เมื่อนกน้อยในกรงทองส่งข่าวถึงผลกระทบของขยะทะเลจากการเกาะติด พันรัด และกักขัง

ศีลาวุธ ดำรงศิริ[1,*], ยศวดี ฮะวังจู[2]

[1] สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[2] สถาบันวิจัยทรัพยากรน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

* Email: seelawut.d@chula.ac.th

ส่งต้นฉบับบทความ : 18 ม.ค. 67 / ส่งบทความฉบับแก้ไข : 5 เม.ย. 67 / ตอบรับให้เผยแพร่ : 3 พ.ค. 67 / เผยแพร่ : 24 พ.ค. 67

การอ้างอิง: ศีลาวุธ ดำรงศิริ และ ยศวดี ฮะวังจู (2567). เมื่อนกน้อยในกรงทองส่งข่าวถึงผลกระทบของขยะทะเลจากการเกาะติด พันรัด และกักขัง. วารสารสิ่งแวดล้อม, ปีที่ 28 (ฉบับที่ 1).

https://doi.org/10.35762/EJ.2567002

บทคัดย่อ

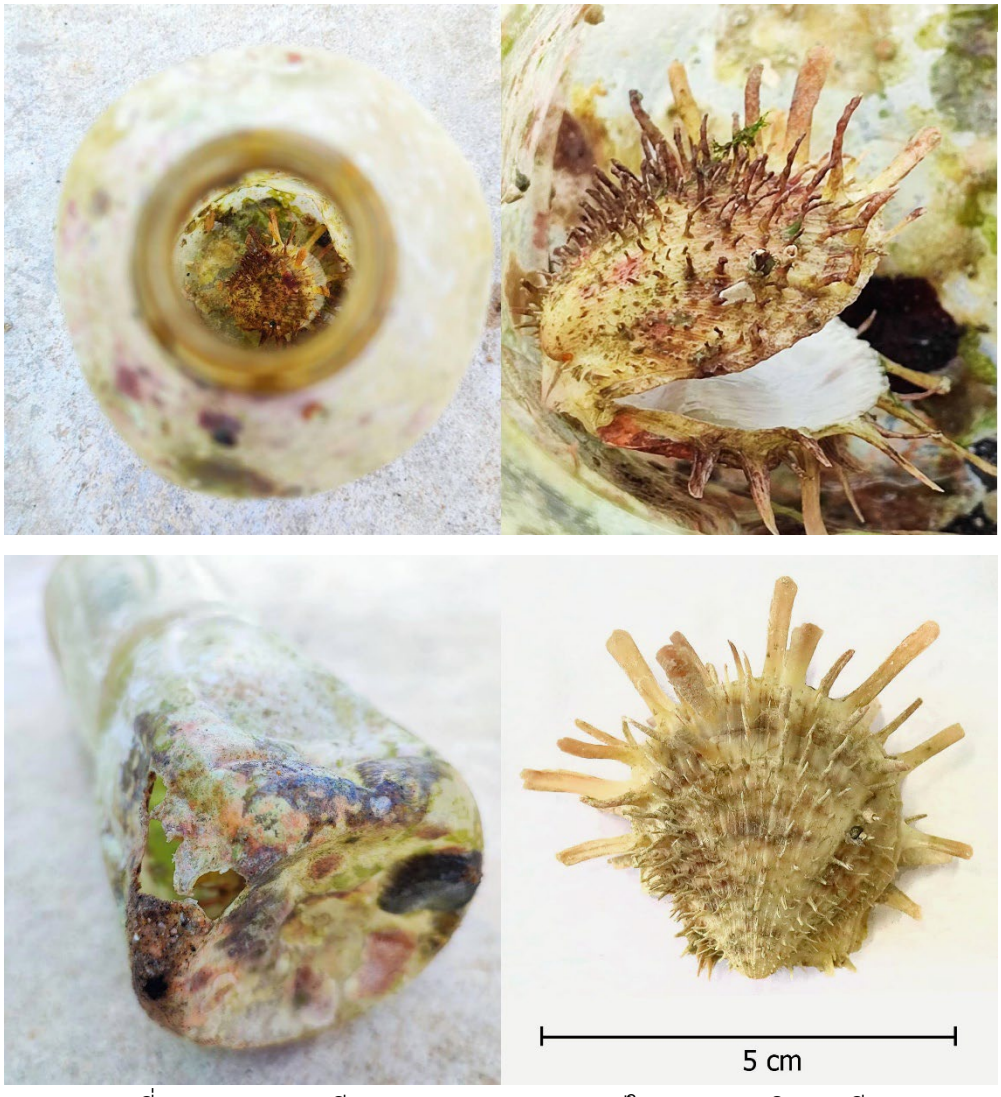
ปัจจุบันมีขยะพลาสติกที่ถูกทิ้งและล่องลอยอยู่ในทะเลเป็นจำนวนมาก แค่ในปี พ.ศ. 2564 มีขยะถูกทิ้งผ่านแม่น้ำลงสู่อ่าวไทยมากถึง 95 ล้านชิ้น ซึ่งมีการประมาณการไว้ว่าในปี พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050) จะมีน้ำหนักขยะในมหาสมุทรมากกว่าน้ำหนักสิ่งมีชีวิตในมหาสมุทรเสียอีก สถานการณ์ที่มีขยะมากขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้ผลกระทบจากขยะมีความชัดเจนมากขึ้นเป็นเงาตามตัว บทความนี้กล่าวถึงข่าวสารที่ได้รับจากทะเล ถึงผลกระทบจากขยะพลาสติกในมหาสมุทร ที่ไม่ได้เกิดจากการเผลอกินเข้าไปเท่านั้น แต่เป็นผลกระทบในรูปแบบของการเกาะติด พันรัด และกักขัง ด้วยสมบัติของพลาสติกที่สามารถลอยน้ำได้ มีความคงทนสูง และมีมากมายมหาศาลจนเป็นเสมือนส่วนเกินที่เป็นส่วนหนึ่งของระบบนิเวศ ขยะพลาสติกกลายเป็นที่อยู่ใหม่และเป็นพาหนะที่นำพาสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ที่ติดไปกับมันไปยังพื้นที่อันห่างไกล พาเอาสิ่งมีชีวิตจากระบบนิเวศน้ำจืดไปตายที่ระบบนิเวศน้ำเค็ม พาเอาไข่ ตัวอ่อน และสัตว์ต่าง ๆ ที่เกาะติดมาแห้งตายที่ชายหาด พาเอาสิ่งมีชีวิตต่างถิ่นไปเป็นชนิดพันธุ์รุกรานในพื้นที่อื่น ๆ ยิ่งไปกว่านั้น ขยะพลาสติกยังเป็นตัวการสำคัญในการติดพันกักขังสิ่งมีชีวิตที่เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศทางทะเล ไม่ว่าจะเป็น เต่าทะเล นกทะเล นากทะเล แมวน้ำ วัวทะเล สิงโตทะเล วาฬ โลมา ปลาฉลาม รวมไปถึงการกักขังพันรัดสัตว์ในแนวปะการังเช่น กลุ่มปลา งูทะเล ปู หมึก และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังอีกหลายชนิด ส่งผลต่อการเติบโตที่ผิดปกติและนำไปสู่ความตาย รวมไปถึงการทำลายแนวปะการังจากการติดพันโดยอุปกรณ์การประมง ระบบนิเวศที่ห่างไกลผู้คนกลับถูกขยะพัดพาไปทับถมเกิดความเสียหายเนื่องจากสิ่งมีชีวิตในที่นั้นไม่สามารถใช้ชีวิตได้ตามปกติ ปริมาณการตายของสิ่งมีชีวิตจากขยะพลาสติกที่มากขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้เกิดความกังวลใจเกี่ยวกับความสมดุลของห่วงโซ่อาหาร บทความนี้ได้รวบรวมการศึกษาต่าง ๆ ที่บ่งชี้ถึงผลกระทบที่น่าสนใจ โดยเริ่มจากนกน้อยในกรงทองแห่งท้องทะเลที่ส่งสารผ่านขยะขวดน้ำดื่มใบหนึ่ง

คำสำคัญ : ขยะพลาสติก; ขวดพลาสติก; ซากอุปกรณ์ประมง; หอย; การเกาะติด; การพันรัด; การกักขัง; ผลกระทบ

1. บทนำ

ขยะขวดน้ำดื่มพลาสติก: กรงทองของหอยหนามทุเรียน

เมื่อราวกลางเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2564 คณะทำงานได้เดินทางไปยังเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี เพื่อทำการสำรวจพื้นที่ในเบื้องต้นและวางแผนในการดำเนินโครงการศึกษาขยะทะเลและไมโครพลาสติกในแนวปะการัง เขตน้ำขึ้นน้ำลง และชายหาดของหมู่เกาะสีชัง และหนึ่งในงานนี้คือการศึกษาขยะชิ้นใหญ่ในแนวปะการังและกองหิน โดยมีทีมดำน้ำ จากสถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ ได้ดำน้ำเก็บขยะทะเลที่จมอยู่ขึ้นมาเพื่อศึกษาองค์ประกอบขยะ ในระหว่างที่พวกเรากำลังนำขยะมาแยกประเภท และล้างเอาทรายออกเพื่อทำการชั่งน้ำหนัก เราก็เจอเข้ากับขวดน้ำพลาสติกที่น่าสนใจใบหนึ่ง เพราะแม้จะเป็นขวดพลาสติกที่ปิดสนิท มีรอยโหว่บ้างตรงขอบขวด แต่กลับพบเปลือกหอยลักษณะคล้ายหอยนางรมที่มีหนามอยู่ที่ก้นขวด (รูปที่ 1) ซึ่งช่องโหว่เหล่านั้นก็ไม่ได้ใหญ่พอที่จะให้หอยตัวนั้นหล่นเข้าไปได้ โดยขวดใบนี้ถูกเก็บมาจากพื้นทรายของแนวปะการังเกาะขามใหญ่ ซึ่งอยู่ทางฝั่งตะวันออกของเกาะสีชังห่างออกไปประมาณ 1.4 กิโลเมตร



รูปที่ 1 หอยหนามทุเรียน (*Spondylus sp.*) อยู่ในขวดพลาสติก-ชาเขียว

ที่มา: ยศวดี ฮะวังจู, บริเวณเกาะขามใหญ่, พฤศจิกายน 2564

จากการหาข้อมูลเกี่ยวกับหอยที่ติดอยู่ในขวด พบว่าคือ หอยหนามทุเรียน (*Spondylus sp.*) หรือหอยนางรมหนาม (*Thorny Oyster*) เพื่อให้เข้าใจง่ายสำหรับผู้สนใจทั่วไปก็ต้องอธิบายว่าเป็นหอยสองฝาที่มีสายพันธุ์ใกล้เคียงกับหอยนางรม (Oyster) เมื่อโตเต็มวัยจะมีขนาดอยู่ในช่วง 2 – 18 เซนติเมตรขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ (Tillie, 2021) โดยการเติบโตของหอยหนามทุเรียนก็คล้ายๆ กับหอยนางรม คือตัวอ่อนวัยเด็กของมันจะล่องลอยไปกับกระแสน้ำ แล้วไปเติบโตบนพื้นผิวต่าง ๆ ฝาของมันจะยึดติดกับพื้นผิวแข็ง เช่น กองหินปะการัง หรือบนหอยชนิดอื่นที่มีขนาดใหญ่ และกรองอาหารกินจากกระแสน้ำผ่านเหงือก สำหรับเจ้าหอยหนามทุเรียนที่เราพบ มีขนาดของเปลือกจากปลายหนามประมาณ 5 เซนติเมตร (รูปที่ 1) สันนิษฐานได้ว่าตอนเป็นตัวอ่อนคงถูกกระแสน้ำพาผ่านรอยแตกตรงก้นขวด เข้าไปติดอยู่ในขวดแล้วก็ไปเติบโตอยู่ในนั้น สังเกตได้จากที่ใต้เปลือกมีรอยโค้งยุบแนบสนิทพอดีกับรอยหยักของก้นขวดพลาสติก บ่งชี้ถึงระยะเวลาที่นานพอจะทำให้รูปร่างของเปลือกเติบโตไปตามวัสดุที่มันเกาะติด ระหว่างการใช้ชีวิตอยู่ในห้องเล็ก ๆ นั้น มันสามารถเจริญเติบโตได้อาจเป็นเพราะขวดพลาสติกอยู่ในตำแหน่งที่ดีมีน้ำไหลผ่านช่องโหว่นั้นและนำพาอาหารไปให้มันได้ เราไม่อาจทราบได้ว่ามันใช้เวลาอยู่ในนั้นนานแค่ไหน แต่ที่ทราบแน่ชัดคือมันไม่สามารถทำหน้าที่ล่าหรือถูกล่าตามครรลองของห่วงโซ่อาหารได้อย่างปกติ ทำได้เพียงกรองน้ำทะเลที่ผ่านเข้าออกไปวัน ๆ กระทั่งในวันสุดท้ายของเครื่องกรองน้ำตัวจิ๋วนี้ เราก็ไม่อาจล่วงรู้ได้ถึงสาเหตุการตายของมัน ว่าเป็นการสิ้นอายุไปเอง ขาดอาหารตายเพราะทรายอาจกลบช่องโหว่เล็ก ๆ นั้น หรือเพราะระบบการกรองที่ล้มเหลว เนื่องจากการอุดตันของไมโครพลาสติกที่เหงือกของมัน (Corami et al., 2020) กระทั่งในวันที่เราพบ ก็เหลือแต่เปลือกที่คลุกปนอยู่กับทรายในขวดน้ำ และมีคำถามมากมายเกี่ยวกับเจ้าหอยตัวนี้ หลังจากที่พบหอยหนามทุเรียนได้ไม่นาน ทีมงานก็พบเปลือกหอยที่ติดอยู่ในขวดแก้วเพิ่มเติมอีก 1 ชิ้น จากการดำน้ำเก็บขึ้นมาพร้อมกับขยะอื่นๆ บริเวณเกาะสัมปะยื้อ ดังรูปที่ 2 เปลือกหอยที่พบใหญ่กว่าปากขวดมาก และไม่สามารถนำออกมาได้ ขวดแก้วที่เจ้าหอยตัวเขื่องนี้อาศัยอยู่เป็นขวดแก้ว-โซดา ที่ไม่มีรอยแตกหรือชำรุดใด ๆ และทราบภายหลังว่าเป็นหอยมุกแกลบ (*Pinctada sp.*) ที่มีระบบการกินด้วยการกรองไม่ต่างจากนกน้อยตัวแรกที่เราพบ

หอยเหล่านี้เป็นตัวอย่างเล็ก ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่เสียโอกาสในการเป็นส่วนหนึ่งของระบบนิเวศทางทะเลตามปกติ และไม่ได้สร้างบทบาทตามธรรมชาติอย่างที่ควรจะเป็น นกน้อยในกรงทองทั้งสองได้นำข่าวจากใต้ทะเลมาให้เรารับรู้ ซึ่งคงเป็นเพียงเรื่องเล็ก ๆ เรื่องหนึ่งที่เกิดขึ้นรอบ ๆ เกาะสีชัง แต่ในความเป็นจริง มีขยะทะเลตกค้างอยู่ทั้งบริเวณชายหาดและแนวปะการังของเกาะสีชัง รวมไปถึงเกือบทุกพื้นทะเลที่เป็นเสมือนแหล่งรองรับสุดท้ายของขยะในธรรมชาติ ส่งผลให้เกิดเรื่องราวทำนองนี้อีกมากมายเป็นเงาตามตัว เพียงแต่มันเกิดขึ้นอยู่ใต้ผิวน้ำทะเลที่เรามองไม่เห็น เฉพาะในปี พ.ศ. 2564 พบขยะแม่น้ำ (Riverine debris) ที่ลอยและไหลออกจากแม่น้ำบริเวณอ่าวไทยตอนบนและตอนล่างรวมกันมีปริมาณราว 95 ล้านชิ้น (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2566: ออนไลน์) ในขณะที่กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (ทช.) ได้จัดกิจกรรมเพื่อจัดเก็บขยะทะเลที่ตกค้างออกจากระบบนิเวศชายฝั่งทะเลได้ประมาณ 4 ล้านชิ้น (เป็นน้ำหนักประมาณ 444,000 กิโลกรัม) ซึ่งขยะที่พบมากที่สุดก็คือ ขวดเครื่องดื่มพลาสติก (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2565: ออนไลน์)

รูปที่ 2 หอยมุกแกลบ (*Pinctada sp.*) อยู่ในขวดแก้ว-โซดา

ที่มา: ยศวดี ฮะวังจู, บริเวณเกาะสัมปะยื้อ, ธันวาคม 2564

2. บริบท และผลกระทบของขยะพลาสติกในด้านของการเกาะติด/พันรัด/กักขัง (*Entanglement*)

1) การเกาะติดบนขยะทะเล: ที่อยู่เทียมจากขยะพลาสติก

ขยะพลาสติกมีลักษณะเฉพาะตัวคือ เป็นขยะที่ย่อยสลายได้ยากตามธรรมชาติ น้ำหนักเบา มักมีแรงลอยตัวสูงจึงลอยอยู่ได้นานและถูกพัดพาไปได้ไกลมาก โดยเฉพาะขวดพลาสติกที่ปิดฝาอยู่ ทั้งนี้ มีงานวิจัยที่พบว่าขยะพลาสติกมีพื้นผิวที่ค่อนข้างเหมาะสมกับการยึดเกาะโดยจุลินทรีย์ และเกิดขึ้นได้ในเวลาเพียง 4 สัปดาห์ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงบนพื้นผิวโดยจุลินทรีย์เหล่านั้นมักจะทำให้สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ เข้ามาเกาะยึดต่อได้ง่ายขึ้นอีก (Weinstien et al. 2016) ยิ่งไปกว่านั้นปริมาณของขยะพลาสติกในมหาสมุทรถูกคาดการณ์ไว้ว่า หากเราไม่มีการจัดการขยะที่ดีพอและไม่เปลี่ยนพฤติกรรมการใช้พลาสติกอย่างทุกวันนี้ ภายในปี ค.ศ. 2050 จะมีน้ำหนักของขยะพลาสติกในมหาสมุทรรวมกันมากกว่าน้ำหนักของปลาในทะเลเสียอีก (Ellen MacArthur Foundation, 2017) ดังนั้น ในวันหนึ่งข้างหน้า เราจะสามารถพบเจอขยะในมหาสมุทรได้ง่ายกว่าปลาที่อาศัยอยู่ในห้วงทะเลนั้น และอาจกลายเป็นสิ่งที่มีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ นอกจากนี้ ด้วยความคงทนต่อการย่อยสลาย และสามารถถูกพัดพาไปได้ไกลของพลาสติก ขยะเหล่านี้จึงถูกกระแสน้ำพัดพาไปรวมกันและก่อตัวเป็นแพขยะขนาดใหญ่ที่กว้างขวางและคงทนมากพอจะเป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตและกลายเป็นระบบนิเวศใหม่ในที่สุด (Brinkhof, 2023)

สำหรับการเป็นส่วนหนึ่งในระบบนิเวศของขยะพลาสติก จะพบการเกาะติดหรือเข้ามาอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต จากการสำรวจขยะขวดพลาสติกจากแม่น้ำ *Tiber* (Gallitelli et al., 2023) พบว่าด้านนอกของขยะขวดพลาสติกส่วนมากจะถูกเกาะติดโดยสิ่งมีชีวิตจนกลายเป็นชุมชนสิ่งมีชีวิต (Colonization) ซึ่งส่วนมากเป็นกลุ่มพืช ส่วนภายในขวดมักจะพบเป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ซึ่งมีทั้งเข้ามาใช้อยู่อาศัย หรือหลงเข้ามาติดแล้วกลับออกไปไม่ได้ โดยพบทั้งแบบยังมีชีวิตและเป็นซากที่ตายแล้ว พบเป็นกลุ่มหอยและตัวอ่อนแมลงเป็นส่วนใหญ่ ทั้งนี้ ขวดเก่าที่เริ่มมีความผุพังจะมีความหลากหลายของชุมชนสิ่งมีชีวิตสูงกว่าขวดใหม่ ๆ ขยะขวดพลาสติกจึง

เป็นได้ทั้งที่อาศัยและกับดักในระบบนิเวศนั้น ๆ อีกทั้งยังเป็นพาหนะที่จะพาสิ่งมีชีวิตจากที่หนึ่งไปยังพื้นที่อื่น ๆ ที่ห่างไกลได้

2) การเดินทางไปกับขยะทะเล: พาไปตาย หรือพาไปรุกราน

อย่างไรก็ตาม แม้ขยะพลาสติกอาจจะกลายเป็นที่อยู่อาศัยหรือเกาะอาศัยของสัตว์บางกลุ่ม แต่ส่วนหนึ่งก็มักเกิดขึ้นได้เพียงชั่วคราว เพราะหากเป็นสิ่งมีชีวิตน้ำจืดที่ถูกพัดพามาถึงปลายน้ำซึ่งมักเป็นทะเล ก็ย่อมต้องตายจากความแตกต่างของสภาพแวดล้อม หรือแม้เป็นสิ่งมีชีวิตในทะเลก็อาจถูกพัดลอยมาเกยหาดโดยกระแสน้ำกระแสลม สิ่งมีชีวิตที่เข้ามาเติบโตบนขยะเหล่านี้จึงมักจบลงที่ความตาย ซึ่งก็อาจส่งผลกระทบต่อจำนวนในธรรมชาติ (Deudero and Alomar, 2015) การศึกษาที่หาดแห่งหนึ่งในอิตาลี (Cesarini et al., 2022) พบสิ่งมีชีวิตหลายชนิดที่เกาะติดมาบนขยะพลาสติกที่ลอยมาเกยหาด ส่วนใหญ่เป็นสัตว์ในกลุ่มหอยและฟองน้ำ ที่น่าสังเกตคือ ในช่วงเดือนสิงหาคมจะพบไข่ของหอยสังข์ (*Bolinus brandaris*) จำนวนมากติดมากับขยะต่าง ๆ เนื่องจากเป็นช่วงหลังฤดูผสมพันธุ์ของหอยกลุ่มนี้ ซึ่งเป็นที่น่ากังวลว่าแทนที่พวกมันจะได้เติบโต แต่กลับไปเกาะติดกับขยะและลอยขึ้นฝั่งมาแห้งตายเสียเป็นจำนวนมากจนอาจส่งผลกระทบต่อปริมาณในธรรมชาติ ในทางกลับกัน บางครั้งขยะพลาสติกไม่ถูกพัดกลับมาเกยหาด แต่ถูกพัดพาไปยังที่ห่างไกลพร้อมกับสิ่งมีชีวิตเกาะติดเหล่านั้น โดยพื้นที่ที่ไปถึงหากไม่มีสิ่งมีชีวิตสายพันธุ์เดียวกับที่เกาะติดขยะไป ก็จะกลายเป็นการนำสิ่งมีชีวิตต่างถิ่น เข้าสู่ระบบนิเวศนั้น ๆ และอาจนำไปสู่การเกิดชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่รุกราน (Invasive alien species) ในพื้นที่นั้น ๆ ได้ด้วย (Rech et al., 2018)

3) การเข่นฆ่าอย่างไร้จุดหมาย: ขยะพลาสติกตัวร้ายแห่งท้องทะเล

เมื่อกล่าวถึงเรื่องการถูกพันรัดและกักขัง สัตว์ที่หากินอยู่ใต้ทะเลและริมทะเลน่าจะเป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่มใหญ่ที่ได้รับผลกระทบ และในระยะหลังได้ปรากฏภาพของผลกระทบเหล่านั้นต่อสายตาของผู้คนอย่างชัดเจนด้วยเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าขึ้น ทำให้เกิดการรับรู้ และมีการศึกษาในประเด็นนี้เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้เกิดการตระหนักรู้ร่วมกันถึงผลกระทบที่หลากหลายจากการพันรัดต่อสัตว์ที่เกี่ยวข้องกับทะเลที่แม้จะไม่ได้ใช้ชีวิตอยู่ในน้ำทะเลเลย อย่างนกทะเล ที่มักประสบปัญหาจากการถูกพันรัดบริเวณปาก ปีก และขา (Bergmann, 2015) โดยมีรายงานเกี่ยวกับนกทะเลอย่างน้อย 147 ชนิดที่ถูกพันรัดโดยขยะซึ่งส่วนมากเป็นซากอุปกรณ์ประมง (83%) และสิ่งอื่น เช่น พลาสติกแพ็คขวดน้ำดื่มแบบ 6 ขวด และลูกโป่งผูกเชือก (Ryan, 2018) นอกจากนี้สัตว์ที่หากินในทะเลและอาศัยอยู่ตามชายฝั่ง โดยเฉพาะกลุ่มนากทะเล แมวน้ำ วัวทะเล สิงโตทะเล มักพบการพันรัดที่บริเวณ ปาก คอ และ หาง (Bergmann, 2015) โดยในการศึกษากับสิงโตทะเล *Steller sea lion* ที่บริเวณตะวันตกเฉียงใต้ของอะแลสกา และทางเหนือของบริติชโคลัมเบีย พบว่าการถูกพันรัดส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากสายรัดของ (54%) และยางรัดขนาดใหญ่ (30%) ซึ่งเป็นการพันรัดบริเวณคอ (Raum-Suryan er al., 2009) อีกทั้งยังมีผลการศึกษากับแมวน้ำ Antarctic fur seals บริเวณทางใต้ของจอร์เจีย ที่พบว่าถูกพันรัดโดยสายรัดของ (43%) เชือก (25%) และซากอุปกรณ์ประมง (17%) (Waluda and Staniland, 2013)

ส่วนสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่อยู่ในทะเลอย่าง วาฬ และโลมา มักพบปัญหาการพันรัดที่บริเวณปาก ครีบ และโดยเฉพาะส่วนหาง (Bergmann, 2015) ทั้งนี้จากการศึกษาที่โมรอคโค พบว่าสัตว์ทะเลที่มีรายงานผลกระทบจากการถูกพันรัดมากที่สุด คือ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในกลุ่มโลมาซึ่งเกิดจากซากอุปกรณ์ประมงทั้งสิ้น (Mghili et al., 2023) เช่นเดียวกับกับปลาขนาดใหญ่อย่างปลาฉลาม ที่มักพบปัญหาการพันรัดบริเวณเดียวกันกับวาฬและโลมา (ตัวอย่างดัง รูปที่ 3) การวิจัยผลกระทบระยะยาวของฉลามเสือที่โดนพลาสติกพันรัด (Afonsa and Fidelis, 2023) ชี้ให้เห็นถึงประเด็นที่น่ากังวล โดยพบว่าฉลามหลายตัวมักถูกพลาสติกที่มีรูปร่างเป็นห่วงวงกลมคล้องตัวไว้แล้วสลัดออกไม่ได้ เพราะมันว่ายน้ำไปข้างหน้าเท่านั้น ทำให้มันใช้ชีวิตไปกับขยะพลาสติกที่พันตัวไว้ เมื่อขนาดตัวขยายใหญ่ขึ้นตามกาลเวลา ฉลามหลายตัวจึงเติบโตขึ้นโดยมีรูปร่างที่ผิดปกติ ขยะพลาสติกที่พันติดตัวอยู่จะรัดแน่นขึ้นกระทั่งเฉือนเข้าไปในเนื้อ ในบางกรณีที่การพันรัดจมลึกเข้าไปในตัวมาก แม้จะทำการตัดพลาสติกนั้นออกได้ ก็ไม่สามารถยื้อชีวิตของฉลามที่โชคร้ายตัวนั้นไว้ได้ สำหรับเต่าทะเลทุกสายพันธุ์มีรายงานว่าได้ผลกระทบจากการที่ถูกพันรัดโดยซากอุปกรณ์จับปลา (Bergmann, 2015) (ตัวอย่างดัง รูปที่ 4) และมีรายงานถึงการเกยตื้นมาพร้อมกับซากอุปกรณ์ประมงอยู่เป็นระยะ โดยการศึกษาที่โมรอคโคพบว่าเต่าทะเลได้รับผลกระทบจากการถูกพันรัดมากที่สุดเป็นอันดับสองรองจากกลุ่มโลมา ด้วยสาเหตุเดียวกัน คือจากซากอุปกรณ์จับปลา (Mghili et al., 2023)

การศึกษาที่อินเดีย (Gunasekaran et al., 2024) พบว่าสัตว์ทะเลที่ถูกพันรัดจากขยะทะเลที่ถูกรายงานมากที่สุด ได้แก่ เต่าทะเล (31%) ปลา (23%) และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (17%) โดยขยะทะเลที่พันรัดเกือบทั้งหมดเป็นซากอุปกรณ์จับปลา (แหอวน เชือก เส้นเอ็น ที่ดักปลา และตะขอเบ็ด) ในขณะที่ผลกระทบของขยะพลาสติกต่อสัตว์ทะเลในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ได้ถูกรวบรวมไว้โดย Omeyer et al. (2023) พบว่าเกินครึ่งเป็นการพันรัดจากกลุ่มซากอุปกรณ์จับปลา นอกเหนือจากนั้นจะเป็นกลุ่มบรรจุภัณฑ์โดยเฉพาะสายรัดของ (Packaging straps) ซึ่งทั้งสายรัดของและซากอุปกรณ์ประมงถูกพบว่าเป็นสาเหตุในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกันของการถูกพันรัดในกลุ่มปลากระดูกอ่อน สำหรับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และสัตว์เลื้อยคลาน (ส่วนมากเป็นเต่าทะเล) ส่วนมากเกิดจากซากอุปกรณ์จับปลา สำหรับประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2565 โดยกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ได้รายงานจำนวนสัตว์ทะเลที่เกยตื้นตายเนื่องจากขยะทะเล พบว่าเป็นกลุ่มเต่าทะเล 155 ตัว โลมาและวาฬ 7 ตัว พะยูน 4 ตัว และ กระเบนราหู 2 ตัว โดยพบสัตว์ทะเลที่ได้รับผลกระทบจากการจากถูกขยะทะเลพันรัดภายนอก 53 ตัว และสัตว์ทะเลที่ได้รับผลกระทบจากทั้งการกินและการพันรัด 18 ตัว ยิ่งไปกว่านั้นยังพบว่า ซากอุปกรณ์ประมง เป็นประเภทขยะทะเลที่ทำลายชีวิตสัตว์ทะเลหายากมากที่สุด ตามด้วยเศษเชือก ซึ่งสอดคล้องกับประเภทกิจกรรมที่ก่อให้เกิดขยะทะเลมากที่สุด นั่นคือการประมงและการเดินเรือ (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2565) ทั้งนี้ ผลการศึกษาและสำรวจต่าง ๆ ข้างต้น เป็นการรวบรวมข้อมูลที่ปรากฏในรายงานกรณีที่เกิดกับสัตว์ทะเลหายากเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้น เป็นไปได้ว่ายังมีสัตว์ทะเลทั่วไปอีกมากที่ไม่ได้ปรากฏอยู่ในรายงานถึงการได้รับผลกระทบดังกล่าว และอาจมีจำนวนมากกว่าสัตว์ในรายงานต่าง ๆ อีกด้วย

รูปที่ 3 ปลากะพงแดง และปลาฉลามหูดำ ถูกพันรัดโดยซากแหอวดที่ติดอยู่ตามแนวปะการัง

ที่มา : นายกิตติสัณห์ กฤตยาเจริญพงศ์

รูปที่ 4 เต่ากระ และเต่าตนุที่ถูกพันรัดโดยอุปกรณ์การประมง

ที่มา : กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง โดยเป็นภาพจากเครือข่ายและผู้พบและช่วยชีวิตเต่าทะเล

ผลกระทบต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมา ส่วนใหญ่เกิดจากซากอุปกรณ์ประมง โดยการถูกทิ้งอย่างตั้งใจหรือไม่ก็ตาม ซากอุปกรณ์ประมงเหล่านั้นจะเคลื่อนตัวไปตามกระแสน้ำ และยังทำงานตามที่มันได้ออกแบบไว้นั่นคือการดักจับสิ่งมีชีวิต ทำให้เกิดการพันรัดส่วนต่าง ๆ ยิ่งไปกว่านั้น เมื่อซากอุปกรณ์ประมงจมลง หรือถูกทิ้งเนื่องจากติดหินโสโครกหรือแนวปะการัง (ตัวอย่างดัง รูปที่ 5) นอกจากปะการังจะถูกทำลายจากการถูกปกคลุมด้วยแหอวนเหล่านั้น สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ที่ดำรงชีวิตอยู่ในบริเวณแนวปะการังและพื้นทะเล อาทิ กลุ่มปลา งูทะเล ปูปลาหมึก และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ก็มักจะถูกพันรัด กักขัง และเสียชีวิตในที่สุด อาจกล่าวได้ว่า ขยะทะเลประเภทซากอุปกรณ์ประมงเหล่านี้จัดเป็นภัยคุกคามระบบนิเวศที่น่ากลัวที่สุด ทั้งนี้ นอกจากซากอุปกรณ์ประมง แล้ว ขยะพลาสติกประเภทอื่นที่มักพบรายงานการก่อปัญหา ได้แก่ บอลลูน ถุงพลาสติก และพลาสติกสำหรับแพ็คขวดน้ำดื่มแบบ 6 ขวด (Bergmann, 2015) ยังเป็นอีกกลุ่มขยะทะเลที่มักมีสัตว์ทะเลเข้าไปติดอยู่หรือถูกพันรัดตามส่วนต่าง ๆ กระทั่งส่งผลต่อการดำเนินชีวิตที่ผิดปกติไปของสัตว์ทะเลเหล่านั้น

รูปที่ 5 ซากแหอวนที่ปิดทับปะการัง

ที่มา : (บน) iMancamera, (ล่าง) ครูจูลี่

รูปที่ 6 ขยะมากมายที่ถูกพัดมาเกยลนชายหาดแห่งหนึ่ง

ที่มา : (ซ้าย) นายกิตติสัณห์ กฤตยาเจริญพงศ์, (ขวา) ยศวดี ฮะวังจู

4) ความสูญเสียบนฟากฝั่ง: ขยะพลาสติกที่ไปกับกระแสน้ำกระแสลม

ชายหาดเป็นพื้นที่อีกส่วนหนึ่งที่มักมีขยะทะเลถูกพัดพาขึ้นมาสะสมกันเป็นจำนวนมาก (ตัวอย่างดังรูปที่ 6) และส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณชายหาดได้อย่างน่าตกใจ Lavers และคณะวิจัย ได้ทำการสำรวจชายหาดและแนวต้นพืชริมหาดของเกาะ 2 แห่ง ที่อยู่ห่างไกลผู้คนออกไปมาก แต่กลับเป็นเกาะที่มีขยะถูกพัดพาไปทับถมเป็นจำนวนมาก การศึกษาพบว่าแนวขยะที่มาทับถมกันอยู่นั้นขัดขวางการใช้ชีวิตของปูเสฉวนในระบบนิเวศ โดยปูเสฉวนจะพลัดเข้าไปติดและเป็นสาเหตุการตายได้มากถึง 570,000 ตัวต่อปี ซึ่งอาจกระทบต่อปริมาณตามธรรมชาติของพวกมันได้ (Lavers et al., 2020) นอกจากระบบนิเวศชายฝั่งแล้ว การศึกษาผลกระทบของขยะพลาสติกกับสิ่งมีชีวิตบนบกยังมีไม่มากนัก กระทั่งในปี 2021 Blettleler and Mitchell (2021) ได้ทำการสำรวจโดยใช้ระบบอาสาสมัครช่วยสำรวจและถ่ายภาพการพบเหตุการณ์ที่สัตว์บนบกมีการสัมผัสกับขยะพลาสติกในพื้นที่ลุ่มน้ำแห่งหนึ่งในอาเจนตินา ทีมวิจัยได้รับรายงานกลับมา 90 เหตุการณ์ พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเหตุการณ์เกี่ยวกับนก (72%) ส่วนหนึ่งเป็นการเอาพลาสติกไปทำรัง อีกส่วนหนึ่งเป็นการถูกพันรัดร่างกาย ซึ่งกลุ่มที่ถูกพันรัดนี้ส่วนใหญ่ (60%) เป็นกรณีที่รุนแรงและทำให้ตายได้ โดยเฉพาะการถูกพันรัดโดยแหวนล็อคฝาขวด กับซากอุปกรณ์จับปลามักเป็นกรณีที่ต้องถูกจัดอยู่ในกลุ่มที่ส่งผลกระทบอย่างรุนแรง นอกจากนี้ ยังมีอีกทีมวิจัย Kolenda et al. (2021) ได้ทำการสำรวจผลกระทบของขยะพลาสติกต่อสิ่งมีชีวิตบนบกโดยใช้การวิเคราะห์ภาพจากอินเตอร์เน็ต โดยส่วนมากเป็นภาพจากพื้นที่ชุมชน พบว่า สัตว์ที่ได้รับผลกระทบส่วนใหญ่เป็นสัตว์มีกระดูกสันหลังซึ่งเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ตามด้วย

สัตว์เลื้อยคลาน นก ปลา และสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ นอกจากนี้ยังพบว่า สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมส่วนมากจะติดอยู่ในขวดปากกว้าง กระป๋องโลหะ แก้วน้ำ และขวดปากแคบ ส่วนสัตว์เลื้อยคลาน (ส่วนมากเป็นงู) มักติดอยู่ในกระป๋องเครื่องดื่ม ซึ่งเกือบทั้งหมดเป็นการที่หัวเข้าไปติดในภาชนะ สัตว์ส่วนหนึ่งที่ถูกผู้ถ่ายภาพช่วยไว้ได้ ก็มักมีอาการบาดเจ็บ เป็นแผล หรืออยู่ในสภาพที่ขาดน้ำและอาหาร ในขณะที่กลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังมักติดอยู่ในกระป๋องเครื่องดื่มและพบในรูปแบบที่ตายเป็นซากแล้ว

3. บทสรุป

ด้วยสมบัติความคงทนและลอยตัวไปได้ไกลในน้ำ ส่งผลให้ขยะทะเลส่วนใหญ่เป็นวัสดุที่ทำจากพลาสติก และด้วยลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่ทะเลเป็นปลายทางของแม่น้ำทุกสายบนโลก การสะสมตัวของขยะพลาสติกในทะเลจึงใกล้จะถึงจุดที่มีมากกว่าน้ำหนักปลาในมหาสมุทร ซึ่งขยะเหล่านี้ไม่ว่าจะตกค้างอยู่ที่ใดก็ล้วนเป็นส่วนเกินของธรรมชาติที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศได้อย่างมาก เปลือกหอยหนามทุเรียนที่ว่างเปล่าที่ครั้งหนึ่งเคยได้เติบโตและใช้ชีวิตอยู่ในขวดพลาสติกที่คณะทำงานพบเจอ ช่วยสะท้อนถึงผลกระทบด้านอื่นนอกจากการกินเข้าไป (Ingestion) นั่นคือ การเกาะติด/พันรัด/กักขัง ผลกระทบต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับลักษณะของการสัมผัสกันของสิ่งมีชีวิตและขยะพลาสติกในทะเล ซึ่งเมื่อมีการเกาะติด ก็อาจเป็นที่อยู่ใหม่ เฉกเช่นที่หอยหนามทุเรียนมีกรงทองเป็นขวดน้ำพลาสติก หอยแกลบมุกก็มีขวดแก้วเป็นกรงทองของตัวเอง แต่ก็ไม่อาจเป็นส่วนหนึ่งของระบบนิเวศโดยสมบูรณ์ได้ ยิ่งไปกว่านั้น การเกาะติดอาจทำให้เกิดการรุกรานของชนิดพันธุ์ต่างถิ่น เนื่องจากการขนย้ายสิ่งมีชีวิตที่เกาะติดจากที่แห่งหนึ่งไปยังอีกแห่ง ในส่วนของการถูกพันรัดมักจะเกิดกับสิ่งมีชีวิตที่มีการเคลื่อนที่ ตั้งแต่ นกทะเล สิงโตทะเล แมวน้ำ โลมา วาฬ ปลาฉลาม เต่าทะเล ซึ่งมักถูกพันรัดที่ปาก คอ ครีบ และหาง ซึ่งส่งกระทบในรูปแบบของการพันรัดให้เคลื่อนไหวลำบาก เคลื่อนไหวไม่ได้ ติดอยู่กับที่ หรือรัดติดจนเกิดการเฉือนเข้าไปในเนื้อเมื่อสัตว์นั้นเติบโตขึ้น ซึ่งมักจบลงด้วยความตาย ในส่วนของการถูกกักขัง มักเกิดกับสัตว์ที่ใช้ชีวิตอยู่บริเวณหน้าดินหรือแนวปะการัง เมื่อขยะตกลงมาและสัตว์เหล่านั้นหนีไม่ทันหรือพลัดหลงเข้าไป ก็จะถูกขังไว้ในนั้น ซึ่งหากไม่ใช่สัตว์ที่กรองอาหารกินแบบเจ้าหอยหนามทุเรียนและหอยมุกแกลบที่พวกเราพบ สัตว์เหล่านั้นก็จะค่อย ๆ ขาดอาหารจนตายพร้อมกับบาดแผลที่พยายามสะบัดตัวให้พ้นจากกรงขังที่ไม่มีทางออก เนื้อหาในบทความนี้ ชี้ให้เห็นว่า ไม่เพียงแต่การกินขยะพลาสติกเท่านั้นที่สามารถคร่าชีวิตสัตว์ทะเลได้ แต่ยังมีผลกระทบในด้านอื่นที่เป็นเหตุให้จำนวนสิ่งมีชีวิตลดลงได้ ซึ่งสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศล้วนมีบทบาทในห่วงโซ่อาหาร (Food chain) ทั้งสิ้น การสูญเสียความสมดุลของทั้งผู้ล่าและผู้ถูกล่าล้วนส่งผลต่อการใช้ชีวิตตามลำดับขั้นการกินในระบบนิเวศเดิม เมื่อขาดการกินอาหารตามขั้นต่าง ๆ อาจส่งผลต่อการกินข้ามลำดับห่วงโซ่อาหาร (Food web) และส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศโดยรวมในที่สุด ซึ่งในภาพที่ใหญ่กว่านั้น อาจนำไปสู่การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity loss) ได้อีกด้วย

การจัดการปัญหาขยะทะเลเป็นปัญหาที่คนทั้งโลกต้องให้ความสนใจ และให้การสนับสนุนอย่างจริงจัง ทั้งจากภาครัฐและประชาชน ตั้งแต่ปลายทางย้อนกลับไปถึงต้นทาง ตั้งแต่การรณรงค์ สร้างจิตสำนึก ป้องกันหรือบังคับใช้กฎหมายไม่ให้มีการทิ้งขยะทั้งบนแผ่นดินและในทะเล โดยเฉพาะอุปกรณ์จับปลา การจัดการขยะ

ก่อนทิ้ง เช่น การตัดขยะที่มีลักษณะเป็นห่วงก่อนทิ้งเพื่อที่หากหลุดลอดไปยังทะเลก็จะไม่ไปพันรัดลำตัวของใคร การลดละเลิกการใช้วัสดุอุปกรณ์บางประเภทที่มักพบว่าก่อให้เกิดการพันรัด เช่น ลูกโป่ง และสิ่งอื่น ๆ ที่มีลักษณะเป็นวงห่วง ไปกระทั่งถึงการออกแบบผลิตภัณฑ์ไม่ให้เกิดผลกระทบในด้านนี้ เป็นต้น

ในขณะที่โลกใบนี้มีพื้นที่แผ่นดินให้อาศัยอยู่เพียง 1 ใน 3 ของโลก แต่มนุษย์ที่มีประชากรน้อยกว่าสัตว์ทุกชนิดบนโลกรวมกัน ได้สร้างผลกระทบมากมายจากการใช้ชีวิตของตน กิจกรรมต่าง ๆ ของเราได้ทิ้งสิ่งแปลกปลอมไว้ในธรรมชาติที่ไม่สามารถสลายไปได้โดยง่าย และระหว่างช่วงชีวิตของขยะเหล่านั้นก็ได้ทำร้ายผู้ที่ใช้โลกร่วมกับเรามาตลอดทาง สุดท้ายพลาสติกเหล่านั้นก็กลับมาหาผู้ที่สร้างมันขึ้นในรูปแบบของไมโครพลาสติก ที่ตอนนี้มีงานวิจัยรับรองว่ามีปนเปื้อนอยู่ในทุกตัวกลางในสิ่งแวดล้อม ทั้งอากาศ น้ำ และดิน ในขณะนี้พวกเราเองก็อาจไม่ต่างจากเจ้าหอยหนามทุเรียนในขวดตัวนั้นที่ติดอยู่ท่ามกลางขยะพลาสติกในรูปของมลพิษไมโครพลาสติก ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่ามาตรการต่าง ๆ และจิตสำนึกที่ดีของมนุษย์ผู้ต้องขออาศัยอยู่บนโลกใบนี้เช่นเดียวกันกับสัตว์อื่นจะดีพอและมาทันเวลา ก่อนที่อะไร ๆ มันจะสายเกินไปกว่านี้ ... เมื่อกบรู้แล้วว่าน้ำในหม้อต้มร้อน (The Boiled Frog Theory) ก็ต้องรีบกระโดดหนี หวังว่าจะหนีทัน เพราะหม้อต้มน้ำนี้ไม่ใช่กรงทองในมหาสมุทรของเจ้าหอยหนามทุเรียนเป็นแน่แท้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ดร.เสธ์ ทรงพลอย และนายอานุภาพ พานิชผล ที่ให้ความอนุเคราะห์ดำน้ำเก็บขยะทะเลจากแนวปะการัง ขอบคุณ กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง เครือข่ายผู้พบและช่วยชีวิตเต่าทะเล คุณกิตติสัณห์ กฤตยาเจริญพงศ์ คุณ iMancamera และ คุณครูจูลี่ ที่ให้ความอนุเคราะห์ภาพถ่ายเพื่อนำมาประกอบบทความ ขอขอบคุณ คุณมนตรี สุมณฑา และคุณสมหวัง ปัทมคันธิน ที่ได้ช่วยระบุชื่อของสัตว์ที่ปรากฏในบทความ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการขยะทะเลและไมโครพลาสติกในแนวปะการัง เขตน้ำขึ้นน้ำลงและชายหาด ของหมู่เกาะสีชัง ภายใต้การสนับสนุนงบประมาณจากกองทุนรัชดาภิเษกสมโภช จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีงบประมาณ 2564

เอกสารอ้างอิง

Afonsa AS, & Fidelis L. The fate of plastic-wearing sharks: Entanglement of an iconic top predator in marine debris. Marine Pollution Bulletin (2023) 194 115326.

Bergmann M. (Ed.) Marine Anthropogenic Litter. Springer, Cham. (2015)

Blettleler MCM, & Mitchell C. Dangerous traps: Macroplastic encounters affecting freshwater and terrestrial wildlife. Science of the Total Environment (2021) 798 149317.

Cesarini G, Secco S, Battisti C, Questino , Marcello L, Scalici M. Temporal changes of plastic litter and associated encrusting biota: Evidence from Central Italy (Mediterranean Sea). Marine Pollution Bulletin (2022) 181 113890.

Corami F, Rosso B, Roman M, Picone M, Gambaro A, Barbante C. Evidence of small microplastics (< 100 μm) ingestion by Pacific oysters (Crassostrea gigas): A novel method of extraction, purification, and analysis using Micro-FTIR. Marine Pollution Bulletin 160 (2020) 111606.

Deudero S, & Alomar C. Mediterranean marine biodiversity under threat: reviewing influence of marine litter on species. Marine Pollution Bulletin (2015) 98 58–68.

Ellen MacArthur Foundation. The New Plastics Economy: Rethinking the future of plastics & catalysing action (2017).

Gallitelli L, Cesarini G, Sodo A, Cera A, Scalici M. Life on bottles: Colonisation of macroplastics by freshwater biota. Science of the Total Environment (2023) 873 162349.

Giskes I, Baziuk J, Pragnell-Raasch H, Perez Roda A. Report on good practices to prevent and reduce marine plastic litter from fishing activities. Rome and London, Food and Agriculture Organization & International Maritime Organization (2022) 80.

Gunasekaran K, Mghili B, Bottari T, Mancuso M, Machendiranathan M. Ghost fishing gear threatening aquatic biodiversity in India. Biological Conservation (2024) 291 110514.

Kolenda K, Pawlik M, Ku´smierek N, Smolis A, Kadej M. Online media reveals a global problem of discarded containers as deadly traps for animals. Scientific Reports (2021) 11 267.

Lavers JL, Sharp PB, Stuckenbrock S, Bond AL. Entrapment in plastic debris endangers hermit crabs. Journal of Hazardous Materials (2020) 387 121703.

Mghili B, Keznine M, Analla M, Aksissou M. The impacts of abandoned, discarded and lost fishing gear on marine biodiversity in Morocco. Ocean and Coastal Management (2023) 239 106593.

Omeyer LCM, Duncan EM, Abreo NAS, Acebes JMV, AngSinco-Jimenez LA, Anuar ST, ... Godley BJ. Interactions between marine megafauna and plastic pollution in Southeast Asia. Science of the Total Environment (2023) 874 162502.

Raum-Suryan KL, Jemison LA, Pitcher KW, Entanglement of Steller sea lions (Eumetopias jubatus) in marine debris: Identifying causes and finding solutions. Marine Pollution Bulletin (2009) 58 1487–1495.

Rech S, Salmina S, Borrell Pichs YJ, García-Vazquez E. Dispersal of alien invasive species on anthropogenic litter from European mariculture areas. Marine Pollution Bulletin (2018) 131 10–16.

Ryan, PG. Entanglement of birds in plastics and other synthetic materials. Marine Pollution Bulletin (2018) 135 159–164.

Tillie, Carolyn. Oyster: a global history. Reaktion Books (2021).

Tim Brinkhof. In The Great Pacific Garbage Patch, New Marine Ecosystems Are Flourishing. Knowable Magazine (2023). https://knowablemagazine.org/content/article/food-environment/2023/in-great-pacific-garbage-patch-new-marine-ecosystems.

Waluda CM, & Staniland IJ. Entanglement of Antarctic fur seals at Bird Island, South Georgia. Marine Pollution Bulletin (2013) 74 244–252.

Weinstein J, Crocker BK, Gray AD. From macroplastic to microplastic: Degradation of high-density polyethylene, polypropylene, and polystyrene in a salt marsh habitat. Environmental Toxicology and Chemistry (2016) 35(7) 1632–1640.

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 10 อันดับขยะทะเลที่พบมากที่สุดในทะเลไทย ปี พ.ศ. 2564 (2565). สืบค้นเมื่อ 30 พฤษภาคม 2566, จาก https://www.dmcr.go.th/detailAll/57352/nws/191/

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2565). รายงานประจำปี 2565 ANNUAL REPORT 2022. กรุงเทพฯ.

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. สถานภาพขยะทะเล (2564), ปรับปรุงข้อมูล ณ วันที่ 17 กรกฎาคม 2566 (2566). สืบค้นเมื่อ 16 มกราคม 2567, จาก https://km.dmcr.go.th/c_260/d_19695

ธนีรีตน์ ธนวัตน์ และคณะ. 12 เกาะ 12 แนวปฏิบัติในการจัดการขยะ (2566). สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย.

ศรุต ข่ายแก้ว. ประเภท ปริมาณ และการกระจายตัวของขยะพลาสติกจากกิจกรรมของมนุษย์ในเขตน้ำขึ้นน้ำลง บริเวณเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี ประเทศไทย (2559). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิตสาขา, คณะวิทยาศาสตร์,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อาสาม และ เทพอมร แสงธรรมาพิทักษ์. เปิดสถิติ “ขยะทะเล” พลาสติกยังแชมป์ ปี 63 ไหลผ่าน 9 ปากแม่น้ำ 145 ตัน. ไทยรัฐออนไลน์ 26 ก.พ. 2564.