วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 27 (ฉบับที่ 1) มกราคม – เมษายน พ.ศ. 2565
BURAPHA SCIENCE JOURNAL Volume 27 (No.1) January – April 2022 บทความวิจัย

คุณภาพน้ำและสภาวะยูโทรฟิเคชั่นในแม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์

Water Qualities and Eutrophication of Chanthaburi River and Laem Sing Estuary

ภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา[1*], จารุมาศ เมฆสัมพันธ์[2] และ วิชญา กันบัว[1]

Patrawut Thaipichitburapa[1*],Charumas Meksumpun[2] and Vichaya Gunbua[1]

[1] *ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*

[2] *ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*

[1]*Department of Aquatic Science, Faculty of Science, Burapha University*

[2] *Department ofFishery Biology, Faculty of Fisheries Kasetsart University*

Received : 19 August 2021

Revised : 29 September 2021

Accepted : 11 October 2021

บทคัดย่อ

คุณภาพน้ำที่เสื่อมโทรมและการเกิดสภาวะยูโทรฟิเคชั่นเป็นปัญหาที่สำคัญสำหรับแหล่งน้ำซึ่งมีแนวโน้มพบมากขึ้นในประเทศไทย ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำและสภาวะยูโทรฟิเคชั่นในแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ ทำการศึกษา 3 ครั้ง ได้แก่ เดือนมกราคม (ฤดูแล้ง) เมษายน (ต้นฤดูฝน) และกรกฎาคม (ฤดูฝน) พ.ศ. 2561 ทั้งหมด 17 สถานี แบ่งเป็นพื้นที่แม่น้ำ 6 สถานี และปากแม่น้ำ 11 สถานี ผลการศึกษาคุณภาพน้ำทั่วไปพบว่าอยู่ในเกณฑ์แหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 (PCD, 2006) โดยเฉพาะปริมาณออกซิเจนละลายน้ำส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่า 6 mg/l ในส่วนของสารอาหารและคลอโรฟิลล์-เอ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล และสถานี โดยซิลิเกตมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล และมีความสัมพันธ์กับสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำอื่นๆ นอกจากนี้พบว่า พื้นที่แม่น้ำจันทบุรีมีฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยจำกัดของกำลังการผลิตขั้นต้นสำหรับแหล่งน้ำ ในส่วนการประเมินสภาวะยูโทรฟิเคชั่นพบว่า แม่น้ำจันทบุรีจัดอยู่ในแหล่งน้ำมีที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับต่ำกว่ายูโทรฟิเคชั่น ส่วนบริเวณปากแม่น้ำในช่วงฤดูฝนจะมีค่าอยู่ในระดับสูงกว่ายูโทรฟิเคชั่น (Smith *et al*., 1999) ทั้งนี้บางสถานีมีสารอาหารและคลอโรฟิลล์-เอ สูงกว่าระดับยูโทรฟิเคชั่นถึง 5 เท่า ซึ่งมีความเสี่ยงสูงในการทำให้เกิดสภาวะเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำ ซึ่งสามารถทำให้เกิดสภาวะ Hypoxia ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำและกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งของจังหวัดจันทบุรีได้ โดยผลการศึกษาสามารถนำไปใช้สนับสนุนการบริหารจัดการและการกำหนดแนวทางการป้องกันสภาวะความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำในอนาคตต่อไปได้

คำสำคัญ : คุณภาพน้ำ ; ยูโทรฟิเคชั่น ; แม่น้ำจันทบุรี ; ปากน้ำแหลมสิงห์

Abstract

Problems of water deteriorated and eutrophication have increasingly serious in Thailand waters. The objectives of this research were study of changes in water qualities and eutrophication conditions in the Chanthaburi River and Pak Nam Laem Sing. The study was conducted 3 times in January (dry season), April (early rainy season) and July (rainy season) of year 2018. The seventeen stations were investigated, divided to 6 six stations of the river and 11 stations of estuarine zone. Our results indicated that the general water qualities were good condition, it was in Classification 2 of Surface Water Quality (PCD, 2006), the dissolved oxygen was higher than 6 mg/l. The changes in nutrients and chlorophyll *a* concentration was seasonal, especially silicate. The eutrophication situations in the river stations were lower level, except at the estuary during rainy season were found eutrophic levels. In addition, nutrient and chlorophyll concentrations up to 5 times higher than of eutrophic level has occurred which risking in low oxygen conditions (Hypoxia) in the water. Hence, the marine life and aquaculture might be affected by alteration of eutrophication situations. From the information obtained during this study, leading to determination the management and guideline to protect of the water resources in the future.

Keywords : water qualities ; eutrophication ; Chanthaburi River ; Laem Sing Estuary

***Corresponding author. E-mail:** patrawut@go.buu.ac.th

บทนำ

แม่น้ำจันทบุรีเป็นแม่น้ำสายหลักที่สำคัญของจังหวัดจันทบุรี มีความยาวประมาณ 123 กิโลเมตร มีต้นกำเนิดมาจากเขาสอยดาวใต้ เขาสามง่าม และเขาชะอม ก่อนที่จะมารวมกันไหลผ่านอำเภอมะขาม และอำเภอเมืองจันทบุรี และไหลออกสู่ทะเลบริเวณปากน้ำแหลมสิงห์ ซึ่งเส้นทางน้ำของแม่น้ำจันทบุรี จะไหลผ่านพื้นที่ชุมชน โรงงานอุตสาหกรรมรวมถึงแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ทั้งนี้ในปัจจุบันมีการขยายตัวของชุมชนเมืองอย่างต่อเนื่องทำให้แม่น้ำจันทบุรีกลายเป็นที่รองรับน้ำทิ้งจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ซึ่งส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำและความอุดมสมบูรณ์ ทั้งนี้จากการรายงานคุณภาพน้ำในแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ พบว่า อยู่ในเกณฑ์ระดับพอใช้ โดยบริเวณแม่น้ำที่ไหลผ่านตัวเมืองและปากแม่น้ำจะพบปัญหาความเข้มข้นของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำในกลุ่มไนโตรเจน (แอมโมเนียและไนเตรท) มีค่าสูงเกินมาตรฐาน (REO13, 2018) ทั้งนี้สารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำยังเป็นปัจจัยที่ควบคุมความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ ซึ่งจะปนเปื้อนมากับน้ำทิ้งที่เกิดจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์โดยรอบแม่น้ำและพื้นที่ชายฝั่ง (Jayatilake, 2013) หากสารอาหารไหลลงสู่ชายฝั่งทะเลในปริมาณที่มาก (Nutrient enrichment) ก็จะทำให้กำลังการผลิตขั้นต้นของแหล่งน้ำ (Primary productivity) สูงขึ้นโดยสังเกตได้จากสีของน้ำ แพลงก์ตอนพืช และปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ที่เพิ่มขึ้น กระบวนการเติมสารอาหารลงสู่แหล่งน้ำอยู่เสมอ (Well nourish) จะทำให้แหล่งน้ำนั้นแสดงออกถึงความอุดมสมบูรณ์ ที่เรียกว่า ยูโทรฟิเคชั่น (Eutrophication) ซึ่งเป็นสภาวะที่สะท้อนถึงจุดสูงสุดของความอุดมสมบูรณ์ หากเกินจากระดับดังกล่าว ก็จะนำไปสู่สภาวะการเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำได้ ยกตัวอย่างเช่น เกิดการสะพรั่งของแพลงก์ตอนพืช (Plankton bloom) และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำไม่เพียงพอต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ (Hypoxia) เป็นต้น (Smith *et al*., 1999) ทั้งนี้ในปัจจุบันการประเมินสภาวะยูโทรฟิเคชั่นยังไม่มีการกำหนดเกณฑ์มาตฐาน โดยส่วนใหญ่จะใช้ปัจจัยคุณภาพน้ำที่สำคัญได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ คลอโรฟิลล์-เอ (Smith *et al*.1999)

นอกจากนี้ปริมาณน้ำจืดของแม่น้ำจันทบุรีที่มีอยู่อย่างจำกัดจะถูกนำมาใช้ในการอุปโภคบริโภค โดยเฉพาะการนำมาผลิตเป็นน้ำประปาที่ใช้ในพื้นที่จังหวัดจันทบุรีและส่วนหนึ่งยังมีการผันน้ำมาช่วยพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก เช่น จังหวัดชลบุรี และระยอง ซึ่งเป็นพื้นที่พัฒนาอุตสาหกรรมหลักของประเทศ และอยู่ในแผนการดำเนินงานเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก หรือ EEC (NESDB, 2016) จึงจำเป็นต้องมีน้ำดิบคุณภาพดี และเหมาะสมกับการนำไปผลิตน้ำเพื่อการบริโภค ทั้งนี้หากน้ำดิบดังกล่าวมีปริมาณของสารอาหารที่สูง และมีความเสื่อมโทรมจากสภาวะยูโทรฟิเคชั่นเกิดขึ้นก็จะส่งผลต่อการผลิตน้ำประปาในอนาคตได้ นอกจากนี้สารอาหารที่ไหลลงสู่พื้นที่ปากแม่น้ำจะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศทางทะเลทั้งทรัพยากรสัตว์น้ำตามธรรมชาติ และอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีอยู่โดยรอบปากแม่น้ำ

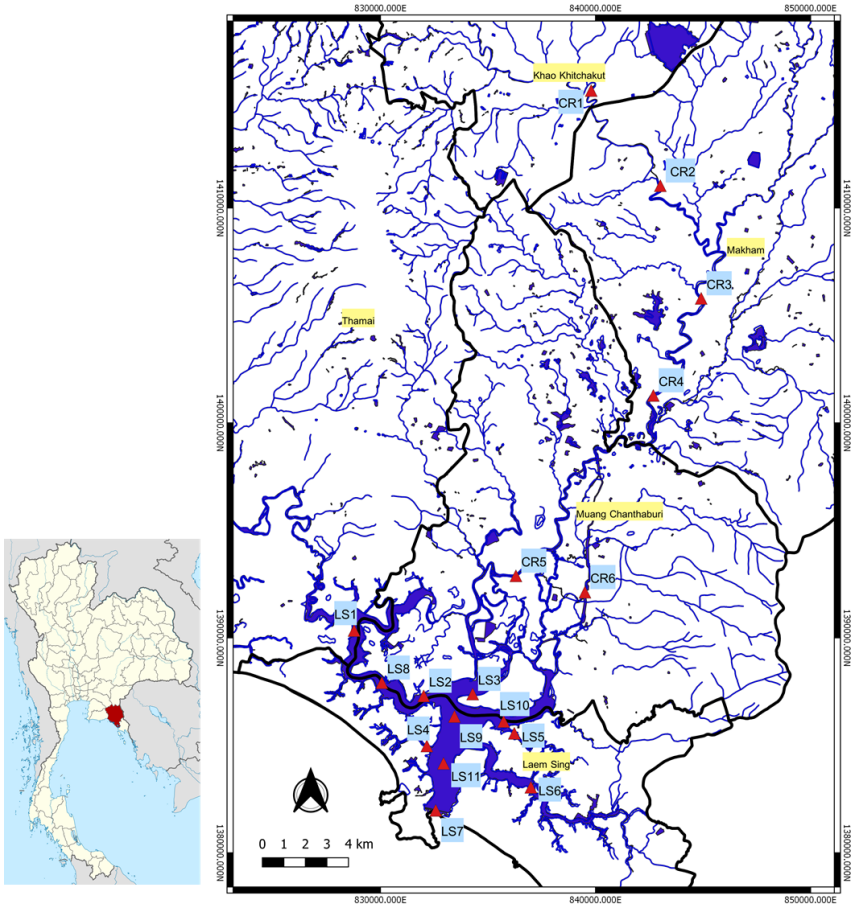
จากความสำคัญดังกล่าวจึงมีความจำเป็นต้องศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำและประเมินสภาวะการเกิดยูโทรฟิเคชั่นของแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการเฝ้าระวังและบริหารจัดการปัญหาคุณภาพน้ำเพื่อลดความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำ อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเกณฑ์มาตรฐานด้านความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำซึ่งประเทศไทยยังไม่ได้มีการกำหนดค่ามาตรฐานไว้

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาคุณภาพน้ำและสภาวะยูโทรฟิเคชั่นในแม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์ ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างคลอบคลุมพื้นที่ซึ่งเป็นตัวแทนของแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จำนวน 17 สถานี (ตารางที่ 1) ตั้งแต่พื้นที่ตอนบนของแม่น้ำในตำบลพลวง อำเภอเขาคิชฌกูฏ จนถึงปากแม่น้ำจันทบุรี (ปากน้ำแหลมสิงห์) ตำบลปากน้ำแหลมสิงห์ อำเภอแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ดังภาพที่ 1

ตารางที่ 1 ตำแหน่งสถานีศึกษาบริเวณแม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี

สถานี	ละติจูด	ลองจิจูด	ที่ตั้ง	หมายเหตุ
CR1	12.785453	102.129385	ตำบลพลวง อำเภอเขาคิชฌกูฏ	สถานีในแม่น้ำจันทบุรี
CR2	12.745103	102.158477	ตำบลวังแซ้ม อำเภอมะขาม	สถานีในแม่น้ำจันทบุรี
CR3	12.697545	102.175364	ตำบลมะขาม อำเภอมะขาม	สถานีในแม่น้ำจันทบุรี
CR4	12.657035	102.154387	ตำบลท่าหลวง อำเภอมะขาม	สถานีในแม่น้ำจันทบุรี
CR5	12.581936	102.094727	ตำบลวัดใหม่ อำเภอเมือง	สถานีในแม่น้ำจันทบุรี
CR6	12.574721	102.124142	ตำบลเกาะขวาง อำเภอเมือง	สถานีในแม่น้ำจันทบุรี
LS1	12.559758	102.025272	ตำบลตะกาดเง้า อำเภอท่าใหม่	สถานีปากน้ำแหลมสิงห์
LS2	12.531930	102.054680	ตำบลบางกะจะ อำเภอเมือง	สถานีปากน้ำแหลมสิงห์
LS3	12.532493	102.075635	ตำบลหนองบัว อำเภอเมือง	สถานีปากน้ำแหลมสิงห์
LS4	12.510879	102.055802	ตำบลบางกะไชย อำเภอแหลมสิงห์	สถานีปากน้ำแหลมสิงห์
LS5	12.515766	102.093245	ตำบลบางสระเก้า อำเภอแหลมสิงห์	สถานีปากน้ำแหลมสิงห์
LS6	12.493015	102.100054	ตำบลปากน้ำแหลมสิงห์ อำเภอแหลมสิงห์	สถานีปากน้ำแหลมสิงห์
LS7	12.483793	102.059270	ตำบลบางกะไชย อำเภอแหลมสิงห์	สถานีปากน้ำแหลมสิงห์
LS8	12.537695	102.036880	ตำบลบางกะจะ อำเภอเมือง	สถานีปากน้ำแหลมสิงห์
LS9	12.523131	102.067761	ตำบลหนองบัว อำเภอเมือง	สถานีปากน้ำแหลมสิงห์
LS10	12.520803	102.088739	ตำบลบางสระเก้า อำเภอแหลมสิงห์	สถานีปากน้ำแหลมสิงห์
LS11	12.503505	102.062862	ตำบลปากน้ำแหลมสิงห์ อำเภอแหลมสิงห์	สถานีปากน้ำแหลมสิงห์



ภาพที่ 1 สถานีศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำและสภาวะยูโทรฟิเคชั่นในแม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์

โดยจะทำการแบ่งสถานีออกเป็น 2 พื้นที่ประกอบด้วย สถานีในแม่น้ำ (River; R) ได้แก่ สถานี CR1-CR6 และสถานีปากแม่น้ำ (Estuary; E) ได้แก่ สถานี LS1-LS11 ซึ่งจะทำการเก็บตัวอย่าง 3 ครั้ง ใน เดือนมกราคม (ฤดูแล้ง) เมษายน (ต้นฤดูฝน) และกรกฎาคม (ฤดูฝน) พ.ศ. 2561 ทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำทั่วไปที่ระดับผิวน้ำได้แก่ อุณหภูมิ (Temperature) ความเค็ม (Salinity) และปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen) ด้วยเครื่องตรวจวัดภาคสนาม (YSI Model 2030) การตรวจวัดสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำ (Dissolved Inorganic) และคลอโรฟิลล์-เอ (Chlorophyll *a*) จะทำการเก็บตัวอย่างที่ระดับผิวน้ำด้วยกระบอกเก็บน้ำลึกลงไป 1 เมตร จากผิวน้ำ (PCD, 2006) โดยสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำที่ทำการศึกษาได้แก่ แอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟต และซิลิเกต นำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ตามวิธีการดังตารางที่ 2 ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้จะนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และวิเคราะห์สถิติสหสัมพันธ์ (Spearman's rank correlation coefficient) ด้วยโปรแกรม Minitab ในส่วนของการประเมินสภาวะยูโทรฟิเคชั่นจะเปรียบเทียบกับข้อมูลการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาโดยแบ่งเป็นการประเมินในพื้นที่แม่น้ำโดยอ้างอิงจากการศึกษาของ Smith *et al.*, 1999, Rossouw J. N. *et al.*, 2008, Dev P.

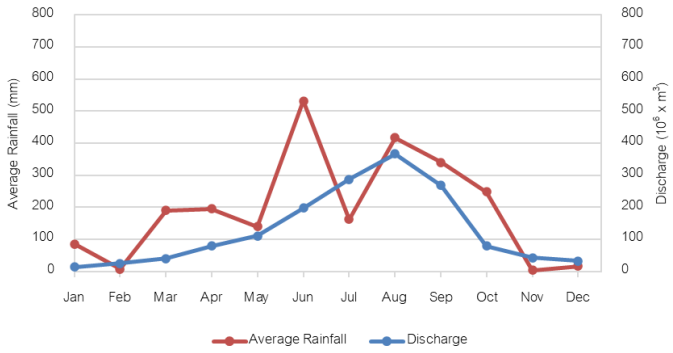
Gurung *et al*., 2013 และบริเวณพื้นที่ปากแม่น้ำจะอ้างอิงจากการศึกษาของ Jin Bo Zhao, 2009, Roche *et al*., 2013, Michelle Devlin *et al*., 2011

ตารางที่ 2 วิธีวิเคราะห์สารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำ และคลอโรฟิลล์-เอ

ปัจจัยคุณภาพน้ำ	วิธีการวิเคราะห์
คลอโรฟิลล์-เอ (µg/l)	Spectrophotometric (Strickland & Parsons, 1872)
แอมโมเนีย (µM)	Phenol-hypochloride (Grasshoff *et al*., 1999)
ไนไตรท์ (µM)	Diazotization (Strickland & Parsons, 1972)
ไนเตรท (µM)	Cadmium reduction + Diazotization (Strickland & Parsons, 1972)
ฟอสเฟต(µM)	Ascorbic acid (Strickland & Parsons,1972)
ซิลิเกต (µM)	Silicomolypdate (Strickland & Parsons,1972)

ผลการวิจัย

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิปริมาณน้ำฝน (TMD, 2018) และปริมาณน้ำท่าในจังหวัดจันทบุรี และพื้นที่ใกล้เคียง (ERIHC, 2018) ในปี พ.ศ. 2561 พบว่า ปริมาณน้ำฝนมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.9-531.8 mm โดยมีค่าสูงสุดในเดือนมิถุนายน และต่ำสุดในเดือนธันวาคม ส่วนปริมาณน้ำท่ามีค่าอยู่ในช่วง 14.48 x 10^6 m^3 ถึง 366.45 x 10^6 m^3 โดยมีค่าสูงสุดในเดือนสิงหาคม และต่ำสุดในเดือนมกราคม (ภาพที่ 2) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนและน้ำท่าของจังหวัดจันทบุรี สามารถแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลได้



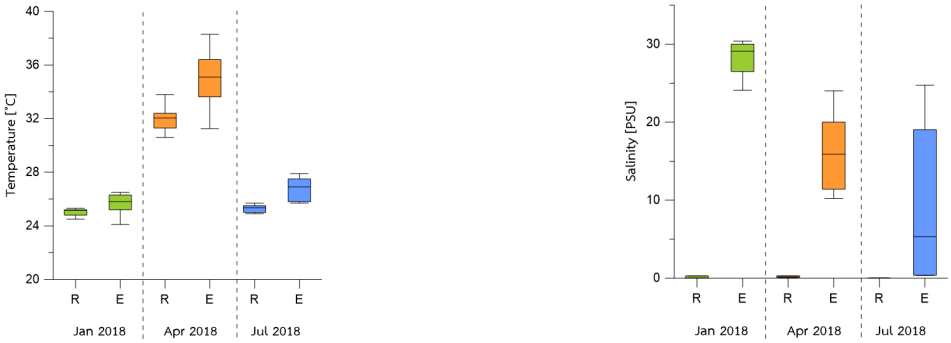
ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝน (Average Rainfall) และปริมาณน้ำท่า (Discharge) ในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี ปี พ.ศ. 2561 (ERIHC, 2018; TMD, 2018)

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำทั่วไปเดือนมกราคม เมษายน และกรกฎาคม 2561 บริเวณแม่น้ำจันทบุรี (River; R) และปากน้ำแหลมสิงห์ (Estuary; E) ซึ่งประกอบไปด้วยอุณหภูมิของน้ำ (Temperature; Temp.) ความเค็ม (Salinity; Sal.) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen; DO) และพีเอช (pH) ดังตารางที่ 3 พบว่า อุณหภูมิของน้ำ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 25.0±0.3 ถึง 34.8±2.3 °C โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนเมษายน บริเวณปากแม่น้ำแหลมสิงห์ ส่วนความเค็มของน้ำมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.01 ถึง 28.4±2.0 psu โดยมีค่าสูงสุดในเดือนมกราคม บริเวณปากแม่น้ำแหลมสิงห์ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 5.5±0.7 ถึง 7.7±0.4 mg/l โดยมีค่าสูงสุดในเดือนกรกฎาคม บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และค่าพีเอชของน้ำมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7.5±0.3 ถึง 8.8±0.4 โดยมีค่าสูงสุดในเดือนกรกฎาคม บริเวณแม่น้ำจันทบุรี

ตารางที่ 3 คุณภาพน้ำทั่วไปในแม่น้ำจันทบุรี (River) และปากน้ำแหลมสิงห์ (Estuary) จังหวัดจันทบุรี

Time (season)	Zone (station)	Temp. (°C) min-max ($\bar{X}$±SD)	Sal. (psu) min-max ($\bar{X}$±SD)	DO (mg/L) min-max ($\bar{X}$±SD)	pH min-max ($\bar{X}$±SD)
Jan-2018	River	24.5-25.3	0.0-4.4	5.8-7.8	7.3-8.3
(Dry season)	(CR1-CR6)	*(25.0±0.3)*	*(0.8±1.8)*	*(6.6±0.7)*	*(7.8±0.5)*
	Estuary	24.1-26.5	24.1-30.4	6.3-8.3	7.2-8.2
	(LS1-LS11)	*(25.7±0.8)*	*(28.4±2.0)*	*(6.7±0.6)*	*(7.8±0.3)*
Apr-2018	River	30.6-33.8	0.0-1.2	5.4-8.6	7.5-7.8
(Early rainy season)	(CR1-CR6)	*(32.0±1.1)*	*(0.3±0.4)*	*(7.4±1.2)*	*(7.6±0.1)*
	Estuary	31.3-38.3	10.2-24.0	4.5-6.8	7.5-8.4
	(LS1-LS11)	*(34.9±2.3)*	*(15.9±4.9)*	*(5.5±0.7)*	*(8.0±0.3)*
Jul-2018	River	24.9-25.7	0.0	7.3-8.4	8.3-9.4
(Rainy season)	(CR1-CR6)	*(25.3±0.3)*	0.0	*(7.7±0.4)*	*(8.9±0.4)*
	Estuary	25.7-27.9	0.4-24.8	5.9-8.4	6.9-7.9
	(LS1-LS11)	*(26.9±0.8)*	*(9.6±9.4)*	*(7.0±0.7)*	*(7.5±0.3)*

ปัจจัยคุณภาพน้ำทั่วไปที่แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของฤดูกาล และพื้นที่ ได้แก่ อุณหภูมิ และความเค็มของน้ำ โดยอุณหภูมิของน้ำในแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ มีความแตกต่างกันตามฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนเมษายน (ภาพที่ 3a) สำหรับความเค็มของน้ำจะมีความค่าแตกต่างตามพื้นที่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ภาพที่ 3b) โดยความเค็มของน้ำในแม่น้ำจันทบุรี จะมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.0-0.8±1.8 psu และบริเวณปากน้ำแหลมสิงห์ในช่วง 9.6±9.4 ถึง 28.4±2.0 psu



(a) (b)

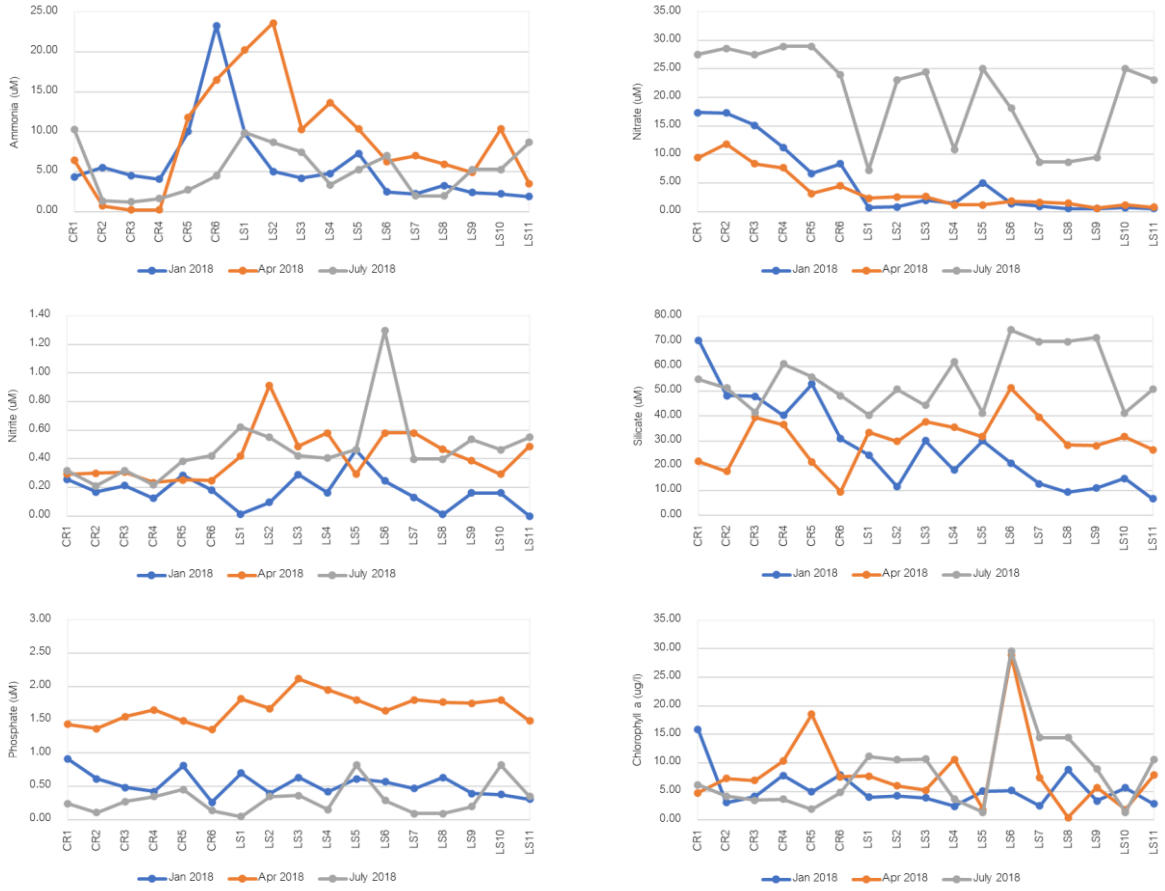
ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำ (a) และความเค็ม (b) บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ ในเดือนมกราคม เมษายน และกรกฎาคม 2561

ผลการศึกษาความเข้มข้นของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำในแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ พบว่าสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำมีความแตกต่างตามสถานี (ตารางที่ 4) โดยแอมโมเนียมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.6±3.5 ถึง 8.6±7.5 µM ไนไตรท์มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.2±0.1 ถึง 0.6±0.3 µM ไนเตรทมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.3±1.3 ถึง 27.6±1.9 µM ฟอสเฟตมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.8±0.2 ถึง 0.3±0.1 µM ซิลิเกตมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 17.3±8.2 ถึง 56.0±13.7 และคลอโรฟิลล์-เอมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.0±1.4 ถึง 10.6±7.8 µg/l ทั้งนี้ในภาพรวมบริเวณพื้นที่ปากแม่น้ำจะมีความเข้มข้นที่สูงกว่า โดยเฉพาะช่วงฤดูฝน

ตารางที่ 4 สารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำ และคลอโรฟิลล์-เอ ในแม่น้ำจันทบุรี (River) และปากน้ำแหลมสิงห์ (Estuary) จังหวัดจันทบุรี

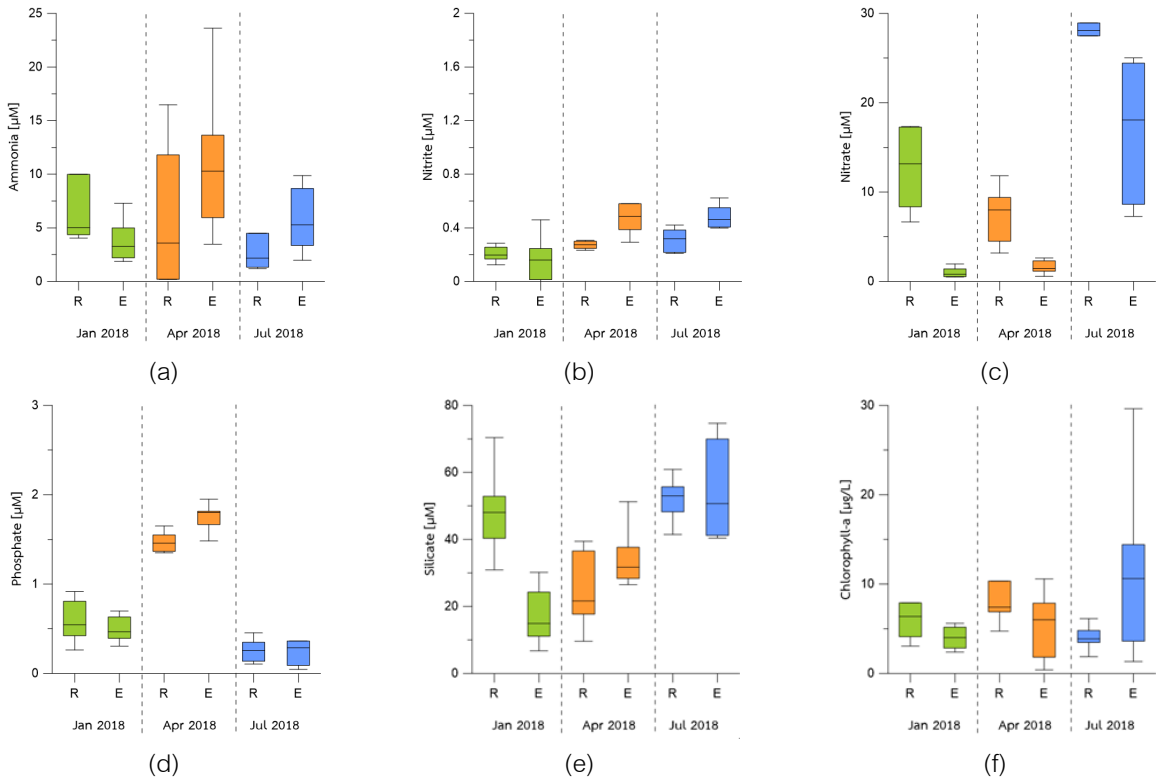
Time (season)	Zone (station)	NH_3(µM) min-max ($\bar{X}$±SD)	NO_2^- (µM) min-max ($\bar{X}$±SD)	NO_3^- (µM) min-max ($\bar{X}$±SD)	PO_4^{2-} (µM) min-max ($\bar{X}$±SD)	SiO_4 (µM) min-max ($\bar{X}$±SD)	Chl *a* (µg/l) min-max ($\bar{X}$±SD)
Jan-2018	River	4.0-23.3	0.1-0.3	6.7-17.3	0.3-0.9	30.9-70.4	3.1-15.9
(Dry season)	(CR1-CR6)	*(8.6±7.5)*	*(0.2±0.1)*	*(12.7±4.6)*	*(0.6±0.2)*	*(48.4±13.2)*	*(7.3±4.7)*
	Estuary	1.9-9.7	0.0-0.5	0.5-5.0	0.3-0.7	6.8-30.1	2.4-8.8
	(LS1-LS11)	*(4.1±2.5)*	*(0.2±0.1)*	*(1.3±1.3)*	*(0.5±0.1)*	*(17.3±8.2)*	*(4.3±1.8)*
Apr-2018	River	0.2-16.5	0.2-0.3	3.2-11.8	1.4-1.7	9.6-39.4	4.7-18.6
(Early rainy	(CR1-CR6)	*(6.0±6.9)*	*(0.3±0.0)*	*(7.5±3.2)*	*(1.5±0.1)*	*(24.4±11.4)*	*(9.2±4.9)*
season)	Estuary	3.5-23.6	0.3-0.9	0.6-2.6	1.5-2.1	26.5-51.3	0.4-28.8
	(LS1-LS11)	*(10.6±6.4)*	*(0.5±0.2)*	*(1.6±0.7)*	*(1.8±0.2)*	*(34.0±7.0)*	*(7.6-7.7)*
Jul-2018	River	1.2-10.3	0.2-0.4	24.0-28.9	0.1-0.5	41.5-60.9	1.9-6.1
(Rainy season)	(CR1-CR6)	*(3.6±3.5)*	*(0.3±0.1)*	*(27.6±1.9)*	*(0.3±0.1)*	*(52.0±6.7)*	*(4.0±1.4)*
	Estuary	2.0-9.9	0.4-1.3	7.3-25.0	0.0-0.8	40.4-74.7	1.3-29.6
	(LS1-LS11)	*(5.9±2.7)*	*(0.6±0.3)*	*(16.7±7.7)*	*(0.3±0.3)*	*(56.0±13.7)*	*(10.6±7.8)*

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำในแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ ตามสถานีพบว่า สารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำมีความแตกต่างกัน (ภาพที่ 4) ซึ่งมีค่าแอมโมเนียอยู่ในช่วง 0.2-23.6 µM โดยความเข้มข้นจะมีค่าสูงบริเวณสถานี CR5 และ CR6 ซึ่งเป็นสถานีที่อยู่บริเวณอำเภอเมืองจันทบุรี และมีแนวโน้มสูงต่อเนื่องจนถึงบริเวณสถานีที่ปากแม่น้ำ LS1-LS3 ส่วนไนเตรท มีค่าความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.5-28.9 µM โดยมีค่าสูงในพื้นที่ตอนบนของแม่น้ำ CR1-CR2 และความเข้มข้นจะลดลงตามระยะทางจนถึงบริเวณปากแม่น้ำ สำหรับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.1-2.1 µM ซึ่งจะมีความแตกต่างตามฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สำหรับซิลิเกตพบว่ามีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 6.8-74.7 µM โดยซิลิเกตจะมีความแตกต่างตามสถานี ($P<0.05$) เนื่องจากซิลิเกตมีแหล่งที่มาจากแผ่นดินซึ่งมีการกัดเซาะและชะล้างพังทลาย โดยเฉพาะในช่วงต้นฤดูฝนและฤดูฝน สำหรับผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคลอโรฟิลล์-เอ พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 0.4-29.6 µg/l โดยจะมีค่าสูงในบริเวณพื้นที่ปากแม่น้ำ



ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำและคลอโรฟิลล์-เอ บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์

ทั้งนี้เมื่อนำผลการศึกษามาเปรียบเทียบตามพื้นที่ (แม่น้ำ และปากแม่น้ำ) และช่วงเวลาพบว่า ความเข้มข้นของแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟต และซิลิเกต มีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา และพื้นที่ (ภาพที่ 5) โดยความเข้มข้นของแอมโมเนีย ในเดือนมกราคม เมษายน และกรกฎาคม มีค่าอยู่ในช่วง 1.9-23.3 0.2-23.6 และ 1.2-10.3 µM ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในบริเวณปากน้ำแหลมสิงห์เท่ากับ 10.6±6.4 µM ในเดือนเมษายน (ภาพที่ 5a)



ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำและคลอโรฟิลล์-เอ บริเวณแม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์

ความเข้มข้นของไนไตรท์ ในเดือนมกราคม เมษายน และกรกฎาคม มีค่าอยู่ในช่วง 0.0-0.5 0.2-0.9 และ 0.2-1.3 µM ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในบริเวณปากน้ำแหลมสิงห์เท่ากับ 0.5±0.2 µM ในเดือนเมษายน (ภาพที่ 5b) ในส่วนความเข้มข้นของไนเตรท พบว่าในเดือนมกราคม เมษายน และกรกฎาคม มีค่าอยู่ในช่วง 0.5-17.3 0.6-11.8 และ 7.3-28.9 µM ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยสูงสุดบริเวณแม่น้ำจันทบุรีเท่ากับ 27.6±1.9 µM ในเดือนกรกฎาคม (ภาพที่ 5c) ในส่วนความเข้มข้น

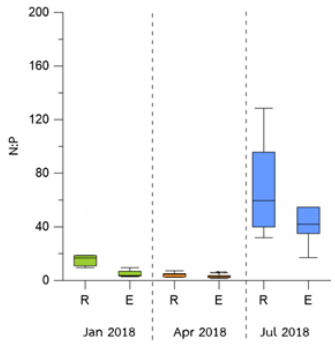
ของฟอสฟอรัส มีความแตกต่างตามฤดูกาล ($p<0.05$) โดยในเดือนมกราคม เมษายน และกรกฎาคม มีค่าอยู่ในช่วง 0.3-0.9 1.4-2.1 และ 0.0-0.8 µM ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดบริเวณปากน้ำแหลมสิงห์ ในเดือนเมษายน เท่ากับ 1.8±0.2 µM (ภาพที่ 5d) สำหรับความเข้มข้นของซิลิเกตในเดือนมกราคม เมษายน และกรกฎาคม มีค่าอยู่ในช่วง 6.8-70.4 9.6-51.3 และ 40.4-74.7 µM ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนกรกฎาคม บริเวณปากน้ำแหลมสิงห์ เท่ากับ 56.0±13.7 µM (ภาพที่ 5e) ส่วนผลการศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ พบว่า เดือนมกราคม เมษายน และกรกฎาคม มีค่าอยู่ในช่วง 2.4-15.9 0.4-28.8 และ 1.3-29.6 µg/l ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนกรกฎาคม บริเวณปากน้ำแหลมสิงห์ เท่ากับ10.6±7.8 µg/l (ภาพที่ 5f)

ผลการประเมินสภาวะยูโทรฟิชั่นจะแบ่งออกเป็น 2 พื้นที่ได้แก่ แม่น้ำ และปากแม่น้ำ โดยจะพิจารณาเปรียบเทียบกับผลการศึกษาวิจัยต่าง ๆ ที่ผ่านมาดังตารางที่ 5 ซึ่งข้อมูลที่นำมาใช้ประกอบด้วยสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำฟอสฟอรัส (Dissolved Inorganic Phosphorus; DIP) คลอโรฟิลล์-เอ (Chlorophyll *a*; Chl *a*) และสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำไนโตรเจน (Dissolved Inorganic Nitrogen; DIN) ซึ่งคำนวณมาจากผลรวมของแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรท จากการศึกษาพบว่า บริเวณพื้นที่แม่น้ำมีสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำไนโตรเจน สารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำฟอสฟอรัส (DIP) และ คลอโรฟิลล์-เอ เฉลี่ยเท่ากับ 22.2±8.8 0.8±0.6 µM และ 6.8±4.4 µg/l ตามลำดับ ส่วนบริเวณปากน้ำแหลมสิงห์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.8±9.9 0.9±0.7 µM และ 7.5±6.7 µg/l ตามลำดับ เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับข้อมูลการวิจัยสภาวะยูโทรฟิเคชั่นที่ผ่านมา พบว่าแม่น้ำจันทบุรี มีค่าไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และคลอโรฟิลล์-เอ ต่ำกว่าระดับยูโทรฟิเคชั่น ยกเว้นคลอโรฟิลล์-เอ ในช่วงเดือนเมษายน บางสถานีจะมีค่าสูงกว่าเล็กน้อย ส่วนบริเวณปากน้ำแหลมสิงห์พบว่า สารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำไนโตรเจนจะมีค่าสูงเกินระดับยูโทรฟิเคชั่นในเดือนกรกฎาคม ส่วนสารอาหารละลายน้ำฟอสฟอรัสจะมีค่าสูงเกินระดับยูโทรฟิเคชั่นในเดือนเมษายน

ตารางที่ 5 การประเมินสภาวะยูโทรฟิเคชั่นของแหล่งน้ำ ในบริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี

Zone	Eutrophication reference	DIN (uM)	DIP (uM)	Chl a (ug/l)	DO mg/l)	N:P
River	Chanthaburi River	22.2±8.8	0.8±0.6	6.8±4.4	7.3±0.9	27.7
	Smith *et al*., 1999	107	2.4	30	-	-
	Rossouw J. N. *et al*., 2008	133	2.7	14	-	-
	Dev P. Gurung et al. 2013	107	2.4	-	-	-
Estuarine	Laem Sing Estuarine	13.8±9.9	0.9±0.7	7.5±6.7	6.4±0.9	15.3
	Smith *et al*., 1999	28	1.3	3-5	-	-
	Jin Bo Zhao, 2009	-	0.7	-	-	-
	Roche *et al*., 2013	21	1.6	-	-	-
	Michelle Devlin *et al*., 2011	36	0.68	15	-	-

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาสัดส่วนระหว่างไนโตรเจน และฟอสฟอรัส หรือ Redfield ratio (N:P) โดยมีสัดส่วนที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนเท่ากับ 16:1 (Redfield, 1934) ซึ่ง ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า สัดส่วนไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัสมีค่าแตกต่างตามฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยในเดือนมกราคม เมษายน และกรกฎาคม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.6±27.7, 7.9±4.0 และ 127.5±90.9 ตามลำดับ (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัส (N:P) ในพื้นที่แม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคุณภาพน้ำที่เกี่ยวข้องกับการเกิดสภาวะยูโทรฟิเคชั่นพบว่า ในพื้นที่แม่น้ำจันทบุรีซิลิเกตจะมีความสัมพันธ์กับปัจจัยคุณภาพน้ำและสารอาหารตัวอื่นๆ โดยซิลิเกตจะมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับ ไนเตรท ($p<0.05$) ส่วนบริเวณพื้นที่ปากแม่น้ำ ความเค็มมีความสัมพันธ์ในทางตรงข้ามกับแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท และซิลิเกต ($p<0.05$) นอกจากนี้เมื่อนำข้อมูลการศึกษาในครั้งนี้มาวิเคราะห์สมการถดถอย เพื่อศึกษาปัจจัยที่เชื่อมโยงและมีอิทธิพลต่อคลอโรฟิลล์-เอ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ที่มีความสำคัญ และสามารถสะท้อนให้เห็นถึงสภาวะยูโทรฟิเคชั่นในแหล่งน้ำได้พบว่า ในพื้นที่แม่น้ำจันทบุรี ความเข้มข้นของไนเตรท (μM) จะเป็นปัจจัยหลักที่ควบคุมปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ (μg/l) และบริเวณปากแม่น้ำมีค่าซิลิเกต (μM) เป็นปัจจัยที่ควบคุมระดับคลอโรฟิลล์-เอ (μg/l) ดังสมการ (1) และ (2) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง (NSOT, 2004)

$$\text{Chl } a_{river} = 10.760 - 0.246\ (NO_3^-) \qquad R^2 = 0.527 \qquad (1)$$

$$\text{Chl } a_{estuarine} = -0.158 + 0.214\ (SiO_4^{2-}) \qquad R^2 = 0.598 \qquad (2)$$

หมายเหตุ: Chl a_{river} หมายถึง ความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์-เอ ในแม่น้ำ (μg/l)

Chl $a_{estuarine}$ หมายถึง ความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์-เอ ในปากแม่น้ำ (μg/l)

NO_3^- หมายถึง ความเข้มข้นของไนเตรท (μM)

SiO_4^{2-} หมายถึง ความเข้มข้นของซิลิเกต (μM)

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากผลการศึกษาคุณภาพน้ำและสภาวะยูโทรฟิเคชั่นในแม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์ พบว่า ปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศแม่น้ำ และปากแม่น้ำ โดยมวลน้ำที่เข้ามาในช่วงฤดูฝนจะนำพาสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและที่มนุษย์เป็นผู้กระทำ ไหลลงสู่แม่น้ำและต่อเนื่องไปยังปากแม่น้ำ (Jayatilake, 2013) โดยบริเวณที่แม่น้ำไหลผ่านพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่มีความแตกต่างกันก็จะนำพาสสารที่ต่างกันทั้งชนิดและปริมาณไปสู่พื้นที่ปากแม่น้ำ ทั้งนี้จากการเปรียบเทียบกิจกรรมการใช้ประโยชน์ประเภทต่าง ๆ พบว่า พื้นที่ทำเกษตรกรรมสามารถปลดปล่อยไนโตรเจน และฟอสฟอรัสลงสู่แม่น้ำได้ถึงร้อยละ 80 และร้อยละ 45 ตามลำดับ (Maryna Strokal *et al*., 2016) สอดคล้องกับพื้นที่การใช้ประโยชน์ของจังหวัดจันทบุรี ที่ประมาณร้อยละ 45.95 เป็นพื้นที่เกษตรกรรม (Thaipichitburapa *et al*., 2019) ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับของสารอาหารที่บ่งบอกถึงความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำได้ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาปัจจัยคุณภาพน้ำที่สำคัญต่อสิ่งมีชีวิต ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ พบว่า ทุกสถานีมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมากกว่า 4 mg/l ซึ่งเพียงพอต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต (PCD, 2006) นอกจากนี้พบว่า ร้อยละ 80 ของสถานีที่สำรวจมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูงกว่า 6 mg/l อย่างไรก็ตามยังคงมีบางพื้นที่ที่ควรเฝ้าระวังการลดลงของออกซิเจนละลายน้ำได้แก่ บริเวณอำเภอเมืองจันทบุรี ซึ่งเป็นที่ตั้งของชุมชนขนาดใหญ่จึงมีโอกาสที่จะมีน้ำทิ้งปนเปื้อนลงสู่แม่น้ำได้มาก

ในส่วนของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำพบว่า สารอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรท) มีค่าแตกต่างตามฤดูกาล ($p<0.05$) โดยเฉพาะไนเตรทจะมีค่าสูงในช่วงฤดูฝน (เดือนกรกฎาคม) ซึ่งเป็นช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนและน้ำท่าสูงเช่นเดียวกัน ทั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาในแม่น้ำปราณบุรี (Khotchasanee *et al*, 2021) และแม่น้ำบางปะกง (Yuenyong *et al*, 2020) ในส่วนของฟอสฟอรัสจะมีความแตกต่างตามฤดูกาลเช่นกัน ($p<0.05$) แต่จะมีค่าสูงในช่วงต้นฤดูฝน (เดือนเมษายน) เนื่องจากพื้นที่ที่ผ่านการใช้ประโยชน์ในฤดูแล้งมาจะมีการสะสมฟอสฟอรัสในดินค่อนข้างสูง (Boynton *et al*., 2008) ส่งผลให้เมื่อฝนตกลงมาใหม่จะกระตุ้นให้เกิดการปลดปล่อยฟอสฟอรัสจากกระบวนการทางกายภาพ (Erosion) และกระบวนการทางเคมี (Chemical weathering) นอกจากนี้กลไกที่ส่งผลให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสูงขึ้นในพื้นที่แม่น้ำตอนบน มาจากการถ่ายทอดสารอาหารจากภายนอกระบบเป็นหลัก เนื่องจากบริเวณพื้นที่ตอนบนของแม่น้ำมีลักษณะการไหลของกระแสน้ำค่อนข้างแรงส่งผลให้มีค่า Resident time ต่ำทำให้สิ่งมีชีวิตในกลุ่มของผู้ผลิตขั้นต้นไม่สามารถดึงสารอาหารที่เข้ามาในระบบไปใช้ได้ จึงทำให้พบค่าสารอาหารละลายน้ำอนินทรีย์มีค่าสูงแต่ไม่พบคลอโรฟิลล์-เอ มีค่าสูงตามไปด้วย ซึ่งไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่เข้ามาในระบบของแม่น้ำจะอยู่ในมวลน้ำร้อยละ 2 ในสิ่งมีชีวิต ร้อยละ 0.5 ในดินตะกอนร้อยละ 34 ส่วนที่เหลือจะไหลสู่พื้นที่ตอนล่าง (Boynton *et al.*, 2008)

อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของไนโตรเจนที่พบในการศึกษาครั้งนี้ส่วนใหญ่ยังอยู่ในระดับต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน (PCD, 2006) ยกเว้นในบริเวณอำเภอเมือง ซึ่งเป็นบริเวณที่แม่น้ำไหลผ่านพื้นที่ชุมชนหนาแน่น สำหรับบริเวณพื้นที่ปากน้ำแหลมสิงห์พบว่า ความเข้มข้นไนโตรเจน และฟอสฟอรัสจะมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าในแม่น้ำทุกฤดูกาล สาเหตุเนื่องจากพื้นที่ปากแม่น้ำเป็นบริเวณที่รองรับสสาร ประกอบกับเป็นที่ตั้งของชุมชน และมีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่หนาแน่น (Thaipichitburapa *et al*., 2019) ส่งผลให้มีความเข้มข้นของสารอาหารที่สูง ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบกับสารอาหารอนินทรีย์

ละลายน้ำในอ่าวตราดพบว่า ความเข้มข้นของไนโตรเจนมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ปากน้ำแหลมสิงห์มีค่าฟอสฟอรัสที่สูงกว่า (Thapichitburapa & Meksumpun, 2021) อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับแม่น้ำบางปะกงพบว่า ฟอสฟอรัสมีค่าต่ำกว่า 3-5 เท่า (Yuenyong *et al.*, 2020) ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่าลักษณะของพื้นที่การใช้ประโยชน์ประกอบกับความยาวของลำน้ำที่ไหลผ่านพื้นที่ต่าง ๆ ส่งผลต่อสารอาหารที่ไหลลงมายังบริเวณปากแม่น้ำ (USEPA, 2000)

ในส่วนความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์-เอ พบว่า แม่น้ำจันทบุรีมีความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์-เอ ต่ำกว่าระดับยูโทรฟิเคชั่น (30 µg/l) ประมาณ 4-5 เท่า (Smith *et al.*, 1999) ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่าปัจจัยด้านกายภาพ ได้แก่ ความเร็วของกระแสน้ำ และระยะเวลาพำนักของน้ำ (Resident time) อาจมีผลต่อกำลังการผลิตขั้นต้นของแหล่งน้ำ (Thaipichitburapa *et al.*, 2010) ประกอบกับมีปัจจัยจำกัด (Liming factor) ด้านสารอาหารทำให้แพลงก์ตอนไม่สามารถเจริญเติบโตได้อย่างสมบูรณ์ (Souchu *et al.*, 2010) ซึ่งแม่น้ำจันทบุรีจะมี ฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยจำกัด (P-limiting) ส่วนพื้นที่ปากน้ำแหลมสิงห์จะมีความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์สูงกว่าระดับเกณฑ์ยูโทรฟิเคชั่น (Smith *et al.*, 1999) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าบริเวณดังกล่าวมีความอุดมสมบูรณ์ และเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตชนิดที่อาศัยอยู่ในน้ำ โดยเฉพาะกลุ่มสัตว์น้ำวัยอ่อนซึ่งจำเป็นที่ต้องมีแหล่งอาหารในการดำรงชีวิตอย่างเพียงพอ อย่างไรก็ตามหากคลอโรฟิลล์-เอมีมากเกิน 20 µg/l ก็จะส่งผลทำให้แหล่งน้ำเกิดความเสื่อมโทรมและไม่เหมาะสมกับการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต (Ferreira *et al.*, 2011) นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์-เอ ในปากน้ำแหลมสิงห์กับพื้นที่ปากแม่น้ำอื่นพบว่า มีค่าใกล้เคียงกับปากน้ำปราณบุรีในช่วงฤดูแล้ง (Khotchasanee *et al.*, 2021) แต่มีค่าต่ำกว่าบริเวณอ่าวตราด และแม่น้ำบางปะกง (Thapichitburapa & Meksumpun, 2021; Yuenyong *et al.*, 2020) นอกจากนี้เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคลอโรฟิลล์-เอ กับสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำพบว่า คลอโรฟิลล์-เอบริเวณปากแม่น้ำจะสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับซิลิเกต สอดคล้องกับการศึกษาในพื้นที่แม่น้ำบางปะกง (Junchompoo *et al.*, 2006) เนื่องจากแพลงก์ตอนพืชบริเวณปากแม่น้ำส่วนใหญ่จะเป็นกลุ่มของไดอะตอมซึ่งจำเป็นต้องใช้ซิลิเกตในการเจริญเติบโต

สำหรับการประเมินสภาวะยูโทรฟิเคชั่น จะใช้ข้อมูลสารอาหารอนินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ (DIN) สารอาหารอนินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายน้ำ (DIP) และความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์-เอ มาพิจารณารวมกัน โดยในส่วนของแม่น้ำจันทบุรี ซึ่งเป็นระบบนิเวศน้ำจืดพบว่า มีสภาวะยูโทรฟิเคชั่นในระดับปานกลาง (Carlson,1977) แต่จะมีแนวโน้มสูงขึ้นในช่วงฤดูฝนทั้งนี้เนื่องจากอิทธิพลของมวลน้ำที่พัดพาสารอาหารลงสู่แหล่งน้ำ ส่งผลให้แพลงก์ตอนพืชเจริญเติบโต (Prasad and Siddaraju, 2012) ทั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Adams *et al.* (2019) ที่ประเมิน trophic states ด้วยสารอนินทรีย์ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ซึ่งพบว่าแม่น้ำจันทบุรีจัดอยู่ในยูโทรฟิเคชั่นระดับกลาง (mesotrophic) เช่นเดียวกัน สำหรับพื้นที่ปากน้ำแหลมสิงห์มีค่าต่ำกว่า ระดับยูโทรฟิเคชั่น (Smith *et al.*, 1999) นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาค่า Redfield ratio (Redfield, 1934) หรือ สัดส่วนของสารอนินทรีย์ไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัส (DIN:DIP) พบว่า บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ มีสัดส่วน เท่ากับ 27.7 ละ 15.3 ตามลำดับ ทั้งนี้ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าบริเวณพื้นที่ แม่น้ำจันทบุรี มีฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยจำกัด (P-limiting) ส่วนบริเวณปากน้ำแหลมสิงห์มีค่าที่ใกล้เคียง 16 ซึ่งเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช

(Thapichitburapa & Meksumpun, 2021) อย่างไรก็ตามหากสัดส่วนของ DIN:DIP สูงขึ้น ก็จะส่งผลให้คลอโรฟิลล์-เอมีแนวโน้มที่ลดลงได้เช่นกัน (Wang *et al*., 2015)

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาคุณภาพน้ำและสภาวะยูโทรฟิเคชั่นในแม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์ ในปี พ.ศ. 2561 แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนคุณภาพน้ำด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ได้รับอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงฤดูกาล ซึ่งเกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำฝนและการเปลี่ยนแปลงความเค็มของน้ำ โดยคุณภาพน้ำทั่วไปที่สำคัญสำหรับแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ที่มีค่าสูงกว่า 4 mg/l ในทุกสถานีและทุกฤดูกาล ซึ่งเหมาะสมกับการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต ส่วนสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำพบว่า ซิลิเกตมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล และมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับไนโตรเจน ซึ่งแสดงถึงการพัดพาและชะล้างสารอาหารลงสู่แหล่งน้ำ นอกจากนี้จากการพิจารณาสัดส่วนระหว่างไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ทำให้ทราบว่า ฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยจำกัดสำหรับบริเวณแม่น้ำจันทบุรี ด้านการประเมินความสภาวะยูโทรฟิเคชั่นพบว่า แม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์จัดอยู่ในแหล่งมีที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำกว่ายูโทรฟิเคชั่น ยกเว้นบริเวณปากแม่น้ำในช่วงฤดูฝนจะมีค่าคลอโรฟิลล์-เอ ที่สูงกว่าระดับยูโทรฟิเคชั่น ซึ่งบริเวณดังกล่าวมีความเสี่ยงในการทำให้เกิดสภาวะเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำ และมีโอกาศทำให้ออกซิเจนละลายน้ำลดลงจนเกิดสภาวะ Hypoxia ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ รวมถึงกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณชายฝั่งจังหวัดจันทบุรีได้ ทั้งนี้ผลการศึกษาดังกล่าวสามารถนำไปใช้สนับสนุนการตัดสินใจด้านการบริหารจัดการและการกำหนดมาตรการหรือแนวทางการป้องกันสภาวะความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำในอนาคตต่อไปได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล ประจำปีงบประมาณ 2561 มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 199/2561

เอกสารอ้างอิง

Adams, J.B., Pretorius, L. and Snow, G.C. (2019). Deterioration in the water quality of an urbanized estuary with recommendations for improvement. *Water SA*, *45*(1), 86-96

Boynton, W.R., Hagy, J.D., Cornwell, J.C., Kemp, W.M., Greene, S.M., Owens, M.S., Baker, J.E. & Larsen, R.K. (2008). Nutrient Budgets and Management Actions in the Patuxent River Estuary, Maryland. *Estuaries and Coasts*, *31*,623–651

Carlson, R.E. (1977). A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*, *22*, 361-369

Eastern Region Irrigation Hydrology Center-ERIHC. (2018). Monthly runoff volume in East Coast Basin, Thailand. Retrieved April 11, 2021, from http://hydro-6.com/

Ferreira, J. G., Andersen, J. H., Borja, A., Bricker, S. B., Camp, J., and Cardoso, et al. (2011). Overview of eutrophication indicators to assess environmental status within the European Marine Strategy Framework Directive. *Estuar. Coast. Shelf Sci*, *93*, 117–131.

Grasshoff, K., Kremling, K. and Ehrhardt, M. (1999). *Methods of Seawater Analysis 3rd Eds*. Weinheim: Wiley – VCH.

Gurung, Dev P., Githinji, Leonard J.M., and Ankumah, Ramble,O. (2013). Assessing the Nitrogen and Phosphorus Loading in the Alabama (USA) River Basin Using PLOAD Model. *Air, Soil and Water Research, 6*, 23–36

Jayatilake S.M.D.P.A. (2013). *Nutrient loading and eutrophication of coastal waters of the South Asian Seas – a scoping study*. Retrieved May 1, 2020, form http://www.sacep.org/pdf/Scoping_study_on_Nutrient_loading_in_SAS_Region.pdf.

Jin Bo Zhao. (2009). Transformations of organic and inorganic phosphorus in estuarine particle- water systems. Ph.D. thesis, Science and Technology United Kingdom.

Junchompoo, C., Meksumpun, C. and Meksumpun, S. (2006). Application of nutrient quantities and ratios for assessment of aquatic resources status of Bangpakong River, Ban Pho District , Chachoengsao province. In *Proceedings of 44th Kasetsart University Annual Conference*. Bangkok

Khotchasanee, B., Uttayarnmanee, P., Yuenyong, P. and Buranapratheprat, A. (2021). Fluxes of Dissolved Inorganic Nutrients at the Pranburi River Mouth, Prachuap Khiri Khan Province. *Burapha Science Journal*, *26*(2), 907-927. (in Thai)

Maryna Strokal, Carolien Kroeze, MengruWang, Zhaohai Bai & Lin Ma. (2016). The MARINA model (Model to Assess River Inputs of Nutrients to seAs):Model description and results for China. *Science of the Total Environment*, *562*,869–888.

Meteorological Department of Thailand – TMD. (2018). *Average Weather and Average monthly rainfall in Chanthaburi Province*. Bangkok.

Michelle Devlin, Suzanne Bricker & Suzanne Painting. (2011). Comparison of five methods for assessing impacts of nutrient enrichment using estuarine case studies. *Biogeochemistry*,*106*,177–205.

National Statistical Office of Thailand-NSOT. (2004). *Choosing appropriate statistical test*. Ministry of Information and Communication Technology. Retrieved February 18, 2021, from http://service.nso.go.th/nso/nsopublish/know/estat04.pdf

Pollution Control Department-PCD. (2006). *Water Quality Standards & Criteria in Thailand*. Ministry of Science, Technology and Environment. (in Thai)

Prasad, A. G. D. and Siddaraju. (2012). Carlson's Trophic State Index for the assessment of trophic status of two Lakes in Mandya district. *Advances in Applied Science Research*, *3*(5), 2992-2996.

Redfield, A.C. (1934) *On the Proportions of Organic Derivatives in Sea Water and Their Relation to the Composition of Plankton*. James Johnstone Memorial Volume, University Press of Liverpool.

Redfield, A. C. (1958). The biological control of chemical factors in the environment. *Am. Sci.* ,*46*, 205–221.

Regional Environment office, 13th (Chonburi)– REO13. (2018). Report of water quality monitoring of surface water sources Eastern area 2018. Retrieved February 18, 2021, from http://reo13.mnre.go.th/th/information/list/1830/page/2

Roche L.M., Kromschroeder, L., Atwill, E.R., Dahlgren R.A., Tate K.W. (2013). Water Quality Conditions Associated with Cattle Grazing and Recreation on National Forest Lands. *PLOS ONE*, *8*(6), e68127.

Rossouw, J.N., Harding, W.R. & Fatoki, O. S. (2008). *A guide to catchment-scale eutrophication Assessments for rivers, reservoirs and lacustrine wetlands*. Water Research Commission, South Africa.

Smith V.H., Tilma G.D. & Nekola J.C. (1999). Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems. *Environmental Pollution 100 (1999)*,179-196.

Souchu, P., Bec, B., Smith, V.H., Laugier, T., Fiandrino, A., Benau, L., Orsoni, V., Collos, Y. and Vaquer, A. (2010). Patterns in nutrient limitation and chlorophyll a along an anthropogenic eutrophication gradient in French Mediterranean coastal lagoons. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *67*(4) 743–753.

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

Thaipichitburapa, P., Gunboa, V. and Meksumpun, C. (2019). *The Carrying Capacity Assessment of River and Coastal Area: A Case Study Effects of Wastewater from Land Use on the Aquatic Ecosystems of Chanthaburi River and Laem Singh Estuarine Chanthaburi Province* (Research Report) , Burapha University. (in Thai)

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

Thapichitburapa, P. and Meksumpun, C. (2021). The Effects of Dissolved Inorganic Nutrients on Eutrophication Situationsof Trat Bay, Trat Province. *Burapha Science Journal*, *26*(2), 770-782. (in Thai)

Office of the National Economic and Social Development Council- NESDB. (2016). *Roadmap Developing the Eastern Economic Corridor*. Bangkok. (in Thai)

United States Environmental Protection Agency-USEPA. (2000). *Nutrient Criteria Technical Guidance Manual Rivers and Streams*. Office of Science and Technology, Washington.

Wang, J., Yan, W., Chen, N., Li, X., and Liu, L. (2015). Modeled long-term changes of DIN:DIP ratio in the Changjiang River in relation to Chl-a and DO concentrations in adjacent estuary. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, *166,* 153-160.

Yuenyong, S., Nimsuwan, N., Buranaprattheprat, A., Gunboa, V., Jintasaeranee, P., Thaipichitburapa, P & Suriyaphan, J. (2019). Water quality of the Bangpakong River during 2016 – 2018. *Burapha Science Journal*, *24*(1),138-155. (in Thai)