

ปีที่ 17 ฉบับที่ 33 มกราคม - มิถุนายน 2569

**การพัฒนดัชนีสวัสดิ์ความเปราะบางของการทำประมงชายฝั่ง
กรณีศึกษาการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภูในอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี**

**Developing a Vulnerability Index of Coastal Fisheries:
A Case Study of Mussel Cultivation in Sriracha District, Chonburi**

เอกภัทร ลักษณะคำ¹ และ รัฐกฤต เรียบร้อย²

Aekapat Laksanacom¹ and Ratthakrit Reabroy²

Received : May 16, 2025 / Revised : August 14, 2025 / Accepted : October 12 , 2025

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อความมั่นคงในการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภูในท้องทะเล งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนดัชนีสวัสดิ์ความเปราะบางของการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู โดยเลือกพื้นที่อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี เก็บข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ประมงจังหวัด เจ้าหน้าที่สถานีวิจัยประมงศรีราชา และผู้แทนเกษตรกรในพื้นที่จำนวนรวมทั้งสิ้น 50 ครอบครัว และใช้ข้อมูลสถิติภูมิทัศน์ด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมรายไตรมาสตั้งแต่ปีพ.ศ. 2553 – 2566 เพื่อวิเคราะห์ดัชนีสวัสดิ์ความเปราะบางด้วยวิธีการสร้างดัชนีประกอบ (Composite Index) ที่สอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืน ผลการศึกษาเมื่อพิจารณาดัชนีสวัสดิ์ความเปราะบางพบว่าสาเหตุหลักมาจากปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่มีค่าดัชนีความเปราะบางเฉลี่ยเท่ากับ 68.89 ในขณะที่กลุ่มตัวแปรด้านสังคมมีค่าเฉลี่ยของดัชนีสวัสดิ์ความเปราะบางเท่ากับ 72.12 และ กลุ่มตัวแปรด้านเศรษฐกิจ 73.42 ผลการศึกษาที่ได้เป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานราชการในการประเมินความเสี่ยง และสามารถจัดสรรงบประมาณให้การช่วยเหลือแก่เกษตรกรได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และเกษตรกรสามารถนำไปพยากรณ์เพื่อให้ทราบสัญญาณล่วงหน้า (Early Warning) เพื่อการทำการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภูได้มีความแม่นยำเหมาะสมมากขึ้น

คำสำคัญ : ความเปราะบาง ประมงชายฝั่ง หอยแมลงภู

¹ Corresponding Author อาจารย์ประจำภาควิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ คณะเศรษฐศาสตร์ ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา E-mail: aekapat.l@ku.th

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมทางทะเล คณะพาณิชยการนาวินานาชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา E-mail: ratthakrit.r@ku.th

ABSTRACT

Climate change has become a critical driver influencing the sustainability of mussel aquaculture in marine environments. This study aims to develop a vulnerability index for mussel aquaculture, focusing on Si Racha District, Chonburi Province, Thailand. Primary data were collected through interviews with provincial fisheries officers, staff from the Si Racha Fisheries Research Station, and representatives of 50 farming households, complemented by secondary quarterly data on economic, social, and environmental conditions from 2010 to 2023. A Composite Index approach, aligned with the principles of sustainable development, was applied to construct the vulnerability index. The results reveal that environmental factors are the major contributors to vulnerability, with an average index score of 68.89, followed by social (72.12) and economic (73.42) dimensions. The findings provide valuable insights for government agencies in assessing potential damages and allocating resources more effectively to support aquaculture farmers. Furthermore, the index can serve as an early warning tool, enabling farmers to anticipate risks and enhance the precision and resilience of mussel aquaculture practices.

Keywords : Vulnerability, coastal fisheries, mussels

ปีที่ 17 ฉบับที่ 33 มกราคม - มิถุนายน 2569

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ส่งผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในทุกพื้นที่ ในระดับที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล ดังนั้นภาคการเกษตรจึงมีแนวโน้มที่จะได้รับผลกระทบโดยตรงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวทำให้ปัจจัยสำคัญในการทำเกษตรเปลี่ยนแปลงไป จากการศึกษาของ Huang et. al., (2015) พบว่ามวลน้ำบริเวณผิวน้ำทะเล (700 M แรกจากผิวน้ำทะเล) จะอุ่นขึ้นประมาณโดยเฉลี่ย 0.7 องศาเซลเซียสในรอบ 100 ปี ระหว่างปี 1900 ถึง 2016 อุณหภูมิของมหาสมุทรมีแนวโน้มที่แตกต่างกันในแต่ละทวีปในแต่ละภูมิภาค นอกจากนี้ยังเห็นแนวโน้มว่าระดับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ยังมีแนวโน้มที่จะลดลงซึ่งสอดคล้องกับการอุ่นขึ้น ของมหาสมุทร และคาดว่าจะเด่นชัดขึ้นในเขตร้อนรวมถึงประเทศไทยทั้งในฝั่งทะเลอ่าวไทยและฝั่งทะเลอันดามัน ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของน้ำทะเลจะลดลงโดยเฉลี่ยประมาณ 0.1 เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของความเป็นกรดประมาณร้อยละ 26 ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดจะเห็นได้ชัดใน บริเวณชายฝั่งทะเลโดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่มีน้ำจืดที่ไหลออกมาจากพื้นดิน ซึ่งการแปรปรวนของปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ สร้างผลกระทบเชิงลบเป็นอย่างมากกระบบนิเวศในมหาสมุทร

หอยทะเลเป็นทรัพยากรสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจต่อจังหวัดชลบุรี เนื่องจากเนื้อหอยทะเลประกอบด้วยสารอาหารและวิตามินมากมายหลายชนิดที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย จึงเป็นที่นิยมบริโภคและมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น แต่ในขณะเดียวกันทรัพยากรทางทะเลเกิดความเสื่อมโทรมเพิ่มมากขึ้น จากปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ส่งผลโดยตรงต่อสถานการณ์การทำประมงหอยทะเลโดยเฉพาะในพื้นที่อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรีที่มีลักษณะทางกายภาพเหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงหอยทะเล จากสถานการณ์ความแปรปรวนของระบบนิเวศในทะเลปัจจุบันทำให้สัตว์ทะเลต่าง ๆ ไม่สามารถเจริญเติบโตได้อย่างปกติ ส่งผลต่อเกษตรกรที่ทำฟาร์มหอยทะเลในพื้นที่สูญเสียรายได้ จากการสำรวจโดยสำนักงานประมงจังหวัดชลบุรีในปี 2563 มีเนื้อที่เลี้ยงหอยทะเลเฉพาะที่มีผลผลิตจำนวน 79,192.54 ไร่ ลดลงจากปี 2562 จำนวน 9,362.22 ไร่ หรือลดลงร้อยละ 10.57 เมื่อพิจารณามูลค่าผลผลิตหอยทะเลในพื้นที่พบว่า ในปี 2563 มีมูลค่าจากการเลี้ยงหอยทะเล จำนวน 4,327.73 ล้านบาท ลดลงจากปี 2562 จำนวน 897.52 ล้านบาท หรือลดลงร้อยละ 17.18 ทั้งนี้จากสถิติฟาร์มเลี้ยงหอยทะเลประจำปี 2563 พบว่าหอยทะเลที่เพาะเลี้ยงได้แก่ หอยแครง หอยแมลงภู่ และหอยนางรม โดยสัดส่วนผลผลิตของการเพาะเลี้ยงหอยทะเลเป็นหอยแมลงภู่ร้อยละ 58 หอยแครงร้อยละ 29 และหอยนางรม ร้อยละ 13 ของผลผลิตหอยทะเลทั้งหมด ตามลำดับ สะท้อนให้เห็นว่าหอยแมลงภู่เป็นผลผลิตหลักที่มีสัดส่วนสูงที่สุดที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ปีที่ 17 ฉบับที่ 33 มกราคม - มิถุนายน 2569

จากข้อมูลสถิติข้างต้นสะท้อนปัญหาความไม่มั่นคงของเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงหอยแมลงภู และคณะผู้วิจัยพบช่องว่างงานวิจัย (Research Gap) คือการที่ยังขาดองค์ความรู้ในการประเมินสถานการณ์ความเปราะบางของการทำประมงหอยทะเล โดยเฉพาะหอยแมลงภูซึ่งเป็นหอยทะเลที่เป็นสัดส่วนหลักประมาณร้อยละ 60 ของจำนวนสัตว์ทะเลเพาะเลี้ยงในจังหวัดชลบุรี จึงทำการศึกษา เรื่อง การพัฒนาดัชนีชี้วัดความเปราะบางของการทำประมงชายฝั่ง กรณีศึกษาการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภูในอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี เพื่อจัดทำดัชนีชี้วัดความเปราะบางของการทำประมงชายฝั่ง และนำมาพัฒนาเป็นแบบแผนหรือแนวทางปฏิบัติในการประเมินระบบเตือนภัยล่วงหน้า (Early Warning) ในการทำประมงชายฝั่ง ซึ่งจะช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการปรับตัวของเกษตรกร และลดผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจ สังคม และระบบนิเวศของการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภูในอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี
- 2) เพื่อพัฒนาดัชนีชี้วัดความเปราะบางของการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภูในอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี

ขอบเขตงานวิจัย

- 1) กำหนดให้ขอบเขตเชิงพื้นที่อยู่ภายในบริเวณเขตพื้นที่ชายฝั่ง อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรีโดยมีพิกัดระหว่างสถานีวิจัยประมง ศรีราชา ไปจนถึง สำนักงานประมงจังหวัดชลบุรี
- 2) กำหนดขอบเขตด้านเวลาในการใช้มูลหัตถิยภูมิตั้งแต่ไตรมาสที่ 1 ปีพ.ศ.2553 ถึงไตรมาสที่ 4 ปีพ.ศ. 2566

แนวคิดเรื่องความเปราะบาง

อุตสาหกรรมประมงชายฝั่งมีบทบาทสำคัญในเศรษฐกิจ โดยส่งผลให้เกิดการจ้างงาน สนับสนุนชุมชนท้องถิ่น และมีส่วนช่วยในการรักษาความมั่นคงทางอาหาร แต่อย่างไรก็ตามอุตสาหกรรมประมงชายฝั่งต้องเผชิญกับความเปราะบางอย่างมากเนื่องจากปัจจัยทางเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และสภาพสังคมต่าง ๆ การประเมินความเปราะบางของชุมชนประมงชายฝั่งเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการพัฒนากลยุทธ์เพื่อการบรรเทาและการปรับตัวที่มีประสิทธิภาพ และเพื่อความเข้าใจถึงความยั่งยืนในระยะยาวของอุตสาหกรรมประเภทนี้ หนึ่งในประเด็นสำคัญของความเปราะบางของการทำประมงชายฝั่งคือความอ่อนไหวต่อความผันผวนของราคาน้ำมันเชื้อเพลิงและราคาสินค้าอุปโภคบริโภค (Morzaria-Luna et al., 2014; Zhang et al., 2012) การวิเคราะห์ความเปราะบางสามารถจำแนกได้ 2 ประเภท ได้แก่ ความเปราะบางในระยะสั้น และความเปราะบางในระยะยาว

ปีที่ 17 ฉบับที่ 33 มกราคม - มิถุนายน 2569

ความเปราะบางในระยะสั้นที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรการทำประมง วัดผ่านตัวแปรด้านระบบนิเวศ ส่วนแหล่งที่มาของความเปราะบางในระยะยาวจะรวมปัจจัยด้านระบบนิเวศ และปัจจัยด้านสังคม-เศรษฐกิจ ได้แก่ วิธีชีวิตการบริโภคที่แพร่หลาย การเติบโตของโอกาสในการทำงานในภาคส่วนอื่น ๆ วิกฤตเศรษฐกิจ และการเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติ เช่น พายุและระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้น (Idrus et al., 2022) ชุมชนประมงพื้นบ้านในภูมิภาคต่าง ๆ เช่น อ่าวแคลิฟอร์เนียตอนเหนือของประเทศเม็กซิโก และจังหวัดฮัวราในประเทศเปรู ได้มีการศึกษาและได้รับการพิสูจน์แล้วว่ามีความเปราะบางที่ส่งผลกระทบต่อการทำประมง ซึ่งอาจนำไปสู่การลดลงของการผลิตอาหารทะเลและส่งผลกระทบต่อความดำรงชีวิตของชาวประมงท้องถิ่น (Morzaria-Luna et al., 2014; Jara et al., 2020)

การกระจุกตัวทางภูมิศาสตร์ของการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่ในบางภูมิภาค เช่น ในประเทศแคนาดา ยังเป็นแหล่งที่มาที่เป็นไปได้ของความเปราะบางการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่ได้ การกระจายสถานที่ผลิตและส่งเสริมความร่วมมือระดับภูมิภาคอาจเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อลดความเปราะบางของการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่ได้ โดยสรุปแล้วการวิเคราะห์ความเปราะบางทางเศรษฐกิจในการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่เป็นการศึกษาที่ซับซ้อนและมีหลากหลายมิติที่สามารถพิจารณาได้ กลยุทธ์ที่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มความยืดหยุ่นของอุตสาหกรรมจะต้องพิจารณาปัจจัยหลายประการ รวมถึงการกระจายผลิตภัณฑ์ การใช้ประโยชน์อย่างสร้างสรรค์ และการกระจายการผลิตทางภูมิศาสตร์ (Naik & Hayes, 2019; Blythe et al., 2014) โดยการแก้ไขปัญหาคความเปราะบางเหล่านี้ การเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่สามารถเสริมเข้มแข็งให้กับอุตสาหกรรมการทำประมงชายฝั่ง และยังคงเป็นแหล่งอาหารที่ยั่งยืนและมีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับคนรุ่นต่อไป

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ดัชนีชี้วัดประเมินความเปราะบางของการทำประมง

อย่างไรก็ตามมีงานวิจัยจำนวนมากที่พยายามศึกษาความเปราะบางของการทำประมงโดยอาศัยกระบวนการเชิงปริมาณในการกำหนดค่าความเปราะบางที่สามารถชี้วัดขนาดความเปราะบางได้อย่างชัดเจน โดยเริ่มจากกรอบแนวคิดการประเมินโดยองค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ โดยแบ่งเป็น 4 รูปแบบของการประเมินความเปราะบาง ได้แก่ มุมมองทางเศรษฐศาสตร์การเมืองต่อความเปราะบาง (Political economy perspective on vulnerability) มุมมองทางนิเวศวิทยาการเมืองต่อความเปราะบาง (Political ecology perspective on vulnerability) แนวทางการจัดการความเปราะบางโดยเน้นความสามารถในการฟื้นตัว (Resilience approach to vulnerability) และ แนวทางความเสี่ยงและภัยพิบัติต่อความเปราะบาง (Risk-hazard approach to vulnerability) (Moret, 2014)

จากการสังเคราะห์งานวิจัยต่าง ๆ ถึงวิธีการวัดความเปราะบางในเชิงปริมาณ ร่วมกับการพิจารณาบริบทเชิงพื้นที่ของขอบเขตการศึกษา แนวทางการวัดความเปราะบางที่คณะผู้วิจัยเลือกใช้ คือ แนวทางการจัดการความเปราะบางโดยเน้นความสามารถในการฟื้นตัว เนื่องจากเป็นวิธีที่เน้นการส่งเสริมการรับมือกับปัจจัยเสี่ยงในอนาคต ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม สถานการณ์ทางเศรษฐกิจ และ โครงสร้างทางสังคมของชุมชนที่เกี่ยวข้อง โดย Luers, A. L. et al. (2003) นำกระบวนการ Principal Component Analysis (PCA) ในการสร้าง Composite Index สำหรับวัดความเปราะบางของภาคการประมง ซึ่ง PCA มีความเหมาะสมในการช่วยรวมตัวแปรจำนวนมากที่มีความสัมพันธ์กัน ให้เหลือเพียงไม่กี่องค์ประกอบหลัก (Principal components) ลดความซับซ้อนของข้อมูล โดยยังคงโครงสร้างของข้อมูลไว้ได้มากที่สุด และน้ำหนักของแต่ละ

ปีที่ 17 ฉบับที่ 33 มกราคม - มิถุนายน 2569

ตัวแปรในการรวมเป็น Composite Index มาจาก ค่า factor loading หรือ eigenvector ของ PCA ซึ่งสะท้อนความสำคัญเชิงข้อมูลจริง สามารถถอดคตินักวิจัยที่อาจกำหนดน้ำหนักเองตามความรู้สึก

งานศึกษาเชิงประจักษ์ของการใช้ PCA เพื่อสร้าง Composite Index สำหรับวัดความเปราะบางของภาคการประมง พบว่า Tasnuva, A., Hossain, M., Salam, R. et al. (2021) ใช้ PCA เพื่อสร้างดัชนีรวมจากตัวแปรหลายตัว เช่น รายได้ การศึกษา ขนาดครัวเรือน การเข้าถึงทรัพยากร เพื่อวิเคราะห์ความเปราะบางของชุมชนประมง ในประเทศบังคลาเทศทั้งสามมิติ ได้แก่ การรับผลกระทบ (Exposure) ความไว (Sensitivity) และความสามารถในการปรับตัว (Adaptive Capacity) นำมาสร้างคะแนนรวมแบบถ่วงน้ำหนักด้วย PCA loadings สอดคล้องกับ Johnson, J. E., & Welch, D. J. (2009) ใช้ PCA เพื่อวิเคราะห์ตัวแปรเชิงพื้นที่และเศรษฐกิจของการประมง ลดความซ้ำซ้อนของตัวแปรก่อนการถ่วงน้ำหนัก

การเก็บรวบรวมข้อมูล

เนื่องจากการศึกษานี้เน้นไปที่การใช้ข้อมูลทุติยภูมิในการสร้างเลขดัชนี จึงเก็บข้อมูลใช้แหล่งอ้างอิงจากกลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง กองนโยบาย และยุทธศาสตร์พัฒนาประมง สำนักงานประมงจังหวัดชลบุรี และรายงานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งบริเวณอ่าวชลบุรี ถึงศรีราชา จากฐานข้อมูล โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (Plant Genetic Conservation Project Under the Royal Initiative of Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn :RSPG) สถานีบูรพา หน่วยวิจัยสิ่งแวดล้อมทางทะเล สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา คณะผู้วิจัยนำข้อมูลสถิติด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจการตลาด และสังคม โดยใช้ข้อมูลรายไตรมาส ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 ถึง พ.ศ. 2566 สร้างเป็นดัชนีวิเคราะห์ความเปราะบางของการทำการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่ ได้จำนวนข้อมูลทั้งสิ้น 56 ตัวอย่าง เพื่อนำมาแสดงแนวโน้มความเปราะบางในช่วงปีที่เลือกทำการศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูล

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

จากการรวบรวมข้อมูลทางสถิติต่างๆ รายไตรมาส ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2553 – พ.ศ. 2566 เพื่อใช้พัฒนาเป็นดัชนีชี้วัดความเปราะบางของการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่ คณะผู้วิจัยทำการกำหนดตัวแปรออกเป็นสามกลุ่มโดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกตัวแปรกรอบแนวคิดของ IPCC Vulnerability Framework (Exposure–Sensitivity–Adaptive Capacity) ได้แก่ 1) กลุ่มตัวแปรด้านสภาพแวดล้อม 2) กลุ่มตัวแปรด้านเศรษฐกิจ และ 3) กลุ่มตัวแปรด้านสังคม สามารถแสดงรายละเอียดของตัวแปรได้ดังตารางที่ 1 ดังนี้

ปีที่ 17 ฉบับที่ 33 มกราคม - มิถุนายน 2569

ตารางที่ 1 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

1. กลุ่มตัวแปรด้านสภาพแวดล้อม			
ตัวแปร	ความหมาย	หน่วยวัด	แหล่งที่มา
Temp	อุณหภูมิของน้ำทะเล	องศาเซลเซียส	ฐานข้อมูล RSPG สถานีบูรพา
Ph	ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำทะเล	ค่า Ph ไม่มีหน่วย	ฐานข้อมูล RSPG สถานีบูรพา
Oxy	ออกซิเจนละลายในน้ำทะเล	มิลลิกรัม/ลิตร	ฐานข้อมูล RSPG สถานีบูรพา
Salt	ระดับความเค็มของน้ำทะเล	Practical Salinity Unit (PSU)	ฐานข้อมูล RSPG สถานีบูรพา
2. กลุ่มตัวแปรด้านเศรษฐกิจ			
ตัวแปร	ความหมาย	หน่วยวัด	แหล่งที่มา
Pricev	ค่าความผันผวนของราคา	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	กองนโยบาย และยุทธศาสตร์พัฒนาประมง
Debt	มูลค่าหนี้สินของครัวเรือนเฉลี่ย	บาท/ครัวเรือน	กองนโยบาย และยุทธศาสตร์พัฒนาประมง
Prod	ปริมาณผลผลิต	ตัน/ไร่	กองนโยบาย และยุทธศาสตร์พัฒนาประมง
Cost	ต้นทุนการเพาะเลี้ยงเฉลี่ย	บาท/ไร่	กองนโยบาย และยุทธศาสตร์พัฒนาประมง
Prof	กำไรจากการเพาะเลี้ยงเฉลี่ย	บาท/ไร่	กองนโยบาย และยุทธศาสตร์พัฒนาประมง
3. กลุ่มตัวแปรด้านสังคม			
ตัวแปร	ความหมาย	หน่วยวัด	แหล่งที่มา
Gov	งบประมาณสนับสนุนภาครัฐ	บาท	สำนักงานประมงจังหวัดชลบุรี
Litr	อัตราการรู้หนังสือของประชากร ช่วงอายุ 15-60 ปี	ร้อยละ	สำนักงานสถิติแห่งชาติ
Depf	อัตราส่วนรายได้ที่ได้มาจากการ เพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่อายได้ ทั้งหมดของครัวเรือน	ร้อยละ	สำนักงานสถิติแห่งชาติ

ที่มา: จากการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยนี้ทำการพัฒนาดัชนีชี้วัดความเปราะบางของการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่อำเภอศรีราชา โดยคณะผู้วิจัยประยุกต์ใช้แนวคิดการคำนวณเลขดัชนีประกอบ (Composite Index) ของ Edmons et.al. (2020) ที่มีความจำเพาะต่อการชี้วัดความเปราะบางของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตลอดจนการประยุกต์ใช้กระบวนการทางสถิติ ของ Rahamon et.al. (2017) และ Reckin (2018) นำมาสร้างเลขดัชนีและการแปลผลเลขดัชนี เพื่อพิจารณาระดับความเปราะบางในช่วงเวลาต่าง ๆ วิธีการคำนวณที่ผู้วิจัยนำมาประยุกต์ใช้วิเคราะห์นี้ มีความสอดคล้องกับแนวทางการวัดความเปราะบางของสภาพภูมิอากาศ ตามนิยามของ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) และ นอกจากนี้แนวคิดในการสร้างเลขดัชนีด้วยวิธีการนี้เป็นการนำเอาปัจจัยที่หลากหลายทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจและสังคม ตามกรอบการพัฒนาที่ยั่งยืนของ OECD มาสร้างเป็นเลขดัชนีเชิงเดียว ที่มีการคำนึงผลการถ่วงน้ำหนักของตัวแปรต่าง ๆ ผู้วิจัยจึงประยุกต์ใช้วิธีการจัดทำเลขดัชนีตามงานวิจัยที่อ้างอิงนี้เพื่อวิเคราะห์ความเปราะบางของการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่อ ในการจัดทำเลขดัชนีมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

ปีที่ 17 ฉบับที่ 33 มกราคม - มิถุนายน 2569

1) นำข้อมูลจากตัวแปรทั้งหมดที่เลือกนำมาศึกษาที่มีหน่วยวัดแตกต่างกันแปลงหน่วยให้มีมาตรฐานเดียวกัน (Normal Scale) โดยในการศึกษานี้ใช้ตัวชี้วัดให้อยู่ในรูปค่าคะแนนมาตรฐาน 0-100 ซึ่งคำนวณจาก

$$\text{ค่าคะแนนมาตรฐาน } t = \left(\frac{\text{ค่าของตัวแปรนั้น } t - \text{ค่าขีดจำกัดต่ำสุด}}{\text{ค่าขีดจำกัดสูงสุด} - \text{ค่าขีดจำกัดต่ำสุด}} \right) \times 100$$

2) การถ่วงน้ำหนัก และการรวมค่าดัชนี ด้วยการนำค่าตัวแปรต่างๆ ที่ปรับให้เป็นค่ามาตรฐาน เริ่มด้วยการวิเคราะห์ค่าน้ำหนัก (Factor Loading) ด้วยวิธี Principal Component Analysis (PCA) ซึ่งจะช่วยให้กำหนดค่าถ่วงน้ำหนักให้กับแต่ละตัวแปรได้ จากนั้นนำผลลัพธ์ค่าน้ำหนัก (Indicator-level Factor Loading) ที่ได้จากวิธี PCA มาทำการปรับให้เป็นค่ามาตรฐานมีค่าตั้งแต่ 0 – 1 ตามสูตร

$$Y_{it} = \frac{X_{it}}{Z}$$

เมื่อ Y_i คือ ค่าถ่วงน้ำหนัก (Normalized Indicator-level Factor Loading) X_i คือค่าน้ำหนัก (Indicator-level Factor Loading) Z คือผลรวมค่าน้ำหนัก i คือตัวแปรแต่ละตัว และ t คือเวลา

เมื่อทราบค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปรแต่ละตัวแล้ว จะนำมารวมตัวชี้วัดเพื่อใช้แสดงดัชนีความเปราะบางของการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่ ในแต่ละไตรมาสของช่วงปีที่ทำการศึกษา ตัวอย่าง เช่น การคำนวณดัชนีความเปราะบางในปีที่ $t = 1$ ซึ่งคณะผู้วิจัยกำหนดช่วงของเลขดัชนีตั้งแต่ 0 – 100 ตามสมการดังนี้

$$CI_{i1} = \left[\frac{(I_{11} \times Y_{11} + I_{21} \times Y_{21} + \dots + I_{n1} \times Y_{n1})}{\sum_{i=1}^n Y_i} \right]$$

เมื่อ CI_{i1} คือ ดัชนีความเปราะบางของการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่ในปีที่ $t = 1$ คือ ค่าคะแนนมาตรฐานของตัวแปร Y คือ ค่าถ่วงน้ำหนัก n คือจำนวนตัวแปรทั้งหมด

3) การแปลความหมายของค่าดัชนีความเปราะบาง

ผลลัพธ์ของการคำนวณเลขดัชนีนี้ คือ เพื่อประเมินความเสี่ยงของการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่ว่าอยู่ในสถานการณ์อย่างไร โดยคณะผู้วิจัยใช้วิธีการปรับค่าเลขดัชนีเป็นค่ามาตรฐาน (Z-Score) กำหนดให้เลขดัชนีชี้วัดความเปราะบางแทนด้วย CI ที่มีการกระจายตัวแบบ Beta Distribution ในช่วง (0,1) และ ค่ามาตรฐาน (Z-Score) ทำการจัดช่วงเป็น $(0, Z_1)$ (Z_1, Z_2) (Z_2, Z_3) (Z_3, Z_4) และ $(Z_4, 1)$ แล้วทำการวิเคราะห์หาค่า CI ที่คำนวณได้ตกอยู่ในช่วงใดของค่ามาตรฐานซึ่งแปลผลได้ดังนี้

ถ้า $0 \leq CI < Z_1$	หมายความว่า	สถานการณ์มีความเปราะบางสูงมาก
ถ้า $Z_1 \leq CI < Z_2$	หมายความว่า	สถานการณ์มีความเปราะบางสูง
ถ้า $Z_2 \leq CI < Z_3$	หมายความว่า	สถานการณ์มีความเปราะบางปานกลาง
ถ้า $Z_3 \leq CI < Z_4$	หมายความว่า	สถานการณ์มีความเปราะบางต่ำ
ถ้า $Z_4 \leq CI < 1$	หมายความว่า	สถานการณ์มีความเปราะบางต่ำมาก

ปีที่ 17 ฉบับที่ 33 มกราคม - มิถุนายน 2569

ผลการวิจัย

การพัฒนาดัชนีชี้วัดความเปราะบางของการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่อำเภอศรีราชา อาศัยข้อมูลทุติยภูมิจากหลายแหล่งที่มา ดังนั้นเพื่อให้เข้าใจสถานการณ์ทั้งในด้านสภาพแวดล้อม เศรษฐกิจการตลาด และสังคม คณะผู้วิจัยจึงนำเสนอผลการวิจัยในรูปแบบสถิติเชิงพรรณนาเพื่ออธิบายข้อมูลในเบื้องต้นดังตารางที่ 2 แล้วจึงนำข้อมูลไปสร้างเป็นดัชนีชี้วัดตามกระบวนการทางสถิติต่อไป

ตารางที่ 2 ค่าสถิติเชิงพรรณนาของตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปร	ความหมาย	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
Temp	อุณหภูมิของน้ำทะเล	27.5	24.7	32.6	2.24
Ph	ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำทะเล	7.74	7.2	8.9	1.12
Oxy	ออกซิเจนละลายในน้ำทะเล	6.98	1.2	10.3	15.14
Salt	ระดับความเค็มของน้ำทะเล	26.22	4.1	32.0	28.78
Pricev	ค่าความผันผวนของราคา	7.89	5.5	12.1	4.45
Debt	มูลค่าหนี้สินของครัวเรือนเฉลี่ย	37,250	15,000	50,000	17.22
Prod	ปริมาณผลผลิต	0.89	0.68	2.30	4.44
Cost	ต้นทุนการเพาะเลี้ยงเฉลี่ย	40,827	18,000	45,000	8.97
Prof	กำไรจากการเพาะเลี้ยงเฉลี่ย	16,546	9,500	21,000	35.82
Gov	งบประมาณสนับสนุนภาครัฐ	300,000	200,000	400,000	2.11
Litr	อัตราการรู้หนังสือของประชากรช่วงอายุ 15-60 ปี	74.4%	70%	78%	4.45
Depf	อัตราส่วนรายได้ที่มาจากการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่อต่อรายได้ทั้งหมดของครัวเรือน	49.27%	40 %	75 %	13.36

ที่มา: จากการศึกษา

ตารางที่ 2 แสดงค่าสถิติเชิงพรรณนาของตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา วัดผลด้วยค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่าตลอดช่วงปีที่เลือกนำมาศึกษาคือ ปี พ.ศ. 2553 – 2566 มีคุณลักษณะของข้อมูล ดังนี้

ปีที่ 17 ฉบับที่ 33 มกราคม - มิถุนายน 2569

กลุ่มตัวแปรด้านสภาพแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิของน้ำทะเลมีค่าต่ำสุดอยู่ที่ 24.7 องศาเซลเซียส และ ค่าสูงสุดอยู่ที่ 32.6 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 27.5 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นระดับอุณหภูมิที่ค่อนข้างมีเสถียรภาพ เปลี่ยนแปลงไปบ้างเพียงเล็กน้อยเนื่องจากสภาพอากาศที่แตกต่างกันในแต่ละปี โดยมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.24 ตัวแปรถัดมา ได้แก่ ค่าความเป็นกรดต่างของน้ำทะเล มีค่าต่ำสุดอยู่ที่ 7.2 และสูงสุดอยู่ที่ 8.9 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.74 แสดงถึงสภาพโดยทั่วไปของน้ำทะเลมีความเป็นด่างอ่อน ซึ่งยังอยู่ในกรอบมาตรฐานคือระหว่าง 7.0-8.0 ทั้งนี้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความเป็นกรดต่าง คือ 1.12 แสดงว่ามีระดับการผันแปรไม่สูงมาก ตัวแปรถัดมา ได้แก่ ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ แสดงถึงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจากชั้นบรรยากาศ และกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช ซึ่งจะมีผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำในทะเล ทั้งนี้พบว่าค่าออกซิเจนมีความผันผวนค่อนข้างสูง โดยมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 1.2 มิลลิกรัมต่อลิตร และสูงสุดเท่ากับ 10.3 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมาตรฐานของแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วไปควรอยู่ในช่วง 5-7 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงให้เห็นว่าในบางช่วงแหล่งน้ำมีความเสื่อมโทรมมากจนทำให้สัตว์น้ำไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ และตัวแปรสุดท้ายที่ชี้วัดสภาพแวดล้อม คือ ระดับความเค็มของน้ำทะเล เป็นการตรวจวัดปริมาณเกลือในน้ำโดยมีค่าที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับบริเวณรอยต่อของน้ำจืดและน้ำเค็ม และปริมาณน้ำฝน โดยความเค็มโดยมาตรฐานของการเจริญเติบโตของสัตว์ทะเลจะต้องมีค่ามากกว่า 10 ‰ ซึ่งจากข้อมูลพบว่าระดับความเค็มมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 4.1 และ สูงสุดเท่ากับ 32.0 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.22 แสดงว่าโดยทั่วไปแล้วค่าความเค็มมีความพอเหมาะกับการเติบโตของสัตว์ทะเลได้ แต่จะมีบางฤดูกาลที่ปริมาณฝนมากจนทำให้เจือจางปริมาณเกลือในทะเล

กลุ่มตัวแปรด้านเศรษฐกิจ ประกอบด้วย ค่าความผันผวนของราคา โดยวัดจากความแปรปรวนของราคาในไตรมาสต่าง ๆ ตามช่วงปีที่ศึกษา โดยปกติแล้วราคาจะถูกกำหนดมาจากฟาร์มรับซื้อแต่อาจจะมีการขึ้นลงได้บ้างตามสภาวะอุปสงค์-อุปทานในตลาด ค่าต่ำสุดอยู่ที่ 5.5 และค่าสูงสุดอยู่ที่ 12.1 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.89 ตัวแปรถัดมา คือ มูลค่าหนี้สินของครัวเรือนโดยเฉลี่ยสะท้อนสภาวะรายได้ของครัวเรือนซึ่ง มูลค่าหนี้สินอยู่ในช่วง 15,000 บาท ถึง 50,000 บาท ปริมาณผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้มีความผันแปรตามสภาพแวดล้อม และความต้องการของตลาดโดยอยู่ในช่วง 0.68 – 2.30 ตันต่อไร่ ต้นทุนการผลิตประกอบด้วยค่าสัมปทานพื้นที่ซึ่งเป็นต้นทุนคงที่ และ ค่าวัสดุ ค่าจ้างแรงงาน ค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน และการขนส่งต่าง ๆ เป็นต้นทุนผันแปร อยู่ในช่วง 18,000 บาท ถึง 45,000 บาทต่อไร่ และเมื่อพิจารณารายได้สุทธิแล้วเกษตรกรจะมีกำไรจากการเพาะเลี้ยงโดยเฉลี่ย 16,546 บาทต่อไร่

กลุ่มตัวแปรด้านสังคม ประกอบด้วย งบประมาณสนับสนุนภาครัฐโดยมุ่งเน้นไปที่โครงการสนับสนุนด้านการทำประมงพื้นบ้าน พบว่าโครงการส่วนใหญ่จะจัดสรรงบประมาณลงพื้นที่ประมาณ 300,000 บาท ซึ่งอาจจะมีช่วงที่งบประมาณผันผวนบ้าง แต่จะอยู่ในช่วง 200,000 – 400,000 บาท ขณะที่ตัวแปรที่สำคัญด้านสังคมคืออัตราการรู้หนังสือ ซึ่งวัดจากสัดส่วนของประชากรที่สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่าในช่วงวัยทำงานอายุ 15-60 ปี สัดส่วนการรู้หนังสือของประชากรอยู่ในช่วง 70% - 78% โดยส่วนใหญ่เป็นกลุ่มแรงงานรุ่นใหม่ที่ได้รับโอกาสทำประมงต่อจากรุ่นพ่อ-แม่ และตัวชี้วัดการพึ่งพิงรายได้จากการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่วัดด้วยสัดส่วนรายได้ที่มาจาก การเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่วัดรายได้ทั้งหมด โดยครัวเรือนส่วนใหญ่มีรายได้จากการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่วัดประมาณ 50% รายได้ช่องทางอื่นมาจากการจับสัตว์น้ำประเภทอื่นในระหว่างรอเก็บเกี่ยวผลผลิตหอยแมลงภู่วัด ซึ่งถ้าประเมินในภาพรวมแล้วเท่ากับว่า

ปีที่ 17 ฉบับที่ 33 มกราคม - มิถุนายน 2569

เกษตรกรในพื้นที่ที่พึงพึงรายได้แทบทั้งหมดมาจากการทำอาชีพประมงพื้นบ้านซึ่งหากสัดส่วนนี้มีค่าที่สูงจะแสดงความเปราะบางที่สูงมากขึ้นเพราะเกษตรกรไม่มีแนวทางการปรับตัวแบบอื่น ๆ รองรับหากเกิดความเสียหายในการเพาะเลี้ยง

เมื่อคณะผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากตัวแปรต่าง ๆ แล้วจึงนำมาคำนวณค่าคะแนนมาตรฐานให้ทุกตัวแปรอยู่บนระบบคะแนน 0-100 โดยหากคะแนนมีค่าเข้าใกล้ศูนย์จะแสดงถึงตัวแปรนั้นสร้างความเปราะบางต่อเกษตรกรในการเพาะเลี้ยง แต่หากคะแนนเข้าใกล้ 100 แสดงว่าเกษตรกรมีแนวทางการปรับตัวรองรับการเปลี่ยนแปลงได้ดีจากนั้นจะนำค่าตัวแปรต่างๆ มาคำนวณความสัมพันธ์ แล้วแปลงค่าน้ำหนักของแต่ละตัวแปรเพื่อที่จะนำไปวิเคราะห์ดัชนีประกอบของการชี้วัดความเปราะบางการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู โดยมีส่วนอย่างการคำนวณค่าน้ำหนักดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักตัวแปรชี้วัดความเปราะบางการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู

ตัวแปร	ความหมาย	Eigenvector	Indicator-level Factor Loading	Normalized Indicator-level Factor Loading
Temp	อุณหภูมิของน้ำทะเล	0.302	0.468	0.061
Ph	ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำทะเล	0.403	0.624	0.081
Oxy	ออกซิเจนละลายในน้ำทะเล	0.403	0.624	0.081
Salt	ระดับความเค็มของน้ำทะเล	0.443	0.686	0.089
Pricev	ค่าความผันผวนของราคา	0.497	0.771	0.1
Debt	มูลค่าหนี้สินของครัวเรือนเฉลี่ย	0.393	0.609	0.079
Prod	ปริมาณผลผลิต	0.454	0.704	0.091
Cost	ต้นทุนการเพาะเลี้ยงเฉลี่ย	0.381	0.590	0.076
Prof	กำไรจากการเพาะเลี้ยงเฉลี่ย	0.423	0.655	0.085
Gov	งบประมาณสนับสนุนภาครัฐ	0.433	0.671	0.086
Litr	อัตราการรู้หนังสือของประชากรช่วงอายุ 15-60 ปี	0.403	0.625	0.081
Depf	อัตราส่วนรายได้ที่มาจาก การเพาะเลี้ยงหอยแมลงภูต่อรายได้ทั้งหมดของครัวเรือน	0.452	0.700	0.090
ผลรวม			7.728	1.000

ที่มา: จากการศึกษา

ตารางที่ 3 แสดงค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปร (Factor Loading) ของตัวแปรแต่ละตัว โดยผู้วิจัยใช้วิธี Principal Component Analysis (PCA) ในการประมาณค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรแต่ละตัว แล้วนำมาคำนวณค่า Eigenvalues และ Eigenvectors จากเมทริกซ์สหสัมพันธ์

ปีที่ 17 ฉบับที่ 33 มกราคม - มิถุนายน 2569

ในการคำนวณค่า Eigenvalues และ Eigenvectors จากเมทริกซ์สหสัมพันธ์ ต้องจัดรูปแบบสมการแล้ว คำนวณหาค่า Determinant ของเมทริกซ์สหสัมพันธ์ ด้วยวิธี Cofactor Expansion แล้วทำการแก้สมการเชิงเส้น ซึ่งตัวแปร และข้อมูลที่มีจำนวนมากอาจทำให้การคำนวณมือเกิดความผิดพลาดได้ ผู้วิจัยจึงใช้โปรแกรม Python ในการช่วยคำนวณ ซึ่งผู้วิจัยพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อปริมาณผลผลิต (Prod) ดังนั้นจึงต้องคำนวณค่า Eigenvalue (Prod) ซึ่งโปรแกรมคำนวณได้เท่ากับ 2.40 แล้วจึงคำนวณหา Eigenvector (v) ของตัวแปรต่าง ๆ ที่สอดคล้องกันกับ ค่า Eigenvalue (Prod)

สำหรับค่า Eigenvalue (Prod) = 2.40 นำไปแทนค่าในระบบสมการเชิงเส้น $(R - \lambda I)v = 0$ เมื่อ R คือ เมทริกซ์สหสัมพันธ์ λ คือค่า Eigenvalue ของตัวแปรที่สนใจ I คือ เมทริกซ์เอกลักษณ์ เพื่อหาค่า Eigenvector (v) โดยใช้ โปรแกรม Python ช่วยในการคำนวณ โดยค่า Eigenvector ที่ได้ปรากฏดังตารางที่ 3.2

3) คำนวณ Factor Loadings

Factor Loading คำนวณโดยใช้สมการ $\text{Factor Loading} = V_i \cdot \lambda^{1/2}$ โดย V_i คือตัวประกอบใน Eigenvector และ $\lambda^{1/2}$ คือรากที่สองของ Eigenvalue (Prod) ยกตัวอย่างการคำนวณ Factor Loading เช่น รากที่สองของ Eigenvalue (Prod) $= \sqrt{2.40}$ มีค่าประมาณ 1.55 ดังนั้น

$$\text{Indicator-level Factor Loading ของ Temp} = 0.302 * 1.55 = 0.468$$

$$\text{Indicator-level Factor Loading ของ Ph} = 0.403 * 1.55 = 0.624$$

$$\text{Indicator-level Factor Loading ของ Oxy} = 0.403 * 1.55 = 0.624$$

จากนั้นนำค่า Factor Loading ในระดับ Level มาปรับเป็นค่า Normalized Indicator-level Factor Loading ที่คำนวณได้จากตัวแปรแต่ละตัว ด้วยการนำค่า Indicator-level Factor Loading ของแต่ละตัวแปรหารด้วยผลรวมของ ค่า Indicator-level Factor Loading ของทุกตัวแปร ซึ่งจากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 7.728 ดังนั้น

$$\text{Normalized Indicator-level Factor Loading ของ Temp} = 0.468 / 7.728 = 0.061$$

$$\text{Normalized Indicator-level Factor Loading ของ Ph} = 0.624 / 7.728 = 0.081$$

$$\text{Normalized Indicator-level Factor Loading ของ Oxy} = 0.624 / 7.728 = 0.081$$

หลังจากที่ได้ผลลัพธ์การคำนวณค่า Normalized Indicator-level Factor Loading จะนำมาคำนวณเป็นดัชนี ประกอบแบบถ่วงน้ำหนัก เพื่อให้เป็นดัชนีชี้วัดความเปราะบางของการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู

$$CI_{11} = \left[\frac{(I_{11} \times Y_{11} + I_{21} \times Y_{21} + \dots + I_{n1} \times Y_{n1})}{\sum_{i=1}^n Y_i} \right]$$

ผู้วิจัยทำการแยกการคำนวณค่า (Composite Index: CI) ยกตัวอย่างการคำนวณค่าดัชนีความเปราะบาง การเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่ในไตรมาสที่ 1 ปีพ.ศ. 2553 ได้ดังนี้

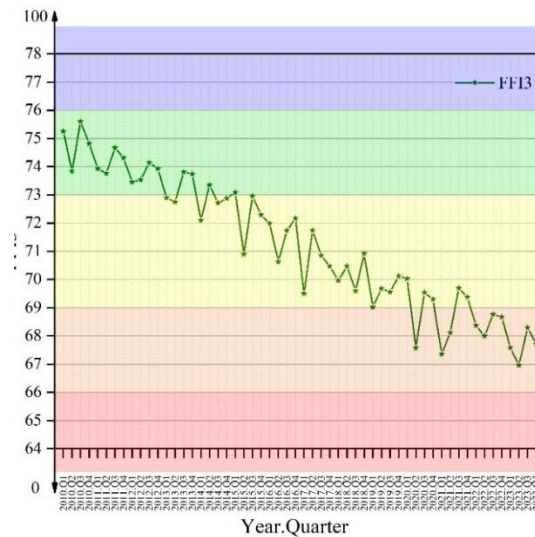
$$Cl_{en1} = \left[\frac{(60.23 \times 0.061) + (68.75 \times 0.081) + (70.25 \times 0.081) \dots + (60.19 \times 0.09)}{(0.061 + 0.081 + 0.081 + \dots + 0.090)} \right]$$

$$Cl_{en1} = \left[\frac{(3.673 + 5.570 + 5.692 + \dots + 5.417)}{1} \right] = 70.134$$

ถ้า $0 \leq CI < 0.66$	หมายความว่า สถานการณ์มีความเปราะบางสูงมาก
ถ้า $0.66 \leq CI < 0.69$	หมายความว่า สถานการณ์มีความเปราะบางสูง
ถ้า $0.69 \leq CI < 0.73$	หมายความว่า สถานการณ์มีความเปราะบางปานกลาง
ถ้า $0.73 \leq CI < 0.76$	หมายความว่า สถานการณ์มีความเปราะบางต่ำ
ถ้า $0.76 \leq CI < 1$	หมายความว่า สถานการณ์มีความเปราะบางต่ำมาก

จากผลการวิจัยในการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจ สังคม และระบบนิเวศของการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่น้ำในอำเภอศรีราชาจังหวัดชลบุรี ทำให้ทราบว่าเกษตรกรยังคงทำการเพาะเลี้ยงตามแบบเดิมที่ยังเผชิญกับความเสี่ยงทางด้านสภาพแวดล้อม อีกทั้งยังพบว่าในห่วงโซ่อุปทานมีความเกี่ยวข้องกันกับสถานการณ์ด้านเศรษฐกิจการตลาดที่มีความไม่แน่นอนในเรื่องราคา และความต้องการของตลาด รวมทั้งปัจจัยด้านสังคมของเกษตรกรที่ยังผันแปรไปตามมาตรฐานการครองชีพ สอดคล้องกับแนวคิดความเปราะบางตามความสามารถฟื้นตัวของ Moret (2014) ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงใช้เครื่องมือทางสถิติเพื่อชี้วัดสถานะความเปราะบางของการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่น้ำ โดยผลการศึกษาจากข้อมูลทั้งด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม รายไตรมาสตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 - พ.ศ. 2566 แสดงแนวโน้มความเปราะบางของการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่น้ำตามภาพที่ 1

ปีที่ 17 ฉบับที่ 33 มกราคม - มิถุนายน 2569



ภาพที่ 1 แนวโน้มของดัชนีชี้วัดความเปราะบางการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่ ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2553 – 2566

ที่มา: จากการศึกษา

จากภาพที่ 1 แสดงแนวโน้มดัชนีชี้วัดความเปราะบางของการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่อำเภอศรีราชาจากภาพพบว่าความเปราะบางที่เกิดขึ้นมีลักษณะเป็นการผันแปรตามฤดูกาล (Seasonal) ซึ่งจากงานศึกษาของ Islam, Md. M., & Chuenpagdee, R. (2018) พบเพียงว่าความเปราะบางเกิดจากผลผลิต และโครงสร้างทางเศรษฐกิจสังคม แต่งานศึกษานี้ค้นพบเพิ่มเติมว่าการปรับตัวขึ้นลงของดัชนีมีลักษณะผันแปรตามฤดูกาล โดยในช่วงไตรมาสที่ความเปราะบางสูง (ค่า CI ต่ำ) จะตกอยู่ในช่วงไตรมาสที่ 1 อันเนื่องมาจากการเก็บเกี่ยวค่อนข้างต่ำเพราะอยู่ในช่วงรอผลผลิตเจริญเติบโตเต็มที่ และเมื่อเข้าสู่ไตรมาสที่ 2 – 3 ผลผลิตเริ่มเก็บเกี่ยวได้ค่า CI จึงปรับสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตามข้อค้นพบสำคัญจากการวิเคราะห์นี้คือ แนวโน้มของค่าดัชนีชี้วัดความเปราะบางมีค่าลดต่ำลงอย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Idrus et al. (2022) สังเกตได้จากช่วงปี พ.ศ. 2553 – 2555 ตัวเลขดัชนีมีความผันผวนแต่ยังคงอยู่ในช่วงสถานการณ์ที่มีความเปราะบางต่ำตามแถบสีเขียวในภาพ จากนั้นมาในช่วงปี พ.ศ. 2556 – 2561 การเคลื่อนไหวของเลขดัชนีอยู่ในช่วงสถานการณ์ปกติที่มีความเปราะบางปานกลาง แต่หลังจากนั้นมา จนถึงปี พ.ศ. 2566 ดัชนีเริ่มลงไปจนถึงสถานการณ์ที่มีความเปราะบางสูง ทั้งนี้ปัจจัยหลักมาจากตัวแปรด้านสิ่งแวดล้อมที่ในระยะหลังเผชิญกับความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำ และการกระจายตัวของคราบน้ำมันในทะเลซึ่งจากเรือบรรทุกขนถ่ายน้ำมันที่พบน้ำมันรั่วไหลบ่อยครั้งตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559 – 2561 ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำในช่วงเวลาถัดมา

ปีที่ 17 ฉบับที่ 33 มกราคม - มิถุนายน 2569

จากผลการวิจัยนี้เปรียบเทียบกับงานศึกษาที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ศึกษาอื่น ๆ พบว่า Noranarttragoon et al., (2023) ใช้วิธีการประเมินความเสี่ยงของการทำประมง โดยอาศัยวิธีประเมิน Productivity–Susceptibility Analysis (PSA) เพื่อศึกษาความเสี่ยงของการเพาะเลี้ยงปลาน้ำตื้น และกึ่ง พบสาเหตุความเปราะบางทั้งในส่วนของคุณภาพทางกายภาพของสภาพแวดล้อม อีกทั้งยังเกิดจากความเปราะบางจากมนุษย์ด้วยการใช้เครื่องมือประมงที่ผิดวิธี และการซ้อนทับของพื้นที่ที่อ้างกรรมสิทธิ์ในการทำประมง แสดงให้เห็นว่าด้วยวิธีการประเมินที่แตกต่างกันไปตามลักษณะของข้อมูลแต่ยังให้ผลที่มีความคล้ายคลึงกันและมุ่งเน้นการวัดความเปราะบางทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม และกิจกรรมของมนุษย์ นอกจากนี้ ผลงานวิจัยครั้งนี้ยังสอดคล้องกับ Hinz, Tömroos, and de Juan (2021) ศึกษาความเปราะบางในพื้นที่ของทะเลเมดิเตอร์เรเนียนซึ่งงานวิจัยนี้ใช้วิธีประเมินด้วย Trait-based vulnerability index แล้วทำการสร้างแผนที่ความเสี่ยงบริเวณต่าง ๆ ของทะเลเมดิเตอร์เรเนียน ทำให้เห็นแนวทางชัดเจนของความเสี่ยงที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถนำไปต่อยอดการศึกษาในครั้งต่อไปได้

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ผลการศึกษาที่ได้จากการพัฒนาดัชนีชี้วัดความเปราะบางของการทำประมงชายฝั่ง กรณีศึกษาการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภูในอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี สามารถให้ข้อเสนอแนะจากการวิจัยได้ ดังนี้

- 1) สำนักงานประมงจังหวัดชลบุรีที่ต้องจัดสรรงบประมาณลงพื้นที่เพื่อช่วยเหลือการทำประมงพื้นบ้านจะมีข้อมูลเชิงปริมาณในการชี้วัดสถานการณ์ของการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู ทำให้มีข้อมูลชัดเจนมากขึ้นในการนำดัชนีความเปราะบางนี้ไปประกอบการคำนวณงบประมาณเพื่อให้ความช่วยเหลือแก่เกษตรกร
- 2) องค์การปกครองส่วนท้องถิ่นสามารถนำข้อมูลไปพัฒนาฐานข้อมูลดัชนีความเปราะบาง เพื่อติดตามสถานการณ์ความเปราะบางในการทำประมงได้อย่างต่อเนื่อง และพัฒนาไปเป็นแผนยุทธศาสตร์ท้องถิ่นด้านความมั่นคงทางอาหาร และการคำนึงถึงระบบนิเวศทางทะเลได้เนื่องจากผลการวิจัยนี้พัฒนาตามหลักการพัฒนาอย่างยั่งยืน
- 3) องค์การปกครองส่วนท้องถิ่นสามารถนำไปกำหนดแนวทางการสร้างระบบสวัสดิการให้กับเกษตรกรเพื่อประกันรายได้ในกรณีที่ความเปราะบางมีความรุนแรงทั้งในด้านความผันผวนด้านราคา และทรัพยากรทางทะเลถูกทำลายอย่างรุนแรง อันเกิดจากระบบนิเวศเสื่อมโทรม
- 4) เกษตรกรสามารถนำดัชนีความเปราะบางนี้ไปประเมินความเสี่ยงของการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู เพื่อให้การทำ การเกษตรมีความแม่นยำ และมีแนวทางการปรับตัวเพื่อรองรับกับการเปลี่ยนแปลงทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม

ปีที่ 17 ฉบับที่ 33 มกราคม - มิถุนายน 2569

ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษารั้งต่อไป

- 1) เนื่องจากการวิจัยนี้เป็นการนำร่องการประเมินความเปราะบางของการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่น้ำจืด การศึกษารั้งต่อไปสามารถขยายผลเป็นการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งประเภทอื่น ๆ ได้
- 2) ผลการศึกษานี้สามารถเป็นแนวทางในการบูรณาการร่วมกับงานทางวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ได้ด้วยการผลิตนวัตกรรมการเตือนภัยล่วงหน้า (Early Warning) ผ่านแอปพลิเคชันในรูปแบบ Smart farming
- 3) ผลการศึกษาส่วนหนึ่งพบว่าเกษตรกรยังคงใช้รูปแบบการทำการประมงด้วยอุปกรณ์ดั้งเดิม หากสามารถต่อยอดด้วยการออกแบบเรือประหยัดพลังงาน หรือ อุปกรณ์ที่ช่วยลดแรงปะทะของคลื่นลมในทะเลเพื่อลดความเสี่ยงด้านการสูญเสียผลผลิตได้
- 4) แนวโน้มของดัชนีความเปราะบางที่ค้นพบมีลักษณะเป็นฤดูกาล (Seasonal) ดังนั้นสามารถต่อยอดงานวิจัยด้านการพัฒนาชุมชนเพื่อวิเคราะห์หาแนวทางการประกอบอาชีพรองในระหว่างที่เกษตรกรต้องรอเก็บเกี่ยวผลผลิต

เอกสารอ้างอิง

- Blythe, J., Flaherty, M., & Murray, G. (2014). Vulnerability of coastal livelihoods to shrimp farming: Insights from Mozambique. *Environment, Development and Sustainability*, 44(4), 275–284.
<https://doi.org/10.1007/s10668-014-9532-5>
- Hinz, H., Törnroos, A., & de Juan, S. (2021). Trait-based indices to assess benthic vulnerability to trawling and model loss of ecosystem functions. *Ecological Indicators*, 126, 107692.
- Huang, B., Banzon, V. F., Freeman, E., Lawrimore, J., Liu, W., Peterson, T. C., ... & Zhang, H. M. (2015). Extended reconstructed sea surface temperature version 4 (ERSST.v4). Part I: Upgrades and intercomparisons. *Journal of Climate*, 28(3), 911–930. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-14-00006.1>
- Idrus, I. I., Ismail, A., & Amandaria, R. (2022). The vulnerability and resilience of fishermen's household livelihoods in Lae-Lae Island, Makassar City. *E3S Web of Conferences*, 149, 02034.
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202214902034>
- Jara, H. J., Tam, J., Reguero, B. G., Ganoza, F., Castillo, G., Romero, C. Y., Gévaudan, M., & Sánchez, A. A. (2020). Current and future socio-ecological vulnerability and adaptation of artisanal fisheries communities in Peru: The case of the Huaura province. *Marine Policy*, 119, 104003.
<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104003>
- Johnson, J. E., & Welch, D. J. (2009). Marine fisheries management in a changing climate: A review of vulnerability and future options. *Reviews in Fisheries Science*, 18(1), 106–124.
<https://doi.org/10.1080/10641260903434557>
- Luers, A. L., Lobell, D. B., Sklar, L. S., Addams, C. L., & Matson, P. A. (2003). A method for quantifying vulnerability, applied to the agricultural system of the Yaqui Valley, Mexico. *Global Environmental Change*, 13(4), 255–267. [https://doi.org/10.1016/S0959-3780\(03\)00054-2](https://doi.org/10.1016/S0959-3780(03)00054-2)
- Moret, W. (2014). *Vulnerability assessment methodologies: A review of the literature*. FHI 360.
<https://www.fhi360.org/resource/vulnerability-assessment-methodologies-review-literature>
- Morzaria-Luna, H. N., Turk-Boyer, P., & Moreno-Báez, M. (2014). Social indicators of vulnerability for fishing communities in the northern Gulf of California, Mexico: Implications for climate change. *Marine Policy*, 45, 182–193. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2013.10.013>

ปีที่ 17 ฉบับที่ 33 มกราคม - มิถุนายน 2569

Naik, A. S., & Hayes, M. (2019). Bioprocessing of mussel by-products for value-added ingredients. *Trends in Food Science & Technology*, 92, 111–121. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.08.016>

Noranarttragoon, P., Koolkalaya, S., Thitipongtrakul, W., Avakul, P., Phoonsawat, R., & Jutagate, T. (2023). Trawl Fisheries in the Gulf of Thailand: Vulnerability Assessment and Trend Analysis of the Fish Landings. *Fishes*, 8(4), 177.

Tasnuva, A., Hossain, M. R., Salam, R., Islam, A. R. M. T., Patwary, M. M., & Ibrahim, S. M. (2021). Employing social vulnerability index to assess household social vulnerability of natural hazards: Evidence from southwest coastal Bangladesh. *Environment, Development and Sustainability*, 23, 10223–10245. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-01086-0>

Zhang, W., Zhang, R., & Wang, Y. (2012). Research on the vulnerability of coastal zone system development. In Y. Luo, Y. Pan, & J. Liu (Eds.), *Advances in Computer Science, Environment, Ecoinformatics, and Education* (pp. 461–469). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-23357-9_74

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตศรีราชา และได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลจากสำนักงานประมงจังหวัดชลบุรี คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้