

ผลของกิจกรรมของมนุษย์ต่อการปนเปื้อน ไมโครพลาสติกในแม่น้ำเพชรบุรี

ธิดิสฎา ณ สงขลา วัชรพงษ์ วาระรัมย์ อรอนงค์ ผิวนิล และนฤชิต คำปิ่น

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

E-mail: watcharapong.warar@ku.th

รับบทความ: 17 กรกฎาคม 2566 แก้ไขบทความ: 3 มกราคม 2567 ยอมรับตีพิมพ์: 3 มกราคม 2567

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปริมาณ ขนาด รูปร่าง สี และชนิดของไมโครพลาสติกในน้ำผิวดินและตะกอนดินที่สัมพันธ์กับกิจกรรมของมนุษย์และคุณภาพน้ำในแม่น้ำเพชรบุรี โดยแบ่งพื้นที่ศึกษาตามกิจกรรมของมนุษย์เป็น 4 พื้นที่ ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่เหมืองแร่ พื้นที่ชุมชน และพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ/ประมง ผลการศึกษาพบว่าปริมาณของไมโครพลาสติกในน้ำผิวดินและตะกอนดิน ในพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ/ประมงมีมากที่สุด 16.47 ชิ้นต่อลิตรและ 29.89 ชิ้นต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (0.3–1.0 มิลลิเมตร) พบมากที่สุดในพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ/ประมงทั้งในน้ำผิวดิน และตะกอนดิน สำหรับไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ (1.1–5.0 มิลลิเมตร) ในน้ำผิวดิน และตะกอนดิน พบมากที่สุดในพื้นที่เหมืองแร่ ทั้งนี้ไมโครพลาสติกพบทั้งหมด 11 สี รูปร่างไมโครพลาสติกที่พบในทุกพื้นที่มากกว่าร้อยละ 50 มีลักษณะเป็นเส้นใย และชิ้นส่วน โดยไมโครพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีนพบมากที่สุดทั้งในน้ำผิวดินและตะกอนดิน สำหรับคุณภาพน้ำแม่น้ำเพชรบุรี พบว่าพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ/ประมงมีค่าการนำไฟฟ้า (12,983 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร) ความขุ่น (30.46 NTU) ความเค็ม (7.71 ppt) ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (8,698 ppm) ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (76.84 ppm) สูงที่สุด ซึ่งสัมพันธ์กับการพบปริมาณไมโครพลาสติกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังนั้นผลการศึกษาครั้งนี้สามารถนำข้อมูลไปพิจารณาสร้างนโยบายการจัดการขยะและของเสียเพื่อป้องกันการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในน้ำผิวดินและตะกอนดิน

คำสำคัญ: ไมโครพลาสติก กิจกรรมของมนุษย์ คุณภาพน้ำ

Effect of Anthropogenic Activities on Microplastic Contamination in Phetchaburi River

Thitisuda Na songkla, Watcharapong Wararam*,
Onanong Phewnil and Narouchit Dampin

Program Study of Environmental Science, Faculty of Environment, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

*E-mail: watcharapong.warar@ku.th

Received: 17 July 2023 Revised: 3 January 2024 Accepted: 3 January 2024

Abstract

The objective of the study was to analyze the quantity, size, shape, color and type of microplastics in surface waters and sediments associated with human activities and water quality in the Phetchaburi River. The anthropogenic activities have been analyzed for four areas (agriculture area, mining area, community area, and aquaculture/fisheries area). The results show that the aquaculture/fishery area had the highest abundance of microplastics in both surface water and sediment (16.47 particles/L and 29.89 particles/kg, respectively). The majority of small microplastics (0.3–1.0 mm) were found in aquaculture/fisheries areas in both surface water and sediment, while large microplastics (1.1–5.0 mm) were most commonly found in mining areas. Consequently, a total of 11 colors of microplastics were found, and more than 50% of the microplastics in all areas were in form of fibers and fragments. Polyethylene was the most abundant polymer type in all surface water and sediment. The water quality of the Phetchaburi River was found to have the highest conductivity (12,983 $\mu\text{S}/\text{cm}$), turbidity (30.46 NTU), salinity (7.71 ppt), total dissolved solids (8,698 ppm) and total suspended solids (76.84 ppm) which were statistically significant ($p < 0.05$) related to the quantity of microplastics. Therefore, the findings of this study can be used to develop waste management policies aimed at preventing microplastics contamination of surface waters and sediments.

Keywords: Microplastics, Anthropogenic activity, Water quality

บทนำ

ไมโครพลาสติกเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมระดับโลกในปัจจุบัน ปัญหาขยะพลาสติกมีแนว-

โน้มส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมรุนแรงมากขึ้นทุกปี เนื่องจากพลาสติกมีบทบาทสำคัญต่อชีวิตมนุษย์ ในปี ค.ศ. 2018 การผลิตพลาสติกทั่วโลกอยู่ที่ 359

ล้านตัน เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2019 พบว่าการผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 368 ล้านตัน (Bukhari *et al.*, 2022) จากความต้องการใช้พลาสติกที่เพิ่มขึ้นทำให้เกิดขยะไมโครพลาสติกปนเปื้อน แพร่กระจาย สะสม และตกค้างในสิ่งแวดล้อม โดยการแพร่กระจายของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมพบได้ทั้งในน้ำผิวดิน และตะกอนดิน ไมโครพลาสติกปฐมภูมิเป็นอนุภาคขนาดเล็กที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในเชิงพาณิชย์ เช่น เครื่องสำอาง ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด ที่เรียกว่า ไมโครบีดส์ ตลอดจนไมโครไฟเบอร์ที่หลุดออกจากเสื้อผ้า และสิ่งทออื่น ๆ เช่น อวนจับปลา ไมโครพลาสติกทุติยภูมิเป็นอนุภาคที่เป็นผลมาจากการแตกตัวของการย่อยสลายเชิงกล การย่อยสลายทางเคมี การย่อยสลายทางชีวภาพ และการย่อยสลายด้วยรังสี UV ของพลาสติกชิ้นใหญ่กลายเป็นพลาสติกขนาดเล็กที่เรียกว่า ไมโครพลาสติก (ไมโครพลาสติกขนาดเล็กมีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 0.3–1.0 มิลลิเมตร และไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 1.1–5.0 มิลลิเมตร) พบว่าขยะพลาสติกที่เปลี่ยนรูปเป็นไมโครพลาสติกยังคงอยู่ในสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะในแหล่งน้ำและส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำ (Gong *et al.*, 2021; Mistri *et al.*, 2022) การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในน้ำผิวดิน และตะกอนดินเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การเกษตร การประมง การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ บ้านที่อยู่อาศัย อาคารพาณิชย์ คอนโดมิเนียม โรงแรม โรงพยาบาล ตลาด ศูนย์การค้า หรือบ้านจัดสรร (Sun *et al.*, 2019) ซึ่งมีการปล่อยน้ำเสียที่ไม่ได้รับการบำบัดโดยระบบบำบัดน้ำเสียก่อนระบายออกสู่แหล่งน้ำ ส่งผลให้แหล่งน้ำมีโอกาสปนเปื้อนไมโครพลาสติกและคุณภาพน้ำเสื่อมโทรมลง งานวิจัยนี้จึงศึกษาขนาด สี รูปร่าง ปริมาณ และชนิดของไมโครพลาสติกและ

ความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำจากพื้นที่กิจกรรมของมนุษย์ในบริเวณโดยรอบแม่น้ำเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งผลการศึกษานำไปใช้เป็นข้อมูลสำคัญของแม่น้ำเพชรบุรีตามกิจกรรมของมนุษย์ในแต่ละพื้นที่ เพื่อสร้างนโยบายการจัดการขยะและของเสีย อีกทั้งควบคุมคุณภาพน้ำในแต่ละประเภทแหล่งน้ำให้เป็นไปตามมาตรฐานได้ในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

จุดเก็บข้อมูลและวิธีการวิเคราะห์ตัวอย่าง

ศึกษาข้อมูลภาคสนามพื้นที่กิจกรรมของมนุษย์ตลอดลำน้ำเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี (จากเขื่อนเพชรบุรีถึงปากแม่น้ำอำเภอบ้านแหลม) กำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำผิวดิน และตะกอนดิน โดยพิจารณาจากแหล่งกำเนิดมลสารที่ไหลลงสู่แม่น้ำเพชรบุรีตามลักษณะกิจกรรมของพื้นที่บริเวณแม่น้ำเพชรบุรี ทั้งหมด 39 จุดเก็บตัวอย่างจำนวน 1 ชั่วโมง โดยแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 4 พื้นที่การศึกษา ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่เหมืองแร่ พื้นที่ชุมชน และพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ/ประมง ดังในภาพที่ 1 เก็บตัวอย่างน้ำผิวดินโดยเก็บวิธีแบบจ้วงที่ความลึก 1 เมตรจากผิวน้ำ ตรวจวัดคุณภาพน้ำทั้งหมด 9 พารามิเตอร์ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส การนำไฟฟ้า ความเค็ม ความขุ่น ออกซิเจนละลายน้ำ บีโอดี ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด และของแข็งแขวนลอยทั้งหมด และเก็บปริมาตร 20 ลิตร เพื่อนำไปวิเคราะห์หาไมโครพลาสติก สำหรับตัวอย่างตะกอนดิน เก็บด้วยเครื่องเก็บดิน (Ekman grab) ปริมาณ 1 กิโลกรัม และนำตัวอย่างไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

การวิเคราะห์หาไมโครพลาสติกในน้ำผิวดินและตะกอนดิน

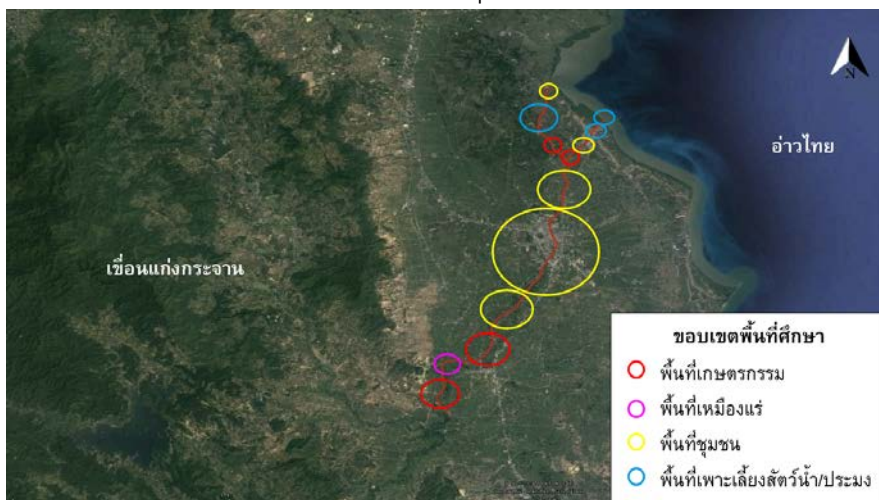
ตัวอย่างน้ำผิวดินกรองผ่านตะแกรงกรองขนาด 5.0 มิลลิเมตร นำตัวอย่างน้ำที่ผ่านการกรองไปอบในตู้อบลมร้อนที่ 90 องศาเซลเซียส เวลา 24 ชั่วโมง เติมสารละลาย Fe(II) ที่ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ ปริมาตร 20 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ที่ความเข้มข้น 30 โมลาร์ ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 นาที นำไปวางบนเครื่องกวนสารให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส จากนั้นทิ้งให้เย็นในตู้ดูดควัน เมื่อเย็นลงนำไปวางบนเครื่องกวนสารให้ความร้อนเป็นเวลา 30 นาที เติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 6 กรัมต่อตัวอย่าง 20 มิลลิลิตร นำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ให้ตกตะกอน 1 ชั่วโมง (Masura *et al.*, 2015)

ตัวอย่างตะกอนดิน 1 กิโลกรัม ผึ่งให้แห้งในที่ร่ม ร้อนผ่านตะแกรง ขนาด 5.0 มิลลิเมตร เติมโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 5 โมลาร์ ปริ-

มาตร 300 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน ทิ้งไว้ให้ตกตะกอน จากนั้นนำส่วนใสใส่บีกเกอร์ เติมสารละลาย Fe(II) ที่ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ ปริมาตร 20 มิลลิลิตร และเติมสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้น 30 โมลาร์ ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 นาที นำไปวางบนเครื่องกวนสารให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที นำตัวอย่างน้ำผิวดิน และตะกอนดินกรองผ่านกระดาษใยแก้ว ด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ และอบที่ความร้อน 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที (Pattanasirion and Suriyaphan, 2021) ศึกษาขนาด สี และรูปร่างของไมโครพลาสติกด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบสแตอริโอ และระบุชนิดพอลิเมอร์ด้วยเครื่อง Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) (Saipolbahri *et al.*, 2020)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากผลการศึกษาพบไมโครพลาสติกในทุกพื้นที่ศึกษาทั้งหมด 4 พื้นที่ ในแม่น้ำเพชรบุรี



ภาพที่ 1 ตำแหน่งพื้นที่เก็บตัวอย่างน้ำผิวดิน และตะกอนดินของแม่น้ำเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี ที่มา: ธิติสฎา ณ สงขลา (นักวิจัย) ดัดแปลงจาก www.GoogleEarth.com

จังหวัดเพชรบุรี ได้แก่ 1) พื้นที่เกษตรกรรม 2) พื้นที่เหมืองแร่ 3) พื้นที่ชุมชน และ 4) พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ/ประมง โดยนำผิวดินพบไมโครพลาสติกในพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ/ประมงมากที่สุด 16.47 ชิ้นต่อลิตร ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) กับพื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่เหมืองแร่ ที่พบ 10.50 และ 9.80 ชิ้นต่อลิตร จากการรายงานของ (Valdemarsen, 2001) พบว่าอุปกรณ์การทำประมง และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในพื้นที่ศึกษา ทำจากวัสดุสังเคราะห์ที่ผลิตจากพลาสติกเป็นหลัก เช่น กระชัง อวน ทุ่นลอยน้ำ กบดัก เบ็ดตกปลา รวมไปถึงวัสดุที่ใช้ในการต่อเรือ การทาสี และเคลือบป้องกันคราบสกปรก ในขณะที่พื้นที่ชุมชนพบปริมาณไมโครพลาสติกน้อยที่สุดที่ 9.02 ชิ้นต่อลิตร โดยพบปริมาณไมโครพลาสติกในพื้นที่ชุมชนมีค่าไม่ต่างกัน ($p \geq 0.05$) กับพื้นที่เหมืองแร่ และพื้นที่เกษตรกรรม เนื่องจากพื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่เหมืองแร่เป็นพื้นที่ต้นน้ำ จากการรายงานของ Bigalke *et al.* (2022) พบว่ากิจกรรมการปนเปื้อนไมโครพลาสติกส่วนใหญ่มาจากวัสดุทางการเกษตร เช่น พลาสติกคลุมดินถุงปุ๋ย กระจกบดพลาสติกแบบसान ถังน้ำ ท่อระบายน้ำ พื้นที่ชุมชนในเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี น้ำเสียถูกรวบรวมและส่งผ่านท่อลำเลียงไปบำบัดที่เทศบาล และในพื้นที่ของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สำหรับตะกอนดินพบปริมาณไมโครพลาสติกมากที่สุดในพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ/ประมงที่ 29.89 ชิ้นต่อกิโลกรัม รองลงมาพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ชุมชน และพื้นที่เหมืองแร่ที่ 29.89 22.50 และ 22.00 ชิ้นต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งในทุกพื้นที่ศึกษาพบปริมาณไมโครพลาสติกมีค่าไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) ดังในตาราง 1 เนื่องจากประเภทของ

เนื้อดินในพื้นที่เกษตรกรรมพื้นที่ชุมชน และพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ/ประมงมีลักษณะเป็นดินร่วนปนดินทราย และในพื้นที่เหมืองแร่มีลักษณะดินเป็นดินทรายดังในตาราง 2 จึงทำให้อธิบายผลจากขนาดของอนุภาคเนื้อดิน มีผลต่อการยึดติดต่อไมโครพลาสติกโดยอนุภาคเนื้อดินที่มีขนาดใหญ่ เช่น ดินทราย ดินร่วนปนดินทราย สามารถดูดซับไมโครพลาสติกด้วยแรงยึดเหนี่ยวทางกายภาพได้น้อยกว่าอนุภาคเนื้อดินขนาดเล็ก เช่น ดินเหนียว ดินร่วนปน ดินเหนียว (Guo *et al.*, 2022)

ผลการจำแนกขนาดไมโครพลาสติกในน้ำผิวดินของแม่น้ำเพชรบุรี พบไมโครพลาสติกที่มีขนาดเล็กมีเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 0.3–1.0 มิลลิเมตร ในพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่เหมืองแร่ พื้นที่ชุมชน และพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ/ประมงที่ 9.65 8.20 8.67 และ 16.71 ชิ้นต่อลิตร ตามลำดับ และพบไมโครพลาสติกที่มีขนาดใหญ่ มีเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 1.1–5.0 มิลลิเมตร ในพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่เหมืองแร่ พื้นที่ชุมชน และพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ/ประมงที่ 0.85 1.60 0.35 และ 0.02 ชิ้นต่อลิตร ตามลำดับ ดังในตาราง 1 ไมโครพลาสติกขนาดเล็กพบในพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ/ประมงมากที่สุด และไมโครพลาสติกขนาดใหญ่พบในพื้นที่เหมืองแร่มากที่สุด ขนาดไมโครพลาสติกในตะกอนดิน พบไมโครพลาสติกทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ในทุกพื้นที่การศึกษา โดยพบไมโครพลาสติกขนาดเล็กที่ 21.00 19.00 21.16 และ 28.56 ชิ้นต่อกิโลกรัมตามลำดับ ไมโครพลาสติกที่มีขนาดใหญ่ที่ 1.50 2.00 1.52 และ 2.00 ชิ้นต่อกิโลกรัมตามลำดับ (ตาราง 1) ไมโครพลาสติกขนาดเล็กพบในพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ/ประมงมากที่สุดทั้งในน้ำผิวดินและตะกอนดิน และไมโครพลาสติกขนาดใหญ่พบในพื้นที่เหมืองแร่

ตาราง 1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณไมโครพลาสติกทั้งหมด ไมโครพลาสติกขนาดเล็กและไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ ในพื้นที่ศึกษา

ตัวอย่าง	พื้นที่ศึกษา	ปริมาณไมโครพลาสติก (น้ำผิวดิน:ชั้นตอลิตร)/ (ตะกอนดิน:ชั้นตอ กิโลกรัม)	ไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (0.3–1.0 มม.) (น้ำผิวดิน: ชั้นตอลิตร) / (ตะกอนดิน: ชั้นตอกิโลกรัม)	ไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ (1.1–5.0 มม.) (น้ำผิวดิน: ชั้นตอลิตร) / (ตะกอนดิน: ชั้นตอกิโลกรัม)
น้ำผิวดิน	เกษตรกรรม	10.50 ^{ab}	9.65 ^a	0.85 ^b
	เหมืองแร่	9.80 ^{ab}	8.20 ^a	1.60 ^c
	ชุมชน	9.02 ^a	8.67 ^a	0.35 ^{ab}
	เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ/ประมง	16.47 ^b	16.71 ^b	0.02 ^a
ตะกอนดิน	เกษตรกรรม	22.50 ^A	21.00 ^A	1.50 ^A
	เหมืองแร่	21.00 ^A	19.00 ^A	2.00 ^A
	ชุมชน	22.00 ^A	21.16 ^A	1.52 ^A
	เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ/ประมง	29.89 ^A	28.56 ^A	2.00 ^A

ตัวอักษรภาษาอังกฤษอยู่เหนือตัวเลขที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตาราง 2 คุณภาพตะกอนดินของแม่น้ำเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี ในพื้นที่ศึกษา

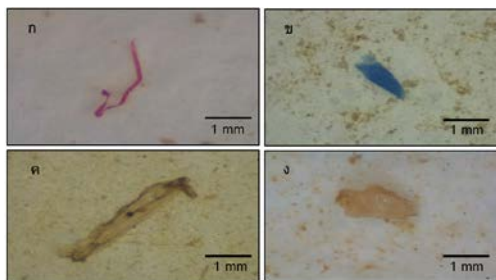
พื้นที่ศึกษา		พารามิเตอร์			
		ประเภทเนื้อดิน	ความเป็นกรด- เบส	การนำไฟฟ้า ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	ความเค็ม (ppt)
เกษตรกรรม	Sandy Loam	6.24	358.7	1.02	1.75
เหมืองแร่	Sand	6.12	88.5	0.51	0.59
ชุมชน	Sandy Loam	7.07	514.8	1.13	1.92
เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ/ประมง	Sandy Loam	7.57	110.9	1.82	3.13

มากที่สุดทั้งในน้ำผิวดินและตะกอนดิน ซึ่งพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ/ประมงเป็นพื้นที่ที่ขายน้ำดิบบริเวณปากอ่าวไทย ไมโครพลาสติกขนาดเล็กที่พบส่วนใหญ่เป็นพลาสติกที่เกิดจากการสะสมเป็นเวลานาน เกิดการแตกหักด้วยปัจจัยของไมโครพลาสติกบริเวณที่ขายน้ำได้สูงกว่าบริเวณพื้นที่อื่น (Buwono *et al.*, 2021)

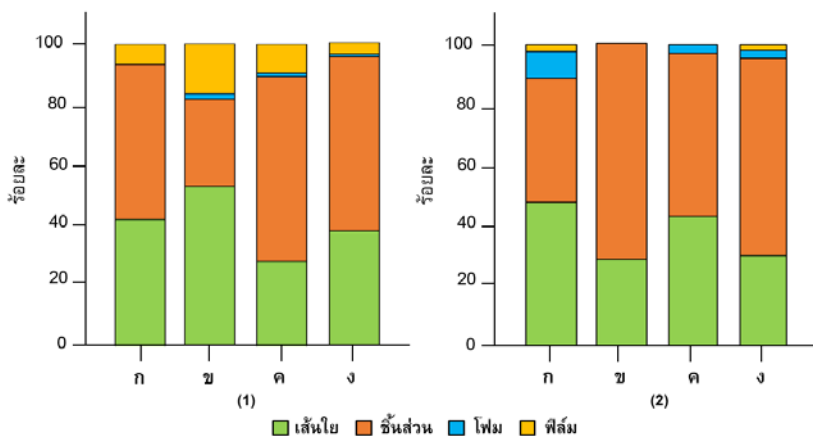
จากการศึกษาสัณฐานวิทยาของไมโครพลาสติกทั้งรูปร่าง และสี พบว่า รูปร่างของไมโครพลาสติก มี 4 รูปแบบ ได้แก่ เส้นใย ชิ้นส่วน ฟิล์ม และโฟม (ภาพที่ 2) โดยไมโครพลาสติกในน้ำผิวดินที่เก็บรวบรวมได้มากกว่าร้อยละ 50 มีรูปร่างแบบเส้นใยร้อยละ 29–53 และชิ้นส่วนร้อยละ 29–61 มากที่สุดในทุกพื้นที่การศึกษา รองลงมาคือฟิล์ม

ร้อยละ 4–16 และโฟมร้อยละ 0–2 ไมโครพลาสติกในตะกอนดิน พบรูปร่างชิ้นส่วนมากที่สุด ร้อยละ 41–71 เนื่องจากไมโครพลาสติกรูปร่างแบบชิ้นส่วนมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำผิวดิน จึงทำให้จมและสะสมอยู่ในตะกอนดินมากกว่าในน้ำผิวดิน (Thompson *et al.*, 2004) รองลงมาเส้นใยร้อยละ 29–48 ฟิล์มร้อยละ 0–9 และโฟมร้อยละ 0–2 ดังในภาพที่ 3

ไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยที่พบในพื้นที่ประมงเกิดจากการใช้พลาสติกสังเคราะห์ เช่น แห อวน เชือก ตาข่าย (Lusher *et al.*, 2017) ที่มีรูปร่างชิ้นส่วนมาก่อน การแตกตัวจากปัจจัยต่างทางกายภาพ ชีวภาพ หรือทางกล ทำให้กลายเป็นรูปร่างเส้นใย ทั้งนี้ไมโครพลาสติกรูปร่างเส้น-



ภาพที่ 2 รูปร่างไมโครพลาสติกที่พบในการศึกษา (ก) เส้นใย (ข) ชิ้นส่วน (ค) ฟิล์ม และ (ง) โฟม ที่กำลังขยาย 400×



ภาพที่ 3 ร้อยละรูปร่างของไมโครพลาสติกใน (1) น้ำผิวดิน และ (2) ตะกอนดิน ในพื้นที่ (ก) พื้นที่เกษตรกรรม (ข) พื้นที่เหมืองแร่ (ค) พื้นที่ชุมชน (ง) พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ/ประมง

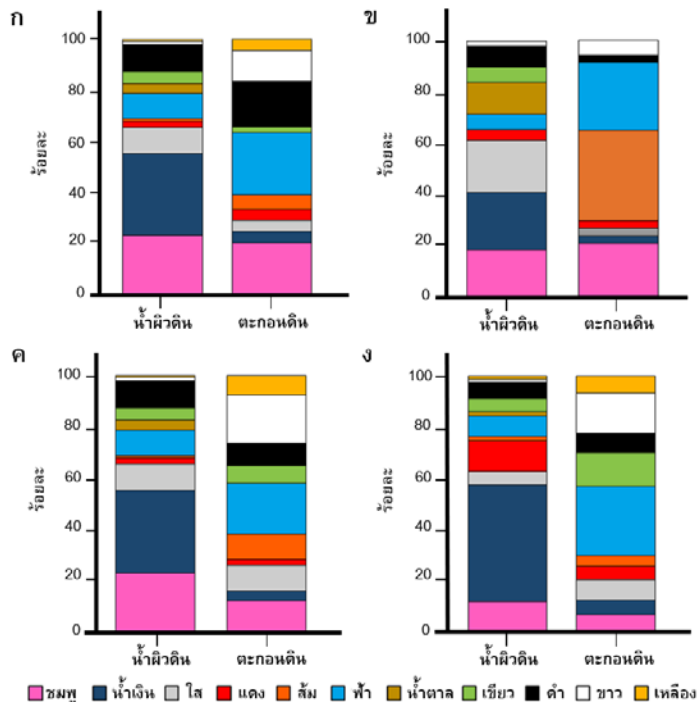
ผลการศึกษาสีของไมโครพลาสติกในน้ำผิวดิน และตะกอนดิน ถูกจำแนกออกเป็น 11 สี ประกอบด้วยสีชมพูร้อยละ 7–23 สีน้ำเงินร้อยละ 3–46 สีใสร้อยละ 3–21 สีแดงร้อยละ 2–12 สีส้มร้อยละ 0–35 สีฟ้าร้อยละ 6–26 สีน้ำตาลร้อยละ 0–12 สีเขียวร้อยละ 0–13 สีดำร้อยละ 3–18 สีขาวร้อยละ 1–19 และสีเหลืองร้อยละ 0–8 จากการศึกษาไมโครพลาสติกในน้ำผิวดินพบว่าสีชมพูและสีน้ำเงินมากที่สุด ในทุกพื้นที่การศึกษาไมโครพลาสติกในตะกอนดิน พบสีชมพู ฟ้า และส้มมากที่สุดในทุกพื้นที่ศึกษาดังในภาพที่ 4 โดยสีชมพู สีน้ำเงิน สีแดง สีส้ม สีฟ้า สีน้ำตาล สีเขียว

ใยยังสามารถมีแหล่งกำเนิดมาจากเสื้อผ้า วัสดุสิ่งทอ ที่มาจากกิจกรรมต่าง ๆ ของประชาชนที่อาศัยโดยรอบ เช่น การซักล้าง การทำสิ่งทอ (Deng *et al.*, 2020) และรูปร่างชิ้นส่วน ฟิล์ม และโฟม เป็นรูปร่างที่เกิดมาจากกระบวนการย่อยสลายจากพลาสติกขนาดใหญ่ เช่น วัสดุอุปกรณ์ ถุงพลาสติก วัสดุบรรจุภัณฑ์ (Osorio *et al.*, 2021; Ta *et al.*, 2020)

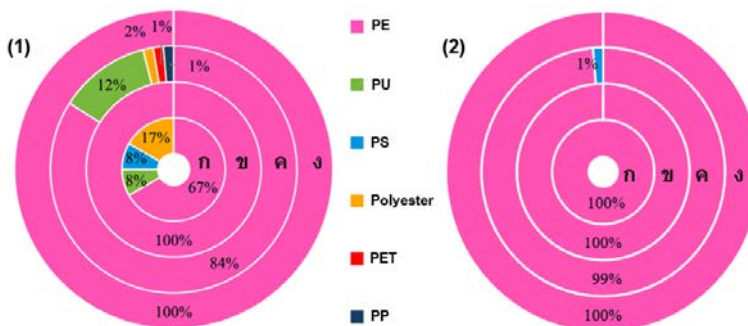
สีดำ สีเหลือง เป็นไมโครพลาสติกแบบทุติยภูมิที่ถูกย่อยสลายจากวัสดุอุปกรณ์ หรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ กลายเป็นไมโครพลาสติกขนาดเล็ก เช่น ผลิตภัณฑ์ในครัวเรือน ผลิตภัณฑ์จากการเกษตร วัสดุอุปกรณ์จากการประมง และเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ในส่วนของสีขาว และสีใส มีแหล่งกำเนิดมาจากวัสดุพวกโฟม พลาสติกแบบใช้แล้วทิ้ง เช่น ช้อน ส้อม ถ้วย แก้ว ถุงพลาสติก (Eamrat *et al.*, 2022) โดยพบว่าสีของไมโครพลาสติกมีผลต่อการเลือกกินของสิ่งมีชีวิตในแม่น้ำ เนื่องจากความคล้ายคลึงของอาหารของสิ่งมีชีวิตในน้ำ (Bhuyan, 2022)

ชนิดของไมโครพลาสติกที่พบในน้ำผิวดินพบทั้งหมด 6 ชนิด ได้แก่ โพลีเอสเตอร์ (polyester) ร้อยละ 0–17 โพลีเอทิลีนเทเรฟทาเลต (PET) ร้อยละ 0–1 โพลีเอทิลีน (PE) ร้อยละ 67–100 โพลีสไตรีน (PS) ร้อยละ 0–8 โพลียูรีเทน (PU) ร้อยละ 0–12 และโพลีโพรพิลีน (PP) ร้อยละ 0–1 ในตะกอนดินพบทั้งหมด 2 ชนิด ได้แก่ โพลีเอทิลีนร้อยละ 99–100 และโพลีสไตรีนร้อยละ 0–1 ตั้งในภาพที่ 5 โดยพบโพลีเอทิลีนในทุกพื้นที่การศึกษา และพบมากที่สุดทั้งในน้ำผิวดินและตะกอนดิน ซึ่งเป็นพลาสติกแบบชิ้นส่วน หรือเส้นใยที่มาจาก อวน เชือก เส้นใยพลาสติก หรือเสื้อผ้าสิ่งทอ (Cole *et al.*, 2011) โพลีโพรพิลีนเป็นพลาสติกที่มีความหนาแน่นต่ำ ทำให้แขวนลอยอยู่บริเวณผิวน้ำ เช่นเดียวกับโพลียูรีเทนพบในน้ำ

ผิวดินพื้นที่ชุมชนและพื้นที่เกษตรกรรม โพลีสไตรีนเป็นพลาสติกที่มีความหนาแน่นต่ำ พบในน้ำผิวดินพื้นที่ชุมชนและพบในตะกอนดินพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งเป็นพลาสติกแบบชิ้นส่วนที่มาจากภาชนะพลาสติก เช่น ภาชนะบรรจุอาหารหรือกล่องพลาสติกจากตลาด ร้านอาหาร รวมไปถึงพลาสติกแบบโฟมที่ใช้ในการตกปลา (Osorio *et al.*, 2021) โพลีเอทิลีนเทเรฟทาเลตเป็นพลาสติกที่มีความหนาแน่นสูง จากการศึกษามพบในน้ำผิวดินพื้นที่ชุมชน เนื่องมาจากปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม เช่น อุนทภูมิ กระแสน้ำ หรือคลื่น ที่ทำให้เกิดการลอยตัวขึ้นสู่ผิวน้ำ (Zhao *et al.*, 2014) เช่นเดียวกับโพลีเอสเตอร์ที่พบมากในน้ำผิวดินพื้นที่เกษตรกรรม



ภาพที่ 4 สี่ไมโครพลาสติกในน้ำผิวดินและตะกอน ดินในพื้นที่ (ก) พื้นที่เกษตรกรรม (ข) พื้นที่เหมืองแร่ (ค) พื้นที่ชุมชน และ (ง) พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ/ประมง



ภาพที่ 5 ชนิดของไมโครพลาสติกใน (1) น้ำผิวดิน และ (2) ตะกอนดินในพื้นที่ (ก) เกษตรกรรม (ข) เหมืองแร่ (ค) ชุมชน และ (ง) เเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ/ประมง

จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำผิวดินของแม่น้ำเพชรบุรีตรวจวัด 9 พารามิเตอร์ ประกอบด้วย อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส การนำไฟฟ้า ความเค็ม ความขุ่น ออกซิเจนละลายน้ำ ของแข็งละลายน้ำ ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด และบีโอดี (ตาราง 3) โดยมีจุดเก็บตัวอย่างที่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 พื้นที่ พบว่าอุณหภูมิในแต่ละพื้นที่มีค่าระหว่าง 26.90°C – 28.82°C ค่าความเป็นกรด-เบสในแต่ละพื้นที่มีค่าระหว่าง 7.36–7.55 เป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 (มีค่าระหว่าง 5.0–9.0) ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าแตกต่างกันตามที่ตั้งของพื้นที่ศึกษามีค่าระหว่าง 163–12,983 $\mu\text{S}/\text{cm}$ พบว่าพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ/ประมงมีการนำไฟฟ้าสูงเมื่อเทียบกับพื้นที่อื่น ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณของไมโครพลาสติกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ของแข็งละลายน้ำทั้งหมดและของแข็งแขวนลอยทั้งหมดมีค่าระหว่าง 110–8,698 ppm และ 3.70–76.84 ppm ตามลำดับ โดยทั้ง 2 ค่านี้มีค่าสูงสุดในพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ/ประมง เนื่องจากอิทธิพลของน้ำทะเลจากอ่าวไทยที่มีเกลือแร่และไอออนละลายอยู่จำนวนมาก และคลื่นจาก

เรือประมงและเรือท่องเที่ยว ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด และของแข็งแขวนลอยทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับปริมาณของไมโครพลาสติกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ค่าความขุ่นมีค่าสูงสุดในพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ/ประมงที่ 30.46 NTU โดย Eamrat *et al.* (2022) และ Buwono *et al.* (2021) รายงานว่าค่าความขุ่นมีความสัมพันธ์ต่อปริมาณของไมโครพลาสติกอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) รวมถึงค่าความเค็มจากการศึกษาครั้งนี้พบอยู่ระหว่าง 0.00–7.71 ppt โดยมีค่าสูงสุดในพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ/ประมง เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลจากฝั่งอ่าวไทย ทำให้ค่าความเค็มในน้ำผิวดินสูง ส่งผลต่อการลอยตัวของไมโครพลาสติก จึงพบไมโครพลาสติกในพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ/ประมงสูงสุด

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาปริมาณไมโครพลาสติกในน้ำผิวดินและตะกอนดินใน 4 พื้นที่การศึกษา ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่เหมืองแร่ พื้นที่ชุมชน และพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ/ประมง พบว่า พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ/ประมงเป็นพื้นที่ที่มีปริมาณของไมโคร

ตารางที่ 3 คุณภาพน้ำผิวดินของแม่น้ำเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี ในพื้นที่ศึกษา

พารามิเตอร์	หน่วย	พื้นที่ศึกษา			
		เกษตรกรรม	เหมืองแร่	ชุมชน	เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ/ประมง
อุณหภูมิ	°C	27.53	26.90	28.27	28.82
ความเป็นกรด-เบส	-	7.46	7.48	7.36	7.55
ออกซิเจนละลายน้ำ	ppm	5.63	7.11	5.64	3.93
การนำไฟฟ้า	µS/cm	978	163	3,064	12,983
ความเค็ม	ppt	0.45	0.00	1.66	7.71
ความขุ่น	NTU	18.00	11.90	17.91	30.46
ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด	ppm	660	110	2,055	8,698
ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด	ppm	13.35	3.70	26.66	76.84
บีโอดี	ppm	1.53	0.55	0.91	1.71

พลาสติกสูงที่สุดทั้งในน้ำผิวดินที่ 16.47 ชิ้นต่อลิตร และตะกอนดินที่ 29.89 ชิ้นต่อกิโลกรัม ไมโครพลาสติกขนาด 0.3–1.0 มิลลิเมตร พบมากที่สุดทั้งในน้ำผิวดิน และตะกอนดินในพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ/ประมงที่ 16.71 ชิ้นต่อลิตร และ 28.56 ชิ้นต่อกิโลกรัม ไมโครพลาสติกขนาด 1.1–5.0 มิลลิเมตร พบมากสุดในน้ำผิวดิน และตะกอนดินในพื้นที่เหมืองแร่ที่ 1.60 ชิ้นต่อลิตร และ 2.00 ชิ้นต่อกิโลกรัม รูปร่างไมโครพลาสติกพบทั้งหมด 4 รูปแบบ พบมากสุดในทุกพื้นที่ ได้แก่ เส้นใยและชิ้นส่วน น้ำผิวดินส่วนใหญ่พบสีชมพูร้อยละ 12–23 และสีน้ำเงินร้อยละ 23–46 ตะกอนดินพบสีฟ้ามากที่สุดร้อยละ 20–27 พอลิเมอร์พลาสติกที่พบมากที่สุดในน้ำผิวดิน และตะกอนดินในทุกพื้นที่ศึกษาได้แก่ พอลิเอทิลีนร้อยละ 67–100 ความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำจากพื้นที่กิจกรรมของมนุษย์ในแม่น้ำเพชรบุรี พบค่าการนำไฟฟ้าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด และของแข็งแขวนลอยทั้งหมด และความขุ่นมีความสัมพันธ์กับปริมาณของไมโครพลาสติกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังนั้นจึงสามารถนำข้อมูลปริมาณ รูปร่าง ขนาด สี และชนิดของไมโครพลาสติกไปพิจารณาสร้างนโยบาย

การจัดการขยะและของเสีย รวมถึงการกำหนดวิธีการและค่ามาตรฐานไมโครพลาสติกในน้ำผิวดินและตะกอนดิน เพื่อป้องกันการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในน้ำผิวดินและตะกอนดิน อันจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ และห้องปฏิบัติการภาควิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่กรุณาอนุเคราะห์บุคลากร และเครื่องมือในการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

- Bhuyan, S. (2022). Effects of microplastics on fish and in human health. **Frontiers in Environment Science** 10: 827289.
- Bigalke, M., Fieber, M., Foetisch, A., Reynes, J., and Tollan, P. (2022). Microplastics in agricultural drainage water: A link between terrestrial and aquatic microplastic pollu-

- tion. **Science of the Total Environment** 806: 150709.
- Bukhari, M. U., Khan, A., Maqbool, K. Q., Arshad, A., Riaz, K., and Bermak, A. (2022). Waste to energy: Facile, low-cost and environment-friendly triboelectric nanogenerators using recycled plastic and electronic wastes for self-powered portable electronics. **Energy Reports** 8: 1687–1695.
- Buwono, N. R., Risjani, Y. and Soegianto, A. (2021). Distribution of microplastic in relation to water quality parameters in the Brantas River, East Java, Indonesia. **Environmental Technology & Innovation** 24(2016): 101915.
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., and Galloway, T. S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. **Marine Pollution Bulletin** 62(12): 2588–2597.
- Deng, H., Wei, R., Luo, W., Li, B., Di, Y., and Shi, H. (2020). Microplastic pollution in water and sediment in a textile industrial area. **Environment Pollution** 258: 113658.
- Eamrat, R., Taweesan, A., and Pussayanavin, T. (2022). Assessment of microplastics distribution and related water quality in an urban canal, Thailand. **Pollution** 8(4): 1172–1184.
- Gong, Y., Wang, Y., Chen, L., Li, Y., Chen, X., and Liu, B. (2021). Microplastics in different tissues of a pelagic squid (*Dosidicus gigas*) in the northern Humboldt Current ecosystem. **Marine Pollution Bulletin** 169: 112509.
- Guo, Z., Li, P., Yang, X., Wang, Z., Lu, B., Chen, W., Wu, Y., Li, G., Zhao, Z., Liu, G., Ritsema, C., Geissen, V. and Xue, S. (2022). Soil texture is an important factor determining how microplastics affect soil hydraulic characteristics. **Environment International** 165(2022): 107293.
- Lusher, A., Hollman, P., and Hill, J. M. (2017). Microplastics in fisheries and aquaculture: Status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety. **Fisheries and Aquaculture Technical Paper 615** (pp. 14–16). Italy: FAO.
- Masura, J., Baker, J., Foster, G., and Arthur, C. (2015). **Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment: Recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments** (pp.3–12). Silver Spring, MD, NOAA Marine Debris Division.
- Mistri, M., Sfriso, A. A., Casoni, E., Nicoli, M., Vaccaro, C., and Munari, C. (2022). Microplastic accumulation in commercial fish from the Adriatic Sea. **Marine Pollution Bulletin** 174: 113279.
- Osorio, E. D., Tanchuling, M. A., and Diola, M. B. (2021). Microplastics occurrence in surface waters and sediments in five river mouths of Manila Bay. **Frontiers in Environment Science** 9: 719274.

- Pattanasirinon, C., and Suriyaphan, J. (2021). The accumulation of microplastics in sediment in seagrasses bed (*Halodule uninervis*) Sattahip bay, Chon buri Province. **Khon Kaen Agriculture Journal (Supplement)** 1: 567–571.
- Saipolbahri, N., Bitlus, M. L. A., Ismail, N. A., Fauzi, N. M., and Subki, N. S. (2020). Determination of microplastics in surface water and sediment of Kelantan Bay. **Earth and Environmental Science** 549: 012059.
- Song, Y. K., Hong, S. H., Jang, M., Han, G. M., Jung, S. W., and Shim, W. J. (2017). Combined effects of UV exposure duration and mechanical abrasion on microplastics fragmentation by polymer type. **Environmental Science & Technology** 51(8): 4368–4376.
- Sun, J., Dai, X., Wang, Q., van Loosdrecht, M. C., and Ni, B. J. (2019). Microplastics in waste water treatment plants: Detection, occurrence and removal. **Water Research** 152: 21–37.
- Ta, A. T., Babel, S., and Haarstrick, A. (2020). Microplastics contamination in a high pollution density area of the Chao Phraya River, Bangkok. **Journal of Engineering and Technological Sciences** 52(4): 534–545.
- Thompson, R. C., Olsen, Y., Mitchell, R. P., Davis, A., Rowland, S. J., John, A. W., McGonigle, D., and Russell, A. E. (2004). Lost at Sea: Where Is All the Plastic? **Brevia** 304: 837–838.
- Valdemarsen, J. W. (2001). Technological trends in capture fisheries. **Ocean & Coastal Management** 44(9–10): 635–651.
- Zhao, S., Zhu, L., Wang, T., and Li, D. (2014). Suspended microplastics in the surface water of the Yangtze Estuary System, China: First observations on occurrence, distribution. **Marine Pollution Bulletin** 86 (1–2): 562–568.