# บทความ: ไมโครพลาสติกบนตะกอนชายหาดของประเทศไทย

**กรรณิกา หวังฤทธิไกรกุล [1], ศุภกร เทพวิไล [1], สกลวรรณ ชาวไชย [1,*], ราฟาเอล บิสเซ่น [2]**

[1] ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[2] ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และปิโตรเลียม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

* E-mail: Sakonvan.c@chula.ac.th

---

**การอ้างอิง:** กรรณิกา หวังฤทธิไกรกุล, ศุภกร เทพวิไล, สกลวรรณ ชาวไชย, ราฟาเอล บิสเซ่น. (2564). ไมโครพลาสติกบนตะกอนชายหาดของประเทศไทย. วารสารสิ่งแวดล้อม, ปีที่ 25 (ฉบับที่ 4).

---

## 1. บทนำ

### สถานการณ์ขยะพลาสติกในปัจจุบัน

ปัญหาขยะพลาสติก กลายมาเป็นปัญหาใหญ่ระดับนานาชาติในโลกยุคปัจจุบัน จากงานวิจัยในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่า ขยะพลาสติกสามารถพบสะสมตัวในหลากหลายสภาพแวดล้อม ตั้งแต่ยอดเขาสูง จนไปถึงร่องลึกก้นมหาสมุทร จากผลการสำรวจในปีพุทธศักราช 2562 พบว่าทั่วโลกมีการผลิตพลาสติกมากถึง 368 ล้านเมตริกตัน และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ต่อปี (Jambeck et al., 2015) โดยพลาสติกมากกว่าหนึ่งในสี่ถูกผลิตในประเทศจีน และยังพบว่าประเทศในทวีปเอเชีย รวมถึงประเทศไทยก็เป็นหนึ่งในผู้ผลิตและสร้างขยะพลาสติกรายใหญ่ของโลกเช่นกัน โดยขยะพลาสติกเหล่านี้ยังถูกทิ้งลงในมหาสมุทรมากถึงร้อยละ 76 อันเนื่องมาจากการจัดการขยะที่ไม่มีประสิทธิภาพของภาคอุตสาหกรรม (Cole et al., 2011) จนกลายมาเป็นมลพิษทางทะเลในที่สุด นอกจากนั้นแล้วการทำอุตสาหกรรมการประมง การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และการทำกิจกรรมทางทะเล ก็ถือเป็นอีกหนึ่งสาเหตุหลักของการสะสมตัวของขยะพลาสติกในมหาสมุทร (Akkajit et al., 2019)

### ไมโครพลาสติกในสภาพแวดล้อมชายฝั่ง

การไหลเวียนของกระแสน้ำในมหาสมุทรสามารถพัดพาตะกอน และอนุภาคขนาดเล็ก รวมทั้งขยะพลาสติกเหล่านี้ ไปสะสมตัวบริเวณชายฝั่ง (Pa'suya et al., 2015) ซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำเศรษฐกิจหลายชนิด ก่อนที่ขยะพลาสติกจะเกิดการย่อยสลายในท้ายที่สุด โดยการศึกษาของ Barnes และคณะ ในปี ค.ศ. 2009 ยังพบว่าพื้นที่ชายฝั่งนั้นมีสภาพแวดล้อมที่ทำให้พลาสติกย่อยสลายจนมีขนาดเล็กลง โดยผ่านกระบวนการดังนี้ 1. กระบวนการทางกายภาพ (ลม คลื่น กระแสน้ำ) (Physical Degradation) 2. แสงอัลตราไวโอเลต (Photo-degradation) 3. อุณหภูมิที่สูง (Thermo-degradation) 4. ความชื้น (Hydrolysis) และ 5. จุลินทรีย์ (Bio-degradation) ทำให้เศษพลาสติกแตกตัวเป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็ก และ

ถ้ามีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 5 มิลลิเมตร จะถูกเรียกว่า ไมโครพลาสติก (Microplastics) (Andrady, 2011)

เนื่องจากไมโครพลาสติกมีขนาดเล็กและมีอายุการย่อยสลายที่นาน จึงเป็นภัยคุกคามต่อระบบนิเวศทางทะเลในระยะยาว โดยพบว่าไมโครพลาสติกสามารถเข้าไปปนเปื้อนในห่วงโซ่อาหารของสิ่งมีชีวิตทางทะเลได้ เนื่องจากสิ่งมีชีวิตเหล่านี้อาจจะบริโภคไมโครพลาสติกโดยไม่ได้ตั้งใจ เพราะเข้าใจผิดคิดว่าเป็นอาหาร นอกจากนี้ยังมีการรายงานการพบไมโครพลาสติกในกระเพาะอาหารของปลาเศรษฐกิจบริเวณตอนล่างของอ่าวไทยตะวันตก (Azad et al., 2018) รวมไปถึงในแบรคีโอพอด หอยกาบ และหอยสองฝา บริเวณชายฝั่งอ่าวไทยตะวันออก (อ่างศิลา บางแสน และแสมสาร) (Thushari et al., 2017) โดยไมโครพลาสติกที่สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กบริโภคเข้าไป อาจก่อให้เกิดการอุดตันระบบย่อยอาหาร และขัดขวางการทำงานของฮอร์โมน ซึ่งอาจนำไปสู่การเกิดโรคมะเร็ง การกลายพันธุ์ หรือการเสียชีวิตอย่างฉับพลัน นอกจากนั้น ยังพบว่ามนุษย์มีโอกาสที่จะนำไมโครพลาสติกเข้าสู่ร่างกายผ่านการบริโภคสัตว์น้ำที่มีการปนเปื้อนของไมโครพลาสติก ซึ่งอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้ (Campanale et al., 2020)

**ปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมตัวของไมโครพลาสติกในตะกอนชายหาด**

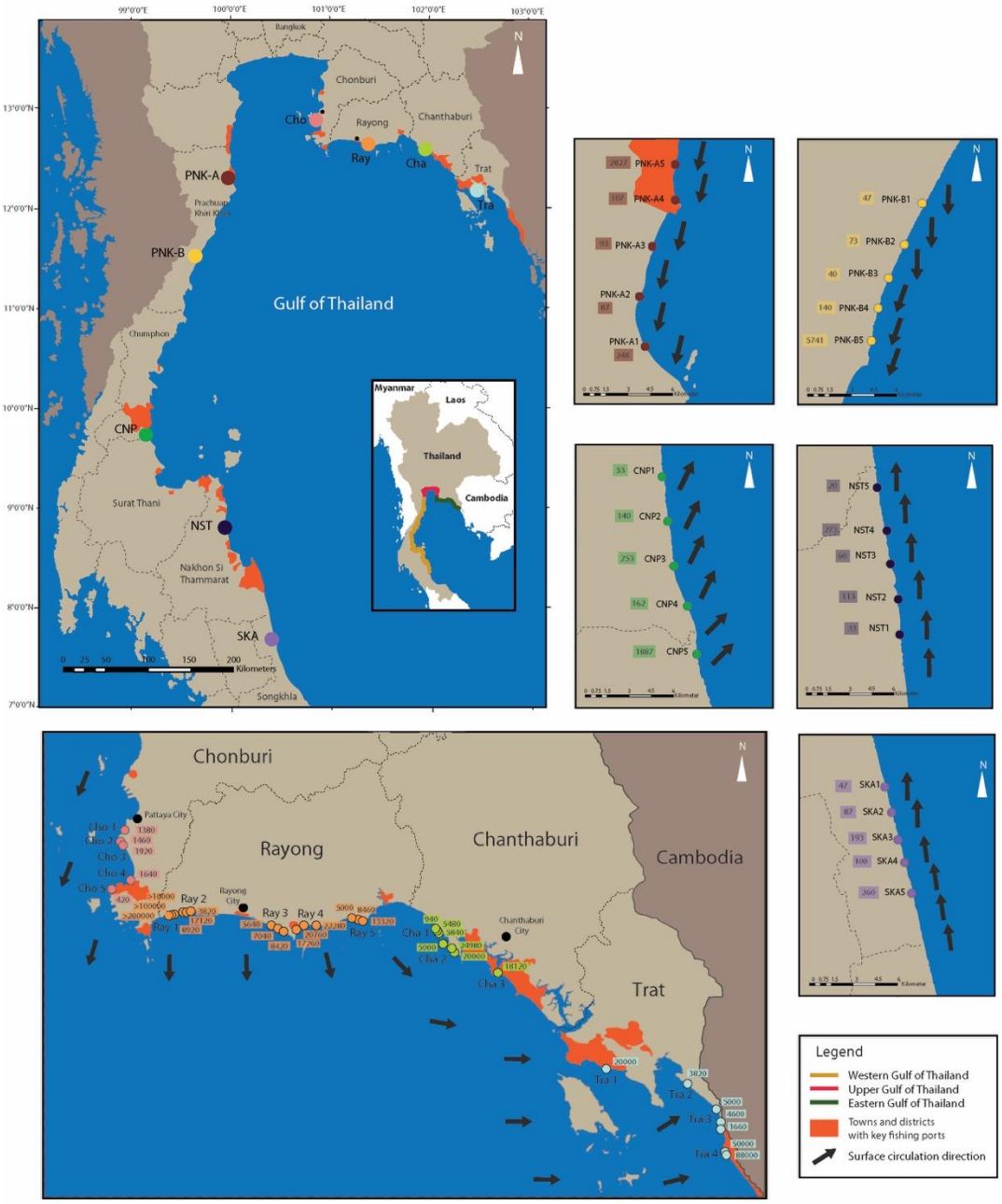
ปริมาณของไมโครพลาสติกที่สะสมตัวบริเวณชายฝั่งนั้น ถูกควบคุมโดย 2 ปัจจัยหลักได้แก่ ปัจจัยทางธรรมชาติ และปัจจัยด้านมานุษยวิทยาซึ่งจะแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ โดยปัจจัยทางธรรมชาติได้แก่ 1. กำลังอุทกพลศาสตร์ในมหาสมุทร หรือกระแสน้ำในมหาสมุทร ที่สามารถพัดพาให้ไมโครพลาสติกมาตกสะสมตัวบริเวณชายหาดได้ (Pa'suya et al., 2015) และยังพบว่าไมโครพลาสติกมีแนวโน้มที่จะสะสมตัวได้มากในบริเวณที่ได้รับอิทธิพลของน้ำขึ้น-น้ำลง (Besley et al., 2017; Naji et al., 2017) 2. ลักษณะสัณฐานวิทยาของชายหาด โดยชายหาดที่มีความลาดชันต่ำ ส่งผลให้มีพลังงานของคลื่นน้ำต่ำ ทำให้ไมโครพลาสติกมีแนวโน้มที่จะสะสมตัวได้ง่ายขึ้น (Kerpen et al., 2020) 3. ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ เช่น ร่องน้ำ หรือแม่น้ำ ที่สามารถพัดพาไมโครพลาสติกจากบกมาตกสะสมตัวบริเวณชายฝั่งได้ รวมไปถึงแนวโขดหินบริเวณชายหาด และพื้นที่ป่าชายเลน ที่สามารถลดพลังงานของคลื่นน้ำ จึงทำให้ไมโครพลาสติกมีแนวโน้มที่จะตกสะสมตัวได้มากขึ้น (Graca et al., 2017; Martin et al., 2019b) ในส่วนของปัจจัยด้านมานุษยวิทยา พบว่าพื้นที่ที่มีกิจกรรมของมนุษย์ มีแนวโน้มที่จะทำให้มีการสะสมตัวของไมโครพลาสติกมาก เช่น พื้นที่อุตสาหกรรม การประมง การคมนาคมทางทะเล การขยายตัวของเมือง และการท่องเที่ยว (Akkajit et al., 2019)

นอกจากนี้ความหนาแน่นของไมโครพลาสติกยังมีอิทธิพลต่อปริมาณและการกระจายตัวของไมโครพลาสติกด้วยเช่นกัน โดยพบว่าไมโครพลาสติกที่มีความหนาแน่นสูงกว่าน้ำทะเล (1.0240 – 1.0273 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) มีแนวโน้มที่จะตกสะสมตัวบริเวณพื้นทะเล ในขณะที่ไมโครพลาสติกที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า จะลอยอยู่บนผิวน้ำทะเล ก่อนที่จะถูกพัดพามาตกสะสมตัวบริเวณชายฝั่ง (Graca et al., 2017; Thushari et al., 2017)

**พื้นที่ศึกษา**

อ่าวไทยมีลักษณะเป็นอ่าวกึ่งปิด โดยมีช่องเปิดทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ โดยชายฝั่งอ่าวไทยสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือชายฝั่งอ่าวไทยตะวันตก ชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน และชายฝั่งอ่าวไทยตะวันออก ดังรูปที่ 1 รวมเป็นระยะทางทั้งสิ้น 1,878 กิโลเมตร ธรณีสัณฐานของพื้นที่ชายฝั่งอ่าวไทย มีลักษณะเป็นหาดทราย พื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง ชายฝั่งหิน และหน้าผา (Thampanya et al., 2006) นอกจากนี้ชายฝั่งอ่าวไทยยังเป็นแหล่งชุมชน ที่อยู่อาศัยของสัตว์หลากหลายชนิด และแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญของประเทศไทย

งานวิจัยนี้เลือกศึกษาเฉพาะบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยตะวันตก และตะวันออก พื้นที่ศึกษาบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยตะวันตก (ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และสงขลา) จะพยายามหลีกเลี่ยงชายหาดที่เป็นแหล่งชุมชน หรือแหล่งท่องเที่ยวให้ได้มากที่สุด ในขณะที่พื้นที่ศึกษาบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยตะวันออก (จังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด) จะเลือกชายหาดที่เป็นแหล่งท่องเที่ยว หรือแหล่งชุมชน ดังรูปที่ 1 เพื่อศึกษาปัจจัยทางด้านมานุษวิทยาที่คาดว่าจะมีผลต่อการกระจายตัวและปริมาณของไมโครพลาสติก โดยได้ศึกษารูปร่างและสีของไมโครพลาสติกในแต่ละพื้นที่ทั้งสองชายฝั่งเพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยและแหล่งที่มาที่ส่งผลต่อการสะสมตัวของขยะพลาสติกนั้น ๆ ร่วมด้วย




**รูปที่ 1** พื้นที่ศึกษาบริเวณชายฝั่งตะวันตกและตะวันออกของอ่าวไทย และปริมาณไมโครพลาสติกที่พบในแต่ละพื้นที่

## 2. วิธีการทดลอง

### การเก็บตัวอย่าง การสกัด และวิเคราะห์ไมโครพลาสติก

การศึกษานี้ได้เก็บตัวอย่างตะกอนทรายชายหาดตามแนวน้ำขึ้นสูงสุด ซึ่งขนานกับแนวชายหาด โดยตะกอนทรายจะถูกเก็บเฉพาะที่ความลึกตั้งแต่ 0 ถึง 5 เซนติเมตร บริเวณสี่มุม และกึ่งกลางของแปลงรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส (Quadrat) ขนาด 50 x 50 เซนติเมตร (Besley et al., 2017) จากนั้นตัวอย่างตะกอนทราย

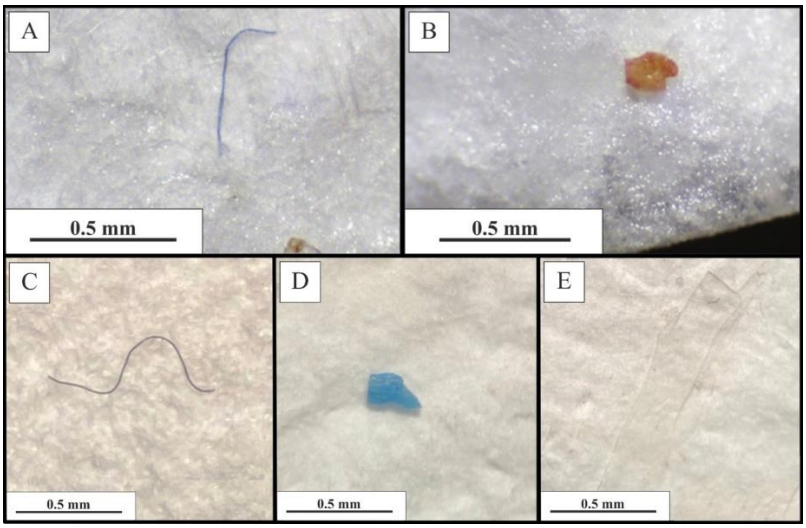
ชายหาด จะถูกนำมาเตรียมวิเคราะห์ภายในห้องปฏิบัติการ ดังนี้ 1. นำตัวอย่างตะกอนทรายมากรองด้วยตะแกรงโลหะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร (ตาข่ายหมายเลข 5) แล้วอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง 2. เติมน้ำเกลืออิ่มตัวปริมาตร 200 มิลลิลิตร เพื่อแยกไมโครพลาสติกออกจากตะกอนทราย โดยอาศัยความแตกต่างของความหนาแน่นของวัตถุ (Andrady, 2011; Pinheiro et al., 2019) 3. ไมโครพลาสติกที่แยกตัวออกมา และลอยตัวอยู่บนผิวน้ำเกลือเข้มข้น จะถูกนำไปกรองผ่านระบบกรองสุญญากาศผ่านกระดาษกรองขนาด 1.2 ไมครอน 4. นำกระดาษกรองไปวิเคราะห์หาปริมาณของไมโครพลาสติก สังเกตรูปร่าง และสี ด้วยกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบสเตอริโอ ด้วยกำลังขยาย 40 เท่า

**ดัชนีแหล่งที่มาจากบก (Land-Based Source Index: LBS Index)**

ในการวิเคราะห์จำนวนไมโครพลาสติกในทรายชายหาดอันเนื่องมาจากแหล่งที่มาจากบก (Land-Based Source: LBS) งานวิจัยนี้ได้ทำการสร้างดัชนีแหล่งที่มาจากบก เพื่อใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนไมโครพลาสติก และแหล่งที่มาของพลาสติก (Lozoya et al., 2016) โดยดัชนีดังกล่าวได้อ้างอิงค่าตัวเลขมาจากการปรากฏของแหล่งที่มาจากบก ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์จากรูปถ่ายดาวเทียม (Google Earth Pro) ในบริเวณพื้นที่ชายฝั่งที่ทำการศึกษา

การให้คะแนนดัชนีแหล่งที่มาของไมโครพลาสติกจากบกของชายฝั่งอ่าวไทยตะวันตก พบว่าในพื้นที่ศึกษามีแหล่งที่มาจากพื้นที่บนบกต่าง ๆ ได้แก่ อุตสาหกรรมการประมง/หมู่บ้านชาวประมง การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โรงแรม/รีสอร์ท พื้นที่ที่ง่ายต่อการเข้าสู่หาด การทำการเกษตร และที่จอดรถสาธารณะ ซึ่งแต่ละหาดจะได้คะแนนดัชนีแหล่งที่มาจากบก อย่างละ 1 คะแนน และเมื่อมีถนน จะเพิ่มคะแนนของดัชนีตามระยะทางดังนี้ <20 เมตร = 1 คะแนน, <50 เมตร = 0.75 คะแนน, <100 เมตร = 0.5 คะแนน, <150 เมตร = 0.25 คะแนน, >150 เมตร = 0 คะแนน (คะแนนดัชนีรวม 0.00 - 7.00 คะแนน) นอกจากนั้น ในการให้คะแนนดัชนีแหล่งที่มาของไมโครพลาสติกจากบกของชายฝั่งอ่าวไทยตะวันออก ก็มีการให้คะแนนดัชนีแหล่งที่มาจากบกเหมือนกับชายฝั่งอ่าวไทยตะวันตก เพียงแต่มีการเพิ่มแหล่งที่มาจากบกซึ่งพบในพื้นที่ศึกษาเพิ่มเติม ได้แก่ ท่าเรือ อุตสาหกรรมปิโตรเคมี ร้านค้า และร้านอาหาร (คะแนนดัชนีรวม 0.00 - 9.00 คะแนน)

โดยการวิจัยนี้มีสมมติฐานว่า ยิ่งชายฝั่งใดมีคะแนน LBS สูง จะมีโอกาสได้รับอิทธิพลจากแหล่งที่มาจากบกมาก ซึ่งคาดว่าจะมีความสัมพันธ์ที่ส่งผลให้จำนวนไมโครพลาสติกบริเวณนั้นสูงตามไปด้วย โดยโปรแกรม IBM SPSS เวอร์ชัน 22 ได้ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ข้างต้นทางสถิติร่วมด้วย




**รูปที่ 2** ภาพตัวอย่างไมโครพลาสติกที่พบบริเวณชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย (A - B) และชายฝั่งตะวันตกของอ่าวไทย (C - E)

**3. การอภิปรายผลการศึกษาไมโครพลาสติกจากชายหาด**

**ปริมาณของไมโครพลาสติก**

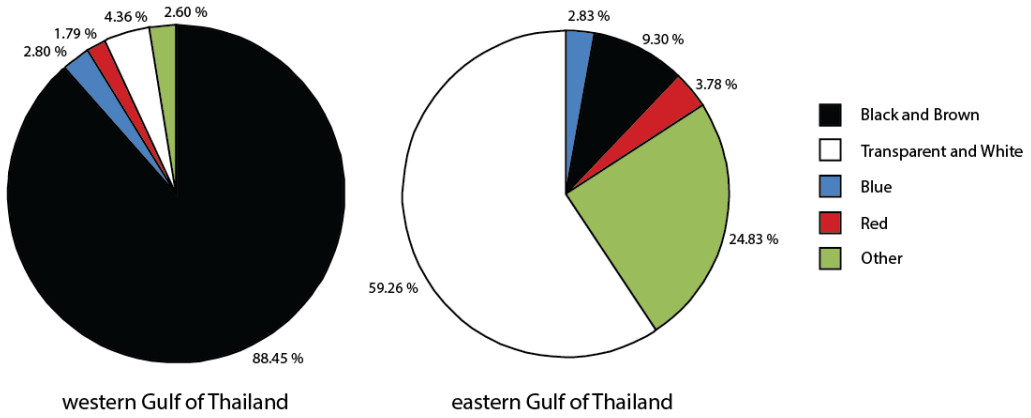
จากการวิเคราะห์ปริมาณไมโครพลาสติกในห้องทดลองของตะกอนทรายชายหาดบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยตะวันตก พบว่าหาด PNK-B-5 ในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีจำนวนไมโครพลาสติกมากที่สุด (5,741±2,320 ชิ้นต่อกิโลกรัม) สอดคล้องกับคะแนนดัชนีแหล่งที่มาจากบกที่สูงสุดด้วยเช่นกัน คือ 4.75 คะแนน จาก 7.0 คะแนน และหาด NST-5 จังหวัดนครศรีธรรมราชมีจำนวนไมโครพลาสติกน้อยที่สุด (20±6 ชิ้นต่อกิโลกรัม) ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนดัชนีแหล่งที่มาจากบกที่ 2.25 คะแนนจาก 7.0 คะแนน ในขณะที่ชายฝั่งอ่าวไทยตะวันออก พบว่าหาดพลา (Ray 1-1) จังหวัดระยอง มีไมโครพลาสติกมากที่สุดที่ (>200,000 ชิ้นต่อกิโลกรัม) มีคะแนนดัชนีแหล่งที่มาจากบก 5.75 คะแนนจาก 9.0 คะแนน และหาดทรายแก้ว (Cho 5) จังหวัดชลบุรี มีไมโครพลาสติกน้อยที่สุด (420 ชิ้นต่อกิโลกรัม) ซึ่งมีคะแนนดัชนีแหล่งที่มาจากบก 4.25 คะแนนจาก 9.0 คะแนน อย่างไรก็ตาม ปัจจัยทางด้านธรรมชาติก็ยังส่งผลต่อจำนวนไมโครพลาสติกในบางชายหาดของพื้นที่ชายฝั่งอ่าวไทย โดยพบว่าพื้นที่ที่มีกระแสน้ำในมหาสมุทรพัดเข้าสู่หาด มีแนวโน้มที่จะมีจำนวนไมโคร พลาสติกเพิ่มมากขึ้น (Pa'suya et al., 2015) เช่นบริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์และจังหวัดตราด ดังรูปที่ 1 และยังพบว่าชายหาดที่แม่น้ำไหลผ่าน ก็มีแนวโน้มที่จะมีจำนวนไมโครพลาสติมากกว่าบริเวณอื่น (Naji et al., 2017) เช่น หาดพยูน (Ray 2-3) ในจังหวัดระยอง และหาด CNP-5 ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี

จากผลการวิเคราะห์การถดถอย (Linear Regression) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนไมโครพลาสติกและคะแนนดัชนีแหล่งที่มาจากบก พบว่าชายฝั่งอ่าวไทยตะวันตกทุกหาดมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ ($F = 11.749$, $p = 0.002$, $R^2 = 0.338$) แต่ชายฝั่งอ่าวไทยตะวันออก พบความสัมพันธ์อย่างมี

นัยสำคัญแค่ชายหาดในจังหวัดชลบุรี ($F = 23.331$, $p = 0.017$, $R^2 = 0.848$) ในขณะที่ชายหาดในจังหวัดระยอง จันทบุรี และตราด ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.2$)

**รูปร่างและสีของไมโครพลาสติก**

จากการวิเคราะห์รูปร่างของไมโครพลาสติก บริเวณชายฝั่งอ่าวไทยตะวันตกพบไมโครพลาสติกที่มีรูปร่างเป็นแผ่น (Sheet) มากที่สุด (ร้อยละ 84.54) ในขณะที่ชายฝั่งอ่าวไทยตะวันออกพบไมโครพลาสติกที่มีรูปร่างเป็นเม็ด (Particle) มากที่สุด (ร้อยละ 93.07) นอกจากนั้น ยังพบการกระจายตัวของไมโครพลาสติกที่มีรูปร่างเส้นใย (Fiber) ในทุกพื้นที่ศึกษาในทั้งสองชายฝั่ง คิดเป็นร้อยละ 11.01 และ 6.93 ตามลำดับ ซึ่งอาจมีแหล่งที่มาจาก เอ็น แห หรืออวนที่ใช้จากกิจกรรมการประมงในพื้นที่ โดยอุปกรณ์เหล่านี้มีส่วนประกอบมาจากเชือก และเส้นใย และเมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาอื่นบริเวณอ่าวไทย และจากการวิเคราะห์สีของไมโครพลาสติกบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยตะวันตก พบไมโครพลาสติกสีดำมากที่สุด (ร้อยละ 88.45) ในขณะที่บริเวณชายฝั่งอ่าวไทยตะวันออกกลับพบไมโครพลาสติกสีใสมากที่สุด (ร้อยละ 59.26) ดังรูปที่ 3




**รูปที่ 3** การกระจายตัวของสีของไมโครพลาสติกที่พบบริเวณชายฝั่งตะวันตกและตะวันออกของอ่าวไทย

**4. สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ**

ผลการศึกษาในครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า ชาดหาดพื้นที่ศึกษาที่หลีกเลี่ยงอิทธิพลจากปัจจัยทางด้านมานุษวิทยาบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยตะวันตก มีปริมาณไมโครพลาสติกน้อยกว่าชาดหาดพื้นที่ศึกษาที่ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยทางด้านมานุษวิทยาอย่างเห็นได้ชัด สอดคล้องกับคะแนนดัชนีแหล่งที่มาจากบก ที่ใช้ชี้วัดความหนาแน่นของชุมชน การทำการอุตสาหกรรมประมง และกิจกรรมต่าง ๆ ในพื้นที่ชายฝั่ง ดังนั้นการแก้ปัญหาขยะพลาสติกควรแก้ไขตั้งแต่ต้นทาง คือ การลดปริมาณขยะพลาสติกที่ต้องนำไปกำจัด ซึ่งรวมไปถึงการลดการใช้วัสดุที่ทำมาจากพลาสติก และหันมาใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น นอกจากนี้ควรเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการขยะ เพื่อง่ายต่อกระบวนการกำจัด การรีไซเคิล และการนำกลับมาใช้ใหม่ รวมไปถึงการ

สร้างความตระหนักถึงปัญหาของขยะพลาสติกแก่ประชาชน ควบคู่ไปกับการให้ความรู้เกี่ยวกับการจัดการขยะพลาสติกที่ถูกวิธี เพื่อแก้ไขปัญหาขยะพลาสติกได้อย่างยั่งยืน

---

**กิตติกรรมประกาศ**

ผลงานวิจัยฉบับนี้ได้รับการสนับสนุนเงินทุนจากกองทุนรัชดาภิเษกสมโภช ประจำปีงบประมาณ 2563 ภายใต้การดำเนินงานของคลัสเตอร์ไมโครพลาสติก จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ครอบครัวสุวัณณปุระ และนายสพล สาหรับ สำหรับการสนับสนุนช่วยเหลือระหว่างออกภาคสนามเพื่อเก็บตัวอย่าง

---

**เอกสารอ้างอิง**

Akkajit, P., Thongnonghin, S., Sriraksa, S., Pumsri, S., 2019. Preliminary study of distribution and quantity of plastic-debris on beaches along the coast at Phuket Province. Appl. Environ. Res. 54–62. https://doi.org/10.35762/AER.2019.41.2.5.

Andrady, A.L., 2011. Microplastics in the marine environment. Mar. Pollut. Bull. 62, 1596–1605. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.030.

Azad, S.M.O., Towatana, P., Pradit, S., Patricia, B.G., Hue, H.T.T., Jualaong, S., 2018. First evidence of existence of microplastics in stomach of some commercial fishes in the Lower Gulf of Thailand. Appl. Ecol. Environ. Res. 16, 7345–7360. https://doi. org/10.15666/aeer/1606_73457360.

Barnes, D., Galgani, F., Thompson, R., Barlaz, M., 2009. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. Philos. Trans. R. Soc. Lond. Ser. B Biol. Sci. 364, 1985–1998. https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0205.

Besley, A., Vijver, M.G., Behrens, P., Bosker, T., 2017. A standardized method for sampling and extraction methods for quantifying microplastics in beach sand. Mar. Pollut. Bull. 114, 77–83. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.08.055.

Campanale, Massarelli, Savino, Locaputo, Uricchio, 2020. A detailed review study on potential effects of microplastics and additives of concern on human health. IJERPH 17, 1212. https://doi.org/10.3390/ijerph17041212.

Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., Galloway, T.S., 2011. Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. Mar. Pollut. Bull. 62, 2588–2597. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.09.025.

Graca, B., Szewc, K., Zakrzewska, D., Dołęga, A., Szczerbowska-Boruchowska, M., 2017. Sources and fate of microplastics in marine and beach sediments of the Southern Baltic Sea—a preliminary study. Environ. Sci. Pollut. Res. 24, 7650–7661. https:// doi.org/10.1007/s11356-017-8419-5.

Jambeck, J., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., Law, K., 2015. Marine pollution. Plastic waste inputs from land into the ocean. Science (New York, N.Y.) 347, 768–771. https://doi.org/10.1126/science.1260352.

Kerpen, N.B., Schlurmann, T., Schendel, A., Gundlach, J., Marquard, D., Hüpgen, M., 2020. Wave-induced distribution of microplastic in the surf zone. Front. Mar. Sci. 7, 979. https://doi.org/10.3389/fmars.2020.590565.

Lozoya, J.P., Teixeira de Mello, F., Carrizo, D., Weinstein, F., Olivera, Y., Cedr´es, F., Pereira, M., Fossati, M., 2016. Plastics and microplastics on recreational beaches in Punta del Este (Uruguay): unseen critical residents? Environ. Pollut. 218, 931–941. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.08.041.

Martin, C., Almahasheer, H., Duarte, C.M., 2019b. Mangrove forests as traps for marine litter. Environ. Pollut. 247, 499–508. https://doi.org/10.1016/j. envpol.2019.01.067.

Naji, A., Esmaili, Z., Mason, S.A., Dick Vethaak, A., 2017. The occurrence of microplastic contamination in littoral sediments of the Persian Gulf, Iran. Environ. Sci. Pollut. Res. 24, 20459–20468. https://doi.org/10.1007/s11356-017-9587-z.

Pa'suya, M.F., Peter, B., Md Din, A.H., Omar, K., 2015. Sea Surface Current in The Gulf of Thailand Based on Nineteen Years Altimetric Data and GPS Tracked Drifting Buoy.

Pinheiro, L.M., Monteiro, R.C.P., Ivar do Sul, J.A., Costa, M.F., 2019. Do beachrocks affect microplastic deposition on the strandline of sandy beaches? Mar. Pollut. Bull. 141, 569–572. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.03.010.

Thampanya, U., Vermaat, J.E., Sinsakul, S., Panapitukkul, N., 2006. Coastal erosion and mangrove progradation of Southern Thailand. Estuar. Coast. Shelf Sci. 68, 75–85. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2006.01.011.

Thushari, G.G.N., Senevirathna, J.D.M., Yakupitiyage, A., Chavanich, S., 2017. Effects of microplastics on sessile invertebrates in the eastern coast of Thailand: an approach to coastal zone conservation. Mar. Pollut. Bull. 124, 349–355. https://doi.org/ 10.1016/j.marpolbul.2017.06.010.