

ความเป็นไปได้ในการประเมินผลกระทบด้านเศรษฐกิจ และสังคมจากการเพิ่มความเป็นกรดของทะเลบริเวณอ่าวไทย

Potential Socio-economic Impact Assessment of Ocean Acidification in the Gulf of Thailand

สุภาวดี ฮะมะณี

คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail : supawadee.ha@spu.ac.th

บทคัดย่อ

กิจกรรมของมนุษย์ที่ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการเพิ่มความเป็นกรดของทะเล ซึ่งเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญในระดับโลก บทความวิชาการนี้ประเมินความเป็นไปได้ของผลกระทบด้านเศรษฐกิจและสังคมจากการเพิ่มความเป็นกรดของทะเลบริเวณอ่าวไทย โดยการศึกษาผลกระทบที่มีต่อระบบนิเวศทางทะเลและชายฝั่ง และการบริการทางระบบนิเวศ ผลกระทบทางนิเวศวิทยาเกิดขึ้นในชนิดพันธุ์ แหล่งที่อยู่ และกระบวนการทางนิเวศวิทยาต่างๆ ภาคส่วนที่ได้รับผลกระทบมาก ได้แก่ การท่องเที่ยวและนันทนาการ การประมง การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การสะสมคาร์บอนมูลค่าการคงอยู่ และมูลค่าเพื่อลูกหลาน ของชนิดพันธุ์และแหล่งที่อยู่ บทความวิชาการนี้ยังมุ่งเน้นถึงข้อจำกัด ของข้อมูลด้านนิเวศวิทยาและด้านเศรษฐกิจและสังคม ที่ใช้สำหรับประเมินผลกระทบจากการเพิ่มความเป็นกรดของทะเลบริเวณอ่าวไทย พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะที่เกี่ยวข้อง

คำสำคัญ : การเพิ่มความเป็นกรดของทะเล การบริการทางระบบนิเวศ การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ อ่าวไทย

ABSTRACT

The increase in anthropogenic emissions of carbon dioxide causes ocean acidification which is a significant global environmental problem. The present paper assesses the potential socio-economic impacts of ocean acidification in the Gulf of Thailand through investigating impacts on marine and coastal ecosystems and their ecological services. The ecological impacts are observed in various species, habitats and ecological processes. The main affected sectors are tourism and recreation, fisheries, mariculture, carbon sequestration and existence and bequest values associated with species and habitats. This paper also highlights the limitation of ecological and socio-economic data for assessing the impacts of ocean acidification in the Gulf of Thailand and provides some relevant recommendations.

KEYWORDS : Ocean Acidification, Ecosystem Service, Economic Valuation, Gulf of Thailand

บทนำ

งานวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของผลกระทบด้านเศรษฐกิจและสังคมจากการเพิ่มความเป็นกรดของทะเลมีจำกัด เฉพาะทะเลเมดิเตอร์เรเนียนเท่านั้นที่มีการศึกษาอย่างละเอียด (Rodrigues et. al., 2013) เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีจำนวนประชากรมากจากหลายประเทศและหลากหลายวัฒนธรรม สำหรับอ่าวไทยก็เป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เพราะเป็นทะเลที่มีความเชื่อมโยงของ 4 ประเทศ ได้แก่ ไทย กัมพูชา เวียดนาม และมาเลเซีย ทำให้อ่าวไทยได้รับผลกระทบสิ่งแวดล้อมในหลายด้าน ทั้งบริเวณทะเลชายฝั่งและไกลฝั่ง การเพิ่มความเป็นกรดของทะเล การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ การประมงเกินขนาด และมลพิษทางทะเล เป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมสำคัญที่ส่งผลให้ความหลากหลายทางชีวภาพทางทะเลลดลง และก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศชายฝั่งทะเลที่สำคัญ เช่น แนวปะการัง แหล่งหญ้าทะเล และป่าชายเลน

การเพิ่มความเป็นกรดของทะเล เกิดจากการที่คาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศมีมากขึ้น จึงส่งผลให้คาร์บอนไดออกไซด์ละลายในน้ำทะเลมากขึ้น ผลที่ตามมา คือน้ำทะเลซึ่งอยู่ในภาวะความเป็นด่างจะมีความเป็นด่างลดลง และมีความเข้มข้นของคาร์บอเนตไอออนในน้ำทะเลลดลง (IPCC, 2007) จึงส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตหลายชนิดในทะเลที่มีโครงสร้างเป็นหินปูน เช่น แพลงก์ตอน ปะการัง หอย (Feely et. al., 2008) นอกจากนี้ยังอาจส่งผลกระทบต่อแหล่งที่อยู่ของสัตว์ทะเล เช่น แนวปะการัง แม้ว่า การทำนายผลกระทบจากการเพิ่มความเป็นกรดของทะเลจะมีความยาก แต่ผลกระทบนี้ดูเหมือนว่าจะไม่ใช่เฉพาะแต่กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่สร้างหินปูน อาจรวมไปถึงกลุ่มปลาเศรษฐกิจต่างๆ ด้วย เพราะการเพิ่มความเป็นกรดของทะเล อาจส่งผลกระทบต่อสายใยอาหารและอาจเพิ่ม ผลกระทบจากปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น การสร้างหินปูน ผลผลิตขั้นปฐมภูมิ วัฏจักรสารอาหาร และความสามารถของมหาสมุทรในการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์

ผลกระทบจากการเพิ่มความเป็นกรดของทะเลในทะเลอ่าวไทยมีความเกี่ยวข้องกับการบริการทางระบบนิเวศที่ได้รับจากระบบนิเวศทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทย ซึ่งสามารถ

จัดแบ่งเป็นกลุ่มดังนี้ (MEA, 2003; Beaumont et. al., 2007; Rodrigues et. al., 2013)

1. การจัดเตรียมเสบียงสำหรับอาหารและทรัพยากรทางทะเลอื่นๆ
2. การควบคุมสภาพภูมิอากาศ
3. การเป็นแหล่งสะสมคาร์บอน
4. การป้องกันชายฝั่ง
5. การสนับสนุนการท่องเที่ยวและนันทนาการ
6. การให้บริการด้านวัฒนธรรม และคุณค่าการคงอยู่ของชนิดพันธุ์และแหล่งที่อยู่

การให้บริการทางระบบนิเวศข้างต้นมีความเกี่ยวข้องกับภาคเศรษฐกิจต่างๆ เช่น การท่องเที่ยวและนันทนาการ ชายฝั่งทะเล การเก็บเปลือกหอย การประมง และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การสูญเสียผลประโยชน์จากการบริการทางระบบนิเวศ เนื่องจากการเพิ่มความเป็นกรดของทะเล มีความสัมพันธ์กับการควบคุม ตัวอย่างที่ชัดเจน คือ การเป็นแหล่งสะสมคาร์บอนของทะเล ซึ่งจะมีส่วนช่วยในการควบคุมความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศ และลดผลกระทบจากภาวะโลกร้อน

นอกจากนี้ผลประโยชน์ที่เกิดจากมูลค่าการคงอยู่ของทะเลจำเป็นต้องมีการประเมินด้วย ซึ่งจะสะท้อนความพึงพอใจของประชาชน และนำไปสู่การอนุรักษ์หรือคุ้มครองชนิดพันธุ์และแหล่งที่อยู่ในปัจจุบัน และรุ่นลูกรุ่นหลานในอนาคต

การวิเคราะห์การเพิ่มความเป็นกรดของทะเลที่มีผลกระทบต่อการกินดีอยู่ดีของมนุษย์ จำเป็นต้องมีการศึกษาความเปราะบางและภูมิคุ้มกันของชนิดพันธุ์และระบบนิเวศหลักที่มีต่อการเพิ่มความเป็นกรดของทะเลในอ่าวไทย ซึ่งต้องอาศัยผลการศึกษาจากเทคนิคและวิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของชนิดพันธุ์และระบบนิเวศที่มีความสัมพันธ์กับการให้บริการของระบบนิเวศ นอกจากนี้ยังต้องอาศัยการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ เช่น การเพิ่มขึ้นของรายได้ ต้นทุนการเดินทาง อุปสงค์ของการท่องเที่ยว ฯลฯ ประเด็นที่มีความซับซ้อนมาก คือ ผลกระทบร่วมกันของปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่มีต่อระบบนิเวศทางทะเล เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ส่งผลให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น และเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

น้ำทะเล การประมงเกินขนาด มลพิษทางน้ำ และภาวะการณ ขาดออกซิเจนของแหล่งน้ำ ปัจจัยเหล่านี้ทำให้การประเมิน ผลกระทบเฉพาะการเพิ่มความเป็นกรดของทะเลมีความยาก ลำบาก

การประเมินผลกระทบอาจดำเนินการในระดับพื้นที่ ขนาดเล็ก และเพิ่มขนาดเป็นระดับภูมิภาค และระดับชาติ จนถึงในภาพรวมในบริเวณอ่าวไทย ในบางกรณีอาจจำเป็นต้องอาศัยการประมาณมูลค่าจากพื้นที่อื่นๆ ที่มีการศึกษา แล้วอย่างละเอียดย หรือใช้วิธีสังเคราะห์ทางสถิติจาก ฐานข้อมูลใหญ่ การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์จะ เกี่ยวข้องกับเครื่องมือต่างๆ เช่น ราคาตลาด การวิเคราะห์ อุปสงค์ แบบจำลอง ฯลฯ นอกจากนี้ยังใช้วิธีการประเมิน มูลค่าที่ไม่มีราคาตลาด เช่น วิธีต้นทุนการเดินทาง วิธีการ ประเมินมูลค่าที่อาจเกิดขึ้น (Contingent Valuation Methods) ฯลฯ

ผลกระทบทางนิเวศวิทยาจากการเพิ่มความเป็น กรดของทะเล

การประเมินผลกระทบด้านเศรษฐกิจสังคมจาก การเพิ่มความเป็นกรดของทะเลจำเป็นต้องอาศัยองค์ความรู้ เกี่ยวกับผลกระทบต่อชนิดพันธุ์ แหล่งที่อยู่ และกระบวนการ ทางนิเวศวิทยา ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1

ผลกระทบที่มีต่อชนิดพันธุ์ แหล่งที่อยู่ และ กระบวนการทางนิเวศวิทยาข้างต้นจะส่งผลทำให้คุณค่า การบริการทางระบบนิเวศในด้านการจัดเตรียมเสบียง การควบคุม วัฒนธรรม และการสนับสนุนลดน้อยลง ซึ่งจำเป็นต้องใช้วิธีการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ ที่เหมาะสมและสอดคล้องกับข้อมูลด้านนิเวศวิทยา

การศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับ การเพิ่มความเป็นกรดของทะเล

ปัจจุบันงานวิจัยด้านผลกระทบจากการเพิ่ม ความเป็นกรดของทะเลต่อเศรษฐกิจและสังคมเริ่มมีการศึกษา ในหลายพื้นที่ของฝั่งมหาสมุทรแอตแลนติก และกลุ่มประเทศ ที่พัฒนาแล้ว รายงานการศึกษาส่วนใหญ่มุ่งเน้นประเด็น เกี่ยวกับมิติด้านนิเวศวิทยาและเศรษฐศาสตร์ เช่น รายได้จากการประมง ความมั่นคงทางอาหาร ผลกระทบ และการตอบสนอง การกำหนดนโยบาย ฯลฯ (Cooley et. al., 2009; Cooley & Doney, 2009; Ray, 2011; Kelly et. al., 2011; Harrould-Kolieb & Herr, 2012; Le Quesne & Pinnegar, 2012)

จากการประเมินต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของ การสูญเสียแนวปะการังทั่วโลก เนื่องจากการเพิ่มความเป็น กรดของทะเลในศตวรรษนี้ โดยใช้แบบจำลองทาง

ตารางที่ 1 สรุปผลกระทบทางนิเวศวิทยาจากการเพิ่มความเป็นกรดของทะเล

ผลกระทบทางนิเวศวิทยา	
ชนิดพันธุ์	กลุ่มสิ่งมีชีวิตในมวลน้ำ - แพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton): คอคโคลิโธเฟอร่า (Coccolithophore), ไดโนแฟลกเจลเลต (Dinoflagellate) - แพลงก์ตอนสัตว์ (Zooplankton): โคพีพอด (Copepod), ฟอรัมมินิเฟอร่า (Foraminifera), แมงกะพรุน กลุ่มสิ่งมีชีวิตพื้นทะเล - สาหร่ายสีแดง - ปะการัง - หอยฝาเดียว - หอยสองฝา - หอยทาก กลุ่มผู้บริโภคลำดับสูงขึ้นในห่วงโซ่อาหาร
แหล่งที่อยู่	แนวปะการัง แหล่งหอยทาก
กระบวนการทางนิเวศวิทยา ผลผลิตขั้นปฐมภูมิ การสร้างหินปูน วัฏจักรสารอาหาร ปฏิกริยาตรึงคาร์บอน	

คณิตศาสตร์ พบว่า ในบางกรณีอาจทำให้สูญเสียมากถึง 870 พันล้านเหรียญสหรัฐต่อปี (Brander et. al., 2009) จากประมาณการความสูญเสียทางเศรษฐกิจเนื่องจากผลกระทบจากการเพิ่มความเป็นกรดของทะเลต่อกลุ่มหอยทั่วโลก อาจมีมากกว่า 100 พันล้านเหรียญสหรัฐภายในศตวรรษที่ 21 (Narita et. al., 2011)

แม้ว่ามูลค่าทางเศรษฐกิจและสังคมของผลกระทบจากการเพิ่มความเป็นกรดของทะเลมีค่าน้อยเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์มวลรวมของโลก แต่การประเมินผลกระทบดังกล่าวไม่ได้พิจารณาในประเด็นที่ความสูญเสียเกิดขึ้นอย่างถาวรในกรอบเวลาหลายทศวรรษหรือนับศตวรรษ และยังมีความไม่แน่นอนของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับผลกระทบและความเชื่อมโยงที่นำไปสู่ผลกระทบทางอ้อมซึ่งจะมีผลต่อการประเมินความสูญเสียทางเศรษฐกิจในภาพรวม

การประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจจากการเพิ่มความเป็นกรดของทะเลบริเวณอ่าวไทย

อ่าวไทยเป็นอ่าวกึ่งปิดในฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก (ตะวันตกของทะเลจีนใต้) ล้อมรอบด้วย 4 ประเทศในกลุ่มอาเซียน ได้แก่ กัมพูชา มาเลเซีย ไทย และเวียดนาม โดยมีขอบเขตจากแหลมกาเมา (Camau) ทางตอนใต้ของเวียดนาม (ทางตอนใต้ของปากแม่น้ำโขง) จนถึงเมืองโกตาบารู (Kota Bharu) ทางฝั่งตะวันออกของชายฝั่งมาเลเซีย อ่าวไทยมีพื้นที่ประมาณ 320,000 ตารางกิโลเมตร มีความลึกเฉลี่ย 45 เมตร และส่วนที่ลึกที่สุดประมาณ 80 เมตร (Wattanayakorn, 2006) เนื่องจากอ่าวไทยได้รับปริมาณสารอาหารจำนวนมากจากแม่น้ำต่างๆ จึงทำให้มีผลผลิตขั้นปฐมภูมิสูง (มากกว่า 300 กรัมคาร์บอนต่อตารางเมตรต่อปี) (Piyakanchana, 1989)

ประชากรบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยมีมากกว่า 112 ล้านคน (Talaue-McManus, 2000; Wilkinson et. al., 2005) ทรัพยากรธรรมชาติในอ่าวไทยมีความอุดมสมบูรณ์ จึงก่อให้เกิดประโยชน์ต่อชุมชนชายฝั่งในภูมิภาคนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งประโยชน์ที่ได้รับจากการท่องเที่ยว การประมง และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

การท่องเที่ยวและนันทนาการ

แหล่งท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียงในอ่าวไทย ได้แก่ เกาะสมุย เกาะพะงัน หมู่เกาะอ่างทอง เกาะเต่า (สุราษฎร์ธานี) หัวหิน (ประจวบคีรีขันธ์) ชะอำ (เพชรบุรี) พัทยา (ชลบุรี) หมู่เกาะเสม็ด (ระยอง) หมู่เกาะช้าง (ตราด) เกาะพูดอก (Koh Puos), วิคตอเรีย (Victoria), หาดโซคา (Sokha Beach), หาดโอจีอูเตียล (Occheuteal Beach) และ หาดอุเทร (Ou Treh Beach) (สีหนุวิลล์ (Preah Sihanouk), กัมพูชา) เกาะฟูกวัก (Phu Quoc Island) (เกียงยาง (Kien Giang), เวียดนาม) และ กาเมา (กาเมา, เวียดนาม) (Williams et. al., 2012)

ภาคการท่องเที่ยวในอ่าวไทยมีความสำคัญมากทางเศรษฐกิจ กิจกรรมการท่องเที่ยวที่สำคัญ ได้แก่ การเล่นน้ำชายหาด การดำน้ำ การตกปลาเพื่อนันทนาการ อาจได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมที่มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มความเป็นกรดของทะเล เช่น การระบาดของแมงกะพรุน อาจก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพแก่นักท่องเที่ยว

การประมง

สัตว์น้ำที่จับได้จากประมงทะเลในบริเวณอ่าวไทย มีหลากหลายชนิด ได้แก่ ปลาเศรษฐกิจ ปลาเบ็ด หมึก กุ้ง ปู ฯลฯ ในอดีตทรัพยากรประมงทะเลส่วนใหญ่เป็นกลุ่มปลาฉิวน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กลุ่มปลาทุ (Rastrelliger spp.) และปลากะตัก (Stolephorus spp.) ซึ่งมาจากประมงพื้นบ้านและขายในตลาดท้องถิ่น (Pauly and Chuenpagdee, 2003) ต่อมาเมื่อมีการประมงอวนลาก ทำให้มีการจับสัตว์น้ำอื่นๆ เป็นจำนวนมาก ได้แก่ ปลาทรายแดง (Nemipterus spp.) ปลาตาหวาน (Pemppheris adspersa) ปลาปากคม (Saurida elongata), ปลาจวด (Johnius sp., Larimichthys sp., Pennahia sp.), กุ้ง (Penaeus spp.) ปลาลิ้นหมา และหมึก (Piyakanchana, 1989; Chuenpagdee and Pauly, 2004)

ปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้มีมากถึง 700,000 ตัน (ปี ค.ศ. 2004) จึงทำให้ทุกประเทศบริเวณอ่าวไทยได้รับผลประโยชน์มหาศาลจากประมงทะเล อย่างไรก็ตามมีหลักฐานชัดเจนว่า การประมงในอ่าวไทยอยู่ในภาวะที่เกิน

ชิดจำกัด และทำให้ทรัพยากรสัตว์น้ำที่จับได้ลดลงมากกว่า 90% ในช่วงสามทศวรรษที่ผ่านมา นอกจากนี้ยังทำให้องค์ประกอบของสัตว์น้ำเปลี่ยนแปลงไป โดยจับได้ปลาที่มีขนาดเล็กลงและเป็นกลุ่มที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจน้อยลง (Eiamsa-Ard and Amornchairojkul, 1997; Christensen, 1998; Piyakarnchana, 1999; Pauly and Chuenpagdee, 2003)

การประมงในอ่าวไทยได้รับผลกระทบจากการประมงเกินขนาด ความเสื่อมโทรมของแหล่งที่อยู่ตามธรรมชาติ และมลพิษทางทะเล มาอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นการเพิ่มความเป็นกรดของทะเลจึงเป็นปัจจัยเสริมที่ทำให้ภาคการประมงได้รับผลกระทบมากขึ้น

การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีความสำคัญต่อความมั่นคงทางอาหารและเศรษฐกิจของประเทศไทย เกษตรกรมักเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีราคาสูงเพื่อการส่งออก ผลผลิตจากการเพาะเลี้ยงสัตว์ทะเลในปี ค.ศ. 2003 มีประมาณ 450,000 ตัน โดยสัตว์ที่มีการเพาะเลี้ยงมาก ได้แก่ กุ้งกุลาดำ (*Penaeus Monodon*) กุ้งขาว (*Penaeus Vanamei*) หอยแมลงภู่ (*Perna Viridis*) หอยแครง (*Anadara spp.*) และหอยนางรม (*Crassostrea Commercialis*) ประเทศไทยมีฟาร์มกุ้ง 31,179 ฟาร์ม ในพื้นที่ดำเนินการ 743.9 ตารางกิโลเมตร มีผลผลิตรวม 64,923 ตัน (ปี ค.ศ. 2002) นอกจากนี้ยังมีการเพาะเลี้ยงปลาทะเลที่สำคัญ ได้แก่ กลุ่มปลากะรัง และปลากะพง โดยมีจำนวนฟาร์มปลาทะเลทั้งหมด 6,482 ฟาร์ม ในพื้นที่ 7.2 ตารางกิโลเมตร (ปี ค.ศ. 2002) (FAO, 2013)

การเพาะเลี้ยงสัตว์ทะเลก็เป็นอีกภาคเศรษฐกิจหนึ่งที่ได้รับผลกระทบจากการเพิ่มความเป็นกรดของทะเลทั้งทางตรง และทางอ้อม ซึ่งมีความยากในการประเมินผลกระทบทั้งหมด

แหล่งหญ้าทะเลและแนวปะการัง

แหล่งหญ้าทะเลในบริเวณทะเลอ่าวไทยมีพื้นที่ประมาณ 25 ตารางกิโลเมตร มีชนิดพันธุ์หญ้าทะเล 10 ชนิด ที่พบใน 13 จังหวัดตามแนวชายฝั่งทะเลอ่าวไทย แหล่งหญ้า

ทะเลเป็นที่อยู่อาศัย หาอาหาร เพาะพันธุ์ และเลี้ยงดูตัวอ่อนของสัตว์น้ำนานาชนิด ซึ่งรวมถึงสัตว์เศรษฐกิจจากการประมงทะเลด้วย

แนวปะการังในบริเวณอ่าวไทยมีพื้นที่มากกว่า 150 ตารางกิโลเมตร โดยจังหวัดที่มีพื้นที่แนวปะการังมาก ได้แก่ สุราษฎร์ธานี ชุมพร ชลบุรี ระยอง และตรัง แนวปะการังเป็นระบบนิเวศที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงที่สุดในทะเล เป็นแหล่งที่อยู่อาศัย แหล่งอาหาร และแหล่งสืบพันธุ์ของสัตว์น้ำเศรษฐกิจจำนวนมาก นอกจากนี้แนวปะการังยังเป็นฐานทรัพยากรที่สำคัญสำหรับภาคการท่องเที่ยวด้วย อย่างไรก็ตามแนวปะการัง และแหล่งหญ้าทะเลมีความเสื่อมโทรมลงด้วยสาเหตุต่างๆ ทั้งจากปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ และการรบกวนของมนุษย์ (UNEP SCS, 2008; Suttacheep et. al., 2013; Yeemin et al., 2013)

จากรายงานการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า มหาสมุทรสามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มาจากกิจกรรมของมนุษย์ได้ประมาณ 25% (Sabine et. al., 2004; Khatiwala et. al., 2009; Le Quéré et. al., 2009) ระบบนิเวศชายฝั่งทะเล เช่น ปากแม่น้ำ ป่าชายเลน และแหล่งหญ้าทะเลมีบทบาทสำคัญในการกักเก็บคาร์บอน ซึ่งจะช่วยลดผลกระทบจากปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก ผลกระทบทางเศรษฐกิจจากการเพิ่มความเป็นกรดของทะเลไม่เพียงแต่เฉพาะผลกระทบโดยตรงจากการใช้ทรัพยากรทางทะเล แต่ยังรวมถึงผลกระทบทางอ้อมที่ครอบคลุมพื้นที่ทางภูมิศาสตร์มาก ผลกระทบที่มีต่อภาคการท่องเที่ยวและการประมง จะส่งผลกระทบต่อภาคเศรษฐกิจอื่นด้วย เช่น การสร้างรายได้ การใช้จ่ายของผู้บริโภคที่เกี่ยวข้อง การค้าระหว่างประเทศ ฯลฯ หากจำนวนนักท่องเที่ยวในอ่าวไทยลดลง เนื่องจากผลกระทบของการเพิ่มความเป็นกรดของทะเล จะส่งผลให้เกิดการสูญเสียรายได้ของกิจกรรมในภาคการท่องเที่ยว เช่น การขนส่ง โรงแรม ร้านอาหาร โรงงานผลิตอาหาร และอาจรวมถึงการก่อสร้างและธุรกิจบริการอื่นๆ

สรุปผลการประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจจากการเพิ่มความเป็นกรดของทะเลบริเวณอ่าวไทย ซึ่งครอบคลุมด้านการท่องเที่ยว และนันทนาการ การประมง การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และประเด็นที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สรุปการประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจจากการเพิ่มความเป็นกรดของทะเลบริเวณอ่าวไทย

ความสำคัญทางเศรษฐกิจ	ระดับผลกระทบทางเศรษฐกิจ	วิธีการประเมิน	ปัญหา/อุปสรรค/ข้อจำกัด
มูลค่าที่เกิดจากการใช้โดยตรง (Direct use value) การท่องเที่ยวและนันทนาการ	น้อย/มาก (ขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ระบบนิเวศ รูปแบบและกิจกรรมการท่องเที่ยว)	Market-based valuation (การวิเคราะห์อุปสงค์ (Demand Analysis); การวิเคราะห์ราคา (Price Analysis); การวิเคราะห์ดุลยภาพบางส่วน (Partial Equilibrium Analysis) Non-market valuation วิธีต้นทุนการเดินทาง (Travel Cost Method); Hedonic Price)	- การตอบสนองของนักท่องเที่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านนิเวศวิทยามีความไม่แน่นอน และไม่มีข้อมูลสนับสนุน
การประมง	น้อย/มาก (ขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์)	Market-based valuation (การวิเคราะห์อุปสงค์ (Demand Analysis); การวิเคราะห์ราคา (Price Analysis); การวิเคราะห์ดุลยภาพบางส่วน (Partial Equilibrium Analysis)	- ผลกระทบจากการประมงเกินขนาด อาจมีมากกว่า - ไม่ทราบผลกระทบในระดับระบบนิเวศ - ไม่ทราบระดับการปรับตัว
การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	ไม่มี/น้อย/มาก (ขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ และรูปแบบการจัดการ)	Market based valuation (การวิเคราะห์อุปสงค์ (Demand Analysis); การวิเคราะห์ราคา (Price Analysis); การวิเคราะห์ดุลยภาพบางส่วน (Partial Equilibrium Analysis);	- สามารถควบคุมเพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบ
มูลค่าที่เกิดจากการมิได้ใช้ (Non-use values) มูลค่าการคงอยู่ และมูลค่าเพื่อลูกหลานของชนิดพันธุ์ และแหล่งที่อยู่	ไม่มี/น้อย	Non-market valuation methods การประเมินมูลค่าจากสถานการณ์สมมติ (Contingent Valuation); แบบจำลองทางเลือก (Choice Modelling)	- ความตระหนักถึงชนิดพันธุ์ และแหล่งที่อยู่ที่เกี่ยวข้อง - ปัญหาการกำหนดมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของธรรมชาติ

สรุปผล

การเพิ่มความเป็นกรดของทะเลเป็นผลจากกิจกรรมของมนุษย์ที่ทำให้ขีดความสามารถในการให้บริการของระบบนิเวศทางทะเล และชายฝั่งต่อมนุษย์ลดน้อยลง ผลกระทบที่มีความเป็นไปได้ในบริเวณอ่าวไทย ได้แก่ ภาดการท่องเที่ยว การประมง การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การกักเก็บคาร์บอนของทะเล มูลค่าการคงอยู่ และมูลค่าเพื่อลูกหลานของชนิดพันธุ์ และแหล่งที่อยู่ในทะเล

การประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจ และสังคมจากการเพิ่มความเป็นกรดของทะเลมีข้อจำกัดหลายประการ งานวิจัยส่วนใหญ่ใช้แบบจำลองในการประเมิน ซึ่งมีข้อสมมติฐานจำนวนมากที่อาจไม่เป็นจริงหรือไม่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศทางทะเลที่เกี่ยวข้อง เช่น แนวปะการัง แหล่งหญ้าทะเล นอกจากนี้ผลกระทบทางอ้อมตลอดจนมูลค่าการคงอยู่ และมูลค่าเพื่อลูกหลานยังเป็น

ประเด็นที่มีความไม่แน่นอนในการประเมิน แต่มีความสำคัญ และทำทหายงานวิจัยด้านนี้ในอนาคต

ผลกระทบจากการเพิ่มความเป็นกรดของทะเล มีหลากหลายมิติที่มีความเชื่อมโยงกัน ระบบนิเวศมีความ สลับซับซ้อน และมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา ซึ่งอาจไม่มี รูปแบบที่แน่นอน ผลกระทบเดิมที่มีอยู่แล้วจากปัญหา การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก การประมงเกิน ขนาด การวางรั้วขาดออกซิเจนของทะเล และมลพิษทาง ทะเล จะส่งผลให้มีความยากในการประเมินว่าผลกระทบ ที่เกิดจากการเพิ่มความเป็นกรดของทะเลเพียงประการเดียว มีมากน้อยเพียงใด

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการประเมิน ผลกระทบการเพิ่มความเป็นกรดของทะเลในอ่าวไทย ยังมีไม่เพียงพอ ดังนั้นประเด็นการวิจัย ที่สำคัญในอนาคต ควรมีดังนี้

- ติดตามตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของ ชนิดพันธุ์ แหล่งที่อยู่ และกระบวนการทางนิเวศวิทยา ในทะเลอย่างต่อเนื่อง
- ปรับปรุงข้อมูลด้านเศรษฐกิจ และสังคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการท่องเที่ยว การประมง และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำให้มีความทันสมัย
- พัฒนาแบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์ในมิติ ที่หลากหลาย และทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง
- ควรดำเนินการวิจัยเป็นโครงการนำร่องหรือ กรณีศึกษาในพื้นที่ขนาดเล็กที่สามารถควบคุมดูแล บังคับต่าง ๆ เก็บข้อมูล และประเมินผลได้สะดวก จากนั้น จึงนำผลการศึกษาไปปรับปรุงวิธีดำเนินการสำหรับพื้นที่ ขนาดใหญ่ต่อไป

นอกจากนี้ทุกภาคส่วนควรให้ความสำคัญ และมีความตระหนักถึงผลกระทบจากการเพิ่มความเป็นกรดของทะเล และสนับสนุนให้มีการลดผลกระทบจากสาเหตุนี้ ตลอดจน การลดผลกระทบจากสาเหตุอื่นๆ เช่น มลพิษทางทะเล การประมงเกินขนาด ฯลฯ พร้อมกันด้วย ซึ่งจำเป็นต้องมี การให้ความรู้และสร้างความตระหนักถึงผลกระทบที่อาจ เกิดขึ้นแก่สาธารณะอย่างกว้างขวาง

เอกสารอ้างอิง

- Beaumont, N.J., Austen, M.C., Atkins, J.P., Burdon, D., Degraer, S., Dentinho, T.P., et al. 2007. Identification, definition and quantification of goods and services provided by marine biodiversity: implications for the ecosystem approach. *Marine Pollution Bulletin*. 54: 253-265.
- Brander, L., Rehdanz, K., Tol, R. & van Beukering, P. 2009. *The economic impact of ocean acidification on coral reefs*. ESRI working paper 282, 33 pp.
- Christensen, V. 1998. Fishery included changes in a marine ecosystem: insight from models of the Gulf of Thailand. *Journal of Fish Biology*. 53 (Suppl. A): 128-142.
- Cooley, S., Kite-Powel, H. & Doney S. 2009. Ocean acidification's potential to alter global marine ecosystem services. *Oceanography*. 22 (4): 172-181.
- Cooley, S.R. & Doney, S.C. 2009. Anticipating ocean acidification's economic consequences for commercial fisheries. *Environmental Research Letters*. 4 (2): 8.
- Eiamsa-Ard M. & Amornchairojkul S. 1997. The marine fisheries of Thailand, with emphasis on the Gulf of Thailand trawl fishery. pp. 85-95 In: G. Silvestre and D. Pauly. (eds.). *Status and Management of Tropical Coastal Fisheries in Asia*. ICLARM Conference Proceedings 53.
- FAO. 2013. *National Aquaculture Legislation Overview (NALO)*. Retrieved from: <http://www.fao.org/fishery/nalo/search/en>
- Feely, R.A., Sabine, C.L., Hernandez-Ayon, J.M., Lanson, D. & Hales, B. 2008. Evidence for upwelling of corrosive acidified water onto the continental shelf. *Science*. 320:1490-1492.

- Harrould-Kolieb, E.R. & Herr, D. 2012. Ocean acidification and climate change: synergies and challenges of addressing both under the UNFCCC. **Climate Policy** 12(3): 378-389.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007. **Climate change 2007: The physical science basis**. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press: Cambridge, UK and New York, NY, USA. 996 pp.
- Khatiwala, S., Primeau, F., Hall, T. 2009. Reconstruction of the history of anthropogenic CO₂ concentrations in the ocean. **Nature**. 462 (7271): 346-349.
- Le Quéré, C., Raupach, M.R., Canadell, J.G., Marland, G., Bopp, L., Ciais, P., et al. 2009. Trends in the sources and sinks of carbon dioxide. **Nature Geoscience**. 2 (12): 831-836.
- Le Quesne, W. & Pinnegar, J. 2012. The potential impacts of ocean acidification: scalling from physiology to fisheries. **Fish and Fisheries**. 13 (3): 333-344.
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA). 2003. **Ecosystem and human wellbeing: a framework for assessment**. Washington DC, USA: Island press. 245 pp.
- Narita, D., Rehdanz, K. & Tol, R.S.J. 2011. **Economic costs of ocean acidification: a look into the impacts on shellfish production**. ESRI working paper 391, 25 pp.
- Pauly, D. & Chuenpagdee, R. 2003. Development of fisheries in the Gulf of Thailand Large Marine Ecosystem: analysis of an unplanned experiment. 337-354 pp. In: Hempel G., Sherman K. (eds.) **Large Marine Ecosystems of the World: Trends in Exploitation, Protection and Research**. Elsevier, The Naetherlands.
- Piyakarnchana, T. 1989. Yield dynamics as an index of biomass shifts in the Gulf of Thailand. pp. 95-142. In: Sherman K., Alexander L.M. (eds.). **Biomass Yields and Geography of Large Marine Ecosystem**. AAAS Symposium 111. Westview Press, Inc., Boulder, U.S.A.
- Piyakarnchana T. 1999. Changing state and health of the Gulf of Thailand Large Marine Ecosystem. pp. 240-250. In: Sherman K., Tang Q. (eds.). **Large Marine Ecosystems: Assessment, Sustainability and Management**. Blackwell Science, Malden.
- Ray, A. 2011. Adaptive policy approaches to ocean acidification. **Journal of Science Policy and Governance**: 14.
- Rodrigues, L.C., van den Bergh, J.C.J.M. & Ghermandi, A. 2013. Socio-economic impacts of ocean acidification in the Mediterranean Sea. **Marine Policy**. 38: 447-456.
- Sabine, C.L., Feely, R.A., Gruber, N., Key, R.M., Lee, K., Bullister, J.L., et al. 2004. The oceanic sink for anthropogenic CO₂. **Science**. 305 (5682): 367-371
- Sutthacheep, M., Pengsakun, S., Yucharoen, M., Klinthong, W., Sangmanee, K. & Yeemin, T. 2013. Impacts of the mass coral bleaching events in 1998 and 2010 on the western Gulf of Thailand. **Deep-Sea Research II**. 96: 25-31
- Talaue-McManus, L. 2000. Transboundary Diagnostic Analysis for the South China Sea. East Asian Seas Regional Coordination Unit. Technical Report Series 14. United Nations Environment Programme, Bangkok, Thailand.

- UNEP SCS. 2008. **Establishing a regional system of fisheries refugia in the Gulf of Thailand and South China Sea**. Report available online at <http://refugia.unepscs.org>
- Wattayakorn, G. 2006. Environmental Issues in the Gulf Of Thailand. p. 249-259. In: Wolanski E. (ed.). **The Environment in Asia Pacific Harbours**. Springer. 497 pp.
- Williams, C., Beales, M., Brash, C., Murphy, A., Presser, B., Bewer, T. & Bush A. 2012. **Thailand's Islands and Beaches**. Lonely Planet. 468 pp.
- Yeemin, T., Pengsakun, S., Yucharoen, M., Klinthong, W., Sangmanee, K. & Sutthacheep, M. 2013. Long-term changes of coral communities under stress from sediment. **Deep-Sea Research II**. 96: 32-40.