำท่าจีนทั้ง 3 ฤดู มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าแม่น้ำนครนายกปี พ.ศ. 2563 (เสถียรพงษ์ ขาวหิต และคณะ, 2565) และแม่น้ำบางปะกงปี พ.ศ. 2553 (วิชาญ กันบัว และคณะ, 2557) ทุกฤดูกาล ซึ่งมีความสอดคล้องกันคือใน

ช่วงเวลาน้ำน้อยปริมาณน้ำทำน้อย ระยะเวลาพำนักน้ำนานส่งผลให้แพลงก์ตอนพืชเจริญเติบโตได้ดี (จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2564) แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่พบ ได้แก่ *Aulacoseira* sp. และ *Cyclotella* spp. เป็นแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มสาหร่ายสีน้ำตาล ผนังเซลล์มีลักษณะเป็นของแข็งที่มีส่วนประกอบจำพวกซิลิกา โดยเป็นแพลงก์ตอนที่พบได้ในน้ำจืดทั่วโลกมักจะอยู่ในน้ำที่มีสารอาหารปานกลางถึงสูง *Pseudanabaena* และ *Oscillatoria* เป็นแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไซยาโนแบคทีเรีย มีคุณสมบัติในการตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ เซลล์มีลักษณะมีสารไฮลุ่มเซลล์จึงเป็นแพลงก์ตอนที่ทนทานพบได้ทั้งน้ำจืด น้ำเค็ม น้ำกร่อย ทะเล หรือแม้กระทั่งพื้นที่ชื้นแฉะ นอกจากนี้ในการศึกษาครั้งนี้ยังพบแพลงก์ตอนพืช คลาส Euglenophyceae ค่อนข้างมีความหลากหลายซึ่งเป็นแพลงก์ตอนพืชที่มักพบในสถานที่ที่มีสารอินทรีย์สูง (เดือนดา ร่ำหมาน และคณะ, 2566)



ภาพที่ 5-10 ความหนาแน่นเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืชแต่ละเดือนในแม่ น้ำท่าจีน แม่ น้ำบางปะกง และแม่ น้ำนครนายก

หมายเหตุ : แม่ น้ำบางปะกง (วิชญา กันบัว และคณะ, 2557)

แม่ น้ำนครนายก (เสถียรพงษ์ ขาวหิต และคณะ, 2565)

5.1.4 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทั่วไป สารอาหารละลายน้ำ และของแข็งแขวนลอยใน รอบวัน บริเวณปากแม่น้ำ

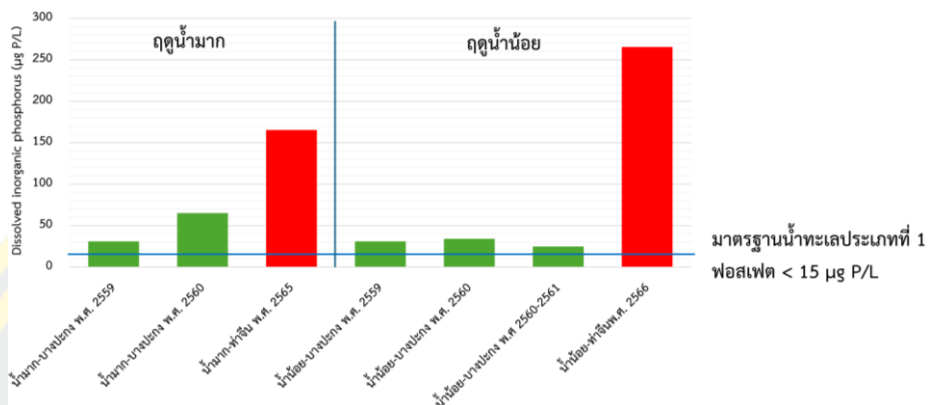
บริเวณแม่น้ำท่าจีนมีการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพน้ำ สารอาหารละลายน้ำ และของแข็งแขวนลอยอยู่ตลอดเนื่องจากเป็นบริเวณที่ได้รับอิทธิพลของน้ำขึ้น-น้ำลงโดย บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน ถูกจัดให้อยู่ในบริเวณแม่น้ำท่าจีนตอนล่างตามลักษณะการใช้ประโยชน์ได้ 2 แบบ ได้แก่ การแบ่งโดยใช้เกณฑ์แหล่งน้ำผิวดินจะถูกจัดให้อยู่ในเกณฑ์แหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 (กรมควบคุมมลพิษ, 2565B) และแบ่งโดยให้เกณฑ์แหล่งน้ำทะเลจะถูกจัดให้อยู่ในเกณฑ์แหล่งน้ำทะเลประเภทที่ 1 (กรมควบคุมมลพิษ, 2565A) โดยพบว่าคุณภาพน้ำทั่วไปในรอบวันบริเวณปากแม่น้ำท่าจีนมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลเนื่องจากได้รับอิทธิพลของลมมรสุม ในฤดูน้ำน้อยที่มีอุณหภูมิค่อนข้างต่ำกว่าฤดูอื่นๆ เกิดจากช่วงเวลาดังกล่าวได้รับอิทธิพลจากความกดอากาศสูงกำลังปานกลางจากประเทศจีน (TMD, 2023) ในช่วงฤดูน้ำมาก (ตุลาคม) ความเค็มและค่า pH จะต่ำลงเนื่องจากปริมาณน้ำท่าที่มาก โดยช่วงฤดูน้ำน้อย (กุมภาพันธ์) น้ำทะเลมีอิทธิพลมากขึ้นทำให้ความเค็มและค่า pH สูงขึ้นเนื่องจากน้ำทะเลมีค่า pH มากกว่าน้ำจืด (สุจิตา กาญจนอติเรกลาภ และคณะ, 2558; ศุภชัย ยืนยง และคณะ, 2562; Yuenyong et al, 2023) ในช่วงฤดูน้ำมากความเค็มบริเวณผิวน้ำจะมีค่าต่ำกว่าบริเวณท้องน้ำ แสดงให้เห็นถึงการแทรกสอดของน้ำทะเลที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำจืด โดยในฤดูน้ำน้อยและช่วงเปลี่ยนฤดูจะเกิดการผสมกันของมวลน้ำตามความลึกอย่างทั่วถึง (Well –mixed estuary) เนื่องจากมีปริมาณน้ำท่าต่ำ อิทธิพลจากน้ำขึ้นน้ำลงจึงมีมากขึ้น สังเกตได้จากความเค็มบริเวณผิวน้ำและพื้นท้องน้ำมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน ในฤดูน้ำมากเกิดการผสมกันของมวลน้ำบางส่วน (Partially – mixed estuary)

ในช่วงฤดูน้ำน้อย (กุมภาพันธ์) และช่วงเปลี่ยนฤดู (กรกฎาคม) ระดับออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ในแม่น้ำท่าจีนจะต่ำกว่า 4 mg/L เกิดจากการระบายน้ำทิ้งที่มีความเข้มข้นสูงจากครัวเรือน การเกษตร และอุตสาหกรรมในลุ่มน้ำแม่น้ำท่าจีนที่มีปริมาณสารอาหารอินทรีย์และอินทรีย์จำนวนมากลงในแม่น้ำ นอกจากนี้ การสะสมของสารอินทรีย์ในตะกอนที่ก้นแม่น้ำยังทำให้เกิดการใช้ ออกซิเจนในกระบวนการย่อยสลายทำให้ระดับออกซิเจนละลายน้ำลดลง (จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2564) ในช่วงฤดูฝน ระดับออกซิเจนละลายน้ำลดลงอย่างมากไม่เกิน 2 mg/L ซึ่งการลดลงอย่างรุนแรงนี้เกิดจากน้ำท่วมในพื้นที่การเกษตร ซึ่งเร่งกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ ทำให้ระดับออกซิเจนในน้ำลดลงมากขึ้น (Zhu et al. 2011; Thaipichitburapa et al. 2010) การไหลของน้ำทะเลเข้าสู่ปากแม่น้ำในช่วงน้ำขึ้นช่วยเพิ่มระดับ DO แต่ระดับ DO ยังคงต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 4 (DO > 2.0 mg/L) (กรมควบคุมมลพิษ, 2563) โดยมีค่าคล้ายคลึงกับ DO ที่บันทึกได้ในปี พ.ศ. 2551 ในช่วงเวลาเดียวกัน (Thaipichitburapa et al. 2010) ของแข็งแขวนลอยในน้ำมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับความเค็ม โดยมักพบมีค่าสูงที่พื้นท้องน้ำ อาจเกิดจากตะกอน

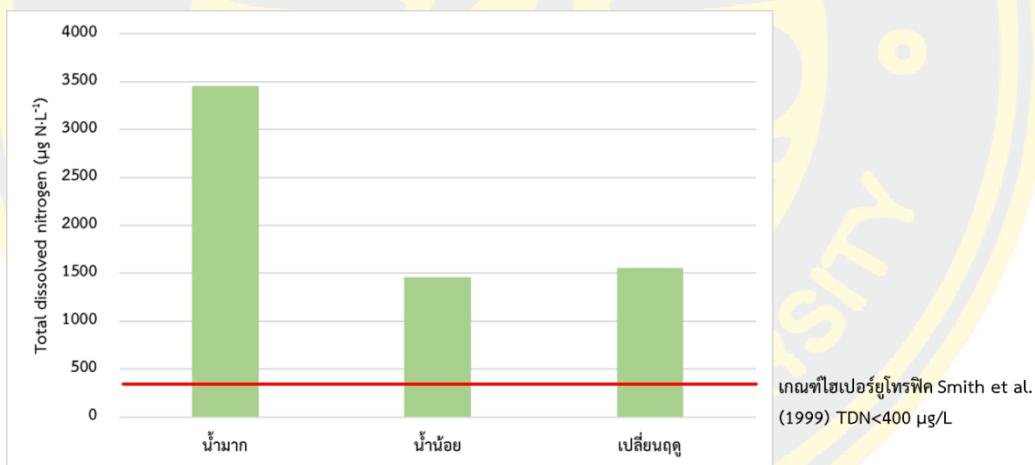
ชายฝั่งที่ถูกพัดพามาจากน้ำขึ้นที่ทำให้ตะกอนแขวนในน้ำสูงในช่วงเปลี่ยนฤดู (อนุกุล บูรณประทีปรัตน์ และคณะ, 2556) หรืออาจเกิดจากการกัดเซาะและการพังกระจายของตะกอนที่อยู่บริเวณพื้นที่ท้องน้ำของแม่น้ำในช่วงน้ำขึ้น (อนุกุล บูรณประทีปรัตน์ และคณะ, 2566) และในช่วงฤดูน้ำมาก ตะกอนแขวนในน้ำมักจะต่ำอาจเป็นเพราะปริมาณน้ำท่าที่มีปริมาณมากและไหลแรงพัดพาของแข็งแขวนลอยออกไปได้ไกลมากขึ้น

ในส่วนของสารอาหารละลายน้ำบริเวณปากแม่น้ำท่าจีนพบว่าบริเวณผิวน้ำมักมีค่าสูงกว่าบริเวณพื้นที่ท้องน้ำแสดงให้เห็นถึงแหล่งที่มาของสารอาหารมาจากแม่น้ำท่าจีนเป็นหลัก โดยปริมาณสารอนินทรีย์ไนโตรเจนรวมละลายน้ำ และ สารอนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำมีค่าสูง ในช่วงฤดูน้ำน้อย (กุมภาพันธ์) บ่งชี้ถึงการปลดปล่อยสารอาหารที่คงที่จากบ้านเรือนและชุมชนซึ่งมีปริมาณเท่าเดิม แต่ปริมาณน้ำท่าในแม่น้ำที่ลดลงทำให้สารอาหารถูกเจือจางได้น้อยลงและเกิดการสะสมได้มากขึ้น (ประเดิม อุทธยานมณี และคณะ, 2562) ซึ่งมีความสอดคล้องกับสารอาหารชนิดอื่นที่มีค่าสูงในช่วงเวลานี้เช่นเดียวกัน อาทิเช่น แอมโมเนีย ไนไตรท์ สารอาหารฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำ ในช่วงเปลี่ยนฤดู (กรกฎาคม) น้ำท่าที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นจะช่วยเจือจางสารอาหารทำให้มีปริมาณสารอาหารมีความเข้มข้นลดลงเมื่อเทียบกับฤดูน้ำน้อย อย่างไรก็ตามสารอาหารไนโตรเจนรวมละลายน้ำ มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วงฤดูน้ำมาก (ตุลาคม) อาจเป็นผลมาจากน้ำท่าวมที่มีเวลานานในกลุ่มน้ำท่าจีน โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ในตอนบนของแม่น้ำท่าจีนมีการใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปของการทำเกษตร เช่น นาข้าว (HAI, 2012) ซึ่งการย่อยสลายของพืชที่เน่าเปื่อยปล่อยไนโตรเจนอินทรีย์ออกมา (Berman and Bronk, 2003) ซึ่งมีส่วนช่วยให้ระดับสารอาหารไนโตรเจนรวมละลายน้ำสูงขึ้น นอกจากนี้ปริมาณสารอินทรีย์ไนโตรเจน และอินทรีย์ฟอสฟอรัสที่ไม่พบในฤดูน้ำน้อยอาจเกิดจากมีปริมาณที่น้อยจนทำให้วิธีการวิเคราะห์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ไม่สามารถตรวจวัดได้

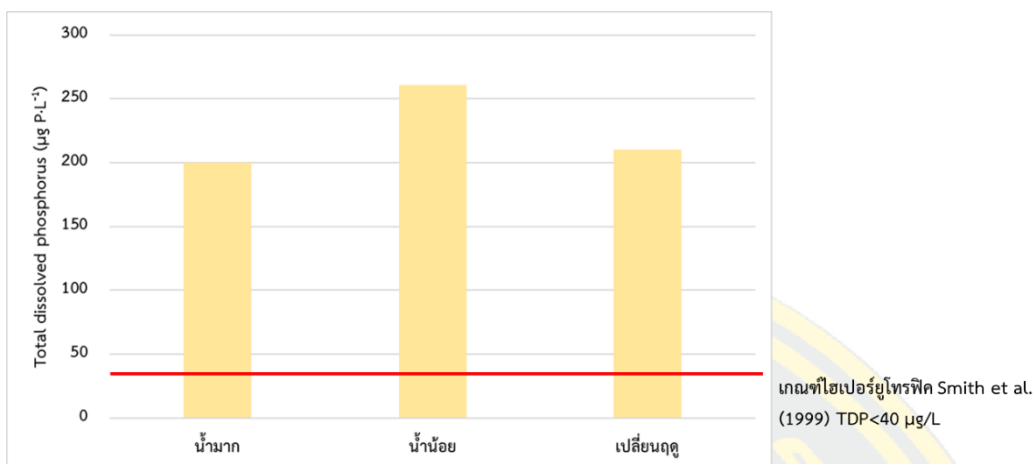
เมื่อเปรียบเทียบสารอาหารอินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำเฉลี่ยกับมาตรฐานน้ำทะเลประเภทที่ 1 ซึ่งมีค่าไม่ควรเกิน 15 $\mu\text{g P/L}$ (กรมควบคุมมลพิษ, 2564) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเกินมาตรฐานประมาณ 11.0 ถึง 17.7 เท่า และในช่วงฤดูน้ำมากและฤดูน้ำน้อยสารอาหารอินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำเฉลี่ยมีค่าสูงกว่าแม่น้ำบางปะกง (ศุภชัย ยืนยง และคณะ, 2562) ประมาณ 2.5 ถึง 5.3 เท่า ในช่วงฤดูน้ำมาก และ 7.8 ถึง 10.7 เท่าในช่วงฤดูน้ำน้อย (ภาพที่ 5-10) ปริมาณซิลิเกตมีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณของน้ำท่าเนื่องจากกระบวนการชะล้าง (สุธิดา กาญจนอดิเรกลาภ และคณะ, 2558) นอกจากนี้คุณภาพน้ำแม่น้ำท่าจีนตอนล่างยังคงเกินเกณฑ์ไฮเปอร์ยูโทรฟิเคตาม์ที่ Smith et al. (1999) นิยามไว้ว่าต้องมีค่า TDN สูงกว่า 400 $\mu\text{g/L}$ และระดับ TDP เกิน 40 $\mu\text{g/L}$ ในการศึกษาครั้งนี้ระดับ TDN สูงเกินมาตรฐาน 8.63 เท่าในช่วงฤดูน้ำมาก 3.65 เท่าในช่วงฤดูน้ำน้อย และ 3.90 เท่าในช่วงเปลี่ยนฤดู (ภาพที่ 5-11) ซึ่งสอดคล้องกับค่า TDP สูงเกินค่ามาตรฐาน 5.00 เท่าในช่วงฤดูน้ำมาก 6.51 เท่าในช่วงฤดูน้ำน้อย และ 5.25 เท่าในช่วงเปลี่ยนฤดู (ภาพที่ 5-12)



ภาพที่ 5-11 ความเข้มข้นของของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำระหว่างแม่น้ำท่าจีนและแม่น้ำบางปะกงในฤดูน้ำมากและฤดูน้ำน้อย หมายเหตุ: แม่น้ำบางปะกง (ศุภชัย ยืนยง และคณะ, 2562)



ภาพที่ 5-12 ความเข้มข้นเฉลี่ยของไนโตรเจนละลายน้ำทั้งหมดบริเวณปากแม่น้ำท่าจีนเทียบกับเกณฑ์ไฮเปอร์ยูโทรฟิค



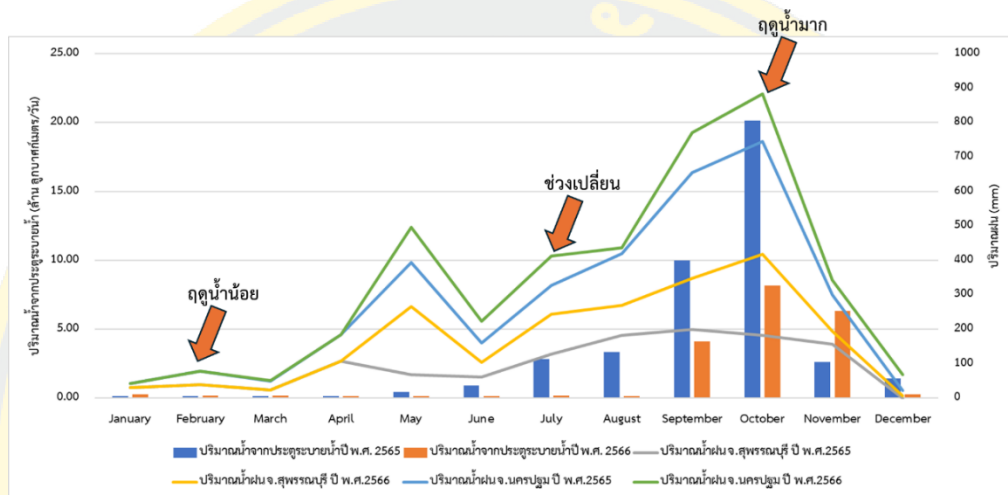
ภาพที่ 5-13 ความเข้มข้นเฉลี่ยของฟอสฟอรัสละลายน้ำทั้งหมดบริเวณปากแม่น้ำท่าจีนเทียบกับเกณฑ์ไฮเปอร์ยูโทรฟิค

5.1.5 ฟลักซ์ของน้ำ ปริมาณสารอาหารละลายน้ำ และของแข็งแขวนลอยในรอบวัน

จากการศึกษาพบว่าแม่น้ำท่าจีนมีการขึ้นลงของน้ำทะเล 2 ครั้งต่อวันโดยที่มีค่าไม่เท่ากันหรือเป็นปากแม่น้ำแบบผสมซึ่งสังเกตได้จากในช่วงที่เวลาน้ำขึ้นปริมาณน้ำท่าจะมีค่าลบซึ่งแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงทำให้เกิดการรुक้าของน้ำเค็มที่เข้ามาบริเวณปากแม่น้ำ ในส่วนของสารอาหารไนโตรเจนละลายน้ำ ได้แก่ แอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท อนินทรีย์ไนโตรเจนรวมละลายน้ำ อินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ ไนโตรเจนรวมละลายน้ำ บริเวณผิวน้ำมักมีค่าสูงกว่าบริเวณพื้นที่ท้องน้ำ แสดงให้เห็นถึงแหล่งสารอาหารหลักที่มาจากแม่น้ำท่าจีนและในช่วงเวลาน้ำขึ้นสารอาหารจะมีค่าที่ลดลงมาซึ่งเกิดจากน้ำทะเลเข้ามาช่วยเจือจางสารอาหารในช่วงเวลาดังกล่าว โดยจะสังเกตได้ว่าในภาพรวมบริเวณพื้นที่ท้องน้ำมักจะมีค่าที่ต่ำกว่าบริเวณผิวน้ำโดยในฤดูน้ำมากจะเห็นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงไม่ชัดเจนเท่ากับฤดูน้ำน้อยและช่วงเปลี่ยนฤดู อาจเกิดจากในฤดูน้ำมากมีปริมาณน้ำท่าที่มากทำให้มีการพัดพาสารอาหารออกไปได้เร็วจะมีการรบกวนการแบ่งตัวของชั้นน้ำ ในส่วนของสารอาหารกลุ่มฟอสฟอรัส ได้แก่ อนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ อินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ ฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำ และในกลุ่มของซิลิเกต มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันการสารอาหารไนโตรเจนละลายน้ำที่จะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำท่า และในฤดูน้ำน้อยและช่วงเปลี่ยนฤดูจะมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนกว่าฤดูน้ำมาก และบริเวณพื้นที่ท้องน้ำมักมีค่าต่ำกว่าบริเวณผิวน้ำสอดคล้องกับที่กล่าวมาก่อนหน้านี้ที่แสดงถึงแหล่งที่มาของสารอาหารบริเวณปากแม่น้ำท่าจีนที่มาจากแม่น้ำเป็นหลัก ในส่วนของ BOD มีการเปลี่ยนแปลงในรอบวันไม่ชัดเจนในทุกฤดูกาลอาจเกิดจากบริเวณปากแม่น้ำมีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมค่อนข้างรวดเร็วและมีอิทธิพลการรบกวนจากน้ำขึ้นน้ำลงแต่ก็จะสังเกตเห็นได้ว่าบริเวณท้องน้ำจะมีแนวโน้มที่ค่าจะสูงกว่าบริเวณผิวน้ำแสดงให้เห็นถึงการสะสมอินทรีย์ที่อยู่บริเวณพื้นที่ท้องน้ำ

5.1.6 ฟลักซ์สุทธิของน้ำ สารอาหารละลายน้ำ และของแข็งแขวนลอยบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน

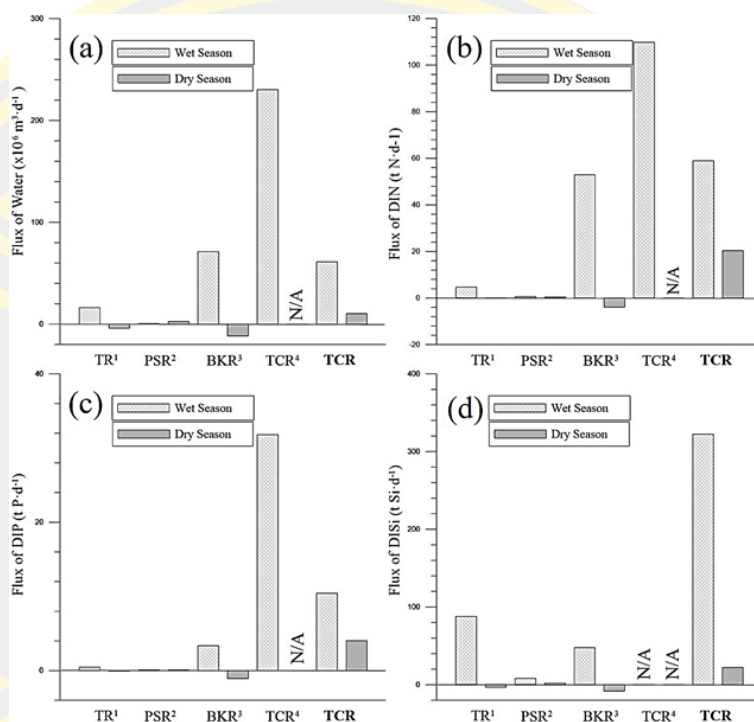
จากการศึกษาพบว่าฟลักซ์สุทธิของน้ำมีความแตกต่างกันในทุกฤดูกาลและมีทิศทางไหลออกสู่ทะเล โดยในฤดูน้ำมากจะมีปริมาณฟลักซ์สุทธิของน้ำมากที่สุดเกิดจากการที่ช่วงเวลาดังกล่าวได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ทำให้มีฝนตกมากและเกิดน้ำท่วมใหญ่ในช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งมีความสอดคล้องกับปริมาณฝนและปริมาณน้ำจากประตูระบายน้ำ (ภาพที่ 5-13)



ภาพที่ 5-14 ปริมาณน้ำฝนในลุ่มน้ำท่าจีนและปริมาณน้ำจากประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา

ปริมาณฟลักซ์สุทธิของน้ำที่สูงจะส่งผลให้เกิดการชะล้างธาตุอาหารที่มีการสะสมอยู่บนพื้นดินลงสู่แม่น้ำได้มากขึ้นซึ่งนั่นเป็นเหตุผลที่ทำให้ฟลักซ์ของสารอาหารละลายน้ำมีปริมาณสูงที่สุดในช่วงฤดูน้ำมากและมีทิศทางไหลจากแม่น้ำออกสู่ทะเล ยกเว้นของแข็งแขวนลอย และไนโตรเจนที่พบว่าในฤดูน้ำน้อยมีทิศทางไหลจากทะเลเข้าสู่แม่น้ำอาจเกิดจากการที่ตะกอนบริเวณพื้นที่ท้องน้ำฟุ้งกระจายขึ้นมาอีกครั้งในช่วงที่มีน้ำขึ้นน้ำลงแรง (อนุกุล บุรณประทีปรัตน์ และคณะ, 2561; สุจิตา กาญจติเรกกลาก และคณะ, 2558) ซึ่งสามารถเห็นได้จากความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยบริเวณพื้นที่ท้องน้ำมีค่าสูงกว่าบริเวณผิวน้ำ เมื่อเปรียบเทียบกับแม่น้ำอื่นในประเทศไทย (ภาพที่ 5-14a) พบว่าแม่น้ำท่าจีนมีฟลักซ์สุทธิของน้ำท่ามากกว่าแม่น้ำตราด (เบญจมาศ มีทรัพย์ และคณะ, 2564) และแม่น้ำประแสร์ (อนุกุล บุรณประทีปรัตน์ และคณะ, 2556B) ทั้งในฤดูน้ำมากและฤดูน้ำน้อย แต่เมื่อเปรียบเทียบกับแม่น้ำบางปะกงพบว่า แม่น้ำท่าจีนจะมีฟลักซ์สุทธิของน้ำน้อยกว่าแม่น้ำบางปะกงในฤดูน้ำมากแต่กลับมีฟลักซ์สุทธิของอนินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ และ อนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำสูงกว่าแม่น้ำบางปะกง ซึ่งบ่งชี้ถึงการปนเปื้อนของสารอาหารในแม่น้ำท่าจีนที่สูงกว่า ซึ่งฟลักซ์ธาตุอาหารที่พบในงานวิจัยนี้มีปริมาณต่ำกว่างานวิจัยก่อนหน้านี้ในพื้นที่เดียวกันเมื่อปี พ.ศ. 2550 (Thaipichitburapa et al, 2010) โดยในฤดูน้ำมากปี พ.ศ. 2550 มีปริมาณน้ำไหลที่ $230.34 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ ซึ่งสูงกว่าค่าที่บันทึกได้ในงานนี้ ($61 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$) เนื่องจากปริมาณ

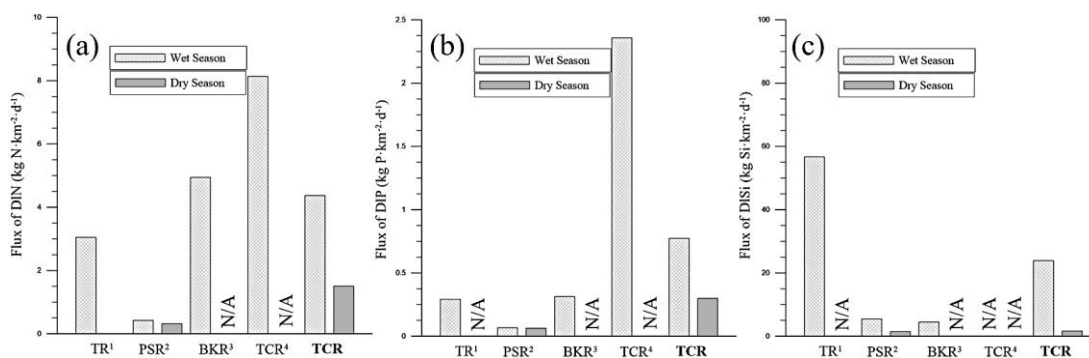
ฟลักซ์ของสารอาหารคำนวณจากความเข้มข้นของสารอาหารคูณด้วยฟลักซ์สุทธิของน้ำ ซึ่งฟลักซ์สุทธิของน้ำในปี พ.ศ. 2550 มีปริมาณสูงกว่า ส่งผลให้ฟลักซ์สุทธิของธาตุอาหารมีปริมาณมากกว่า ความแตกต่างนี้อาจเกิดจากวิธีการวัดที่แตกต่างกันในสองการศึกษาหรือความแปรปรวนตามธรรมชาติในสภาพแวดล้อมระหว่างช่วงเวลาของการศึกษาที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 5-15 การเปรียบเทียบปริมาณฟลักซ์สุทธิของ: (a) น้ำท่า, (b) อนินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ, (c) อนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ และ (d) ซิลิเกต ระหว่างแม่น้ำท่าจีนและแม่น้ำอื่นๆ

หมายเหตุ: TR = แม่น้ำตราด; PSR = แม่น้ำประแสร์; BKR = แม่น้ำบางปะกง; TCR = แม่น้ำท่าจีน. หมายเหตุ: ค่าบวก = มีทิศทางไหลจากแม่น้ำออกสู่ทะเล, ค่าลบ = มีทิศทางไหลจากทะเลออกสู่อ่าวแม่น้ำ

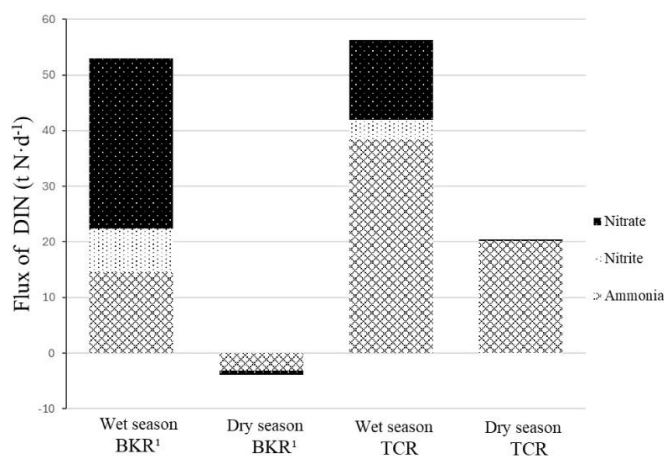
เมื่อนำฟลักซ์ของสารอาหารมาคิดเป็นต่อหน่วยพื้นที่ลุ่มน้ำ และนำไปเปรียบเทียบกับแม่น้ำอื่นๆ ในประเทศไทยพบว่า แม่น้ำท่าจีนมีฟลักซ์สุทธิของอนินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ และอนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำต่อพื้นที่ลุ่มน้ำสูงกว่าแม่น้ำอื่นในประเทศไทย (ภาพที่ 5-15) สาเหตุหลักมาจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยประมาณ 76% ของพื้นที่ลุ่มน้ำใช้เพื่อการเกษตร (HAI, 2018) โดยเฉพาะในพื้นที่ตอนบนซึ่งส่งผลให้มีปริมาณสารอาหารที่สูงแต่ต้นแม่น้ำจะมีความสามารถในการฟื้นฟูตัวเองได้ดี (Thaipichitburapa et al. 2010) ในขณะที่พื้นที่ตอนล่างมีชุมชนหนาแน่น อุตสาหกรรม และฟาร์มปศุสัตว์ประมาณ 157,000 แห่ง ซึ่งปล่อยของเสียที่ไม่ได้บำบัดลงสู่อ่าวแม่น้ำ ส่งผลให้ธาตุอาหารในน้ำเพิ่มขึ้นและออกซิเจนลดลง ซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ (Meksumpun & Meksumpun, 2008; Chuennyom et al. 2012; DLD, 2022)



ภาพที่ 5-16 การเปรียบเทียบปริมาณฟลักซ์สุทธิต่อหน่วยพื้นที่ลุ่มน้ำของ: (a)อนินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ, (b)อนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ และ (c) ซิลิเกต ระหว่างแม่น้ำท่าจีนและแม่น้ำอื่นๆ

หมายเหตุ: TR = แม่น้ำตราด; PSR = แม่น้ำประแสร์; BKR = แม่น้ำบางปะกง; TCR = แม่น้ำท่าจีน.

โดยจะสังเกตเห็นความแตกต่างสำคัญระหว่างแม่น้ำท่าจีนและแม่น้ำบางปะกง เมื่อนำสัดส่วนของสารอาหารไนโตรเจนละลายน้ำมาคิดแยกเป็นสัดส่วนเพื่อพิจารณาองค์ประกอบ พบว่า แม่น้ำบางปะกงในฤดูน้ำมาก องค์ประกอบของไนโตรเจนอนินทรีย์ละลายน้ำ (DIN) ในเตรทเป็นส่วนประกอบหลักถึง 66% ของสัดส่วนทั้งหมด แต่ในขณะที่แม่น้ำท่าจีนมีแอมโมเนียเป็นส่วนประกอบหลักถึง 68% ในฤดูน้ำมาก และสูงถึง 99% ในฤดูน้ำน้อย (ภาพที่ 5-16) ความแตกต่างนี้สะท้อนถึงการใช้อยู่บนที่ดินที่แตกต่างกัน โดยลุ่มน้ำบางปะกง (พื้นที่ 10,707 ตารางกิโลเมตร) ใช้พื้นที่ 66% เพื่อการเกษตร (Yuenyong et al, 2023) และมีป่าไม้มากกว่า (16%) เมื่อเทียบกับลุ่มน้ำท่าจีน ซึ่งมีพื้นที่ใหญ่กว่าถึง 2,700 ตารางกิโลเมตร แต่มีพื้นที่เกษตรกรรมมากกว่า 10% นอกจากนี้บริเวณปากแม่น้ำท่าจีนยังมีโรงงานอุตสาหกรรม ชุมชน และการเพาะเลี้ยงอย่างหนาแน่น จึงทำให้แม่น้ำท่าจีน มีสัดส่วนของแอมโมเนียจำนวนมากประกอบกับ ระดับออกซิเจนละลายในน้ำที่ปากแม่น้ำบางปะกงที่สูงกว่าแม่น้ำท่าจีนซึ่งส่งเสริมให้เกิดกระบวนการไนตริฟิเคชัน (nitrification) ซึ่งช่วยเปลี่ยนแอมโมเนียเป็นไนเตรทได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (ศุภชัย ยืนยง และคณะ, 2562) ซึ่งต่างกับแม่น้ำท่าจีนที่มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่ค่อนข้างต่ำที่ไปยังยังกระบวนการไนตริฟิเคชัน (nitrification) และทำให้แอมโมเนียไม่ถูกเปลี่ยนเป็นไนเตรทหรือไนเตรท (Cui et al. 2020) นอกจากนี้ กระบวนการเปลี่ยนไนเตรทกลับเป็นแอมโมเนีย (Dissimilatory Nitrate Reduction to Ammonium - DNRA) อาจมีบทบาทในบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน โดย DNRA เกิดขึ้นเมื่อสภาพแวดล้อมมีออกซิเจนละลายน้ำที่ต่ำแบคทีเรียจะใช้ไนเตรทในกระบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนและเปลี่ยนไนเตรทเป็นแอมโมเนีย (Zhao et al. 2022; Cheng et al. 2016) โดยทั้งน้ำทั้งจากบริเวณโดยรอบ และกระบวนการเคมี อาจจะเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้แอมโมเนียมีสัดส่วนที่สูงมากในบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน



ภาพที่ 5-17 เปรียบเทียบสัดส่วนฟลักซ์สุทธิของอนินทรีย์ไนโตรเจนรวมละลายน้ำ ระหว่างแม่น้ำท่าจีนกับแม่น้ำบางปะกงในฤดูน้ำมากและฤดูน้ำน้อย

หมายเหตุ: 1. BKR = แม่น้ำบางปะกง, TCR = แม่น้ำท่าจีน: 2. ค่าบวก = มีทิศทางไหลจากแม่น้ำออกสู่ทะเล, ค่าลบ = มีทิศทางไหลจากทะเลออกสู่มแม่น้ำ Remarks: ¹Yuenyong et al. (2023)

5.1.7 การประยุกต์ใช้แพลตฟอร์มพีชและคุณภาพน้ำเป็นดัชนีบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ในแม่น้ำท่าจีน

จากการศึกษา พบว่าการใช้แพลตฟอร์มพีชเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีน (AARL-PP Score) ให้ผลไม่แตกต่างกันในทั้ง 3 ฤดูกาล เนื่องจากกลุ่มแพลตฟอร์มพีชที่พบมีความคล้ายคลึงกัน เมื่อนำมาคำนวณเป็นคะแนนและแปลผลระดับความอุดมสมบูรณ์จึงได้ค่าใกล้เคียงกัน และการใช้ค่าเฉลี่ยอาจจะไม่ใช่ตัวแทนที่ดีนักเนื่องจากเมื่อนำค่าต้นน้ำที่มีจะมีค่าต่ำมาหาค่าเฉลี่ยกับปลายน้ำที่มีแนวโน้มค่าที่สูงกว่าจึงอาจจะแสดงผลออกมาได้ไม่ดี แต่ก็พอที่จะสามารถดูในภาพรวมได้ ซึ่งเมื่อพิจารณาสถานีปลายน้ำ คือ สถานี TC9 ที่เลือกสถานีนี้เพราะว่าเป็นสถานีที่ได้รับอิทธิพลจากทะเลน้อยกว่าสถานี TC10 พบว่ามีระดับความอุดมสมบูรณ์ Meso-Eutrophic อยู่ในช่วงฤดู

โดยในภาพรวมของการใช้ค่าเฉลี่ยสอดคล้องกับ AARL-PC Score ซึ่งใช้คุณภาพน้ำเป็นดัชนีบ่งชี้ โดยพบว่าแม่น้ำท่าจีนอยู่ในช่วง Meso-Eutrophic ตลอดทั้งปี แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างแพลตฟอร์มพีชกับคุณภาพน้ำแต่อย่างทีกล่าวไปก่อนหน้านี้ว่าการใช้ค่าเฉลี่ยอาจจะให้ระดับความอุดมสมบูรณ์ที่สูงเกินจริงหรือต่ำเกินจริง เมื่อตรวจสอบรายสถานี พบว่า AARL-PC Score แสดงความแตกต่างระหว่างพื้นที่ได้ชัดเจนในช่วงฤดูน้ำน้อยและช่วงเปลี่ยนฤดู ซึ่งเกิดจากน้ำท่ามีกำลังเบากว่าฤดูน้ำมากจึงแสดงความแตกต่างระหว่างสถานีได้ชัดเจนกว่า โดยเมื่อเปรียบเทียบกับ AARL-PP Score โดยใช้สถานี TC9 เช่นเดียวกันพบว่า AARL-PC Score จะจัดให้ระดับความอุดมสมบูรณ์ในแม่น้ำท่าจีนอยู่ในช่วง Eutrophic ซึ่งมากกว่า AARL-PP Score 1 ระดับ ยกเว้นในฤดูน้ำ

มาก เกิดจากแพลงก์ตอนพืชมีการเปลี่ยนแปลงที่ช้ากว่าคุณภาพน้ำต้องใช้ระยะเวลาในการเปลี่ยนแปลงชนิดเด่นเพื่อที่จะแสดงถึงระดับความอุดมสมบูรณ์ในทางตรงกันข้ามคุณภาพน้ำมีการเปลี่ยนแปลงได้รวดเร็วกว่าจึงทำให้การใช้คุณภาพน้ำบ่งชี้ถึงระดับความอุดมสมบูรณ์ได้สูงกว่าแพลงก์ตอนพืช 1 ระดับ ทั้งนี้บริเวณต้นน้ำมีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำกว่าบริเวณปลายน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณสารอาหารละลายน้ำ โดยเฉพาะ แอมโมเนียและอนินทรีย์ฟอสฟอรัส เมื่อเปรียบเทียบกับแม่น้ำสายอื่นในประเทศไทยที่เคยมีการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ ได้แก่ แม่น้ำปิง แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำจันทบุรี และแม่น้ำแคว (Leelahakriengkrai & Peerapornpisal, 2010) พบว่า ระดับความอุดมสมบูรณ์ของแม่น้ำท่าจีนในการศึกษาครั้งนี้สูงกว่าการศึกษาก่อนหน้า (ตารางที่ 5-3)



ตารางที่ 5-3 ตารางแสดงระดับความอุดมสมบูรณ์โดยใช้คุณภาพน้ำเป็นดัชนีบ่งชี้ (AAPL-PC Score) รายสถานีใน
แม่น้ำปิง แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำจันทบุรี และแม่น้ำแคว

River	AAPL-PC	
	summer	rainy
MP1 ¹	oligo-meso	oligo
MP2 ¹	meso	meso
MP3 ¹	oligo-meso	oligo-meso
MP4 ¹	oligo-meso	oligo-meso
MP5 ¹	oligo-meso	meso
TC1 ¹	oligo-meso	meso
TC2 ¹	oligo-meso	meso
TC3 ¹	meso	meso
TC4 ¹	meso-eutro	meso
TC5 ¹	meso-eutro	meso-eutro
CB1 ¹	oligo-meso	oligo-meso
CB2 ¹	oligo-meso	oligo
CB3 ¹	oligo-meso	oligo-meso
CB4 ¹	oligo-meso	oligo-meso
KW1 ¹	oligo-meso	oligo-meso
KW2 ¹	meso	meso
KW3 ¹	meso	meso
KW4 ¹	meso	oligo-meso
KW5 ¹	oligo-meso	oligo-meso
TC1	meso-eutro	meso-eutro
TC2	meso-eutro	meso-eutro
TC3	meso-eutro	meso-eutro
TC4	meso-eutro	meso-eutro
TC5	eutrophic	meso-eutro
TC6	eutrophic	meso-eutro
TC7	eutrophic	meso-eutro
TC8	eutrophic	meso-eutro
TC9	eutrophic	meso-eutro
TC10	eutrophic	meso-eutro

หมายเหตุ 1 = (Leelahakriengkrai and Peerapornpisal, 2010), MP = แม่น้ำปิง, TC = แม่น้ำท่าจีน, CB = แม่น้ำจันทบุรี, KW = แม่น้ำแคว

เมื่อนำระดับความอุดมสมบูรณ์เฉลี่ยบริเวณแม่น้ำท่าจีนในการศึกษาครั้งนี้มาเปรียบเทียบกับแม่น้ำต่างๆดังแสดงในตารางที่ 5-4 พบว่าเมื่อใช้ดัชนีจาก Smith et al, 1999 เปรียบเทียบกับแม่น้ำจันทบุรี² แม่น้ำท่าจีนจะมีระดับความอุดมสมบูรณ์ที่สูงกว่าในฤดูน้ำน้อย แต่จะมีระดับความอุดมสมบูรณ์ในระดับเดียวกันในฤดูน้ำมากเนื่องจากเวลาดังกล่าวแม่น้ำท่าจีนมีปริมาณน้ำท่าที่สูงให้มีระยะเวลาพำนักน้ำต่ำ (ภาพที่ 5-7) ทำให้สิ่งมีชีวิตในกลุ่มของผู้ผลิตเบื้องต้นไม่สามารถดึงสารอาหารในระบบนิเวศไปใช้ได้ดี (ภัทรารุช ไทยพิชิตบุรพา และคณะ, 2565) และการใช้คลอโรฟิลล์-เอ ที่เป็นค่าเฉลี่ยเป็นวิธีการที่อาจจะไม่นักเนื่องจากทำให้ระดับที่ประเมินออกมาได้มีค่าที่ต่ำกว่าระดับความเป็นจริง ซึ่งการใช้รายสถานีจะแสดงผลที่ดีกว่า

โดยเมื่อพิจารณาสถานี TC9 เช่นเดียวกันกับ AARL-PP และ AARL-PC Score พบว่าการใช้คลอโรฟิลล์-เอ ประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ให้ระดับเดียวกันกับ AARL-PC Score คือ Eutrophic ในฤดูน้ำน้อย และช่วงเปลี่ยนฤดู ซึ่งมีความสอดคล้องกันเกิดจากตัวคลอโรฟิลล์-เอ นั้นประเมินจากความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชไม่อิงกับชนิดเพื่อบ่งชี้ระดับความอุดมสมบูรณ์จึงให้ระดับความอุดมสมบูรณ์ที่สอดคล้องกับ AARL-PC Score และความเข้มข้นของสารอาหารต่างๆบริเวณนี้เช่นเดียวกัน

เมื่อเปรียบเทียบกับแม่น้ำปิง แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำจันทบุรี แม่น้ำแคว พบว่าแม่น้ำท่าจีนในการศึกษาครั้งนี้มีระดับความอุดมสมบูรณ์สูงสุดแสดงให้เห็นถึงความเสื่อมโทรมของแม่น้ำท่าจีนและมีแนวโน้มที่จะเสื่อมโทรมมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับแม่น้ำอื่นและในอดีต ซึ่งก็มีความสอดคล้องกันกับการใช้ แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น (AARL-PP Score) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับแม่น้ำประแสร์ แม่น้ำท่าจีนในการศึกษาครั้งนี้ก็มีระดับความอุดมสมบูรณ์สูงกว่าเช่นเดียวกัน

โดยการใช้นี้แต่ละวิธีจะมีข้อดีข้อเสียที่ต่างกันไป โดย 1. การใช้แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นเป็นดัชนีบ่งชี้ (AARL-PP Score) มีข้อดีตรงที่ แพลงก์ตอนพืชมีการปรับตัวตามสภาพแวดล้อมได้ช้ากว่าคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี ซึ่งสามารถบ่งบอกถึงตัวคุณภาพน้ำในอดีตได้ และไม่ต้องการปริมาณที่มากเพื่อที่จะบ่งชี้ถึงระดับความอุดมสมบูรณ์ แต่จะมีข้อเสียตรงที่ต้องใช้ความรู้ในการแยกชนิด และบ่งชี้ถึงระดับความอุดมสมบูรณ์และคุณภาพน้ำได้ในช่วงกว้างๆเท่านั้น 2. การใช้คุณภาพน้ำเป็นดัชนีบ่งชี้ มีข้อดีตรงที่สามารถบ่งบอกถึงระดับความอุดมสมบูรณ์และคุณภาพน้ำได้ ณ ช่วงเวลานั้นๆที่ทำการเก็บซึ่งจะแม่นยำกว่าการใช้แพลงก์ตอน แต่มีข้อเสียตรงที่ ต้องมีความรู้ในการวิเคราะห์น้ำ และเปลี่ยนแปลงได้รวดเร็วกว่าแพลงก์ตอนพืช 3. คลอโรฟิลล์-เอ มีข้อดีตรงที่ ไม่มีความซับซ้อนในการวิเคราะห์ ไม่ต้องมีความรู้ทางด้านแพลงก์ตอนหรือคุณภาพน้ำ แต่ก็มีข้อเสียตรงที่ คลอโรฟิลล์-เอ ต้องใช้ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชระดับหนึ่งเพื่อที่จะสามารถบ่งชี้ถึงระดับความอุดมสมบูรณ์และคุณภาพน้ำได้ และในช่วงที่มีระยะเวลาพำนักน้ำน้อยๆ อาจจะใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ได้ไม่ค่อยดีเมื่อเทียบ

กับเพลงก์ตอนพีช หรือคุณภาพน้ำ ซึ่งการใช้ดัชนีแต่ละตัวก็จะมีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกันควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์

ตารางที่ 5-4 ระดับความอุดมสมบูรณ์ของแม่น้ำปิง แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำจันทบุรี แม่น้ำแคว แม่น้ำประแสร์ โดยใช้ดัชนีประเมินความอุดมสมบูรณ์ต่างๆ

แม่น้ำ	Smith et al (1999)		AARL-PC Score		AARL-PP Score	
	summer	rainy	summer	rainy	summer	rainy
ปิง ¹	-	-	oligo-meso	oligo-meso	-	-
ท่าจีน ¹	-	-	oligo-meso	oligo-meso	-	-
จันทบุรี ¹	-	-	oligo	oligo	-	-
แคว ¹	-	-	oligo-meso	oligo-meso	-	-
จันทบุรี ²	oligo	oligo	-	-	-	-
ประแสร์ ³	-	-	-	-	meso	-
ท่าจีนใน การศึกษา	meso	oligo	meso-eutro	meso-eutro	meso-eutro	meso-eutro

หมายเหตุ 1 = (Leelahakriengkrai and Peerapompisal, 2010), 2 = (ภัทรารุธ ไทยพิชิตบุรพา และคณะ, 2565), 3 = (สุเทพ เจือละออง และคณะ, 2553)

5.1.8 การทดสอบทางสถิติ

จากการทดสอบทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ พบว่าคุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีนมีความแตกต่างกันระหว่างฤดูกาล อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ Regression Analysis บนข้อมูลคุณภาพน้ำแสดงค่าความเชื่อมั่นที่ต่ำ ซึ่งอาจเกิดจากความแปรปรวนของสถานีและฤดูกาลที่สูง ส่งผลให้แบบจำลองอธิบายความสัมพันธ์ได้ไม่ดี แต่เมื่อนำฟลักซ์ของสารอาหารบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน โดยแยกฤดูกาล มาวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพบว่า ฟลักซ์ของอนินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ กับน้ำท่ามีความสัมพันธ์กันค่อนข้างสูงโดยเฉพาะในฤดูน้ำมาก และฤดูน้ำน้อย และฟลักซ์ของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำก็จะมีความสัมพันธ์กับน้ำท่าในฤดูน้ำมาก และฤดูน้ำน้อย ค่อนข้างมากเช่นเดียวกัน ในส่วนของการหาปริมาณน้ำท่าพบว่า น้ำท่าจะมีความสัมพันธ์กับซิลิเกต และของแข็งแขวนลอยค่อนข้างมากโดยเฉพาะในฤดูน้ำมาก และฤดูน้ำน้อย ซึ่งพารามิเตอร์ที่กล่าวมาข้างต้นหลังจากทำการเอาข้อมูลมาทดสอบความแม่นยำแล้วพบว่าให้ความแม่นยำที่ค่อนข้างน่าพอใจในฤดูน้ำมาก และฤดูน้ำน้อย โดยให้ความแม่นยำถึงร้อยละ 70 ขึ้นไป ดังแสดงในตารางที่ 5-5

ตารางที่ 5-5 สมการการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณสำหรับอาหารบริเวณปากแม่น้ำท่าจีนในแต่ละ

ฤดู

พลักซ์บริเวณปากแม่น้ำท่าจีนในฤดูน้ำมาก			
สมการที่	รูปแบบสมการ	r ²	Validate
	FDIN = 3.56 + 0.9041 Discharge	0.96	87.54%
	Discharge = 0.33 + 0.1879 FSi + 0.00022 FTSS	0.95	88.50%
	FDIP = -0.06 + 0.1711 Discharge	0.94	89.87%
พลักซ์บริเวณปากแม่น้ำท่าจีนฤดูน้ำน้อย			
	FDIN=3.20 + 1.6662 Discharge	0.97	78.93%
	Discharge = 4.10 + 0.2787 FSi - 0.000001 FTSS	0.97	86.07%
	FDIP =0.84 + 0.3111 Discharge	0.95	70.83%
พลักซ์บริเวณปากแม่น้ำท่าจีนในช่วงเปลี่ยน			
	FDIN=27.3 + 0.736 Discharge	0.73	-
	Discharge =1.6 + 0.186 FSi + 0.000660 FTSS	0.68	70.88%
	FDIP = 1.73 + 0.2240 Discharge	0.71	-

หมายเหตุ: F = พลักซ์, DIN = อนินทรีย์ไนโตรเจนรวมละลายน้ำ, DIP = อนินทรีย์ฟอสฟอรัสรวมละลายน้ำ, Si = ซิลิเกต, TSS = ของแข็งแขวนลอย

5.1.9 ความเชื่อมโยงของคุณภาพน้ำในแม่น้ำ แพลกต์ตอนพีช และพลักซ์บริเวณปากแม่น้ำ

จากการศึกษาพบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินรอบแหล่งน้ำเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีน โดยต้นน้ำ (จังหวัดนครปฐม) เป็นพื้นที่เกษตรกรรมโดยเฉพาะนาข้าว ซึ่งมีการใช้ปุ๋ยยูเรียที่มีแอมโมเนียเป็นองค์ประกอบสำคัญ เมื่อเข้าสู่แหล่งน้ำ แอมโมเนียจะถูกเปลี่ยนเป็นไนเตรทผ่านกระบวนการไนตริฟิเคชัน สอดคล้องกับผลการศึกษาที่พบว่าไนเตรทมีสัดส่วนสูงในบริเวณต้นน้ำ อย่างไรก็ตาม เมื่อกระแสน้ำไหลผ่านพื้นที่ชุมชนและอุตสาหกรรมตามลำน้ำ น้ำทิ้งที่ปนเปื้อนทั้งสารอนินทรีย์และสารอินทรีย์จะถูกปล่อยลงสู่แม่น้ำ ส่งผลให้ออกซิเจนละลายน้ำลดลงอย่างต่อเนื่องเนื่องจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ต้องใช้ออกซิเจนเมื่อถึงปลายน้ำ (จังหวัดสมุทรสาคร) เกิดการสะสมของสารอาหารในปริมาณสูงสุด โดยนอกจากความเข้มข้นของสารอาหารจะเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่แล้ว ยังแปรผันตามฤดูกาลอีกด้วย ในฤดูน้ำมาก น้ำท่วมขังเป็นเวลานาน ทำให้เกิดการย่อยสลายของสารอินทรีย์และเพิ่มปริมาณสารอินทรีย์ละลายน้ำ ในทางตรงกันข้ามสารอาหารอื่น เช่น อนินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ และอนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ มีความเข้มข้นต่ำกว่าในฤดูอื่น ๆ เนื่องจากปริมาณน้ำท่าที่สูงและกระแสน้ำที่ไหลเร็ว ทำให้เกิดการเจือจางและการไหลพัดพาสารอาหารออกสู่อ่าวไทยอย่างรวดเร็ว ขณะที่ในฤดูน้ำน้อยและช่วงเปลี่ยนฤดู ปริมาณน้ำท่าน้อยและ

กระแสน้ำซาลง ทำให้การเจือจางลดลง ระยะเวลาพำนักน้ำ (residence time) นานขึ้น และการไหลของสารอาหารออกสู่อ่าวไทยช้ากว่าฤดูน้ำมาก

ซึ่งความเข้มข้นของสารอาหารและระยะเวลาพำนักน้ำเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช บริเวณต้นน้ำที่มีสารอาหารต่ำจะมีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชน้อย แต่เมื่อเข้าใกล้ปลายน้ำ ปริมาณสารอาหารเพิ่มขึ้นทำให้ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชสูงขึ้นเช่นกัน ในฤดูน้ำมากที่น้ำไหลเร็วและระยะเวลาพำนักน้ำสั้น ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชจะต่ำกว่าเมื่อเทียบกับฤดูอื่น ๆ ตรงกันข้าม ในฤดูน้ำน้อยและช่วงเปลี่ยนฤดูที่น้ำไหลช้าและมีสารอาหารสะสมมากขึ้น แพลงก์ตอนพืชสามารถใช้เวลาในการดูดซึมสารอาหารได้นานขึ้น ส่งผลให้ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชเพิ่มขึ้น

อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นของสารอาหารที่สูงไม่ได้หมายความว่าจะมีการปลดปล่อยสารอาหารสู่ทะเลมากที่สุด ฟลักซ์ของสารอาหารขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำทำเป็นหลัก ฤดูน้ำมากแม้ความเข้มข้นของสารอาหารต่ำกว่าฤดูอื่น ๆ แต่ปริมาณน้ำทำที่สูงทำให้เกิดการพัดพาสารอาหารออกสู่อ่าวไทยในปริมาณมากที่สุด ในทางกลับกัน ฤดูน้ำน้อยที่ความเข้มข้นของสารอาหารสูงที่สุดกลับมีฟลักซ์ของสารอาหารออกสู่อ่าวไทยต่ำที่สุด เนื่องจากปริมาณน้ำทำที่น้อย ไม่สามารถพัดพาสารอาหารออกไปได้มาก

5.2 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาฟลักซ์ของสารอาหารละลายน้ำและการใช้คุณภาพน้ำและแพลงก์ตอนพืชเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำ บริเวณแม่น้ำท่าจีน ในปีพ.ศ. 2565 -2566 พบว่า

1. ปริมาณสารอาหาร ของแข็งแขวนลอย และคลอโรฟิลล์-เอ มีการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่และฤดูกาลโดยบริเวณต้นน้ำ (จังหวัดนครปฐม) มีปริมาณสารอาหาร ของแข็งแขวนลอย และปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ที่น้อยกว่าบริเวณปลายน้ำ (จังหวัดสมุทรสาคร) และในฤดูน้ำน้อยมีแนวโน้มปริมาณสารอาหาร และคลอโรฟิลล์-เอ ที่มากกว่าฤดูน้ำมากและช่วงเปลี่ยนฤดูยกเว้นบางพารามิเตอร์ เช่น ไนโตรเจนรวมละลายน้ำ อินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ ที่ในฤดูน้ำมากจะมีค่าสูงกว่าฤดูอื่นๆ ซึ่งส่วนใหญ่มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน และมีค่าสูงกว่าแม่น้ำอื่นๆ เช่น แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำตราด นอกจากนี้ยังพบว่าในฤดูน้ำมากไนโตรเจนจะเป็นปัจจัยจำกัดในแม่น้ำท่าจีน ในขณะที่ฤดูน้ำน้อยและช่วงเปลี่ยนฤดูจะแตกต่างกันออกไปโดยจะพบว่าฟอสฟอรัสจะเป็นปัจจัยจำกัดบริเวณต้นน้ำและเมื่อเข้าใกล้บริเวณปากแม่น้ำไนโตรเจนจะเป็นปัจจัยจำกัดแทน

2. โครงสร้างของแพลงก์ตอนพืชในแม่น้ำท่าจีนจะพบ Division Chromophyta เป็นกลุ่มเด่นในทุกฤดูกาล ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่แต่ไม่ชัดเจนโดยบริเวณต้นน้ำ (จังหวัดนครปฐม) จะมีสัดส่วนของ Division Chromophyta ค่อนข้างต่ำและจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นเมื่อเข้าสู่บริเวณปลายน้ำ (จังหวัดสมุทรสาคร) ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนมากในช่วงเปลี่ยนฤดู ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชก็มีความแตกต่างระหว่างฤดูกาลและพื้นที่โดยบริเวณต้นน้ำมักจะมี ความหนาแน่นที่น้อยกว่าบริเวณปลายน้ำ และในช่วงฤดูน้ำมากจะมีความหนาแน่นน้อยกว่าฤดูน้ำน้อยและช่วงเปลี่ยนฤดู

3. การใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำ สามารถใช้ได้ในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนและสอดคล้องกับปัจจัยทางกายภาพและเคมี โดยพบว่าในทุกฤดูกาล แม่น้ำท่าจีนมี ระดับความอุดมสมบูรณ์เฉลี่ยตลอดลำน้ำอยู่ในช่วง Meso-Eutrophic และ คุณภาพน้ำระดับ Moderate-Pollute แต่การใช้ค่าเฉพาะสถานะจะให้ค่าที่แม่นยำกว่า อย่างไรก็ตามการใช้ Trophic Status ของ Smith et al. (1999) ไม่ควรใช้ค่าเฉลี่ยทั้งลำน้ำเนื่องจากจะทำให้ระดับคลอโรฟิลล์-เอต่ำ จึงทำให้การบ่งชี้คุณภาพน้ำและระดับความอุดมสมบูรณ์ได้ระดับที่ต่ำกว่าวิธีการอื่นๆ

4. ฟลักซ์สุทธิของ สารอาหารละลายน้ำ และของแข็งแขวนลอย มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล โดยไหลออกสู่ทะเลตามอิทธิพลของน้ำท่า ยกเว้น ฟลักซ์ของแข็งแขวนลอยและไนโตรเจนในฤดูน้ำน้อย ฟลักซ์ของ สารอาหาร และของแข็งแขวนลอยสูงสุดใน ฤดูน้ำมาก รองลงมาคือช่วงเปลี่ยนฤดู และต่ำสุดในฤดูน้ำน้อย เมื่อเปรียบเทียบ ฟลักซ์อินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ และอินทรีย์

ฟอสฟอรัสละลายน้ำ กับแม่น้ำบางปะกง พบว่า แม่น้ำท่าจีนปลดปล่อยสารอาหารลงสู่อ่าวไทยตอนในมากกว่า โดยเฉพาะแอมโมเนีย ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของฟลักซ์ไนโตรเจน สะท้อนถึงบทบาทของแม่น้ำท่าจีนในการปลดปล่อยแอมโมเนียสู่อ่าวไทยตอนใน

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ถ้าต้องการเห็นข้อมูลที่ชัดเจนมากกว่านี้ควรมีการเพิ่มสถานีการเก็บตัวอย่างให้ไปถึงบริเวณต้นน้ำที่แยกออกมาจากบริเวณแม่น้ำเจ้าพระยา รวมทั้งปากคลองสาขาย่อยต่างๆจะสามารถทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงได้ดีมากยิ่งขึ้นและครอบคลุมพื้นที่ทั้งลุ่มน้ำ
2. การใช้แพลงก์ตอนพืช และพารามิเตอร์คุณภาพน้ำสามารถใช้ได้แต่มีข้อจำกัดที่บ่งบอกได้เพียงช่วงกว้าง และแพลงก์ตอนพืชมีการไหลตามกระแสน้ำ อาจจะต้องมีการคิดค้นดัชนีตัวใหม่ขึ้นมาเพื่อให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น
3. ควรมีการเพิ่มจุดเก็บตัวอย่างออกมาในบริเวณทะเลเพิ่มเติม เพื่อที่จะแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของแม่น้ำท่าจีนต่ออ่าวไทยตอนในได้ดียิ่งขึ้น



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
ข้อมูลตาราง

คุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีนสมุทรสาคร

cruise	ST	BOD (mg/L)	TSS (mg/L)	Si (µg-Si/L)	PO ₄ (µg P/L)	NH ₃ (µg N/L)	NO ₂ (µg N/L)	NO ₃ (µg N/L)	TDN (µg N/L)	TDP (µg P/L)	DIN (µg N/L)	Chl-a (µg/L)	DON (µg N/L)	DOP (µg P/L)	Temp (c)	Sal (psu)	pH	DO (mg/L)
1	TC1	2.20	19.60	4093.58	31.80	84.59	9.15	227.07	2953.51	45.66	320.81	8.54	2632.70	13.87	28.30	0.1	7.34	2.70
1	TC2	2.40	30.00	9658.69	32.94	120.89	7.93	205.73	3133.08	49.38	334.55	10.68	2798.53	16.44	28.30	0.1	7.37	3.32
1	TC3	2.40	17.20	4673.64	47.78	93.11	9.46	262.82	3120.95	65.47	365.39	7.48	2755.56	17.68	28.30	0.2	7.22	2.20
1	TC4	2.40	22.00	9501.68	56.35	101.63	10.88	281.44	2934.10	73.51	393.95	6.41	2540.15	17.16	28.50	0.2	7.20	1.77
1	TC5	2.20	11.60	5144.67	72.33	113.85	7.12	159.06	2895.27	88.98	280.03	7.48	2615.24	16.64	28.30	0.2	7.24	1.13
1	TC6	2.80	19.20	9453.71	81.47	218.67	14.54	294.60	3113.67	106.30	527.80	7.48	2585.87	24.84	28.50	0.2	7.25	1.73
1	TC7	4.60	4.00	3147.17	107.16	466.44	13.32	284.67	3254.41	131.67	764.43	8.54	2489.98	24.51	28.40	0.2	7.19	1.38
1	TC8	2.60	13.60	5445.61	95.17	186.44	19.32	311.72	2953.51	118.06	517.49	5.34	2436.03	22.89	28.30	0.2	7.32	1.41
1	TC9	2.00	15.20	7185.79	143.13	429.41	22.67	307.50	3307.80	168.18	759.58	5.34	2548.21	25.05	28.20	0.2	7.32	1.27
1	TC10	2.40	13.60	5249.35	222.48	895.70	35.99	279.21	3137.94	254.19	1210.90	11.75	1927.03	31.71	28.70	1.1	7.25	0.88

คุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง

cruise	ST	BOD (mg/L)	TSS (mg/L)	Si (µg-Si/L)	PO ₄ (µg P/L)	NH ₃ (µg N/L)	NO ₂ (µg N/L)	NO ₃ (µg N/L)	TDN (µg N/L)	TDP (µg P/L)	DIN (µg N/L)	Ch-La (µg/L)	DON (µg N/L)	DOP (µg P/L)	Temp (c)	Sal (psu)	pH	DO (mg/L)
2	TC1	4.00	8.00	4468.40	41.89	120.44	167.56	1117.29	1405.29	41.89	1405.29	7.70	0.00	0.00	29.30	0.3	6.87	1.68
2	TC2	4.20	10.00	4757.65	59.21	173.59	89.10	947.29	1209.98	59.21	1209.98	4.72	0.00	0.00	28.30	0.2	7.26	2.06
2	TC3	3.20	17.20	4713.92	54.74	29.52	110.12	994.50	1134.13	54.74	1134.13	4.36	0.00	0.00	28.70	0.2	7.44	3.08
2	TC4	3.80	14.40	4265.75	64.23	65.07	75.49	1143.70	1284.26	64.23	1284.26	4.01	0.00	0.00	28.80	0.4	7.39	2.16
2	TC5	4.60	12.80	4271.64	126.23	340.63	189.05	1517.40	2047.08	126.23	2047.08	5.43	0.00	0.00	28.70	0.3	7.35	0.92
2	TC6	4.60	17.20	5077.33	159.19	621.67	146.59	1294.67	2062.93	159.19	2062.93	8.72	0.00	0.00	28.40	0.3	7.34	0.93
2	TC7	5.40	18.00	5141.24	171.48	1058.70	110.12	258.77	1427.60	171.48	1427.60	23.41	0.00	0.00	28.60	0.4	7.36	0.77
2	TC8	4.80	21.60	4789.77	154.16	184.63	144.49	1151.30	1480.42	154.16	1480.42	21.09	0.00	0.00	28.90	0.4	7.41	1.42
2	TC9	6.60	27.20	4177.63	437.91	1992.04	2.49	24.61	2019.14	437.91	2019.14	46.90	0.00	0.00	29.10	4.8	7.40	2.57
2	TC10	4.00	47.20	2468.88	217.84	1217.96	76.48	205.51	1499.96	217.84	1499.96	16.11	0.00	0.00	28.30	17	7.40	1.48

คุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีนช่วงเปลี่ยนฤดู

cruise	ST	BOD (mg/L)	TSS (mg/L)	Si ($\mu\text{g-Si/L}$)	PO ₄ ($\mu\text{g P/L}$)	NH ₃ ($\mu\text{g N/L}$)	NO ₂ ($\mu\text{g N/L}$)	NO ₃ ($\mu\text{g N/L}$)	TDN ($\mu\text{g N/L}$)	TDP ($\mu\text{g P/L}$)	DIN ($\mu\text{g N/L}$)	Chl-a ($\mu\text{g/L}$)	DON ($\mu\text{g N/L}$)	DOP ($\mu\text{g P/L}$)	Temp (c)	Sal (psu)	pH	DO (mg/L)
3	TC1	2.40	22.00	4941.50	57.53	123.60	47.83	446.13	1037.97	57.53	617.56	10.79	420.41	0.00	31.40	0.2	7.30	1.56
3	TC2	2.80	19.60	5357.70	79.87	271.42	102.35	747.74	1381.90	89.61	1121.52	8.65	260.38	9.74	31.60	0.2	7.45	1.40
3	TC3	1.60	14.80	5518.99	83.78	79.90	81.29	802.92	1298.88	83.78	964.11	7.58	334.77	0.00	31.60	0.2	7.60	1.60
3	TC4	1.60	15.60	5587.86	91.60	67.92	117.67	729.69	1393.76	91.60	915.29	4.06	478.47	0.00	32.00	0.3	7.31	1.83
3	TC5	2.20	9.20	5729.22	274.25	569.50	99.94	722.87	1765.36	274.25	1392.30	8.22	373.06	0.00	32.10	0.3	7.33	1.87
3	TC6	1.60	14.00	10932.87	175.95	142.10	107.90	809.06	1745.60	175.95	1059.06	9.40	686.53	0.00	32.10	0.2	7.37	0.85
3	TC7	4.00	14.00	10954.61	227.33	410.61	122.81	665.88	1579.56	227.33	1199.31	15.38	380.25	0.00	30.30	0.3	7.36	0.53
3	TC8	4.00	68.00	11697.66	164.22	311.08	195.99	744.17	1532.12	181.07	1251.23	22.03	280.89	16.85	32.90	0.4	7.36	0.85
3	TC9	3.40	45.60	11520.05	143.55	863.79	273.80	503.98	1641.57	176.32	1641.57	45.18	0.00	32.77	1.7	7.36	0.17	
3	TC10	4.40	53.60	4310.19	478.68	1783.64	23.33	99.47	2461.14	515.42	1906.44	35.78	554.69	36.73	32.90	8.4	7.20	0.48

จำนวนเพลงก่ตอนในแต่ละ Division ในฤดูน้ำมาก										
	TC1	TC2	TC3	TC4	TC5	TC6	TC7	TC8	TC9	TC10
Division Cyanophyta	11950	3900	7100	4600	5719	3219	3722	1389	10600	9500
Division Chlorophyta	3400	4600	3500	3950	4000	3719	3556	1639	5850	3786
Division Chromophyta	35500	81400	49050	40650	19156	28938	30056	18861	29350	22893
จำนวนเพลงก่ตอนในแต่ละ Division ในฤดูน้ำน้อย										
	TC1	TC2	TC3	TC4	TC5	TC6	TC7	TC8	TC9	TC10
Division Cyanophyta	4071	2031	14071	3107	8667	7000	29000	22500	49667	4464
Division Chlorophyta	5321	1781	2786	2750	17333	18750	63167	38500	26167	2679
Division Chromophyta	18679	1250	4429	2536	16292	45833	205917	167750	63343	6321
จำนวนเพลงก่ตอนในแต่ละ Division ในช่วงเปลี่ยนฤดู										
	TC1	TC2	TC3	TC4	TC5	TC6	TC7	TC8	TC9	TC10
Division Cyanophyta	13458	7333	11875	6019	47775	23220	34992	12850	20500	8325
Division Chlorophyta	5250	5458	4411	3431	19305	13230	31746	7250	30700	8025
Division Chromophyta	11708	8167	7091	14344	48945	64665	130783	97200	149700	48750

ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช			
สถานี	ฤดูน้ำมาก	ฤดูน้ำน้อย	ช่วงเปลี่ยนฤดู
TC1	50,850	28,071	30,417
TC2	89,900	5,063	20,958
TC3	59,650	21,286	23,377
TC4	49,200	8,393	23,794
TC5	28,875	42,292	116,025
TC6	35,875	71,583	101,115
TC7	37,333	298,083	197,521
TC8	21,889	228,750	117,300
TC9	45,800	139,177	200,900
TC10	36,179	13,464	65,100

ปริมาณสารอาหารและปริมาณน้ำท่าของบึงบริเวณปากแม่น้ำมาจันในฤดูน้ำมาก

Time (hr)	Layer	Discharge (m ³ /s)	Concentration of Nutrients and TSS																	BOD(mg/L)
			NH ₃ (µg N/L)	NO ₂ (µg N/L)	NO ₃ (µg N/L)	DIN (µg N/L)	DON (µg N/L)	TDN (µg N/L)	PO ₄ (µg P/L)	DOP (µg P/L)	TDP (µg P/L)	SiO ₂ (µg Si/L)	TSS (mg/L)							
9	S	1404.28	551.63	53.07	242.27	846.97	2237.58	3084.55	159.11	38.15	197.26	4486.11	15.56	2.40						
9	B	626.62	619.04	51.14	247.92	969.24	2134.72	3103.96	155.11	35.96	191.07	3862.43	58.55	2.00						
11.3	S	799.80	606.81	35.28	283.89	961.26	2099.02	3060.28	156.26	39.77	196.02	3177.69	14.50	2.20						
11.3	B	408.07	628.30	35.99	290.63	990.90	2049.97	3040.87	153.40	34.58	187.98	4019.44	16.80	2.80						
14	S	-85.61	576.44	31.42	294.21	933.48	1986.06	2919.54	147.69	45.24	192.93	5397.63	11.60	2.40						
14	B	-360.55	587.93	29.18	254.49	900.78	1916.84	2817.62	149.98	41.10	191.07	5197.01	20.80	2.00						
16.3	S	-271.39	579.41	30.91	265.43	906.65	2549.17	3455.82	158.54	46.77	205.31	5859.94	12.20	1.80						
16.3	B	-623.10	513.48	20.74	161.66	716.62	2770.75	3487.37	160.82	41.39	202.21	4250.59	26.40	2.80						
19	S	1109.55	542.37	29.89	266.44	868.59	2812.90	3681.50	145.98	50.66	196.64	6078.01	15.80	1.60						
19	B	484.44	387.19	18.91	177.64	602.64	2855.61	3458.25	144.27	40.62	184.89	4497.01	32.40	2.00						
21.3	S	1107.09	570.52	106.86	151.25	935.48	2445.12	3380.60	163.11	47.77	210.87	5781.43	28.00	1.80						
21.3	B	942.00	535.33	26.94	240.10	829.32	2611.94	3441.26	155.11	44.62	199.74	5441.25	32.40	1.80						
0	S	696.73	493.48	32.43	282.27	840.62	2408.94	3249.56	131.71	29.67	161.37	6383.30	31.20	1.80						
0	B	508.98	537.93	29.69	274.84	872.14	2707.44	3579.58	145.98	25.29	171.27	5190.47	52.00	2.20						
2.3	S	-249.84	782.00	39.96	268.04	1129.96	2687.43	3817.39	161.97	21.68	183.65	5977.69	13.60	1.80						
2.3	B	-193.27	803.11	35.38	260.21	1134.08	3006.04	4140.12	160.25	47.53	207.78	6378.94	23.20	2.80						
5	S	-471.40	561.63	32.74	258.38	885.49	2912.48	3797.97	144.84	4.78	149.62	5314.77	20.00	1.80						
5	B	-807.15	575.33	11.08	112.24	709.73	2903.82	3613.55	193.94	34.26	228.20	4459.94	168.80	2.40						
7.3	S	809.31	603.48	40.87	214.01	899.23	2738.58	3637.82	177.38	27.93	205.31	5890.47	22.00	1.20						
7.3	B	-4.63	641.26	20.23	119.47	801.19	2773.53	3574.72	213.35	11.76	225.11	4193.89	35.20	2.20						
10	S	1320.98	919.04	60.80	147.66	1188.30	2667.91	3856.21	239.61	33.45	273.06	5589.53	22.80	1.60						
10	B	648.13	868.30	55.92	198.04	1122.25	2598.07	3720.32	219.06	16.57	235.62	5982.06	176.25	2.80						

ปริมาณสารอาหารและปริมาณน้ำท่าที่ออกบับบริเวณปากแม่น้ำมาจันในฤดูน้ำน้อย

Time (hr)	Layer	Discharge (m ³ /s)	Concentration of Nutrients and TSS																	BOD(mg/L)
			NH ₃ (µg N/L)	NO ₂ (µg N/L)	NO ₃ (µg N/L)	DIN (µg N/L)	DON (µg N/L)	TDN (µg N/L)	PO ₄ (µg P/L)	DOP (µg P/L)	TDP (µg P/L)	SiO ₂ (µg Si/L)	TSS (mg/L)							
0	S	214.85	1125.37	40.43	121.19	1287.00	1287.00	0.00	1287.00	201.64	0.00	196.64	2095.54	36.67	5.00					
0	B	-23.62	656.85	36.76	106.85	800.46	800.46	0.00	800.46	126.23	0.00	108.50	2311.64	167.50	4.00					
2.5	S	578.29	1192.04	36.44	116.18	1344.65	1344.65	0.00	1344.65	213.93	0.00	204.54	2600.05	54.33	3.00					
2.5	B	132.05	805.00	34.02	106.36	945.39	945.39	0.00	945.39	154.72	0.00	142.54	2440.29	73.67	3.80					
5	S	691.75	1392.04	26.67	62.87	1481.57	1481.57	0.00	1481.57	261.96	0.00	255.60	2769.06	41.33	2.80					
5	B	148.25	1156.85	31.29	49.23	1237.38	1237.38	0.00	1237.38	218.40	0.12	218.52	2932.18	77.00	5.10					
7.5	S	1088.33	1667.96	14.00	45.93	1727.89	1727.89	0.00	1727.89	370.88	0.00	349.21	3493.02	35.00	4.70					
7.5	B	291.45	1627.22	13.63	59.17	1700.02	1700.02	0.00	1700.02	333.46	0.00	332.19	3597.29	67.33	4.60					
10	S	924.71	1771.67	30.97	101.69	1904.33	1904.33	0.00	1904.33	361.95	0.00	358.93	3600.65	27.00	4.00					
10	B	454.06	1717.96	30.76	105.76	1854.49	1854.49	0.00	1854.49	357.48	2.06	359.54	3742.75	31.33	4.40					
12.5	S	828.40	1710.56	79.53	243.01	2033.10	2033.10	0.00	2033.10	358.59	0.00	354.07	3721.73	19.00	4.20					
12.5	B	292.71	1732.78	75.54	237.35	2045.67	2045.67	0.00	2045.67	361.95	3.67	365.62	3926.89	29.67	3.60					
15	S	-249.66	1675.37	125.46	331.61	2132.45	2132.45	0.00	2132.45	351.89	0.00	349.21	4542.39	19.67	6.40					
15	B	-126.99	1616.11	128.93	303.04	2048.08	2048.08	0.00	2048.08	354.13	9.06	363.19	3972.30	16.33	4.20					
17.5	S	-1101.01	1438.33	52.73	134.64	1625.71	1625.71	0.00	1625.71	347.42	0.00	346.17	4197.65	66.40	7.00					
17.5	B	-631.59	1740.19	51.26	140.62	1932.07	1932.07	0.00	1932.07	316.14	0.00	313.34	3714.16	364.00	6.40					
20	S	-1360.37	1580.93	45.37	116.90	1743.20	1743.20	0.00	1743.20	294.92	1.40	296.32	3714.16	45.00	2.80					
20	B	-538.83	821.67	32.34	88.74	942.74	942.74	0.00	942.74	191.03	0.75	191.77	2450.38	228.33	4.20					
22.5	S	-462.50	1107.78	34.02	101.21	1243.01	1243.01	0.00	1243.01	221.19	0.00	216.70	2991.04	51.00	4.00					
22.5	B	-162.60	477.22	26.03	64.14	567.40	567.40	0.00	567.40	130.14	0.00	123.09	2116.56	69.00	2.80					
25	S	336.56	836.48	32.66	69.11	938.25	938.25	0.00	938.25	179.30	0.00	162.29	2616.02	106.33	3.20					
25	B	-15.79	562.41	21.83	36.17	620.40	620.40	0.00	620.40	131.85	0.00	123.09	2136.74	60.00	2.80					

ปริมาณสารอาหารและปริมาณน้ำท่าการอบวันบริเวณปากแม่น้ำมาจิ้นในช่วงเปลี่ยนฤดู

Time (hr)	Layer	Discharge (m ³ /s)	Concentration of Nutrients and TSS													
			NH ₃ (µg N/L)	NO ₂ (µg N/L)	NO ₃ (µg N/L)	DIN (µg N/L)	DON (µg N/L)	TDN (µg N/L)	PO ₄ (µg P/L)	DOP (µg P/L)	TDP (µg P/L)	SiO ₂ (µg Si/L)	TSS (mg/L)			
0.00	S	749.88	1346.45	1.63	25.38	1373.47	664.67	2038.14	341.84	13.24	355.07	3600.83	526.78			
0.00	B	655.41	1498.51	2.97	17.28	1518.76	1092.60	2611.36	316.14	18.15	334.29	3656.97	833.40			
2.50	S	701.49	1548.69	2.47	11.43	1562.59	1032.96	2595.55	387.64	2.47	390.11	4507.15	384.37			
2.50	B	466.83	1473.97	2.47	13.55	1489.98	1524.61	3014.59	378.14	15.53	393.68	2311.84	1101.25			
5.00	S	-149.53	782.60	3.63	9.28	795.51	1254.49	2050.00	523.93	15.25	539.17	5204.32	111.14			
5.00	B	-138.64	761.56	3.97	8.52	774.05	1892.66	2666.70	447.96	0.00	447.12	5180.64	404.93			
7.50	S	-1268.98	582.44	15.63	0.95	599.02	1620.96	2219.99	327.32	21.23	348.54	3641.56	177.43			
7.50	B	-967.62	314.31	24.97	10.51	349.78	1075.60	1425.38	198.85	14.29	213.14	2818.67	1709.00			
10.00	S	-1055.37	505.70	14.63	21.40	541.74	312.40	854.14	126.23	45.93	172.16	1813.92	244.13			
10.00	B	-709.18	46.99	8.63	12.04	67.66	606.61	674.27	36.03	1.92	37.95	1414.21	573.67			
12.50	S	-308.13	380.67	5.97	16.11	402.75	904.04	1306.79	93.28	9.99	103.27	2078.29	270.50			
12.50	B	-213.28	120.09	3.13	22.47	145.70	655.07	800.77	35.75	0.00	35.75	1355.38	554.75			
15.00	S	349.14	381.48	13.13	5.56	400.17	637.79	1037.97	86.58	12.54	99.12	1356.37	312.30			
15.00	B	134.99	109.30	8.80	11.30	129.41	548.81	678.22	43.57	13.38	56.95	1470.28	360.50			
17.50	S	286.01	297.05	12.80	4.20	314.05	652.76	966.81	77.08	7.19	84.27	1725.32	301.64			
17.50	B	-11.02	138.71	8.30	22.24	169.24	520.84	690.08	47.48	7.69	55.17	1437.41	290.25			
20.00	S	272.44	477.24	20.13	9.14	506.51	282.40	788.91	117.30	4.39	121.68	2359.71	442.70			
20.00	B	59.68	191.85	9.30	23.14	224.29	655.55	879.84	67.03	0.00	63.48	2026.54	460.50			
22.50	S	875.58	660.40	23.30	23.73	707.43	994.68	1702.11	131.82	0.00	130.59	1931.15	276.63			
22.50	B	524.68	659.32	15.63	30.77	705.72	612.93	1318.65	142.99	8.39	151.38	1286.80	584.40			
25.00	S	726.66	1095.51	14.47	24.53	1134.50	915.49	2050.00	232.92	0.00	230.36	3401.36	270.13			
25.00	B	748.63	1053.43	16.30	25.87	1095.60	816.04	1911.63	248.56	0.00	235.71	3521.64	752.67			

ฟลักซ์สารอาหารทะเลสาบและของแข็งแขวนลอยในฤดูน้ำมาก

Time (hr)	Fluxes of Nutrients and TSS (g/s)															Time (hr)	Discharge (m ³ /s)
	NH ₃	NO ₂	NO ₃	DIN	DON	TDN	PO ₄	DOP	TDP	SiO ₂	TSS	BOD	DO				
0	1162.54	106.57	495.57	1796.73	4479.84	6276.57	320.63	76.11	396.74	8720.01	58534.65	6178.82	2246.84	0	2030.90		
2.5	741.72	42.90	345.65	1173.18	2515.33	3688.51	187.57	45.92	233.49	4181.75	18452.73	5897.96	1685.13	2.5	1207.87		
5	-261.32	-13.21	-116.94	-404.68	-861.13	-1265.81	-66.72	-18.69	-85.41	-2335.83	-8492.37	7021.38	1404.28	5	-446.15		
7.5	-477.20	-21.31	-172.76	-692.58	-2418.27	-3110.86	-143.24	-38.48	-181.72	-4238.87	-19760.81	7302.24	2246.84	7.5	-894.49		
10	789.36	42.33	381.69	1255.70	4504.44	5760.13	231.86	75.89	307.75	8922.40	33276.88	6178.82	2246.84	10	1593.99		
12.5	1135.90	143.68	393.62	1816.88	5167.41	6984.28	326.69	94.92	421.61	11526.21	61519.24	5336.25	1965.99	12.5	2049.09		
15	617.62	37.71	336.55	1029.59	3056.42	4086.00	166.07	33.54	199.61	7089.29	48205.03	6459.67	1685.13	15	1205.71		
17.5	-350.59	-16.82	-117.26	-501.49	-1252.40	-1753.89	-71.44	-14.60	-86.04	-2726.31	-7881.62	6178.82	2246.84	17.5	-443.11		
20	-729.13	-24.38	-212.39	-990.28	-3716.76	-4707.04	-224.81	-29.91	-254.72	-6105.22	-145674.91	5055.39	5055.39	20	-1278.55		
22.5	485.43	32.98	172.64	724.04	2203.51	2927.55	142.57	22.55	165.11	4747.77	17641.65	5336.25	4493.68	22.5	804.67		
25	1776.80	116.56	323.41	2297.08	5208.15	7505.23	458.49	54.93	513.42	11260.81	144351.06	5055.39	1685.13	25	1969.11		
Average	444.65	40.64	166.34	682.20	1716.96	2399.15	120.70	27.47	148.17	3731.09	18192.87	6000.09	2451.10	Average	709.00		
Net Flux (kg/day)	38417.57	3511.06	14372.08	58941.72	148345.14	207286.86	10428.34	2373.39	12801.73	322366.33	1571863.57	518407.71	211775.07	Discharge (m ³ /day)	61257984.87		
Net Flux (ton/day)	38.42	3.51	14.37	58.94	148.35	207.29	10.43	2.37	12.80	322.37	1571.86	518.41	211.78	Discharge (x10 ⁶ m ³ /day)	61.26		

ฟลักซ์สารอาหารทะเลสาบและของแข็งแขวนลอยในฤดูน้ำน้อย

Time (hr)	Fluxes of Nutrients and TSS (g/s)															Time (hr)	Discharge (m ³ /s)
	NH ₃	NO ₂	NO ₃	DIN	DON	TDN	PO ₄	DOP	TDP	SiO ₂	TSS	BOD	DO				
0	226.3	7.8	23.5	257.6	0.0	257.6	40.3	0.0	39.7	395.6	3922.1	1933.6	945.3	0	191.2		
2.5	795.6	25.6	81.2	902.4	0.0	902.4	144.1	0.0	137.1	1825.8	41147.8	1503.9	1031.3	2.5	710.3		
5	1134.4	23.1	50.8	1208.3	0.0	1208.3	213.6	0.0	209.2	2350.2	40007.4	1461.0	1031.3	5	840.0		
7.5	2289.5	19.2	67.2	2376.0	0.0	2376.0	500.8	0.0	476.9	4850.0	57715.7	1418.0	1117.2	7.5	1379.8		
10	2418.3	42.6	142.1	2603.0	0.0	2603.0	497.0	0.9	495.2	5029.0	39194.3	1697.3	1031.3	10	1378.8		
12.5	1924.2	88.0	270.8	2283.0	0.0	2283.0	403.0	1.1	400.3	4232.5	24423.3	2105.5	945.3	12.5	1121.1		
15	-623.5	-47.7	-121.3	-792.5	0.0	-792.5	-132.8	-1.2	-133.3	-1638.5	-6984.2	1998.1	945.3	15	-376.7		
17.5	-2682.7	-90.4	-237.1	-3010.2	0.0	-3010.2	-582.2	0.0	-579.0	-6967.5	-303004.8	1847.7	773.5	17.5	-1732.6		
20	-2593.4	-79.2	-206.8	-2879.4	0.0	-2879.4	-504.1	-2.3	-506.4	-6373.0	-184250.0	1804.7	687.5	20	-1899.2		
22.5	-589.9	-20.0	-57.2	-667.2	0.0	-667.2	-123.5	0.0	-120.2	-1727.5	-34807.0	1847.7	429.7	22.5	-625.1		
25	272.6	10.6	22.7	306.0	0.0	306.0	58.3	0.0	52.7	846.7	34840.4	1675.8	171.9	25	320.8		
Average	233.8	-1.8	3.3	235.2	0.0	235.2	46.8	-0.1	42.9	256.7	-26163.2	1753.9	828.1	Average	118.9		
Net Flux (kg/day)	20198.6	-159.6	281.8	20320.8	0.0	20320.8	4041.8	-11.3	3707.4	22176.4	-226049.2	151540.9	71551.6	Discharge (m ³ /day)	10277254.51		
Net Flux (ton/day)	20.20	-0.16	0.28	20.32	0.00	20.32	4.04	-0.01	3.71	22.18	-2260.50	151.54	71.55	Discharge (x10 ⁶ m ³ /day)	10.28		

ฟลักซ์สารอาหารทะเลสาบน้ำ และของแข็งแขวนลอยในช่วงเปลี่ยนฤดู

Time (hr)	Fluxes of Nutrients and TSS (g/s)														Time (hr)	Discharge (m ³ /s)
	NH ₃	NO ₂	NO ₃	DIN	DON	TDN	PO ₄	DOP	TDP	SiO ₂	TSS	BOD	DO			
0.00	1991.82	3.17	30.36	2025.35	1214.53	3239.87	463.54	21.82	485.36	5097.01	941242.09	6149.00	2339.62	0.00	1405.29	
2.50	1774.48	2.88	14.35	1791.71	1436.35	3228.06	448.46	8.99	457.44	4240.96	783731.38	5399.12	1964.68	2.50	1168.32	
5.00	-222.60	-1.09	-2.57	-226.26	-449.97	-676.23	-140.45	-2.28	-142.61	-1496.41	-72756.61	3299.46	1683.47	5.00	-288.16	
7.50	-1043.24	-44.00	-11.37	-1098.61	-3097.74	-4196.35	-607.77	-40.77	-648.53	-7348.47	-1878813.64	2699.56	2148.40	7.50	-2236.60	
10.00	-567.03	-21.57	-31.12	-619.72	-759.90	-1379.61	-158.77	-49.83	-208.61	-2917.29	-664484.55	3599.41	2523.34	10.00	-1764.55	
12.50	-142.91	-2.51	-9.76	-155.17	-418.27	-573.44	-36.37	-3.08	-39.45	-929.45	-201662.75	4799.22	3933.11	12.50	-521.40	
15.00	147.94	5.77	3.47	157.19	296.76	453.95	36.11	6.19	42.29	672.03	157699.03	4049.34	5864.04	15.00	484.13	
17.50	83.43	3.57	0.96	87.96	180.95	268.91	21.52	1.97	23.49	477.62	83073.18	1649.73	6381.46	17.50	274.99	
20.00	141.47	6.04	3.87	151.38	116.06	267.44	35.96	1.20	36.94	763.81	148089.59	1799.71	7183.83	20.00	332.12	
22.50	924.17	28.60	36.92	989.70	1192.51	2182.21	190.44	4.40	193.77	2366.04	548836.13	2249.63	6988.86	22.50	1400.26	
25.00	1584.68	22.71	37.19	1644.59	1276.16	2920.75	355.33	0.00	343.85	5108.02	759761.61	2399.61	6276.47	25.00	1475.28	
Average	424.75	0.33	6.57	431.65	89.77	521.41	55.27	-4.67	49.45	548.53	54974.13	3463.07	4298.84	Average	157.24	
Net Flux (kg/day)	36698.14	28.19	567.85	37294.18	7755.85	45050.03	4775.62	-403.76	4272.50	47393.22	4749765.07	299209.29	371420.04	Discharge (m ³ /day)	13585775.56	
Net Flux (ton/day)	36.70	0.03	0.57	37.29	7.76	45.05	4.78	-0.40	4.27	47.39	4749.77	299.21	371.42	Discharge (x10 ⁶ m ³ /day)	13.59	



ภาคผนวก ข
ข้อมูลรูปภาพ



ภาพขณะเก็บตัวอย่างในแม่น้ำท่าจีน





ภาพขณะเก็บตัวอย่างในแม่น้ำท่าจีน



ภาพขณะทำการวัดฟลักซ์บริเวณปากแม่น้ำ

บรรณานุกรม

- กรมควบคุมมลพิษ. (2563). *ประกาศกรมควบคุมมลพิษ เรื่อง กำหนดประเภทของแหล่งน้ำในแม่น้ำท่าจีน*. เข้าถึงได้จาก <https://www.pcd.go.th/laws/ประกาศกรมควบคุมมลพิษ-22/>
- กรมควบคุมมลพิษ. (2565A). *ผลการสำรวจคุณภาพน้ำทะเลพื้นที่ย่านฝั่งทั่วประเทศ ปี 2565* เข้าถึงได้จาก <https://www.pcd.go.th/laws/ประกาศกรมควบคุมมลพิษ-22/>
- กรมควบคุมมลพิษ. (2565B). *สถานการณ์คุณภาพน้ำแม่น้ำท่าจีน พ.ศ. 2562*. วันที่สืบค้นข้อมูล มกราคม 01, 2565 เข้าถึงได้จาก <https://www.pcd.go.th/waters/สถานการณ์คุณภาพน้ำแม่น้ำท่าจีน-พ-ศ-2562/>.
- กรมชลประทาน. (2564). *แผนที่แสดงปริมาณฝนเฉลี่ย 30 ปี*. วันที่สืบค้นข้อมูล มกราคม 01, 2565 เข้าถึงได้จาก http://water.rid.go.th/hydrology/PORTAL/IMAGES/Iso_2532_2561.pdf
- กรมพัฒนาที่ดิน. (2564). *การใช้ที่ดินภาคกลาง*. วันที่สืบค้นข้อมูล มกราคม 01, 2564 เข้าถึงได้จาก http://www1.ddd.go.th/WEB_OLP/report_research_C.html.
- กรมอุตุนิยมวิทยา. (2565). *ลมมรสุม*. วันที่สืบค้นข้อมูล มกราคม 01, 2565 เข้าถึงได้จาก <https://www3.tmd.go.th/info/ลมมรสุม>
- กองอำนวยการน้ำแห่งชาติ. (2565). *ประกาศ กองอำนวยการน้ำแห่งชาติ ฉบับที่ ๕๐/๒๕๖๕ เรื่อง เฝ้าระวังระดับน้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีน*. วันที่สืบค้นข้อมูล กุมภาพันธ์ 02, 2568 เข้าถึงได้จาก <http://www.onwr.go.th/wp-content/uploads/2022/10/50-scaled.jpg>
- จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. (2564). *จากต้นน้ำถึงปากแม่น้ำ บทบาททางนิเวศอุทกวิทยาและการจัดการเชิงอนุรักษ์*. กรุงเทพมหานคร: คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชฎาณัตถ พรนุกเขียว, นฤชิต คำปิ่น และ เกษม จันทร์แก้ว. (2559). *ผลของคุณภาพน้ำต่อความหลากหลายของปลาในแม่น้ำท่าจีน*. *วารสารวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมไทย*, 2(30), 67-80.

- ฐิติมา วัฒนจ้ง, วิทยา โกษามผล, กนกพร ล่องอำไพ และ วิษณุ นิยมไทย. (2556). คุณภาพน้ำทะเล บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร. ใน *การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล 2551 สาขาสมุทรศาสตร์เคมีและมลภาวะทางทะเล 25-27 สิงหาคม 2551* (น.318-326). กรุงเทพฯ: กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- ฐิติมน ญาณพีช และ สุชาติ เหลืองประเสริฐ. (2562). การประเมินความสัมพันธ์ของแพลงก์ตอนพืช กับคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา. *วิศวกรรมสาร มก*, 32(107), 65-72.
- ดุชนันท์ หลินวรัตน์. (2561). *การศึกษาเวลาพำนักของมวลน้ำในอ่าวไทยโดยใช้แบบจำลองอุทกพลศาสตร์*(วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทบริหารบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา
- ดำรงศักดิ์ น้อยเจริญ, ศิริรัตน์ สมเชื้อ, สุดารัตน์ นิลรัตน์, สุรศักดิ์ สีชุม, ภูสิต ห่อเพชร, และ เจนจิรา แก้วรัตน์. (2018). พลั๊กซ์ของตะกอนแขวนลอย และ สารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำ บริเวณ ปากคลองปากพียงในฤดูน้ำมากในเดือน กันยายน 2558. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, 20(1), 158-169.
- เดือนตา ร่าหมาน, , จารุวรรณ ชูสงค์, วิจิตรา อมรวีริยะชัย และปรียาลักษณ์ ไคหนองบัว. (2566). ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ในทะเลสาบสงขลา. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 28(2), 1212-1234.
- เบญจมาศ ไพบูลย์กิจกุล, อนุกุล บุรณประทีปรัตน์ และ ชลธิ ไพบูลย์กิจกุล. (2559). ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอย พลั๊กซ์ของธาตุอาหารอนินทรีย์ต่อความหลากหลายทางชีวภาพของปะการังบริเวณหาดเจ้าหลาว จังหวัดจันทบุรี ปีที่ 2 (รายงานผลการวิจัย). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา
- เบญจมาศ มีทรัพย์. (2564). *พลั๊กซ์ของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำ และตะกอนแขวนลอยที่บริเวณปากแม่น้ำตราด จังหวัดตราด ปี พ.ศ. 2561*. (วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทบริหารบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา
- เบญจมาศ มีทรัพย์, อนุกุล บุรณประทีปรัตน์, ภัทรารุช ไทยพิชิตบูรพา, สุธิตา กาญจน์อดิเรกลาภ, และศุภวัตร กาญจน์อดิเรกลาภ. (2564). พลั๊กซ์ของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำ และ ตะกอนแขวนลอยที่บริเวณปากแม่น้ำตราด จังหวัดตราด ปี พ.ศ. 2561. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 26(1), 526-544.

เบญจวรรณ คชเสณี, ประเดิม อุทยานมณี, ศุภชัย ยืนยง, และอนุกุล บุรณประทีปรัตน์. (2564).

ฟลักซ์ของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัด ประจวบคีรีขันธ์.
วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 26(2), 907-927.

ประเดิม อุทยานมณี, ศุภชัย ยืนยง, เบญจวรรณ คชเสณี, และอนุกุล บุรณประทีปรัตน์. (2562).

ฟลักซ์ของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำและของแข็งแขวนลอยบริเวณปากแม่น้ำสวี จังหวัด ชุมพร ในฤดูน้ำมาก และ ฤดูแล้ง ในปี พ.ศ.2557-2558. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 24(2), 711-724.

ฝ่ายสารสนเทศและพยากรณ์น้ำ กรมชลประทาน. (2562). *ปริมาณน้ำท่ารายเดือน*. วันที่สืบค้นข้อมูล มกราคม 01, 2565 เข้าถึงได้จาก <http://water.rid.go.th/hyd/PORTAL/submenu/4-03.html>

พิรพันธ์ ทองเปลว และรชต พลายแสง. (2567). ผลของการใส่ปุ๋ยยูเรียต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์สงขลา 84-1. *Life Sciences and Environment Journal*, 25(1), 143-151.

ภณัฐญา สุขตลอด, รักวิชช ปรีสพันธ์, สุดา รักชาติ, ธัญญามาศ เพชรพูล, ปิยนุช เกิดสมบัติ, และ สุรศักดิ์ ละลอกน้ำ. (2559). การใช้สาหร่ายเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำในคลองแสนแสบ. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 7(1), 14-27.

ภัทรารุส ไทยพิชิตบูรพา, จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, และ วิชญา กันบัว. (2565). คุณภาพน้ำและสภาวะยูโทรฟิเคชันในแม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 27(1), 1-19.

ยุวดี พิรพรพิศาล, จีรพร เพกเกาะ, ดวงกมล โพธิ์หวังประสิทธิ์, ธนพล ทนาคาดี, อติณุช หงษ์สิริชาติ, และ ทัดพร คุณประดิษฐ์. (2550). การประเมินคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำนิ่งโดยใช้แฟล่งก์ตอนพีชชนิดเด่นด้วย AARL – PP Score. *วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง*, 1(1), 71-81.

ลัดดา วงศ์รัตน์. (2542). *แฟล่งก์ตอนพีช*. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิชาญ กันบัว, อริศรา ชาวนา, และบัณฑิตา สีนสมุทรโสภณ. (2557). การศึกษาโครงสร้างประชาคมแฟล่งก์ตอน ในแม่น้ำบางปะกง ปี พ.ศ. 2553. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 19(3), 87-96.

วรินธา วคินะเมฆินทร์, อมรรัตน์ กลัดกลีบ, พัศกร ต่อวิญญา, และ วิทยา โกษาผล. (2556).

ปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร. ใน *การประชุมวิชาการ*

วิทยาศาสตร์ทางทะเล 2551 สาขานิเวศวิทยาเพลาจิกทะเล 25-27 สิงหาคม 2551

(น.318-326). กรุงเทพฯ: กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

วีระวรรณ จาดพันธุ์อินทร์, อนุกุล บุรณประทีปรัตน์ และวิชาญ กันบัว. (2560). โครงสร้างประชาคมแพลงก์ตอนในแม่น้ำบางปะกงปี พ.ศ. 2559. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 22(4), 203-215.

ศรีสมร สิริกาญจนกุล และ จงกลณี วรรณเพ็ญสกุล. (2560). การใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำในอ่างเก็บดินทรจินดา จังหวัดปราจีนบุรี. ฝ่ายเคมี ส่วนวิจัยและพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม สำนักวิจัยและพัฒนา.

ศุภชัย ยืนยง. (2562). *ฟลักซ์และพฤติกรรมของสารอาหารละลายน้ำบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง* (วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา

ศุภชัย ยืนยง, นภาพร นิมสุวรรณ, อนุกุล บุรณประทีปรัตน์, วิชาญ กันบัว, เพ็ญโชค จินตเศรณี, ภัทรารุส ไทยพิชิตบูรพา และ จริยาวิดี สุริยพันธ์. (2562) คุณภาพน้ำของแม่น้ำบางปะกงในช่วงปี พ.ศ. 2559 – 2561. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 24(1), 138-155.

สุเทพ เจือละออง, สุทธิดา กาญจน์อติเรกลาก และมิกมินทร์ จารุจิตา. (2553). การใช้แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นในการชี้วัดคุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำประแสร์ จังหวัดระยอง. *วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง*, 4(1), 126-140.

สุทธิดา กาญจน์อติเรกลาก, อนุกุล บุรณประทีปรัตน์, ศุภชัย ยืนยง, ธนกร คมใส, และ ณัฐนนท์ ต่ายเนาวิงค์. (2558). ฟลักซ์ของตะกอนแขวนลอย และสารอนินทรีย์ละลายน้ำ บริเวณปากแม่น้ำระยองในช่วงฤดูแล้งและฤดูน้ำมาก ในปี พ.ศ. 2556. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 20(1), 133-144.

สุทธิดา กาญจน์อติเรกลาก, ศุภชัย ยืนยง, กุหลาบทิพย์ โพธิ์ทอง, ปวีณา โชติช่วง, อนุกุล บุรณประทีปรัตน์ และศุภวัตร กาญจน์อติเรกลาก. (2560). ฟลักซ์ของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำและของแข็งแขวนลอย บริเวณปากแม่น้ำพังราด จังหวัดระยอง ในฤดูแล้งและฤดูน้ำมาก ในปี พ.ศ. 2558. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 22(3), 500-509.

สุวดี ชูวานิชย์. (2560). *แบบจำลองเชิงบูรณาการผลกระทบของไนโตรเจนสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยคลองอู่ตะเภา* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. เข้าถึงได้จาก <https://kb.psu.ac.th/psukb/handle/2016/11726>

สิริพร ยศแสน และปริญญา มุลสิน. (2558). การใช้แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำใน
ห้วยสำราญ จังหวัดศรีสะเกษ. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. 38(3), 295-309.

สำนักงานทรัพยากรน้ำภาค7. (2561). *ลุ่มน้ำท่าจีน*. วันที่สืบค้นข้อมูล มกราคม 01, 2565 เข้าถึงได้
จาก <http://water.dwr.go.th/wrro7/index.php/th/2018-05-04-04-13-04/2018-05-04-04-13-40>

สำนักงานเกษตรและสหกรณ์ จังหวัดสมุทรสาคร. (2566). *รายงานสถานการณ์น้ำ*. วันที่สืบค้นข้อมูล
เมษายน 01, 2566 เข้าถึงได้จาก <https://www.opsmoac.go.th/samutsakhon-warning>

เสถียรพงษ์ ขาวหิต, ณรงค์ฤทธิ์ หล้าพันธ์, ลดา มัทธูรส, ดุญฉัตรณ์ ขาวหิต และมนตรี พิมพใจ.

(2565). โครงสร้างประชาคมแพลงก์ตอน ในแม่น้ำนครนายก จังหวัดนครนายก. *วารสาร
วิทยาศาสตร์บูรพา*, 27(2), 939-365.

อภิเศก ปันสุวรรณ. (2542). ปัญหาน้ำเน่าเสียในแม่น้ำท่าจีนในเขต จังหวัด นครปฐม. *Journal of
the Faculty of Arts, Silpakorn University*, 21(2), 2

American Public Health Association – APHA. (1992). *Standard methods for the
Examination of water and Wastewater including Sediment and Sludges (18th
Ed.)*. Washington DC., USA: American Public Health Association: American Water
Works Association and the Water Environment Federation.

American Public Health Association – APHA. (1998). *Standard methods for the
Examination of water and Wastewater (20th Ed.)*. Washington DC., USA:
American Public Health Association: American Water Works Association and
the Water Environment Federation.

Berman, T. & D.A. Bronk. (2003). Dissolved organic nitrogen: a dynamic participant in
aquatic ecosystems. *Aquatic Microbial Ecology*, 31: 279-305.

Cheng, L., Li, X., Lin, X., Hou, L., Liu, M., Li, Y., ... & Hu, X. (2016). Dissimilatory nitrate
reduction processes in sediments of urban river networks: Spatiotemporal
variations and environmental implications. *Environmental Pollution*, 219, 545-
554.

- Chuennyom, W., Meksumpun, C., & Meksumpun, S. (2012). Impacts of nutrients and related environmental factors on distribution and size structure of *Noctiluca scintillans* populations of the eutrophic Tha Chin estuary, Thailand. *Water science and technology : a journal of the International Association on Water Pollution Research*, 65(11), 1994–2002.
- Cui, B., Yang, Q., Liu, X., Huang, S., Yang, Y., & Liu, Z. (2020). The effect of dissolved oxygen concentration on long-term stability of partial nitrification process. *Journal of Environmental Sciences*, 90, 343–351.
- Dyer, K.R. (1973). *Estuaries: A Physical Introduction*. John Wiley & Sons. Aberdeen.
- Grasshoff, K., Kremling, K. & Ehrhardt, M. (1999). *Methods of Seawater Analysis 3rd Eds*. Weinheim: Wiley – VCH.
- ISECA. (n.d.) *What is eutrophication?*. Available from <https://www.vliz.be/projects/iseca/en/science-for-all/what-is-eutrophication.html>
- Leelahakriengkrai, P., & Peerapornpisal, Y. (2010). Diversity of Benthic diatoms and water quality of the Ping river, Northern Thailand. *Environment Asia*, 3(1), 82–94.
- Marco Mng'ong'o. (2017). *Competition between Organic Matter and Phosphate for Binding Sites in Sandy Soils* (master's thesis). Ghent University. Available from https://libstore.ugent.be/fulltxt/RUG01/002/352/386/RUG01002352386_2017_0001_AC.pdf
- Meksumpun, C., & Meksumpun, S. (2008). Integration of aquatic ecology and biological oceanographic knowledge for development of area-based eutrophication assessment criteria leading to water resource remediation and utilization management: a case study in Tha Chin, the most eutrophic river of Thailand. *Water Science and Technology*, 58(12), 2303–2311.
- Redfield, A. 1958. The biological control of chemical factors in the environment. *American Scientist*, 46, 205–221.
- S. J. Dennis. (2009). *Nitrate Leaching and Nitrous Oxide Emission from Grazed Grassland: upscaling from lysimeters to farm* (Doctoral dissertation). Lincoln

University. Available from <https://researcharchive.lincoln.ac.nz/handle/10182/1269>

Smith, V. H., Tilman, G. D., & Nekola, J. C. (1999). Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems.

Environmental pollution, 100(1-3), 179-196.

Strickland, J.D.H., & Parson, T.R. (1972). *A Practical Handbook of Seawater Analysis*.

Fishery Research Board of Canada, Ottawa: Canada.

Thaipichitburapa, P., Meksumpun, C., & Meksumpun, S. (2010). Province-based self-remediation efficiency of the Tha Chin river basin, Thailand. *Water Science and Technology*, 62(3), 594-602.

The Editors of Encyclopaedia Britannica. (2020). *phosphorus cycle*. Available from

<https://www.britannica.com/science/phosphorus-cycle>

The Editors of Encyclopædia Britannica. (2018). *Physical and chemical properties of*

seawater. Available from <https://www.britannica.com/science/marine-ecosystem/Physical-and-chemical-properties-of-seawater>

Wang, S., Liu, C., Wang, X., Yuan, D., & Zhu, G. (2020). Dissimilatory nitrate reduction to ammonium (DNRA) in traditional municipal wastewater treatment plants in

China: Widespread but low contribution. *Water Research*, 115877.

Wei, K., Zeng, X., Wang, C., Peng, Z., Wang, J., Zhou, F., & Chen, F. (2021).

Phosphate distribution and sources in the waters of Huangbai River, China: using oxygen isotope composition of phosphate as a tracer. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 29732-29741.

Yuenyong, S., Buranapratheprat, A., Thaipichitburapa, P., Gunbua, V., Intacharoen, P.,

& Morimoto, A. (2023). Fluxes of Dissolved Nutrients and Total Suspended Solids from the Bang Pakong River Mouth into the Upper Gulf of Thailand. *Journal of Fisheries & Environment*, 47(3), 68-83.

Zhao, Y., Li, Q., Cui, Q., & Ni, S. Q. (2022). Nitrogen recovery through fermentative dissimilatory nitrate reduction to ammonium (DNRA): carbon source comparison and metabolic pathway. *Chemical Engineering Journal*, 441, 135938.



ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นายธนพล ไชยพิพัฒนขจร
วัน เดือน ปี เกิด 7 มกราคม 2542
สถานที่เกิด โรงพยาบาลบ่อทอง
สถานที่อยู่ปัจจุบัน 30/71 ม.1 ต.ห้วยกะปิ อ.เมือง จ.ชลบุรี

