การประเมินคุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกงและชายฝั่งทะเลของจังหวัดชลบุรีในปี พ.ศ. 2563 โดยใช้วิธีดัชนีคุณภาพน้ำและภูมิสารสนเทศ

จิระเดช มาจันแดง[1] และจันทิมา ปิยะพงษ์[2*]

[1]ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม 44150
[2]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี 20131
[*]E-mail: chantimap@buu.ac.th

รับบทความ: 8 เมษายน 2566 แก้ไขบทความ: 2 มิถุนายน 2566 ยอมรับตีพิมพ์: 11 มิถุนายน 2566

บทคัดย่อ

จากการประเมินคุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกงและชายฝั่งทะเลของจังหวัดชลบุรีในปี พ.ศ. 2563 จากข้อมูลคุณภาพน้ำที่ตรวจวัดได้รวมกับข้อมูลที่เผยแพร่โดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สำนักความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมทางน้ำ กรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม และฝ่ายวิจัยวิทยาศาสตร์ทางทะเล สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา ด้วยวิธีดัชนีคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินและดัชนีคุณภาพน้ำทะเลและภูมิสารสนเทศ พบว่า พื้นที่ต้นน้ำมีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดีและดีมากในทุกฤดู ตอนบนของแม่น้ำบางปะกงบริเวณพื้นที่รับน้ำจากชุมชนมีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมถึงพอใช้ในฤดูร้อน และเกณฑ์พอใช้ถึงดีมากในฤดูฝนและฤดูหนาว ตอนล่างของแม่น้ำบริเวณพื้นที่เกษตรกรรมและการเพาะเลี้ยงมีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมถึงพอใช้ในทุกฤดู ขณะที่คุณภาพน้ำในพื้นที่ปากแม่น้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมในฤดูร้อนและเกณฑ์เสื่อมโทรมถึงพอใช้ในฤดูฝนและฤดูหนาว ส่วนคุณภาพน้ำในพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งทะเลอ่าวชลบุรีอยู่ในเกณฑ์พอใช้ถึงดีมากในฤดูร้อน เกณฑ์เสื่อมโทรมถึงดีในฤดูฝน และเกณฑ์พอใช้ในฤดูหนาว และคุณภาพน้ำในพื้นที่นันทนาการหาดบางแสนอยู่ในเกณฑ์พอใช้ถึงดีมากในฤดูร้อน เกณฑ์เสื่อมโทรมถึงดีมากในฤดูฝน และเกณฑ์พอใช้ถึงดีในฤดูหนาว ตามลำดับ การประเมินคุณภาพน้ำแสดงให้เห็นกิจกรรมในพื้นที่รับน้ำจากชุมชนและพื้นที่เกษตรกรรมและการเพาะเลี้ยงที่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำที่ระบายผ่านปากแม่น้ำบางปะกงไปยังพื้นที่ชายฝั่งทะเลของจังหวัดชลบุรี

คำสำคัญ: แม่น้ำบางปะกง การประเมินคุณภาพน้ำ ดัชนีคุณภาพน้ำ ภูมิสารสนเทศ

Evaluation of Water Quality in Bangpakong River and Coastal Area of Chonburi Province in 2020 by Using Water Quality Index Method and Geoinformatics

Jiradech Majandang[1] and Chantima Piyapong[2*]

[1]Department of Geography, Faculty of Humanities and Social Science, Mahasarakham University, Mahasarakham 44150, Thailand

[2]Department of Biology, Faculty of Science, Burapha University, Chonburi 20131, Thailand

[*]E-mail: chantimap@buu.ac.th

Received: 8 April 2023 Revised: 2 June 2023 Accepted: 11 June 2023

Abstract

There was the evaluation of water quality in Bangpakong River and coastal areas of Chonburi Province in 2020 from the measured water quality data combined with the published data: 1) Pollution Control Department, Ministry of Natural Resources and Environment 2) Bureau of Aquatic Safety and Environment, Marine Department, Ministry of Transport and 3) Research Division for Marine Science, Institute of Marine Science, Burapha University. Surface Water Quality Index (WQI) and Marine Water Quality Index (MWQI) and geo-informatics method were used to evaluate the water quality in these areas. The finding is the following. For the area of watershed, the water quality was good and very good in all the seasons. However, for the upstream of the Bangpakong river in the community catchment area, the water quality was poor to moderate in summer season, and it was moderate to excellent in rainy and winter seasons. For the downstream of the river in the area of agriculture and farming, the water quality was poor to moderate in all seasons. However, the water quality in the area of river mouth was poor in summer season and was poor to moderate in rainy and winter seasons. As for the area of coastal aquaculture along the coast of Chonburi Bay, the water quality was moderate to excellent in summer season, was poor to good in rainy season and was moderate in winter season. Finally, the water quality of the area of recreation in Bangsaen Beach was moderate to excellent in summer season, was poor to excellent in rainy season and was moderate to good in winter season, respectively. The water quality assessment shows that

community activities and agricultural and aquaculture areas affect on the quality of water discharge through the Bangpakong Estuary to the coastal areas of Chonburi Province.

Keywords: Bangpakong river, Assessment of water quality, Water quality index, Geoinformatics

บทนำ

แม่น้ำบางปะกงเกิดจากแม่น้ำหนุมานและแม่น้ำพระปรงไหลลงมารวมกันในอำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี แล้วไหลผ่านจังหวัดปราจีนบุรีและจังหวัดฉะเชิงเทราไปลงอ่าวไทยตอนในฝั่งตะวันออกที่อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา (Supporting documents for the 2nd water plan meeting, 2021) แม่น้ำบางปะกงเป็นแม่น้ำสายสำคัญในภาคตะวันออกของประเทศไทยที่เป็นแหล่งรองรับน้ำ กักเก็บน้ำ และชะลอการไหลของน้ำเพื่อป้องกันน้ำท่วมและภัยแล้ง ลักษณะภูมิศาสตร์เช่นนี้ทำให้พื้นที่รอบแม่น้ำบางปะกงและแม่น้ำปราจีนบุรีถูกกำหนดเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับชาติของประเทศไทย ตามมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2543 (The Secretariat of the Cabinet, 2000) ชี้ให้เห็นความสำคัญของระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำธรรมชาตินี้ตั้งแต่บริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ จนถึงปลายแม่น้ำที่มีความหลากหลายทางชีวภาพของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการใช้พื้นที่ที่มีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของชุมชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ภาคตะวันออก เนื่องจากได้สร้างอาชีพทั้งเกษตรกรรม การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การประมง อุตสาหกรรม และการขนส่งที่แตกต่างกันตามพื้นที่ตลอดสองฝั่งของแม่น้ำบางปะกงมาอย่างยาวนาน กรมพัฒนาที่ดินสรุปประเภทการใช้ที่ดินของภาคตะวันออกในพื้นที่จังหวัดปราจีนบุรี ฉะเชิงเทรา ชลบุรี และระยอง ระหว่างปี พ.ศ. 2563–2564 แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ใช้เพื่อเกษตรกรรมมากที่สุด คิดเป็นพื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทราร้อยละ 17.31 ของพื้นที่รวมทุกจังหวัด (ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่นาร้อยละ 31.16 พืชไร่ร้อยละ 11.86 ไม้ยืนต้นร้อยละ 36.14 และการเพาะเลี้ยงร้อยละ 16.09 ของพื้นที่เกษตรกรรม) ใกล้เคียงกับจังหวัดระยองที่ถูกใช้พื้นที่ร้อยละ 16.76 (ส่วนใหญ่เป็นพืชไร่ร้อยละ 15.39 ไม้ยืนต้นร้อยละ 66.24 ไม้ผลร้อยละ 12.75 และการเพาะเลี้ยงร้อยละ 2.68 ของพื้นที่เกษตรกรรม) รองลงมาเป็นพื้นที่จังหวัดปราจีนบุรีร้อยละ 14.30 (ส่วนใหญ่เป็นไม้ยืนต้นร้อยละ 37.78 ไม้ผลร้อยละ 48.71 และการเพาะเลี้ยงร้อยละ 7.27 ของพื้นที่เกษตรกรรม) และจังหวัดชลบุรีน้อยที่สุดร้อยละ 13.99 (ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่นาร้อยละ 8.28 พืชไร่ร้อยละ 33.98 ไม้ยืนต้นร้อยละ 41.39 ไม้ผลร้อยละ 7.61 และการเพาะเลี้ยงร้อยละ 5.45 ของพื้นที่เกษตรกรรม) (Department of Land Development, 2022)

การขยายตัวของอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็วภายใต้โครงการเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor: EEC) ตามพระราชบัญญัติเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก พ.ศ. 2561 (Eastern Special Development Zone Act B.E. 2561, 2018) กำหนดให้ภาคตะวันออกเป็นพื้นที่เป้าหมายนำร่อง 3 จังหวัด ได้แก่ ฉะเชิงเทรา ชลบุรี และระยอง ที่ถูกกำหนดเป็นเขตส่งเสริมเศรษฐกิจพิเศษรูปแบบอุตสาหกรรมเป้าหมาย

พิเศษเฉพาะด้านที่ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำบางปะกง ได้แก่ กลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์อนาคต บ้านโพธิ์ เพื่อรองรับอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ และกลุ่มพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ บางปะกง เพื่อรองรับอุตสาหกรรมเป้าหมายพิเศษโลจิสติกส์ และยังได้รับการกำหนดให้เป็นเขตส่งเสริมเศรษฐกิจพิเศษรูปแบบนิคมอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ใกล้ชายฝั่งทะเล เช่น นิคมอุตสาหกรรมอมตะซิตี้ ชลบุรี รองรับอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวกลุ่มรายได้ดีและการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ แม่น้ำบางปะกงและชายฝั่งทะเลของจังหวัดชลบุรีนอกจากจะใช้ประโยชน์สำหรับการอุปโภคและบริโภค ใช้ประโยชน์ในด้านเกษตรกรรม การจับสัตว์น้ำและการเพาะเลี้ยง รวมทั้งเป็นแหล่งท่องเที่ยวทางทะเลที่ได้รับความนิยมแล้ว ยังเปลี่ยนแปลงไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบอื่น เช่น นิคมอุตสาหกรรม และชุมชนเมือง การใช้ประโยชน์จากพื้นที่ชุ่มน้ำและชายฝั่งทะเลที่หลากหลายเหล่านี้เป็นสาเหตุทำให้แม่น้ำบางปะกงและชายฝั่งทะเลของจังหวัดชลบุรีประสบกับปัญหาคุณภาพน้ำและปัจจุบันปัญหาเหล่านี้อาจมีความรุนแรงมากขึ้น ทำให้แม่น้ำบางปะกงและชายฝั่งทะเลของจังหวัดชลบุรีอาจจัดเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบจากมลพิษชนิดต่าง ๆ ที่มีแนวโน้มจะเข้าสู่ขั้นวิกฤตและอาจส่งผลกระทบต่อพื้นที่สาธารณะประโยชน์

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพน้ำพื้นที่ต้นน้ำจนถึงปากแม่น้ำบางปะกง และน้ำทะเลชายฝั่งของจังหวัดชลบุรีโดยใช้วิธีดัชนีคุณภาพน้ำและแสดงผลการประเมินคุณภาพน้ำเชิงพื้นที่ด้วยภูมิสารสนเทศ

วิธีดำเนินการวิจัย

กำหนดสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำรวมทั้งสิ้น 6 สถานี ตลอดความยาวแม่น้ำบางปะกง 177 กิโลเมตร ได้แก่ สถานี MG–01 ศูนย์ฝึกอบรมบางปะกง การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ตำบลท่าข้าม อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา เป็นตัวแทนพื้นที่ปากแม่น้ำที่รับน้ำจากทุกสถานีก่อนระบายออกสู่เอสทูรี สถานี MG–02 วัดสมานรัตนาราม ตำบลก้อนแก้ว อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา จังหวัดฉะเชิงเทรา สถานี MG–03 วัดหัวไทร ตำบลหัวไทร อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา เป็นตัวแทนพื้นที่รับน้ำจากเกษตรกรรมและการเพาะเลี้ยง สถานี MG–04 สะพานต้นน้ำบางปะกง ตำบลวังดาล อำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี สถานี MG–05 สะพานหิน ตำบลสะพานหิน อำเภอนาดี จังหวัดปราจีนบุรี เป็นตัวแทนพื้นที่รับน้ำจากชุมชน และสถานี MG–06 แก่งหินเพิง ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ในแม่น้ำหนุมานใสใหญ่ อำเภอนาดี จังหวัดปราจีนบุรี เป็นตัวแทนจุดต้นน้ำตามธรรมชาติ (ตาราง 1)

ตาราง 1 ตำแหน่งสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำและเก็บตัวอย่างน้ำในแม่น้ำบางปะกงในการศึกษานี้

สถานี	ละติจูด	ลองจิจูด
MG–01 ศูนย์ฝึกอบรมบางปะกง	13° 28' 33.2"N	100° 58' 55.6"E
MG–02 วัดสมานรัตนาราม	13° 42' 07.4"N	101° 08' 30.3"E
MG–03 วัดหัวไทร	13° 46' 39.4"N	101° 12' 10.3"E
MG–04 สะพานต้นน้ำบางปะกง	13° 59' 11.8"N	101° 42' 19.3"E
MG–05 สะพานหิน	14° 08' 48.1"N	101° 43' 38.4"E
MG–06 แก่งหินเพิง	14° 10' 03.1"N	101° 43' 46.5"E

ตรวจวัดคุณภาพน้ำในภาคสนามและเก็บตัวอย่างน้ำในแม่น้ำบางปะกงในเวลาน้ำขึ้น (Hydrographic Department, 2020) จากสถานีที่กำหนดไว้ เพื่อนำมาประเมินคุณภาพน้ำด้วยวิธีดัชนีคุณภาพน้ำ จำนวน 5 ปัจจัย ได้แก่ ออกซิเจนละลาย(DO, mg/L) ความสกปรกในรูปของสารอินทรีย์ (BOD, mg/L) แอมโมเนีย (NH_3, mg/L) การปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (TCB, MPN/100 mL) และการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (FCB, MPN/100 mL) ตามวิธีการตรวจวัดที่แสดงในตาราง 2 ตรวจวัดคุณภาพน้ำรวมทั้งสิ้น 3 ครั้งในรอบปี พ.ศ. 2563 ได้แก่ ช่วงฤดูร้อนดำเนินการในวันที่ 13 กุมภาพันธ์ ช่วงฤดูฝนในวันที่ 10 กันยายน และช่วงฤดูหนาวในวันที่ 10 พฤศจิกายน ตามลำดับ

ตาราง 2 วิธีการตรวจวัดคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพในการศึกษาครั้งนี้

Parameters	Equipments/Methods
Dissolved Oxygen; DO (mg/L)	Multi parameter sensors/Multi–probe
Biological Oxygen Demand; BOD (mg/L)	Azide Modification (Strickland and Parsons, 1972)
Ammonia; NH_3 (mg/L)	Phenol–hypochloride (Grasshoff *et al*., 1999)
Total Coliform Bacteria; TCB (MPN/100 mL)	Multiple Tube Fermentation Technique (Baird *et al*., 2017)
Fecal Coliform Bacteria; FCB (MPN/100 mL)	Multiple Tube Fermentation Technique (Baird *et al*., 2017)

ข้อมูลคุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกงที่ตรวจวัดได้ในแต่ละฤดูกาลในรอบปี พ.ศ. 2563 จากการศึกษานี้ เมื่อรวมกับข้อมูลคุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกง อ่าวชลบุรี และอ่าวบางแสน จำนวนรวมทั้งสิ้น 47 สถานี ที่เผยแพร่โดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จำนวน 23 สถานี (Pollution Control Department, 2018, 2020) สำนักความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมทางน้ำ กรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม จำนวน 15 สถานี (Bureau of Aquatic Safety and Environment, 2020) และฝ่ายวิจัยวิทยาศาสตร์ทางทะเล สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา จำนวน 9 สถานี (Research Division for Marine Science, 2020) (ภาพที่ 1) นำมาจำแนกตามกิจกรรมที่แตกต่างกันเชิงพื้นที่ตลอดความยาวแม่น้ำบางปะกงจำนวน 4 พื้นที่ และจำแนกพื้นที่แหล่งน้ำทะเลชายฝั่งของจังหวัด

ภาพที่ 1 สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำในการศึกษานี้และสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกงและชายฝั่งทะเลของจังหวัดชลบุรีของหน่วยงานที่เผยแพร่ข้อมูล (ดัดแปลงจากภาพถ่ายดาวเทียมจาก www.google.co.th)

ชลบุรีจำนวน 2 พื้นที่ รวมทั้งสิ้น 6 พื้นที่ ได้แก่ 1) พื้นที่ต้นน้ำ (area of watershed) ตั้งอยู่ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ 2) พื้นที่รับน้ำจากชุมชน (community catchment area) คลองใสน้อยในแม่น้ำหนุมาน และชุมชนคลองพระปรงและแม่น้ำหนุมาน 3) พื้นที่เกษตรกรรมและการเพาะเลี้ยง (area of agriculture and farming) รับน้ำจากชุมชน เกษตรกรรม และการเพาะเลี้ยงจากอำเภอบางคล้าและจากเขื่อนทดน้ำบางปะกง 4) พื้นที่ปากแม่น้ำ (area of river mouth) เป็นจุดรับน้ำจากทุกสถานีในแม่น้ำบางปะกงก่อนระบายออกสู่เอสทูรี 5) พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (area of coastal aquaculture) อ่าวชลบุรี และ 6) พื้นที่นันทนาการ (area of recreation) ชายฝั่งทะเลอ่าวบางแสน ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน หมวด 2 ประเภทและมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (Announcement of the National Environment Board No. 8 B.E. 2537, 1994) และคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล หมวด 1 ประเภทและมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลในเขตน่านน้ำไทย (Announcement of the National Environment Board on the setting of sea water quality standards, 2017, 2021)

ภาพที่ 1 แสดงการแจกแจงข้อมูลคุณภาพน้ำเชิงพื้นที่และเชิงเวลาของแม่น้ำบางปะกงและชายฝั่งทะเลของจังหวัดชลบุรีรวมทั้งสิ้น 6 พื้นที่ ได้แก่ พื้นที่ต้นน้ำ พื้นที่รับน้ำจากชุมชน พื้นที่เกษตรกรรมและการเพาะเลี้ยง พื้นที่ปากแม่น้ำ พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และพื้นที่นันทนาการ ทั้งในช่วงฤดูร้อน ฤดูฝน และช่วงฤดูหนาวในรอบปี พ.ศ. 2563 ด้วยกราฟแบบ box–whisker plot และทำการประเมินคุณภาพน้ำของแม่น้ำบางปะกงด้วยวิธีดัชนีคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน (Surface Water Quality Index [WQI], 2022) รวมทั้งสิ้น 5 ปัจจัย (parameters) ได้แก่ DO BOD NH_3 TCB และ FCB และประเมินคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งของจังหวัดชลบุรีด้วยวิธีดัชนีคุณภาพน้ำทะเล (Marine Water Quality Index [MWQI], 2022) รวมทั้งสิ้น 6 ปัจจัย ได้แก่ ของแข็งแขวนลอย (SS, mg/L) DO ไนเตรท (NO_3, μg–N/L) NH_3 ฟอสเฟต; PO_4 (μg–P/L), และ FCB ด้วยวิธี Malaysian Marine Water Quality Index [MMWQI] (Marine Water Quality Assessment, n.d.; Samsudin *et al*., 2019) แล้วแสดงคุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกงและชายฝั่งทะเลของจังหวัดชลบุรีเชิงพื้นที่ด้วยวิธีภูมิสารสนเทศ

ภูมิสารสนเทศเป็นเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ ประกอบด้วยการรับรู้จากระยะไกล (remote sensing: RS) ระบบการหาตำแหน่งพิกัดบนพื้นโลก (global positioning system: GPS) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (geographical information system: GIS) การรับรู้จากระยะไกลและระบบการหาตำแหน่งพิกัดบนพื้นโลกเป็นกระบวนการหลักในการได้มาซึ่งข้อมูลทางภูมิศาสตร์ ส่วนระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือสำหรับการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งในส่วนของการรวบรวม จัดเก็บ ปรับปรุง วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูล ด้วยเทคนิคหรือกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้ได้สารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Majandang, 2015) สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาและจัดการแหล่งน้ำได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ (Chabuk *et al*., 2020; Tiwari *et al*., 2018) รวมถึงในด้านการประเมินคุณภาพน้ำในแม่น้ำ

โดยเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์และแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ตามลำน้ำ (Chabuk *et al*., 2020; Krishan *et al*., 2022; Şener *et al*., 2017; Shil *et al*., 2019; Varshney *et al*., 2022) การนำดัชนีคุณภาพน้ำกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาสังเคราะห์ร่วมกัน ช่วยให้การวิเคราะห์และแสดงผลข้อมูลคุณภาพน้ำให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย สามารถสรุปและสื่อสารสารสนเทศเพื่อใช้ในการบริหารจัดการคุณภาพน้ำได้ดี (Tiwari *et al*., 2018) ในการศึกษานี้ใช้กระบวนการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการถ่วงน้ำหนักระยะทางผกผัน (inverse distance weighted: IDW) ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเทคนิคการประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่ (spatial interpolation) ที่ถูกนำมาใช้ในการจัดทำแผนที่การกระจายเชิงพื้นที่ตามลำน้ำของดัชนีคุณภาพน้ำได้อย่างเหมาะสม (Panhalkar and Jarag, 2015) โดยสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (1)

$$Z_j = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{Z_i}{d_{ij}^{r}}\right)}{\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{1}{d_{ij}^{r}}\right)} \quad \text{- - - (1)}$$

โดย Z_j = จุดที่ไม่ทราบค่า

Z_i = ค่าของจุดที่ทราบค่า

d_{ij} = ระยะทางจากจุดที่ทราบค่ากับจุดไม่ทราบค่า

r = เลขยกกำลังที่ผู้ใช้เลือก

n = จำนวนจุดที่ทราบค่า

ผลการวิจัย

ค่าคุณภาพน้ำของแม่น้ำบางปะกงและชายฝั่งทะเลของจังหวัดชลบุรี ในช่วงฤดูร้อน ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์–เมษายน ช่วงฤดูฝน ระหว่างเดือนพฤษภาคม–ตุลาคม และช่วงฤดูหนาว ระหว่างเดือนพฤศจิกายน–มกราคม ในรอบปี พ.ศ. 2563 แสดงในตาราง 3 และภาพที่ 2 พบว่าพื้นที่ต้นน้ำในทุกช่วงฤดูมีค่าคุณภาพน้ำทั้ง 5 ปัจจัย ได้แก่ DO BOD NH_3 TCB และ FCB อยู่ในกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำประเภทที่ 3 (Announcement of the National Environment Board No. 8 B.E. 2537, 1994) พื้นที่ชุมชนพบค่าคุณภาพน้ำทั้ง 5 ปัจจัย ในทุกช่วงฤดูมีคุณภาพน้ำอยู่ในกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำฯ ยกเว้นช่วงฤดูร้อนที่พบเฉพาะ BOD (4.05±0.90 mg/L) มีค่าสูงเกินกว่าค่ามาตรฐาน ส่วนพื้นที่เกษตรกรรมและการเพาะเลี้ยงในช่วงฤดูร้อน พบทั้ง BOD (3.24±2.01 mg/L) และ FCB (6,171±22,892 MPN/100 mL) มีค่าสูงเกินกว่าค่ามาตรฐาน ส่วนในฤดูฝนพบ DO (3.93±0.54 mg/L) ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน และพบ BOD (2.01±1.68 mg/L) และ NH_3 (0.596±0.505 mg/L) สูงเกินค่ามาตรฐาน ในขณะที่ฤดูหนาวพบเพียงค่า DO (2.98±0.59 mg/L) เท่านั้นที่มีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน และพื้นที่ปากแม่น้ำในช่วงฤดูร้อนพบเฉพาะ BOD (5.48±0.26 mg/L) เท่านั้นที่มีค่าสูงเกินกว่าค่ามาตรฐาน ส่วนในฤดูฝนและฤดูหนาวพบเฉพาะ DO (3.75±1.90 และ 3.58±1.59 mg/L) ที่มีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน ส่วนปัจจัยคุณภาพน้ำอื่นมีค่าอยู่ในกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน และคุณภาพน้ำในพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและพื้นที่เพื่อการนันทนาการ กำหนดตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล หมวด 1 ประเภทและมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลในเขตน่านน้ำไทย ข้อ 3.3 คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และข้อ 3.4 คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการนันทนาการ (Announcement of the National Environment Board on the setting of sea water quality standards, 2017, 2021) พบว่าพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ตาราง 3 ค่าคุณภาพน้ำของแม่น้ำบางปะกงและค่าคุณภาพน้ำชายฝั่งทะเลของจังหวัดชลบุรี

พิสัย* (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน**) คุณภาพน้ำของแม่น้ำบางปะกง						
พื้นที่	**ช่วงเวลา**	**DO (mg/L)**	**BOD (mg/L)**	**NH_3 (mg/L)**	**TCB (MPN/100 mL)**	**FCB (MPN/100 mL)**
(1) พื้นที่ต้นน้ำ	ฤดูร้อน	7.10–7.30 (7.17±0.12)	0.2–2.4 (1.20±1.11)	0.008–0.11 (0.009±0.001)	832–1,700 (760±832)	45–78 (56±19)
	ฤดูฝน	7.66–7.67 (7.67±0.01)	0.2–0.6 (0.43±0.21)	0.005–0.006 (0.006±0.001)	45–78 (56±19)	20–45 (37±14)
	ฤดูหนาว	8.55–8.61 (8.58±0.03)	0.3–1.0 (0.73±0.38)	0.010–0.025 (0.018±0.008)	170–1,700 (733±841)	18–20 (19±1)
(2) พื้นที่รับน้ำจากชุมชน	ฤดูร้อน	5.20–7.40 (6.56±0.90)	3.00–5.47 (4.05±0.90)	0.009–0.013 (0.011±0.003)	229–2,710 (1,470±1,754)	76–144 (110±48)
	ฤดูฝน	6.42–7.55 (6.99±0.80)	0.77–2.87 (1.82±1.48)	0.009–0.015 (0.012±0.004)	1,733–2.167 (1,950±306)	257–637 (447±269)
	ฤดูหนาว	6.28–7.64 (6.96±0.96)	0.90–2.33 (1.62±1.01)	0.022–0.048 (0.035±0.018)	207–1,997 (1,102±1,266)	18–127 (72±77)
(3) พื้นที่เกษตร-กรรมและการเพาะเลี้ยง	ฤดูร้อน	2.80–8.40 (4.84±1.43)	0.90–9.90 (3.24±2.01)	0.011–1.220 (0.456±0.320)	147–160,000 (14,665±39,442)	33–92,000 (6,171±22,892)
	ฤดูฝน	3.10–4.80 (3.93±0.54)	0.80–7.50 (2.01±1.68)	0.022–2.210 (0.596±0.505)	230–160,000 (18,518±40,229)	45–24,000 (3,252±6,101)
	ฤดูหนาว	2.09–4.10 (2.98±0.59)	0.90–3.40 (1.70±0.70)	0.030–1.380 (0.430±0.318)	490–17,000 (3,838±4,763)	68–2,010 (657±594)
(4) พื้นที่ปากแม่น้ำ	ฤดูร้อน	3.47–5.80 (4.63±1.65)	5.30–5.67 (5.48±0.26)	0.021–0.170 (0.095±0.106)	18–203 (111±131)	18–47 (33±21)
	ฤดูฝน	1.56–4.90 (3.75±1.90)	1.80–2.00 (1.90±0.14)	0.065–0.370 (0.188±0.161)	79–4,667 (1,845±2,469)	25–537 (210±284)
	ฤดูหนาว	2.46–4.70 (3.58±1.59)	1.60 (1.60±0.00)	0.122–0.850 (0.486±0.515)	1,700–5,433 (3,567±2,640)	110–513 (312±285)
กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน		**≥ 4.0**	**≤ 2.0**	**≤ 0.5**	**≤ 20,000**	**≤ 4,000**

พิสัย* (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน**) คุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งของจังหวัดชลบุรี							
พื้นที่	**ช่วงเวลา**	**SS (mg/L)**	**DO (mg/L)**	**NO_3 (µg–N/L)**	**PO_4 (µg–P/L)**	**NH_3 (µg–N/L)**	**FCB (CFU/100mL)**
(5) พื้นที่เพาะ-เลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง	ฤดูร้อน	38.00–67.00 (48.00±16.46)	4.00–6.40 (5.43±1.27)	4.25–5.78 (5.090±0.776)	13.30–80.60 (54.733±36.250)	20.30–93.20 (57.067±36.454)	7–200 (81±104)
	ฤดูฝน	12.20–107.00 (42.63±39.79)	4.00–6.00 (5.02±0.71)	0.93–176.00 (62.451±76.973)	37.00–234.00 (87.500±73.174)	90.90–597.00 (308.557±169.824)	2–16,600 (2,625±6,190)
	ฤดูหนาว	30.00–60.00 (48.67±16.29)	3.60–3.90 (3.77±0.15)	23.90–118.00 (62.367±49.343)	37.00–235.00 (111.900±107.440)	127.00–496.00 (254.000±209.664)	13–27 (20±10)
กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล		**≤ $\Sigma\bar{X}$+SD**	**≥ 4.0**	**≤ 60**	**≤ 45**	**≤ 700**	**≤ 70**

หมายเหตุ *พิสัย หมายถึงช่วงของค่าคุณภาพน้ำระหว่างค่าต่ำสุดกับค่าสูงสุดของชุดข้อมูล ** ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าคุณภาพน้ำบางค่าที่คำนวณได้ในบางพื้นที่มีความแปรปรวนมากและมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ย (เช่น ค่า TCB และ FCB) ซึ่งเป็นผลมาจากบางสถานีมีค่าสูงมากกว่าปกติและโดดออกมาจากค่าอื่น (extreme outlier)

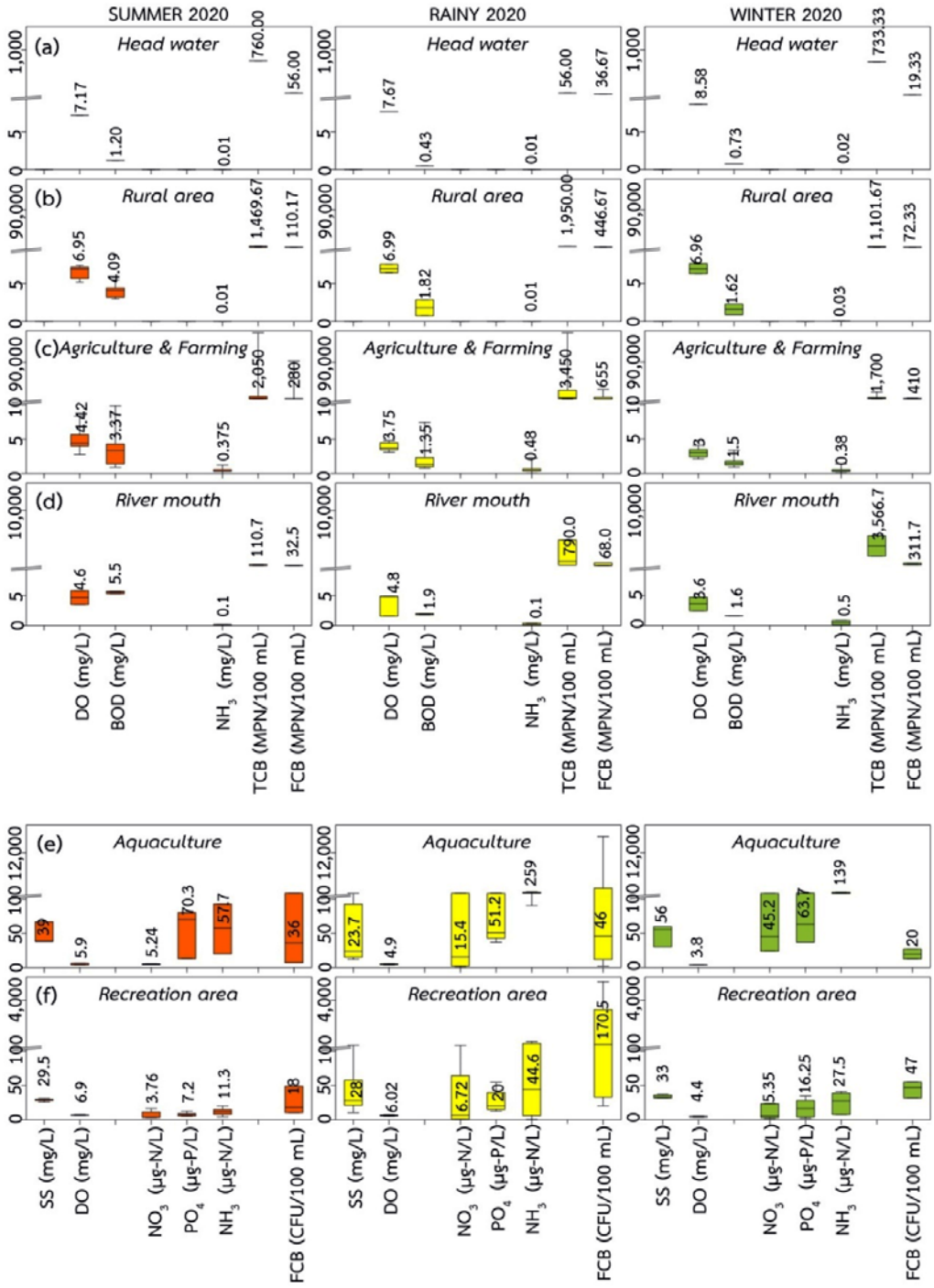
ตาราง 3 ค่าคุณภาพน้ำของแม่น้ำบางปะกงและค่าคุณภาพน้ำชายฝั่งทะเลของจังหวัดชลบุรี (ต่อ)

พิสัย* (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน**) คุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งของจังหวัดชลบุรี							
พื้นที่	**ช่วงเวลา**	**SS (mg/L)**	**DO (mg/L)**	**NO_3 (µg–N/L)**	**PO_4 (µg–P/L)**	**NH_3 (µg–N/L)**	**FCB (CFU/100mL)**
(6) พื้นที่นันทนาการ	ฤดูร้อน	26.00–31.00 (29.00±1.79)	6.40–7.60 (6.92±0.46)	2.98–16.30 (6.852±5.534)	5.10–12.50 (7.733±2.684)	4.14–19.90 (11.518±5.562)	10–49 (24±17)
	ฤดูฝน	10.20–125.00 (41.38±35.01)	4.91–7.40 (6.21±0.82)	0.62–114.00 (23.568±39.414)	12.60–54.70 (25.811±14.373)	0.91–417.00 (106.696±146.576)	20–5,600 (1,532±2,350)
	ฤดูหนาว	32.00–37.00 (33.83±2.14)	3.40–5.20 (4.35±0.71)	1.40–23.90 (10.408±10.379)	2.00–34.60 (16.822±13.600)	7.18–41.10 (24.900±16.259)	32–55 (45±10)
กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล		**$\leq \Sigma\bar{x}$+SD**	**$\geq$ 4.0**	**$\leq$ 60**	**$\leq$ 15**	**$\leq$ 200**	**$\leq$ 100**

หมายเหตุ *พิสัย หมายถึงช่วงของค่าคุณภาพน้ำระหว่างค่าต่ำสุดกับค่าสูงสุดของชุดข้อมูล ** ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าคุณภาพน้ำบางค่าที่คำนวณได้ในบางพื้นที่มีความแปรปรวนมากและมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ย (เช่น ค่า TCB และ FCB) ซึ่งเป็นผลมาจากบางสถานีมีค่าสูงมากกว่าปกติและโดดออกมาจากค่าอื่น (extreme outlier)

ในช่วงฤดูร้อนมี DO และ NO_3 มีค่าอยู่ในกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล และพบ FCB (81±104 MPN/100 mL) สูงเกินมาตรฐาน ในช่วงฤดูฝนมี DO อยู่ในกำหนดมาตรฐาน และมี NO_3 (62.451±76.973 µg–N/L) สูงเกินค่ามาตรฐาน และ FCB (2,625±6,190 MPN/100 mL) สูงเกินค่ามาตรฐาน และในช่วงฤดูหนาวพบ DO (3.77±0.15 mg/L) ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และพบ NO_3 (62.367±49.343 µg–N/L) สูงเกินค่ามาตรฐาน และในทุกช่วงฤดูพบ PO_4 มีค่าสูงเกินมาตรฐาน ส่วน NH_3 ในทุกช่วงฤดูมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และพื้นที่นันทนาการในช่วงฤดูร้อนพบปัจจัยคุณภาพน้ำอยู่ในกำหนดมาตรฐาน ในช่วงฤดูฝนพบเฉพาะ PO_4 (25.811±14.373 µg–P/L) และ FCB (1,532±2,350 MPN/100 mL) มีค่าสูงเกินมาตรฐาน และในช่วงฤดูหนาวพบเฉพาะ PO_4 (16.822±13.600 µg–P/L) เท่านั้นมีค่าสูงเกินมาตรฐาน

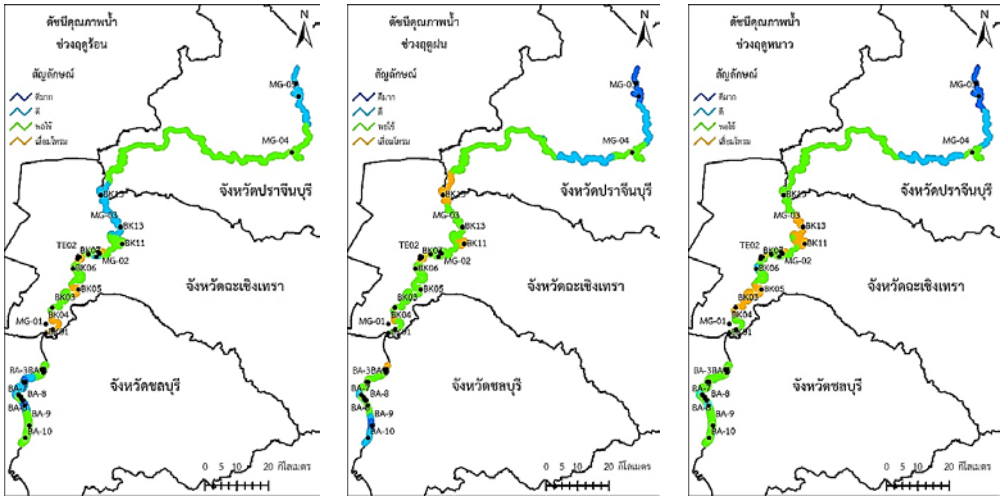
การประเมินผลคุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกงด้วยวิธีดัชนีคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน คำนวณจากค่าคุณภาพน้ำ 5 ปัจจัย ได้แก่ DO (mg/L) BOD (mg/L) NH_3 (mg/L) TCB (MPN/100 mL) และ FCB (MPN/100 mL) ที่มีการปรับปรุงในปี พ.ศ. 2553 (Chooaksorn, 2011; Pimpunchat, 2011; Pollution Control Department, 2018) และการเทียบช่วงคะแนน WQI กับประเภทและมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (Announcement of the National Environment Board No. 8 B.E. 2537, 1994) และการประเมินคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งของจังหวัดชลบุรีด้วยวิธีดัชนีคุณภาพน้ำทะเล คำนวณจากค่าคุณภาพน้ำ 6 ปัจจัย ได้แก่ SS (mg/L) DO (mg/L) NO_3 (µg-N/L) PO_4 (µg–P/L) NH_3 (µg–N/L) และ FCB (CFU/100 mL) (Marine Water Quality Assessment, n.d.; Samsudin *et al*., 2019) ผลการคำนวณแสดงในตาราง 4 และภาพที่ 3 พบว่าคุณภาพน้ำในพื้นที่ต้นน้ำในช่วงฤดูร้อน WQI มีค่า 90 แสดงว่าคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี ในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาวมีค่า WQI 92–96 แสดงว่าคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดีมาก เช่นเดียวกับมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 ที่มีค่า WQI 71–100 พื้นที่ชุมชนในช่วงฤดูร้อน WQI มีค่า 60–70 พบคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม–พอใช้ โดย WQI



ภาพที่ 2 Box–and–whisker plot แสดงการแจกแจงข้อมูลดัชนีคุณภาพน้ำผิวดินเชิงพื้นที่ต้นน้ำ (a) พื้นที่รับน้ำจากชุมชน (b) พื้นที่เกษตรกรรมและการเพาะเลี้ยง (c) พื้นที่ปากแม่น้ำ (d) การแจกแจงข้อมูลดัชนีคุณภาพน้ำทะเลเชิงพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (e) และพื้นที่นันทนาการ (f) ตามฤดูกาลในรอบปี พ.ศ. 2563

ตาราง 4 ค่าดัชนีคุณภาพน้ำและเกณฑ์คุณภาพน้ำของแม่น้ำบางปะกงและชายฝั่งทะเลของจังหวัดชลบุรี

ดัชนีคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน: แม่น้ำบางปะกง				
พื้นที่	ช่วงเวลา	WQI	เกณฑ์คุณภาพน้ำ	ประเภทแหล่งน้ำผิวดิน
(1) พื้นที่ต้นน้ำ	ฤดูร้อน	90	ดี (100% ของค่าดัชนีคุณภาพน้ำ)	2
	ฤดูฝน	96	ดีมาก (100%)	2
	ฤดูหนาว	92	ดีมาก (100%)	2
(2) พื้นที่รับน้ำจากชุมชน	ฤดูร้อน	60–70	เสื่อมโทรม (50%)–พอใช้ (50%)	3–4
	ฤดูฝน	67–90	พอใช้ (50%)–ดี (50%)	2–3
	ฤดูหนาว	69–93	พอใช้ (50%)–ดีมาก (50%)	2–3
(3) พื้นที่เกษตรกรรมและการเพาะเลี้ยง	ฤดูร้อน	45–85	เสื่อมโทรม (50%)–พอใช้ (31 %)–ดี (19%)	2–4
	ฤดูฝน	49–70	เสื่อมโทรม (47%)–พอใช้ (53%)	3–4
	ฤดูหนาว	55–73	เสื่อมโทรม (63%)–พอใช้ (31%)–ดี (6%)	2–4
(4) พื้นที่ปากแม่น้ำ	ฤดูร้อน	53	เสื่อมโทรม (100%)	4
	ฤดูฝน	52–67	เสื่อมโทรม (50%)–พอใช้ (50%)	3–4
	ฤดูหนาว	61–67	เสื่อมโทรม (50%)–พอใช้ (50%)	3–4
ดัชนีคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน: เสื่อมโทรมมาก (0–30) เสื่อมโทรม (31–60) พอใช้ (61–70) ดี (71–90) ดีมาก (91–100)				
ดัชนีคุณภาพน้ำทะเล: ชายฝั่งทะเลของจังหวัดชลบุรี				
พื้นที่	ช่วงเวลา	MWQI	เกณฑ์คุณภาพน้ำ	
(5) พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง	ฤดูร้อน	65–91	พอใช้ (67%)–ดีมาก (33%)	
	ฤดูฝน	42–87	เสื่อมโทรม (43 %)–พอใช้ (29 %)–ดี (28 %)	
	ฤดูหนาว	65–79	พอใช้ (100%)	
(6) พื้นที่นันทนาการ	ฤดูร้อน	65–95	พอใช้ (67 %)–ดีมาก (33 %)	
	ฤดูฝน	39–95	เสื่อมโทรม (17 %)–พอใช้ (17 %)–ดี (16 %)–ดีมาก (50 %)	
	ฤดูหนาว	65–86	พอใช้ (67 %)–ดี (33 %)	
ดัชนีคุณภาพน้ำทะเล: เสื่อมโทรม (0–49) พอใช้ (50-79) ดี (80–89) ดีมาก (90–100)				



ภาพที่ 3 แผนที่แสดงผลประเมินคุณภาพน้ำแม่น้ำบางปะกงและชายฝั่งทะเลของจังหวัดชลบุรีในรอบปี พ.ศ. 2563 ด้วยวิธีดัชนีคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (WQI) และดัชนีคุณภาพน้ำทะเล (MWQI)

61–70 จัดเป็นคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 และอยู่ในช่วง WQI 31–60 ที่จัดเป็นคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 ในช่วงฤดูฝนมี WQI 67–90 คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้–ดี และชุมชนในช่วงฤดูหนาวมี WQI 69–93 คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้–ดีมาก จัดเป็นแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2–3 ส่วนพื้นที่เกษตรกรรมและการเพาะเลี้ยงในช่วงฤดูร้อนมีค่า WQI 45–85 หมายถึงคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม–ดี จัดเป็นคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2–4 ในช่วงฤดูฝนมี WQI 49–70 คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม–พอใช้ จัดเป็นคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3–4 และในช่วงฤดูหนาวมี WQI 55–73 คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม–ดี จัดเป็นแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2–4 และพื้นที่ปากแม่น้ำในช่วงฤดูร้อนมีค่า WQI 53 แสดงว่าน้ำมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม จัดเป็นคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 ในช่วงฤดูฝนมี WQI 52–67 และช่วงฤดูหนาวมี WQI 61–67 คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม–พอใช้ จัดเป็นคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3–4 และพบว่าคุณภาพน้ำทะเลในพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในช่วงฤดูร้อนมีค่า MWQI 65–91 แสดงว่าคุณภาพน้ำทะเลอยู่ในเกณฑ์พอใช้ ในช่วงฤดูฝนพบ MWQI 42–87 คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม–ดี และในช่วงฤดูหนาว MWQI มีค่า 65–79 คุณภาพน้ำทะเลอยู่ในเกณฑ์พอใช้ และพื้นที่นันทนาการในช่วงฤดูร้อนมีค่า MWQI 65–95 แสดงว่าคุณภาพน้ำทะเลอยู่ในเกณฑ์พอใช้–ดีมาก ในช่วงฤดูฝน MWQI มีค่า 39–95 คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม–ดีมาก และในช่วงฤดูหนาว MWQI มีค่า 65–86 คุณภาพน้ำทะเลอยู่ในเกณฑ์พอใช้–ดี ตามลำดับ

สรุปและอภิปรายผล

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำบางปะกงและชายฝั่งทะเลของจังหวัดชลบุรี ในรอบปี พ.ศ. 2563 แสดงว่า

1. พื้นที่ต้นน้ำที่อยู่ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติฯ เป็นแหล่งน้ำตามธรรมชาติ ในทุกช่วงฤดูจึงมีค่าคุณภาพน้ำอยู่ในกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน เมื่อประเมินคุณภาพน้ำด้วยวิธีดัชนีคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน แสดงว่าคุณภาพน้ำทุกฤดูอยู่ในเกณฑ์ดี–ดีมาก (100% ของค่าดัชนีคุณภาพน้ำ)

2. พื้นที่ชุมชนในทุกช่วงฤดูพบค่าคุณภาพน้ำอยู่ในกำหนดมาตรฐาน ยกเว้นช่วงฤดูร้อนที่พบเฉพาะ BOD มีค่าสูงเกินกว่าค่ามาตรฐาน อาจเนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มีน้ำน้อยและมีเศษซากในน้ำสะสมอยู่มากหรือบ่งชี้ถึงน้ำเสียจากแหล่งชุมชน จึงเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ที่ต้องการใช้ออกซิเจนจำนวนมาก ส่งผลให้ค่าความสกปรกของน้ำในรูปสารอินทรีย์มีค่าสูงและอาจเกิดน้ำเน่าเสียได้ เมื่อประเมินคุณภาพน้ำจึงทำให้พบว่าพื้นที่ชุมชนในช่วงฤดูร้อนคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม (50%)–พอใช้ (50%) ในช่วงฤดูฝนคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้ (50%)–ดี (50%) และในช่วงฤดูหนาวคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้ (50%)–ดีมาก (50%) แสดงว่าชุมชนใช้น้ำในกิจกรรมต่าง ๆ ในปริมาณมากในฤดูร้อนทำให้น้ำมีคุณภาพไม่ดีนัก และคุณภาพน้ำดีขึ้นเมื่อเข้าสู่ฤดูฝนและดีมากในฤดูหนาว

3. พื้นที่เกษตรกรรมและการเพาะเลี้ยงในช่วงฤดูร้อน พบทั้ง BOD และ FCB มีค่าสูงเกินกว่าค่ามาตรฐาน แสดงว่าน้ำมีความสกปรกของน้ำในรูปสารอินทรีย์มีค่าสูงและอาจเกิดน้ำเน่าเสีย

ได้ที่อาจมีสาเหตุมาจากแหล่งน้ำชุมชนมีโอกาสปนเปื้อนกับเชื้อโรคที่ทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหารสูงและมีการระบายน้ำทิ้งสู่แหล่งน้ำนั้นโดยตรง และประเมินคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม (50%)–พอใช้ (31%) ส่วนในฤดูฝนพบ DO บ่งชี้ปริมาณออกซิเจนที่จำเป็นต้องใช้ในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐาน และพบ BOD และ NH_3 บ่งชี้ถึงการปนเปื้อนน้ำเสียจากกิจกรรมมนุษย์ ได้แก่ การขับถ่าย ปุ๋ยจากการเกษตร และอาหารสัตว์น้ำที่เหลือตกค้างสูงเกินค่ามาตรฐาน ทำให้ประเมินคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม (47%)–พอใช้ (53%) ในขณะที่ฤดูหนาวพบเพียงค่า DO เท่านั้นที่มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานและประเมินคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม (63%)–พอใช้ (31%) สอดคล้องกับสำนักงานสิ่งแวดล้อมและควบคุมมลพิษที่ 13 (ชลบุรี) (Office of Environmental and Pollution Control 13 (Chonburi), 2020) ได้ตรวจวัดคุณภาพน้ำของแม่น้ำบางปะกงตามฤดูกาลรวมทั้งสิ้น 13 สถานี ในรอบปี พ.ศ. 2563 พบว่าในช่วงฤดูร้อนแม่น้ำบางปะกงมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์พอใช้ ส่วนในฤดูฝนและฤดูหนาวคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม คุณภาพน้ำที่เป็นปัญหาสำคัญ ได้แก่ DO พบว่ามีค่าน้อยกว่ากำหนดมาตรฐานฯ ในเกือบทุกสถานีแต่ไม่พบจุดที่มีปัญหารุนแรง BOD มีค่าเกินกว่าค่ามาตรฐานในฤดูร้อนในบางสถานีที่พบปัญหารุนแรง ได้แก่ ปากน้ำบางปะกง สะพานบางปะกง และท้ายบ้านหมู่ที่ 10 ต.บางปะกง NH3 พบว่ามีค่าสูงกว่า 0.5 mg/L ในเกือบทุกสถานีบางช่วงเวลา ได้แก่ ในช่วงฤดูร้อนที่สถานีสะพานอำเภอบ้านโพธิ์และสะพานฉะเชิงเทรา ส่วนในฤดูฝนที่สถานีสะพานอำเภอบ้านโพธิ์ สะพาน BY PASS และสะพานฉะเชิงเทรา และในช่วงฤดูหนาวที่สถานีปากน้ำบางปะกง สะพานบางปะกง ท้ายบ้านหมู่ที่ 10 ต.บางปะกง และสถานีสะพานอำเภอบ้านโพธิ์ และการปนเปื้อนของ FCB พบว่ามีค่าสูงกว่ามาตรฐานในฤดูร้อนและฤดูฝนในบางสถานี ได้แก่ ท้ายบ้านหมู่ที่ 10 ต.บางปะกง สะพานอำเภอบ้านโพธิ์ สะพาน BY PASS บ้านบางพระ วัดสมานรัตนาราม โดยที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำทั้งหมดนี้อยู่ในพื้นที่เกษตรกรรมและการเพาะเลี้ยงตามที่ได้จำแนกในการศึกษานี้

4. พื้นที่ปากแม่น้ำที่เป็นสถานีรับน้ำจากในแม่น้ำทั้งหมดก่อนระบายออกสู่ปากแม่น้ำและเอสทูรีของบางปะกง ในช่วงฤดูร้อนพบเฉพาะ BOD เท่านั้นที่มีค่าสูงเกินกว่าค่ามาตรฐาน ทำให้ประเมินคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม (100%) ส่วนในฤดูฝนและฤดูหนาวพบเฉพาะ DO ที่มีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน ส่วนปัจจัยคุณภาพน้ำอื่นมีค่าอยู่ในกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน จึงประเมินคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม (50%)–พอใช้ (50%) แสดงให้เห็นว่าคุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกงในรอบปี พ.ศ. 2563 ในพื้นที่ต้นน้ำอยู่ในกำหนดมาตรฐานทั้งหมด ค่าคุณภาพน้ำในพื้นที่อื่นส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และยังแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำบริเวณกลางน้ำและปลายน้ำในแม่น้ำบางปะกง โดยพื้นที่ชุมชนพบค่า DO มาก เนื่องจากอยู่ใกล้พื้นที่ต้นน้ำ ส่วนค่า BOD ที่มีค่ามากกว่าต้นน้ำ อาจเพราะเป็นพื้นที่ชุมชนที่มีกิจกรรมมากกว่าพื้นที่ต้นน้ำ ในขณะที่พื้นที่เกษตรกรรมและการเพาะเลี้ยงพบค่า DO ลดลง และพบว่ามีค่า BOD TCB และ FCB มากขึ้นกว่าพื้นที่ชุมชน แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างชุมชน เกษตรกรรมและการเพาะเลี้ยงต่อคุณภาพน้ำในแม่น้ำ

บางปะกงในทั้งสองพื้นที่ และส่งผลต่อการประเมินคุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกง สอดคล้องกับ Office of Environmental and Pollution Control 13 (Chonburi) (2020) รายงานการประเมินคุณภาพน้ำด้วย WQI ในช่วงเวลา 3 ปี ระหว่างปี พ.ศ. 2561–2563 แสดงแนวโน้มคุณภาพน้ำของแม่น้ำบางปะกงเสื่อมโทรมลงเนื่องจากสาเหตุน้ำเสียจากชุมชน เกษตรกรรม และอุตสาหกรรม

5. พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในช่วงฤดูร้อนมี DO และ NO_3 มีค่าอยู่ในกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล และพบ FCB (81±104 MPN/100 mL) สูงเกินมาตรฐาน เมื่อประเมินคุณภาพน้ำด้วยวิธีดัชนีคุณภาพน้ำทะเลแสดงว่าคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้ (67%)–ดีมาก (33%) ในช่วงฤดูฝนมี DO อยู่ในกำหนดมาตรฐาน และมี NO_3 (62.451±76.973 µg–N/L) สูงเกินค่ามาตรฐาน และ FCB (2,625±6,190 MPN/100 mL) สูงเกินค่ามาตรฐาน ประเมินคุณภาพน้ำทะเลอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม (43%)–พอใช้ (29%) และในช่วงฤดูหนาวพบ DO (3.77±0.15 mg/L) ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และพบ NO_3 (62.367±49.343 µg–N/L) สูงเกินค่ามาตรฐาน และในทุกช่วงฤดูพบ PO_4 มีค่าสูงเกินมาตรฐาน ส่วน NH_3 ในทุกช่วงฤดูมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน มีผลทำให้คุณภาพน้ำทะเลถูกประเมินอยู่ในเกณฑ์พอใช้ (100%) สอดคล้องกับ (Kunjiek *et al*., 2018) ที่รายงานว่าพบการปนเปื้อนแบคทีเรียฟีคอลโคลิฟอร์มระบบทางเดินอาหารของสัตว์น้ำในแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณอ่าวชลบุรีถึงอ่างศิลา ระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 เนื่องจากอ่าวชลบุรีและอ่างศิลาเป็นแหล่งรองรับน้ำท่าจากแม่น้ำบางปะกง และน้ำทิ้งของตัวเมืองชลบุรีผ่านท่อน้ำทิ้งและลำคลองในพื้นที่จึงมีโอกาสได้รับการปนเปื้อนจากสารอาหารและแบคทีเรียสูง (Musika *et al*., 2019)

6. พื้นที่นันทนาการในช่วงฤดูร้อนพบปัจจัยคุณภาพน้ำอยู่ในกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลประเมินอยู่ในเกณฑ์พอใช้ (67%)–ดีมาก (33%) ในช่วงฤดูฝนพบเฉพาะ PO_4 (25.811±14.373 µg–P/L) และ FCB (1,532±2,350 MPN/100 mL) มีค่าสูงเกินมาตรฐาน จึงประเมินคุณภาพน้ำทะเลอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม (17%)–พอใช้ (17%)–ดี (16%)–ดีมาก (50%) และในช่วงฤดูหนาวพบเฉพาะ PO_4 (16.822±13.600 µg–P/L) เท่านั้นมีค่าสูงเกินมาตรฐาน ทำให้คุณภาพน้ำถูกประเมินอยู่ในเกณฑ์พอใช้ (67%)–ดี (33%) ตามลำดับ แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในอ่าวชลบุรีและกิจกรรมการนันทนาการในอ่าวบางแสนที่อาจส่งผลต่อการประเมินคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งของจังหวัดชลบุรี

งานวิจัยนี้สอดคล้องกับการประเมินสภาพแวดล้อมทางทะเลและชายฝั่งจังหวัดชลบุรี (Department of Marine and Coastal Resources, 2021) ซึ่งพบว่าคุณภาพน้ำทะเลส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์พอใช้ รองลงมาได้แก่สถานะดีและดีมาก ตามลำดับ เนื่องจากค่าคุณภาพน้ำทะเลอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้นบางพื้นที่ที่ควรเฝ้าระวังเนื่องจากมีค่าปริมาณ NH_3 สูงเกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล ได้แก่ หาดศรีราชาและหาดบางพระ และ PO_4 สูงเกินค่ามาตรฐานพื้นที่ท่าเรือแหลมฉบังและหาดบางพระ และ TCB สูงเกินค่ามาตรฐานพื้นที่หาดบางพระ ตามลำดับ โดยในพื้นที่ที่พบปริมาณสารอาหารและค่าปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดสูงเกินมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่แหล่งท่องเที่ยว มีร้านอาหารและชุมชนอาศัยอยู่ อาจมีการ

ปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำโดยตรง ซึ่งเป็นข้อมูลที่สะท้อนให้เห็นแนวโน้มการเกิดปัญหาการสะพรั่งของแพลงก์ตอนพืชในพื้นที่ศึกษาได้

เมื่อพิจารณาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง ระหว่างปี พ.ศ. 2551–2564 NH_3 NO_3 PO_4 และ TCB มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลของไทยบ่อยครั้ง ค่าดัชนีคุณภาพน้ำทะเลบ่งชี้ว่าคุณภาพน้ำทะเลแต่ละปีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติขึ้นอยู่กับพื้นที่ โดยคุณภาพน้ำทะเลส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์พอใช้ (Musika *et al*., 2019) ค่าดัชนีคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งเฉลี่ยมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่า MWQI ในแต่ละปีมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย แสดงว่าสถานการณ์คุณภาพน้ำทะเลส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดี รองลงมาเป็นเกณฑ์พอใช้ ดีมาก และเสื่อมโทรม ตามลำดับ ปัจจัยที่มีผลต่อการคำนวณค่าดัชนี MWQI ได้แก่ TCB และปริมาณสารอาหาร NH_3 และ PO_4 ในน้ำทะเลมีค่าสูง (Announcement of Ministry of Natural Resources and Environment Board on Environmental Quality Management Plan 2023–2027, 2022)

ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำการประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่ด้วย IDW มาประยุกต์ใช้ในการจัดทำแผนที่การกระจายเชิงพื้นที่ของดัชนีคุณภาพน้ำ จากพื้นที่ต้นน้ำจนถึงปากแม่น้ำบางปะกงและน้ำทะเลชายฝั่งของจังหวัดชลบุรี เนื่องจากเป็นวิธีการประมาณค่าเชิงพื้นที่ที่มีความถูกต้องและแม่นยำสูง เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่น (Kumlom, 2021; Srinarang and Ket-ord, 2020) สามารถวิเคราะห์การกระจายเชิงพื้นที่ตามลำน้ำของดัชนีคุณภาพน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงแสดงผลคุณภาพน้ำเชิงพื้นที่ได้ชัดเจน เข้าใจง่าย และมีการนำไปประยุกต์ใช้ในการประมาณค่าคุณภาพน้ำในเชิงพื้นที่อย่างแพร่หลาย (Chabuk *et al*., 2020; Krishan *et al*., 2022; Madhloom and Al–Ansari, 2018; Oke *et al*., 2013; Shil *et al*., 2019)

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 57.3/2562 ลาวัลย์ เอียวสวัสดิ์ สำนักงานสิ่งแวดล้อมและควบคุมมลพิษที่ 13 (ชลบุรี) ที่อนุเคราะห์การวิเคราะห์ TCB และ FCB และเผชิญโชค จินตเศรณี ที่อนุเคราะห์ตรวจทานต้นฉบับบทความวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

Announcement of Ministry of Natural Resources and Environment Board on Environmental Quality Management Plan 2023–2027. (2022, December 29). **Royal Gazette** 139 (Special Section 307D): 9. (in Thai)

Announcement of the National Environment Board No. 8 (1994) issued under the Enhancement and Conservation of National Environmental Quality Act B.E. 2535 on the determination of water quality standards in surface water sources. (1994, February 24). **Royal Gazette** 111(16D): 234–240. (in Thai)

Announcement of the National Environment

Board on the setting of sea water quality standards. (2017, November 23). **Royal Gazette** 134(Special Section 288D): 28–37. (in Thai)

Announcement of the National Environment Board on the setting of sea water quality standards. (2021, October 6). **Royal Gazette** 138(Special Section 245D): 136–145. (in Thai)

Baird, R. B., Eaton, A. D., and Rice, E. W. (2017). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater:** 23rd ed. USA: American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) & Water Environment Federation (WEF).

Bureau of Aquatic Safety and Environment. (2020). **Report results of water quality monitoring of the main rivers Bangpakong River Prachinburi River Nakhon Nayok River Prasae River Trat River Pangrad River Chanthaburi River Rayong River between 9–12 March 2020**. Marine Department, Ministry of Transport, Thailand. (in Thai)

Chabuk, A., Al–Madhlom, Q., Al–Maliki, A., Al–Ansari, N., Hussain, H. M., and Laue, J. (2020). Water quality assessment along Tigris River (Iraq) using water quality index (WQI) and GIS software. **Arabian Journal of Geosciences** 13: 654. Retrieved from https://doi.org/10.1007/s12517-020-05575-5, March 3, 2023.

Chooaksorn, W. (2011). Development of water quality index for the management of water resources. **Journal of Industrial Technology** 7(2): 64–73. (in Thai)

Department of Land Development. (2022). **Summary of land use conditions by province (Eastern)**. Land use analysis group, Division of Land Use Policy and Planning, Department of Land Development. Retrieved from http://www1.ldd.go.th/web_OLP/report_research_E.html, March 8, 2023.

Department of Marine and Coastal Resources. (2021). **Seawater Quality Report 2019–2020**. Bangkok: Marine and Coastal Resources Research & Development Institute. Ministry of Natural Resources and Environment.

Eastern Special Development Zone Act B.E. 2561. (2018, May 14). **Royal Gazette** 135 (34A): 1–33. (in Thai)

Grasshoff, K., Kremling, K., and Ehrhardt, M. (1999). **Method of Seawater Analysis**: 3rd ed. Germany: Wiley–VCH Verlag GmbH.

Hydrographic Department. (2020). **Tide Table Thai Water 2020**. Bangkok: Hydrographic Department, Royal Thai Navy. (in Thai)

Krishan, A., Khursheed, A., and Mishra, R. K. (2022). Evaluation of water quality using water quality index, synthetic pollution index, and GIS technique: A case study of the

river Gomti, Lucknow, India. **Environmental Science and Pollution Research** 29: 81954–81969.

Kumlom, T. (2021). Spatial interpolation for analysis on the diffusion of particulate matter in the Phuket Municipality, Phuket Province. **Industrial Technology Lampang Rajabhat University Journal** 14(1): 24–36. (in Thai)

Kunjiek, T., Poonpium, P., Musika, C., Wongsudawan, W., and Munhapon, A. (2018). Total coliform and fecal coliform bacteria contamination in aquaculture areas of Chon Buri Bay to Ang Sila, Chon Buri Province. **Khon Kaen Agriculture Journal** 46(Suppl.1): 992–997. (in Thai)

Madhloom, H., and Al–Ansari, N. (2018). Geographical information system and remote sensing for water resources management case study: The Diyala River, Iraq. **International Journal of Civil Engineering and Technology** 9(12): 971–984.

Majandang, J. (2015). Application of landscape metrics for analyzing land use/land cover changes on wetland: Bueng Khong Long Non–Hunting Area. **SDU Research Journal Sciences and Technology** 8(1):25–43. (in Thai)

Marine Water Quality Assessment. (n.d.). **Marine Water Quality Assessment: Malaysian Marine Quality Index**. Retrieved from http://mqims.doe.gov.my/pdf/Assessing%20Marine%20Water%20Quality.pdf, March 8, 2023.

Marine Water Quality Index [MWQI]. (2022, August 25). **Sea water source Water Quality Management Division**. **Pollution Control Department**. **Ministry of Natural Resources and Environment**. Retrieved from https://www.pcd.go.th/waters/ดัชนีคุณภาพน้ำทะเล, March 8, 2023.

Musika, C., Wongsudawan, W., Munhapon, A., Kunjiek, T., and Poopium, P. (2019). Spatial and temporal variations of coastal seawater quality of Chon Buri province in a period of 10 years (2008–2017). **Khon Kaen Agriculture Journal** 44(Suppl.1): 289–296. (in Thai)

Office of Environmental and Pollution Control 13 (Chonburi). (2020). Report on the situation of water quality in surface water sources in the Eastern Region, year 2020. Thailand: Office of the Permanent Secretary, Ministry of Natural Resources and Environment. (in Thai)

Oke, A. O., Sangodoyin, A. Y., Ogedengbe, K., and Omodele, T. (2013). Mapping of river water quality using inverse distance weighted interpolation in Ogun–Osun River basin, Nigeria. **Landscape & Environment** 7(2): 48–62.

Panhalkar, S. S., and Jarag, A. P. (2015) Assessment of spatial interpolation techniques for river bathymetry generation of

Panchganga River basin using Geoinformatic techniques. **Asian Journal of Geoinformatics** 15:10–15.

Pimpunchat, B. (2011). Water Quality Indices: WQI. **Journal of Science Ladkrabang** 20(1): 70–82. (in Thai)

Pollution Control Department. (2018). **Water quality database system Office of the Environment Region 1–16, Phase 2**. Ministry of Natural Resources and Environment. Retrieved from https://rwater.mnre.go.th/front/main/WaterQuality#dataTbl-DataList, March 8, 2023.

Pollution Control Department. (2020). **Report on the operation of the Water Quality Management Division, 2020**. Bangkok: Ministry of Natural Resources and Environment. (in Thai)

Research Division for Marine Science. (2020). **Chonburi Coastal Water Quality Report 2020**. Institute of Marine Science, Burapha University. Retrieved from https://drive.google.com/drive/folders/1MEH7YZ1I2NoakFO0L0gEj03FbMLxImXQ, March 8, 2023.

Samsudin, M. S., Azid, A., Khalit, S. I., Sani, M. S. A., and Lananan, F. (2019). Comparison of prediction model using spatial discriminant analysis for marine water quality index in mangrove estuarine zones. **Marine Pollution Bulletin** 141: 472-481.

Şener, S., Şener, E., and Davraz, A. (2017). Evaluation of water quality using water quality index (WQI) method and GIS in Aksu River (SW–Turkey). **Science of the Total Environment** 584–585: 131–144.

Shil, S., Singh, U. K., and Mehta, P. (2019). Water quality assessment of a tropical river using water quality index (WQI), multivariate statistical techniques and GIS. **Applied Water Science** 9: 168.

Srinarang, T., and Ket–ord, R. (2020). Estimating the particulate matters (PM10) with spatial interpolation methods in the northern of Thailand. **The Journal of Spatial Innovation Development** 1(2): 35–47. (in Thai)

Strickland, J. D. H., and Parsons, T. R. (1972). **A Practical Handbook of Seawater Analysis**. Ottawa: Fish Research Board of Canada.

Supporting documents for the 2nd water plan meeting. (2021, March). **Water planning project Bang Pakong Basin**, National Water Resources Office. 1–38. Retrieved from https://waterchartbangpakong.onwr.go.th/h/myfile/menuIN/เอกสารประกอบการประชุมผังน้ำ ครั้งที่ 2.pdf, March 8, 2023.

Surface Water Quality Index [WQI]. (2022, August 23). **Fresh Water Source Water Quality Management Division**. Pollution Control Department, Ministry of Natural Resources and Environment. Retrieved from https://www.pcd.go.th/waters/ดัชนีคุณภาพ

น้ำแหล่งน้ำผิวดิน-water-quality-Indexwqi, March 8, 2023.

The Secretariat of the Cabinet. (2000). **The Resolution of the National Environment Board on the List of Wetlands of International Importance and the National Level of Thailand and Wetland Conservation.** Retrieved from http://wetlands.onep.go.th/assets/pdf/cabinet/01_มติคณะรัฐมนตรี_เมื่อวันที่_1_สิงหาคม_2543.pdf, March 8, 2023.

Tiwari, A. K., Singh, A. K., and Mahato, M. K. (2018). Assessment of groundwater quality of Pratapgarh district in India for suitability of drinking purpose using water quality index (WQI) and GIS technique. **Sustainable Water Resources Management** 4: 601–616.

Varshney, R., Modi, P., Sonkar, A. K., Singh, P., and Jamal, A. (2022). Assessment of surface water quality in and around Singrauli coalfield, India and its remediation: An integrated approach of GIS, water quality index, multivariate statistics and phytoremediation. **Arabian Journal of Geosciences** 15: 1530.