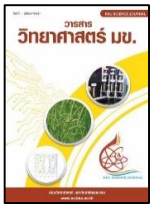
KKU SCIENCE JOURNAL
Journal Home Page : https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/KKUSciJ
Published by the Faculty of Science, Khon Kaen University, Thailand



การประเมินคุณภาพแหล่งน้ำไหลในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ด้วยวิธีทางชีวภาพแบบเร็วโดยใช้ดัชนีชีวภาพเมทริกหลายแบบของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินจากประเทศไทย (Thai MMI)

Rapid Biological Assessment in Lotic Habitats of Lao People's Democratic Republic using Thai's Benthic Macroinvertebrate Multimetric Index (Thai MMI)

จุฑามาศ ศรีปัญญา[1] จันดา วงศ์สมบัติ[2] เวียงคร วรรณจักร[1,3] แก้วภวิกา รัตนจันทร์[4] ชุติมา หาญจวณิช[1] และ นฤมล แสงประดับ[1,5*]

Jutamas Sripanya[1], Chanda Vongsombath[2], Viengkhone Vannachak[1,3], Kaewpawika Rattanachan[4], Chutima Hanjavanit[1] and Narumon Sangpradub[1,5*]

[1]สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

[2]ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว วิทยาเขตดงโดก นครหลวงเวียงจันทน์ 7322

[3]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว วิทยาเขตดงโดก นครหลวงเวียงจันทน์ 7322

[4]กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช กรุงเทพมหานคร 10900

[5]ศูนย์ความเป็นเลิศด้านความหลากหลายทางชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร 10330

[1]Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002, Thailand

[2]Department of Environmental Science, Faculty of Environmental Sciences, National University of Laos, Dongdok Campus, Vientiane Capital, 7322, Lao People's Democratic Republic

[3]Department of Biology, Faculty of Natural Science, National University of Laos, Dongdok Campus, Vientiane Capital, 7322, Lao People's Democratic Republic

[4]Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok, 10900, Thailand

[5]Center of Excellence on Biodiversity, Department of Biology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok, 10330, Thailand

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอผลการทดสอบดัชนีชีวภาพเมทริกหลายแบบจากสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินที่ได้พัฒนาขึ้นในประเทศไทย (Thai MMI) สำหรับการประเมินคุณภาพแหล่งน้ำในลำธารและแม่น้ำที่ตื้นของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (สปป.ลาว) ผลการศึกษาพบว่า ดัชนี Thai MMI ดั้งเดิมยังไม่สามารถใช้ได้ แต่เมื่อปรับค่าทางสถิติของแต่ละเมทริกด้วยข้อมูลสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินของสปป.ลาวได้เป็นดัชนีใหม่คือ ดัชนี Thai MMI^{Lao} ที่สามารถประเมินคุณภาพแหล่งน้ำออกเป็น 4 ระดับ สอดคล้องกับผลการประเมินด้วยดัชนี Lao MMI การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า

*Corresponding Author, E-mail: narumon@kku.ac.th

Received: date: 10 April 2023 | Revised date: 1 June 2023 | Accepted date: 2 June 2023

เมทริกแกน 12 แบบของดัชนี Thai MMI มีศักยภาพที่อาจนำไปใช้ประเมินคุณภาพแหล่งน้ำในประเทศเพื่อนบ้านอื่นๆ ได้หลังจากปรับค่าด้วยข้อมูลสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินของประเทศนั้นๆ

ABSTRACT

The purpose of this research was to test the benthic macroinvertebrate multimetric index which developed in Thailand (Thai MMI) to assess quality of streams and wadeable rivers in Lao People's Democratic Republic (Lao PDR). The results show that the original Thai MMI was unable to discriminate between reference sites and stressed sites. The Thai MMI was adjusted for both the 12 core metric scores and the evaluation criteria by using benthic macroinvertebrate data from Lao PDR. The adjusted index was called Thai MMI^{Lao}. The Thai MMI^{Lao} had assessed the quality of streams and wadeable rivers into 4 classes and the assessment results agreed with the Lao MMI. This study indicates that the 12 core metrics of Thai MMI have potential to assess the quality of water body in other neighboring countries after adjusting the index using benthic macroinvertebrate data from one's own country.

คำสำคัญ: เครื่องมือทางชีวภาพ น้ำจืด การประเมินคุณภาพ สปป.ลาว
Keywords: Biological Tool, Freshwater, Quality Assessment, Lao PDR

บทนำ

สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (สปป.ลาว) เป็นประเทศในลุ่มแม่น้ำโขงตอนล่างของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่ไม่มีทางออกสู่ทะเล ถูกล้อมรอบด้วยสาธารณรัฐประชาชนจีน สาธารณรัฐแห่งสหภาพพม่า ราชอาณาจักรไทย ราชอาณาจักรกัมพูชา และสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม พื้นที่ประมาณร้อยละ 80 ของสปป.ลาว เป็นภูเขา และที่เหลืออีกร้อยละ 20 เป็นที่ราบลุ่มตามแม่น้ำโขง ลักษณะอากาศร้อนชื้น โดยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ มีภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อน (Emerton, 2005; MoNRE and IUCN, 2016) สปป.ลาวมีทรัพยากรธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์ทั้งทรัพยากรน้ำ ป่าไม้ แร่ธาตุ รวมทั้งเป็นแหล่งความหลากหลายทางชีวภาพที่สำคัญแห่งหนึ่งในภูมิภาคแม่น้ำโขง (Johanna *et al.*, 2009) ในขณะเดียวกันสปป.ลาวเป็นประเทศที่กำลังพัฒนาอย่างรวดเร็ว การพัฒนาด้านเศรษฐกิจของประเทศส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับการใช้ทรัพยากรธรรมชาติเหล่านี้ (WREA, 2008) นอกจากนี้การสร้างเขื่อนเพื่อผลิตไฟฟ้าพลังน้ำและการทำเหมืองแร่ทำให้เกิดผลกระทบที่เพิ่มขึ้นต่อสิ่งแวดล้อม คุณภาพน้ำ และสิ่งมีชีวิตในน้ำ (ICEM, 2003) Noda *et al.* (2017) รายงานว่าน้ำประปาในเวียงจันทน์มีคุณภาพดีกว่าน้ำในบ่อ และน้ำในบ่อน้ำที่ตื้นบางแห่งมีการปนเปื้อนของแอมโมเนียและแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มสูงซึ่งอาจส่งผลเสียต่อสุขภาพ นอกจากนี้ Brindha *et al*. (2019) ได้รายงานว่าในพื้นที่ส่วนใหญ่มีน้ำใต้ดินที่มีสภาพเป็นกรด และมีการปนเปื้อนของไนเตรทจากปุ๋ยไนโตรเจนและของเสียที่รั่วไหลจากบ่อบำบัดน้ำเสีย

การประเมินทางชีวภาพแบบเร็ว (Rapid bioassessment) เป็นวิธีการที่ใช้ในหลายประเทศทั่วโลก เพื่อประเมินผลกระทบโดยรวมต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำจากมลพิษที่ไม่ใช่แหล่งกำเนิด (Non-point source pollution) และความสมบูรณ์ทางนิเวศของแหล่งน้ำไหลด้วยการกำหนดสถานีอ้างอิง ซึ่งจะเป็นตัวแทนของบริเวณที่ไม่มีการรบกวนหรือได้รับการรบกวนน้อยจากกิจกรรมของมนุษย์ และใช้ข้อมูลสิ่งมีชีวิตที่พบในสถานีอ้างอิงมากำหนดเกณฑ์เปรียบเทียบสมรรถนะ (Benchmark) เพื่อจัดประเภทคุณภาพแหล่งน้ำ (Barbour *et al*., 1999) โดยเฉพาะชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน (Sharma *et al*., 2008; Boonsong *et al.*, 2009; Varnosfaderany *et al.*, 2010; Xu *et al.*, 2014; Tan and Beh, 2015; Deborde *et al*., 2016; Pham, 2017; Patang *et al*., 2018) การประเมินคุณภาพแหล่งน้ำด้วยวิธีทางชีวภาพอาจใช้เสริมวิธีการที่มีอยู่เดิมในประเทศนั้นๆ เพื่อให้ประเมินได้ในหลากหลายมิติมากขึ้น ในปี พ.ศ. 2547 คณะกรรมาธิการแม่น้ำโขง (Mekong River

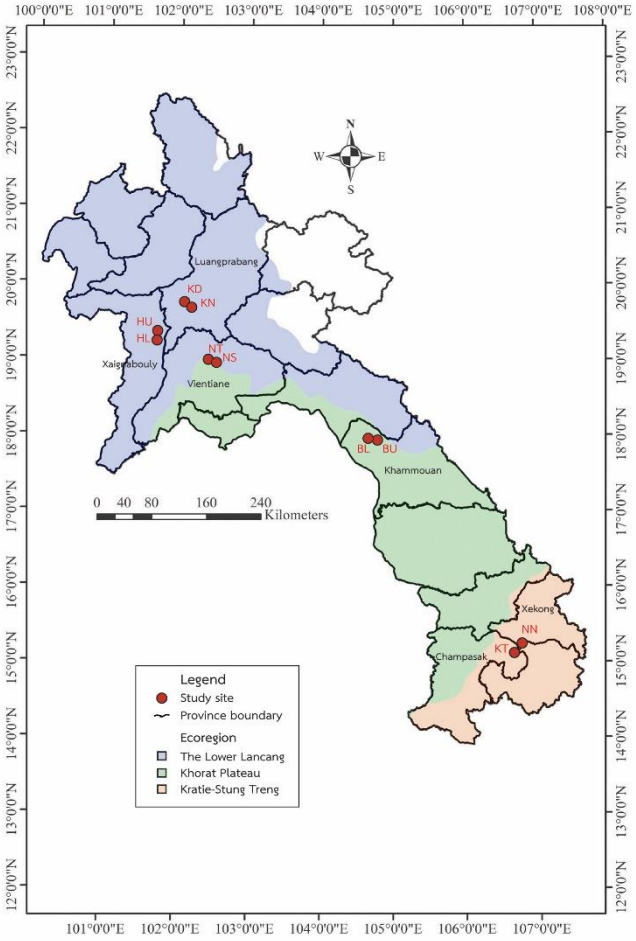
Commission) ได้พัฒนาวิธีการติดตามและตรวจสอบสุขภาพของระบบนิเวศในแม่น้ำโขงสายประธานและลำน้ำสาขา (Mainstream Mekong River and its tributaries) ใน 4 ประเทศสมาชิกคือ ราชอาณาจักรไทย สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ราชอาณาจักรกัมพูชา และสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม โดยพิจารณาสิ่งมีชีวิต 4 กลุ่มคือ ไดอะตอมพื้นท้องน้ำ แพลงก์ตอนสัตว์ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินบริเวณใกล้ริมฝั่ง และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในตะกอนพื้นท้องน้ำ (Mrcmekhong.org, 2022) ต่อมาในปี พ.ศ. 2566 Sripanya *et al*. (2023) ได้พัฒนาดัชนีชีวภาพเมทริกหลายแบบ (Multimetric index) จากสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน สำหรับประเมินคุณภาพลำธารและแม่น้ำที่ตื้นในสปป.ลาว ตามวิธีการของ Barbour *et al*. (1999) โดยในขั้นตอนการคัดเลือกเมทริกได้ใช้เมทริกที่มีศักยภาพ (Potential metric) จำนวน 54 แบบ พบว่ามีเมทริก 35 แบบที่ผ่านการคัดเลือกเป็นเมทริกตัวแทน (Candidate metric) ซึ่งสามารถแยกความแตกต่างระหว่างกลุ่มสถานีอ้างอิง (Reference sites) กับกลุ่มสถานีที่ถูกรบกวนมาก (Stressed sites) ได้ เมื่อคัดเลือกเมทริกบางตัวที่มีความซ้ำซ้อนกัน (Redundancy) และเมทริกที่อำนาจการแยกความแตกต่างระหว่างกลุ่มสถานีมีค่าต่ำออก เหลือเป็นเมทริกแกน (Core metric) จำนวน 11 แบบ ซึ่งสามารถพัฒนาต่อไปจนได้เป็นดัชนีชีวภาพเมทริกหลายแบบของสปป.ลาว (Lao MMI) ดังรายละเอียดใน Sripanya *et al.* (2023) สำหรับในประเทศไทย Rattanachan *et al*. (2016) ได้รวมผลการศึกษาการพัฒนาดัชนีชีวภาพเมทริกหลายแบบของลำธารต้นน้ำในลุ่มน้ำเลย (Boonsoong *et al*., 2009) ลุ่มน้ำโขง 2 (Getwongsa *et al*., 2010) และลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล (Uttarak *et al*., 2011) ที่ได้จากการพัฒนาตามวิธีการของ Barbour *et al*. (1999) ได้เป็นดัชนีชีวภาพเมทริกหลายแบบของประเทศไทย (Thai MMI) ซึ่งประกอบด้วยเมทริกแกนจำนวน 12 แบบ และเมื่อนำดัชนีชีวภาพนี้ไปทดสอบในลำธารต้นน้ำหลายสายทั่วประเทศไทย พบว่าได้ผลสอดคล้องกับผลการประเมินคุณภาพน้ำด้วยวิธีการของกรมควบคุมมลพิษของประเทศไทย นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบดัชนี Thai MMI กับ Lao MMI พบว่ามีสมาชิกของเมทริกแกนเหมือนกัน 6 แบบ และสมาชิกของเมทริกตัวแทนประเทศไทยกับเมทริกตัวแทนสปป.ลาวประกอบด้วยเมทริกแบบเดียวกันทั้ง 35 แบบ อีกทั้งดัชนี Thai MMI ถูกพัฒนาขึ้นมาจากพื้นที่ศึกษาที่ตั้งอยู่ในเขตภูมินิเวศที่ราบสูงโคราช (Khorat Plateau) และยังพบว่าพื้นที่บางส่วนของสปป.ลาวเป็นส่วนหนึ่งของเขตภูมินิเวศแห่งนี้ ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะใช้ดัชนี Thai MMI ประเมินคุณภาพลำธารและแม่น้ำที่ตื้นในสปป.ลาวได้ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้เลือกศึกษาในลำธารและแม่น้ำที่ตื้นจาก 3 เขตภูมินิเวศของสปป.ลาว ได้แก่ เขตภูมินิเวศล้านช้างตอนล่าง (the Lower Lancang) ที่ราบสูงโคราช และกระแจะ-สตรึงแตรง (Kratie-Stung Treng) ซึ่งประกอบไปด้วยลำธารและแม่น้ำสาขาของลุ่มแม่น้ำโขงเช่นกัน และนอกจากนี้ยังพบว่าเขตภูมินิเวศล้านช้างตอนล่างและที่ราบสูงโคราชครอบคลุมหลายพื้นที่ของทั้งสองประเทศ (Freshwater ecoregions of the world, 2019) ดังนั้นบทความวิจัยนี้นำเสนอผลทดสอบการใช้ดัชนี Thai MMI ประเมินคุณภาพลำธารและแม่น้ำที่ตื้นใน 3 เขตภูมินิเวศของสปป.ลาว

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ที่มาของข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลและผลการศึกษาจากงานวิจัยเรื่อง “Benthic Macroinvertebrate Communities in Wadeable Rivers and Streams of Lao PDR as a Useful Tool for Biomonitoring Water Quality: A Multimetric Index Approach” ของ Sripanya *et al*. (2023) ประกอบด้วย ก) การประเมินคุณภาพแหล่งอาศัย (Habitat Assessment) ข) การตรวจวัดปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำ และ ค) การเก็บรวบรวมสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน ซึ่งเป็นข้อมูลการเก็บตัวอย่างใน 2 ฤดูกาล ได้แก่ ฤดูหนาว (ธันวาคม 2559 และ พฤศจิกายน 2560) และฤดูร้อน (เมษายน 2560 และ 2561) จากแหล่งน้ำ 10 แห่ง รวมทั้งสิ้น 40 สถานีซึ่งอยู่ใน 3 เขตภูมินิเวศ ได้แก่ 1) น้ำฮุ่งตอนบน (Nam Houng upstream, HU) 2) น้ำฮุ่งตอนล่าง (Nam Houng downstream, HL) 3) น้ำโคด (Nam Khod, KD) 4) น้ำขัน (Nam Khan, KN) 5) น้ำซอง (Nam Song, NS) 6) น้ำถาง (Nam Thang, NT) 7) น้ำหินบูนตอนบน (Nam Hinboun upstream, BU)

8) น้ำหินบูนตอนล่าง (Nam Hinboun downstream, BL) 9) เซกะตาม (Xe Katam, KT) และ 10) เซน้ำน้อย (Xe Namnoy, NN) (รูปที่ 1) แบ่งสภาวะสถานีตามเกณฑ์ใน Rattanachan *et al*. (2016) ได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มสถานีอ้างอิง (Reference site) 7 สถานี กลุ่มสถานีที่ถูกรบกวนปานกลาง (Intermediate site) 26 สถานี และกลุ่มสถานีที่ถูกรบกวนมาก (Stressed site) 7 สถานี ข้อมูลการประเมินคุณภาพแหล่งอาศัย ปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำ และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน มีรายละเอียดใน Sripanya *et al*. (2023)



รูปที่ 1 แผนที่แสดงพื้นที่ศึกษา: น้ำฮุ่งตอนบน (HU) น้ำฮุ่งตอนล่าง (HL) น้ำโคด (KD) น้ำขัน (KN) น้ำซอง (NS) น้ำถาง (NT) น้ำหินบูนตอนบน (BU) น้ำหินบูนตอนล่าง (BL) เซกะตาม (KT) และเซน้ำน้อย (NN)

2. การประเมินคุณภาพแหล่งน้ำของสปป.ลาว ด้วยดัชนีชีวภาพเมทริกหลายแบบของประเทศไทย (Thai MMI) และสถิติที่เกี่ยวข้อง

ดัชนี Thai MMI หรือดัชนีชีวภาพเมทริกหลายแบบของประเทศไทย พัฒนาโดย Rattanachan *et al*. (2016) ประกอบด้วยเมทริกแกน 12 แบบที่เป็นตัวแทนของกลุ่มการวัด 5 หมวดหมู่ที่สะท้อนถึงความสมบูรณ์ของระบบนิเวศและการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย 1) หมวดหมู่ความหลากหลายหรือความมากชนิด (Richness) ได้แก่ จำนวนแทกซาทั้งหมด (Total taxa) จำนวนแทกซาทั้งหมดของแมลงชีปะขาว แมลงสโตนฟลายและแมลงหนอนปลอกน้ำรวมกัน (EPT taxa) จำนวนแทกซาของแมลงชีปะขาว (Ephemeroptera taxa) และจำนวนแทกซาของด้วงน้ำ (Coleoptera taxa) 2) หมวดหมู่องค์ประกอบโครงสร้างชุมชน (Composition) ได้แก่ ร้อยละความชุกชุมสัมพัทธ์ของแมลงชีปะขาว แมลงสโตนฟลายและแมลงหนอนปลอกน้ำ (% EPT) ร้อยละความชุกชุมสัมพัทธ์ของตัวอ่อนริ้นน้ำจืด

(% Chironomidae) 3) หมวดหมู่ความทนทาน/ความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของมลพิษ (Tolerance/Intolerance) ได้แก่ ร้อยละความชุกชุมสัมพัทธ์ของกลุ่มสัตว์ที่ทนต่อมลพิษ (% Tolerant) ร้อยละความชุกชุมสัมพัทธ์ของกลุ่มสัตว์ที่อ่อนไหวต่อมลพิษ (% Intolerant) ดัชนีชีวภาพของ Beck (Beck's Biotic Index) และดัชนีชีวภาพของ Hilsenhoff (HBI) 4) หมวดหมู่บทบาทหน้าที่การกินอาหาร (Functional Feeding Group) ได้แก่ จำนวนแทกซาของผู้ล่า (Predator taxa) และ 5) หมวดหมู่ลักษณะนิสัยของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน (Habit) ได้แก่ จำนวนแทกซาของสัตว์กลุ่มชอบเกาะพื้นอาศัย (Clinger taxa)

การทดสอบดัชนี Thai MMI มีขั้นตอนดังนี้

2.1 จากข้อมูลสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินใน 40 สถานีของ Sripanya *et al*. (2023) นำมาประเมินคุณภาพแหล่งน้ำด้วยดัชนี Thai MMI ที่พัฒนาโดย Rattanachan *et al*. (2016)

2.2 ใช้แผนภูมิบ็อกซ์และวิสเกอร์ (Box and Whisker plot) ตรวจสอบผลลัพธ์ของการประเมินในข้อ 2.1 ว่าสอดคล้องกับสภาวะของแหล่งน้ำหรือไม่ โดยพิจารณาจากการกระจายข้อมูลในแต่ละกลุ่มสถานี

2.3 หากผลลัพธ์ในข้อ 2.2 มีความสอดคล้องกัน แสดงว่าสามารถใช้ดัชนีชีวภาพและเกณฑ์ของประเทศไทยในการประเมินคุณภาพแหล่งน้ำในสปป.ลาวได้ แต่หากพบว่าผลลัพธ์ไม่สอดคล้องกับสภาวะของแหล่งน้ำ คาดว่าอาจเป็นผลเนื่องจากเกณฑ์คะแนนที่ใช้ยังไม่เหมาะสม สำหรับเมทริกไม่น่าเป็นปัญหาเนื่องจากเมทริกตัวแทน (Candidate metric) ของดัชนี Thai MMI และ Lao MMI ต่างประกอบด้วยเมทริกแบบเดียวกัน ดังนั้นควรพิจารณาเกณฑ์ที่อาจไม่เหมาะสม โดยเฉพาะการประมวลผลจากข้อมูลสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน เช่น จำนวนแทกซาทั้งหมดของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในกลุ่มสถานีอ้างอิงจากการศึกษาของ Rattanachan *et al*. (2016) อยู่ในช่วง 28 - 49 แทกซา ส่วนของ Sripanya *et al*. (2023) เป็น 37 - 63 แทกซา ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันมาก เป็นต้น ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จะมีการประมวลผลใหม่ โดยใช้ข้อมูลสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินของสปป.ลาว เพื่อกำหนดเป็นช่วงเกณฑ์ใหม่ก่อนนำไปใช้ประเมินคุณภาพแหล่งน้ำ

2.4 การปรับค่าคะแนนเมทริกแกน 12 แบบและเกณฑ์การประเมินคุณภาพแหล่งน้ำของดัชนี Thai MMI ใหม่ด้วยข้อมูลสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินจากสปป.ลาว เนื่องจากเมทริกต่างมีมาตราส่วน (Scale) ที่แตกต่างกัน เช่น เป็นจำนวน เป็นร้อยละ หรือเป็นจำนวนไร้มิติ (Dimensionless number) ก่อนการรวมเป็นดัชนีจึงต้องจัดมาตรฐานหรือแปลงให้แต่ละเมทริกเป็นคะแนนที่ไม่มีหน่วย ซึ่งในที่นี้ใช้เปอร์เซ็นไทล์และกำหนดเป็นคะแนน 3 ระดับ คือ 5 3 และ 1 เกณฑ์ในการให้คะแนนแต่ละเมทริกใช้ฐานจากการกระจายของค่าประชากรในกลุ่มสถานีอ้างอิง โดยเมทริกแต่ละแบบจะถูกกำหนดค่าที่เปอร์เซ็นไทล์ที่ 75 และ 25 ตามแนวโน้มการตอบสนองต่อมลพิษในแหล่งน้ำ (Barbour *et al*., 1996) ใช้ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 25 กับเมทริกที่มีแนวโน้มค่าลดลงเมื่อมลพิษเพิ่มขึ้น และค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 75 กับเมทริกที่มีแนวโน้มค่าเพิ่มขึ้นเมื่อมลพิษเพิ่มขึ้น จากนั้นรวมคะแนนเมทริกได้เป็นคะแนนดัชนีชีวภาพของแต่ละสถานี การแสดงผลคุณภาพแหล่งน้ำแบ่งเป็น 5 ประเภท โดยแบ่งค่าคะแนนดัชนีชีวภาพออกเป็นช่วงที่เปอร์เซ็นไทล์ที่ ≥75 ≥25 และ <25 หมายถึงคุณภาพแหล่งน้ำที่ดีมาก ดี และปานกลาง ตามลำดับ และค่าคะแนนต่ำกว่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 25 ถูกแบ่งครึ่งสองครั้งสำหรับคุณภาพแหล่งน้ำเสื่อมโทรมและเสื่อมโทรมมาก ตามลำดับ

2.5 นำดัชนีชีวภาพที่ได้ปรับเกณฑ์ใหม่ไปประเมินคุณภาพแหล่งน้ำทั้ง 40 สถานี ตรวจสอบความแตกต่างระหว่างค่าคะแนนดัชนีของกลุ่มสถานีอ้างอิงและกลุ่มสถานีที่ถูกรบกวนมากโดยใช้แผนภูมิบ็อกซ์และวิสเกอร์ หากพบว่าแยกจากกันแสดงว่าดัชนีชีวภาพที่ปรับใหม่นี้สามารถใช้ประเมินคุณภาพน้ำได้ จากนั้นตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีชีวภาพที่ปรับใหม่และปัจจัยสิ่งแวดล้อมด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman's correlation) โดยพิจารณาจากค่า r ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1 ค่า r เข้าใกล้ 1 หมายความว่า สองปัจจัยมีความสัมพันธ์กันมาก ขณะที่ค่า r เข้าใกล้ 0 หมายความว่าทั้งสองปัจจัยมีความสัมพันธ์กันน้อย ส่วนเครื่องหมายลบ (–) และเครื่องหมายบวก (+) จะบ่งบอกถึงทิศทางความสัมพันธ์ของสองปัจจัย (Games and Klare, 1967)

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

1. การประเมินคุณภาพแหล่งน้ำด้วยดัชนีชีวภาพเมทริกหลายแบบของไทย (Thai MMI)

การประเมินคุณภาพแหล่งน้ำด้วยดัชนี Thai MMI (Rattanachan *et al*., 2016) ในแต่ละกลุ่มสถานีได้ผลแสดงดังตารางที่ 1 จากแผนภูมิบ็อกซ์และวิสเกอร์พบว่า ค่าคะแนนดัชนีระหว่างกลุ่มสถานีอ้างอิงและกลุ่มสถานีที่ถูกรบกวนมากมีความแตกต่างกันไม่ชัดเจน คือ ช่วงระหว่างควอไทล์ (Interquartile range) มีความเหลื่อมกันเล็กน้อย (รูปที่ 2) ซึ่งบ่งชี้ว่าดัชนี Thai MMI ไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างกลุ่มสถานีอ้างอิงและกลุ่มสถานีที่ถูกรบกวนมากได้ ผลการศึกษานี้สรุปได้ว่าดัชนี Thai MMI ยังไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ประเมินคุณภาพแหล่งน้ำในสปป.ลาว

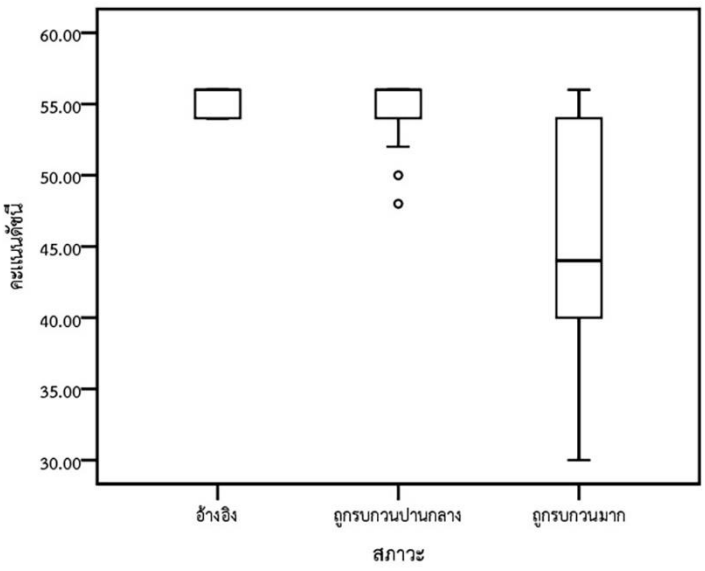
ตารางที่ 1 การประเมินคุณภาพน้ำด้วยดัชนี Thai MMI ดัชนี Thai MMI^{Lao} และดัชนี Lao MMI

สถานี	สภาวะ	ดัชนี Thai MMI		ดัชนี Thai MMI^{Lao}		ดัชนี Lao MMI	
		คะแนนดัชนี	คุณภาพแหล่งน้ำ	คะแนนดัชนี	คุณภาพแหล่งน้ำ	คะแนนดัชนี	คุณภาพแหล่งน้ำ
HUC16	อ้างอิง	56	ดีมาก	54	ดี	49	ดี
HLC16	ถูกรบกวนมาก	44	ปานกลาง	36	ปานกลาง	33	ปานกลาง
KDC16	ถูกรบกวนปานกลาง	56	ดีมาก	50	ปานกลาง	47	ปานกลาง
KNC16	ถูกรบกวนมาก	42	ปานกลาง	32	ปานกลาง	31	ปานกลาง
NSC16	ถูกรบกวนปานกลาง	56	ดีมาก	58	ดีมาก	53	ดีมาก
NTC16	อ้างอิง	56	ดีมาก	56	ดีมาก	55	ดีมาก
XUC16	ถูกรบกวนปานกลาง	56	ดีมาก	52	ปานกลาง	45	ปานกลาง
XLC16	ถูกรบกวนปานกลาง	48	ดี	36	ปานกลาง	31	ปานกลาง
KTC16	อ้างอิง	54	ดีมาก	54	ดี	53	ดีมาก
NNC16	อ้างอิง	56	ดีมาก	56	ดีมาก	53	ดีมาก
HUH17	ถูกรบกวนปานกลาง	54	ดีมาก	46	ปานกลาง	35	ปานกลาง
HLH17	ถูกรบกวนปานกลาง	56	ดีมาก	48	ปานกลาง	39	ปานกลาง
KDH17	ถูกรบกวนปานกลาง	56	ดีมาก	56	ดีมาก	53	ดีมาก
KNH17	ถูกรบกวนมาก	54	ดีมาก	42	ปานกลาง	37	ปานกลาง
NSH17	ถูกรบกวนปานกลาง	56	ดีมาก	48	ปานกลาง	43	ปานกลาง
NTH17	ถูกรบกวนปานกลาง	56	ดีมาก	58	ดีมาก	53	ดีมาก
XUH17	ถูกรบกวนปานกลาง	50	ดี	38	ปานกลาง	27	ปานกลาง
XLH17	ถูกรบกวนมาก	30	ปานกลาง	20	เสื่อมโทรม	17	เสื่อมโทรม
KTH17	ถูกรบกวนปานกลาง	56	ดีมาก	58	ดีมาก	53	ดีมาก
NNH17	ถูกรบกวนปานกลาง	54	ดีมาก	52	ปานกลาง	53	ดีมาก
HUC17	อ้างอิง	54	ดีมาก	48	ปานกลาง	43	ปานกลาง
HLC17	ถูกรบกวนปานกลาง	54	ดีมาก	52	ปานกลาง	53	ดีมาก
KDC17	ถูกรบกวนปานกลาง	56	ดีมาก	52	ปานกลาง	45	ปานกลาง
KNC17	ถูกรบกวนปานกลาง	52	ดี	42	ปานกลาง	39	ปานกลาง
NSC17	ถูกรบกวนปานกลาง	56	ดีมาก	50	ปานกลาง	45	ปานกลาง
NTC17	อ้างอิง	54	ดีมาก	56	ดีมาก	51	ดี
XUC17	ถูกรบกวนปานกลาง	52	ดี	40	ปานกลาง	33	ปานกลาง
XLC17	ถูกรบกวนมาก	54	ดีมาก	42	ปานกลาง	37	ปานกลาง
KTC17	ถูกรบกวนปานกลาง	56	ดีมาก	58	ดีมาก	53	ดีมาก
NNC17	ถูกรบกวนปานกลาง	56	ดีมาก	56	ดีมาก	51	ดี

ตารางที่ 1 การประเมินคุณภาพน้ำด้วยดัชนี Thai MMI ดัชนี Thai MMI^{Lao} และดัชนี Lao MMI (ต่อ)

สถานี	สภาวะ	ดัชนี Thai MMI		ดัชนี Thai MMI^{Lao}		ดัชนี Lao MMI	
		คะแนนดัชนี	คุณภาพแหล่งน้ำ	คะแนนดัชนี	คุณภาพแหล่งน้ำ	คะแนนดัชนี	คุณภาพแหล่งน้ำ
HUH18	ถูกรบกวนปานกลาง	56	ดีมาก	44	ปานกลาง	39	ปานกลาง
HLH18	ถูกรบกวนปานกลาง	56	ดีมาก	48	ปานกลาง	41	ปานกลาง
KDH18	ถูกรบกวนปานกลาง	56	ดีมาก	54	ดี	43	ปานกลาง
KNH18	ถูกรบกวนมาก	56	ดีมาก	42	ปานกลาง	35	ปานกลาง
NSH18	ถูกรบกวนปานกลาง	56	ดีมาก	50	ปานกลาง	47	ปานกลาง
NTH18	ถูกรบกวนปานกลาง	54	ดีมาก	52	ปานกลาง	45	ปานกลาง
XUH18	ถูกรบกวนปานกลาง	56	ดีมาก	50	ปานกลาง	47	ปานกลาง
XLH18	ถูกรบกวนมาก	38	ปานกลาง	26	เสื่อมโทรม	19	เสื่อมโทรม
KTH18	อ้างอิง	56	ดีมาก	56	ดีมาก	51	ดี
NNH18	ถูกรบกวนปานกลาง	54	ดีมาก	48	ปานกลาง	47	ปานกลาง

หมายเหตุ: HU หมายถึง น้ำฮุ่งตอนบน; HL หมายถึง น้ำฮุ่งตอนล่าง; KD หมายถึง น้ำโคด; KN หมายถึง น้ำขัน; NS หมายถึง น้ำชอง; NT หมายถึง น้ำถาง; BU หมายถึง น้ำหินบูนตอนบน; BL หมายถึง น้ำหินบูนตอนล่าง; KT หมายถึง เซกะตาม; NN หมายถึง เซน้ำน้อย, C16 หมายถึง ฤดูหนาว พ.ศ. 2559; H17 หมายถึง ฤดูร้อน พ.ศ. 2560; C17 หมายถึง ฤดูหนาว พ.ศ. 2560; H18 หมายถึง ฤดูร้อน พ.ศ. 2561



รูปที่ 2 แผนภูมิบ็อกซ์และวิสเกอร์ของคะแนนดัชนีชีวภาพที่ประเมินด้วยดัชนี Thai MMI ในกลุ่มสถานีอ้างอิง กลุ่มสถานีที่ถูกรบกวนปานกลาง และกลุ่มสถานีที่ถูกรบกวนมาก

2. การปรับเกณฑ์ดัชนีชีวภาพ Thai MMI ด้วยข้อมูลสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินจากสปป.ลาว

เมทริกแกนทั้ง 12 แบบของ Thai MMI ได้รับการจัดมาตรฐานโดยนำข้อมูลสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินที่เก็บจากสปป.ลาวในกลุ่มสถานีอ้างอิงมาหาค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 75 และ 25 และแปลงให้เป็นค่าคะแนน 5 3 และ 1 ได้ผลดังตารางที่ 2 จากนั้นรวมค่าคะแนนเมทริกแกนทั้ง 12 แบบในแต่ละสถานีให้เป็นคะแนนดัชนีชีวภาพเพื่อนำมากำหนดเกณฑ์การประเมินคุณภาพแหล่งน้ำออกเป็น 5 ประเภท โดยคะแนนดัชนีชีวภาพที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับเปอร์เซ็นไทล์ที่ 75 และค่าที่มีมากกว่าหรือเท่ากับเปอร์เซ็นไทล์ที่ 25 จะถูกกำหนดคุณภาพแหล่งน้ำอยู่ในเกณฑ์ดีมาก (≥ 56 คะแนน) และดี (54 – 55 คะแนน)

ตามลำดับ ส่วนคะแนนดัชนีชีวภาพที่มีค่าต่ำกว่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 25 จะได้รับการแบ่งครึ่งสองครั้ง ได้เป็นคุณภาพแหล่งน้ำอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง (27–53 คะแนน) และเสื่อมโทรม (14–26 คะแนน) ตามลำดับ และค่าต่ำกว่านั้นได้เป็นคุณภาพเสื่อมโทรมมาก (<14 คะแนน) (ตารางที่ 3) เรียกดัชนีชีวภาพเมทริกหลายแบบของประเทศไทยที่ได้ปรับค่าแล้วนี้ว่า ดัชนี Thai MMI^{Lao}

ตารางที่ 2 แนวโน้มการตอบสนองต่อการถูกรบกวน ค่าทางสถิติ และช่วงคะแนนของ 12 เมทริกแกน เมื่อปรับเกณฑ์ดัชนี Thai MMI ด้วยข้อมูลสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินจากสปป.ลาว

เมทริก	แนวโน้มการตอบสนอง	ค่าทางสถิติของเมทริก					คะแนนเมทริก		
		Min.	25th	50th	75th	Max.	5	3	1
Total taxa	ลดลง	37	37	40	54	63	≥37	36–19	<19
EPT taxa	ลดลง	24	24	25	30	32	≥24	23–12	<12
Ephemeroptera taxa	ลดลง	11	13	15	16	16	≥13	12–7	<7
Coleoptera taxa	ลดลง	2	3	4	5	8	...	≥3	<3
%EPT	ลดลง	32.8	47	66.4	81.2	88.1	≥47	46.9–23.5	<23.5
%Chironomidae	เพิ่มขึ้น	0.3	0.3	2.8	7.1	17.2	≤7.1	7.2–10.7	>10.7
%Tolerant	เพิ่มขึ้น	2.3	4.4	9.6	25	25.8	≤25	25.1–37.5	>37.5
%Intolerant	ลดลง	3.1	6	19.9	23.5	24.4	≥6	5.9–3.0	<3.0
Beck's Biotic Index	ลดลง	12	14	19	23	25	≥14	13–7	<7
HBI	เพิ่มขึ้น	4.4	4.5	5.1	5.2	5.5	≤5.2	5.3–7.8	>7.8
Predator taxa	ลดลง	7	7	12	17	23	≥7	6–4	<4
Clinger taxa	ลดลง	20	20	21	25	28	≥20	19–10	<10

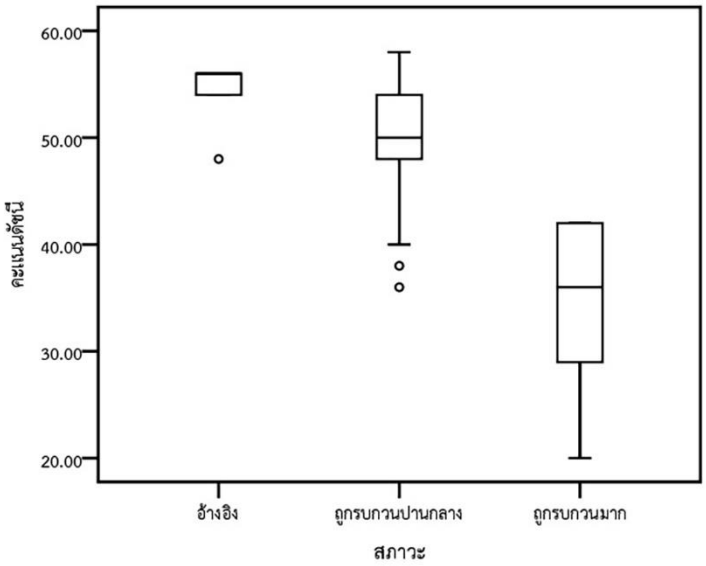
ตารางที่ 3 ระดับคุณภาพแหล่งน้ำ และช่วงคะแนนดัชนี Thai MMI^{Lao}

ระดับคุณภาพแหล่งน้ำ	เปอร์เซ็นไทล์	คะแนนดัชนี
ดีมาก	≥75th	≥56
ดี	≥25th	54–55
ปานกลาง	<25th	27–53
เสื่อมโทรม	–	14–26
เสื่อมโทรมมาก	–	<14

3. การประเมินคุณภาพแหล่งน้ำด้วยดัชนี Thai MMI^{Lao}

ผลการประเมินคุณภาพแหล่งน้ำด้วยดัชนี Thai MMI^{Lao} พบว่า กลุ่มสถานีอ้างอิงมีคุณภาพแหล่งน้ำอยู่ในเกณฑ์ดีมาก (ร้อยละ 57) ดี (ร้อยละ 29) และปานกลาง (ร้อยละ 14) กลุ่มสถานีที่ถูกรบกวนปานกลางมีคุณภาพแหล่งน้ำอยู่ในเกณฑ์ดีมาก (ร้อยละ 23) ดี (ร้อยละ 4) และปานกลาง (ร้อยละ 73) และกลุ่มสถานีที่ถูกรบกวนมากมีคุณภาพแหล่งน้ำอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง (ร้อยละ 71) และเสื่อมโทรม (ร้อยละ 29) (ตารางที่ 1) แผนภูมิบ็อกซ์และวิสเกอร์แสดงช่วงระหว่างควอไทล์ของกลุ่มสถานีอ้างอิงและกลุ่มสถานีที่ถูกรบกวนมากซึ่งแยกจากกันอย่างชัดเจน (รูปที่ 3) แสดงให้เห็นว่าดัชนี Thai MMI^{Lao} สามารถแยกความแตกต่างระหว่างสถานีทั้งสองกลุ่มนี้ได้ และผลของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (ตารางที่ 4) แสดงให้เห็นว่าคะแนนดัชนี Thai MMI^{Lao} และปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่าคะแนนดัชนี Thai MMI^{Lao} มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับคะแนนประเมินคุณภาพแหล่งอาศัย อาจกล่าวได้ว่าแหล่งอาศัยที่ไม่ถูกรบกวนหรือถูกรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์น้อยเป็นแหล่งอาศัยที่มีคุณภาพดี เหมาะสมสำหรับสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ ซึ่งถูกสะท้อนด้วยคะแนนการประเมินที่มีค่าสูง (Barbour *et al*., 1999) ในขณะที่ปัจจัยทางเคมีของน้ำบางประการ เช่น ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำและปริมาณของแข็งละลายน้ำเป็นปัจจัยที่บ่งชี้ถึงการปนเปื้อนของแหล่งน้ำจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์

(Getwongsa *et al*., 2010; Fu *et al*., 2016; Karrouch *et al*., 2017; Sirisinthuwanich *et al*., 2017; Fierro *et al*., 2021) จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าปริมาณไนเตรท ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำและปริมาณของแข็งละลายน้ำมีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อกัน ซึ่งพบว่ามีค่าสูงในกลุ่มสถานีที่ถูกรบกวนมาก ขณะที่กลุ่มสถานีอ้างอิงมีค่าต่ำกว่า (Sripanya *et al*., 2023) นอกจากนี้ยังพบว่าปัจจัยทางเคมีของน้ำทั้ง 3 ปัจจัยมีความสัมพันธ์เชิงลบกับคะแนนดัชนี Thai MMI^{Lao} และคะแนนประเมินคุณภาพแหล่งอาศัย จากผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมนระหว่างดัชนีและปัจจัยสิ่งแวดล้อมดังข้างต้น จึงกล่าวได้ว่าคะแนนดัชนี Thai MMI^{Lao} แสดงการตอบสนองต่อการรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์ได้ดี และสามารถใช้ประเมินคุณภาพแหล่งน้ำในสปป.ลาวได้



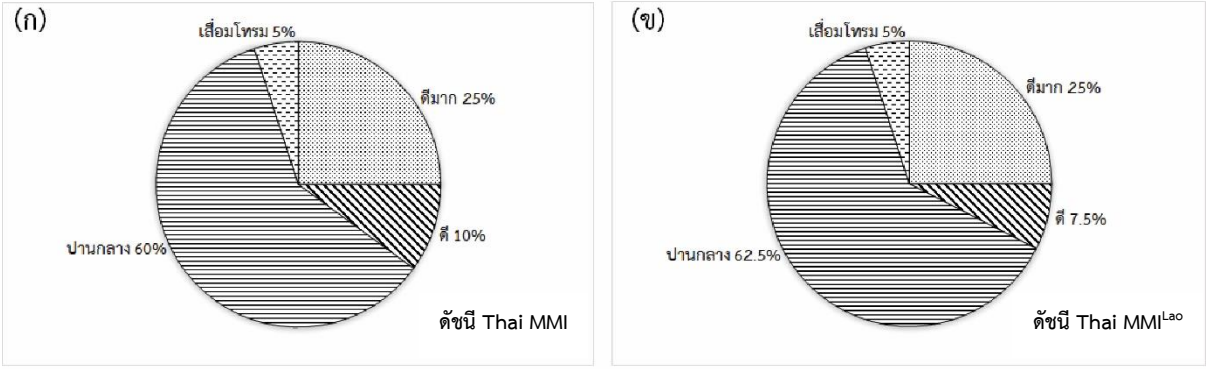
รูปที่ 3 แผนภูมิบ็อกซ์และวิสเกอร์ ของคะแนนดัชนีชีวภาพที่ประเมินด้วยดัชนี Thai MMI^{Lao} ในกลุ่มสถานีอ้างอิงกลุ่มสถานีที่ถูกรบกวนปานกลาง และกลุ่มสถานีที่ถูกรบกวนมาก

ตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman's correlation) ของคะแนนดัชนี Thai MMI^{Lao} คะแนนประเมินคุณภาพแหล่งอาศัย และปัจจัยทางเคมีบางประการของน้ำในสถานีศึกษา (n = 40)

	ดัชนี Thai MMI^{Lao}	คะแนนประเมินคุณภาพแหล่งอาศัย	ค่าการนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์/ซม.)	ปริมาณของแข็งละลายน้ำ (มก./ล.)	ปริมาณไนเตรท (มก./ล.)
ดัชนี Thai MMI^{Lao}	1.000				
คะแนนประเมินคุณภาพแหล่งอาศัย	0.652**	1.000			
ค่าการนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์/ซม.)	-0.604**	-0.319*	1.000		
ปริมาณของแข็งละลายน้ำ (มก./ล.)	-0.605**	-0.331*	0.992**	1.000	
ปริมาณไนเตรท (มก./ล.)	-0.311	-0.478**	0.387*	0.411**	1.000

หมายเหตุ: มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ *$p \leq 0.05$, **$p \leq 0.01$

เมื่อเปรียบเทียบผลการประเมินคุณภาพแหล่งน้ำด้วยดัชนีชีวภาพที่ถูกพัฒนาขึ้นในสปป.ลาว (Lao MMI) ของ Sripanya *et al*. (2023) กับดัชนี Thai MMI^{Lao} พบว่า การประเมินคุณภาพแหล่งน้ำจำนวน 40 สถานีด้วยดัชนีชีวภาพทั้งสองแบบให้ผลการประเมินเหมือนกันจำนวน 33 สถานี แตกต่างกันเล็กน้อยจำนวน 5 สถานี และแตกต่างกันมากจำนวน 2 สถานี นั่นคือการประเมินให้ผลลัพธ์ไปในทิศทางเดียวกันร้อยละ 95 (ตารางที่ 1) และจากการประเมินคุณภาพแหล่งน้ำของทั้ง 2 ดัชนีในการศึกษาครั้งนี้ต่างให้ผลการประเมินมี 4 ระดับ คือ ดีมาก (ร้อยละ 25) ดี (ร้อยละ 7.5 - 10) ปานกลาง (ร้อยละ 60 - 62.5) และ เสื่อมโทรม (ร้อยละ 5) ดังรูปที่ 4 ในขณะที่การประเมินคุณภาพน้ำด้วยมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินของสปป.ลาวใน 40 สถานีนี้ พบว่าแยกความแตกต่างได้ไม่ชัดเจนคือ ดีมาก จำนวน 1 สถานี (ร้อยละ 2.5) ดี จำนวน 38 สถานี (ร้อยละ 95) และปานกลาง จำนวน 1 สถานี (ร้อยละ 2.5) (Sripanya *et al*., 2023) นั่นคือดัชนีชีวภาพเมทริกหลายแบบ (ทั้ง Lao MMI และ Thai MMI^{Lao}) มีความไวเพียงพอที่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างสถานีอ้างอิงกับสถานีที่ถูกรบกวนมากและสามารถแยกความแตกต่างของสถานีภายในกลุ่มสถานีที่ถูกรบกวนปานกลาง การที่ผลการประเมินคุณภาพแหล่งน้ำด้วยดัชนี Lao MMI และ Thai MMI^{Lao} ได้ผลสอดคล้องกันต่างจากการใช้ดัชนี Thai MMI ดั้งเดิมนั้น เนื่องจากความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในพื้นที่ศึกษาของสปป.ลาวมีมากกว่าในประเทศไทยมาก เกณฑ์เปรียบเทียบสมรรถนะที่พัฒนาในประเทศไทยมีค่าต่ำเกินไปเมื่อนำไปใช้ประเมินในสปป.ลาว จึงทำให้แปลผลได้แหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำดีกว่าความเป็นจริง แต่อย่างไรก็ตามจะใช้ Thai MMI^{Lao} ประเมินคุณภาพแหล่งน้ำในอีกสองเขตภูมินิเวศของสปป.ลาวที่ไม่อยู่ในลุ่มน้ำโขง คือ อันนัมเหนือ (Northern Annam) และ ซงห่ง (Song Hong) ได้หรือไม่นั้นควรมีการทดสอบต่อไป ผลการศึกษานี้อาจเป็นแนวทางพื้นฐานการใช้ดัชนี Thai MMI ประเมินคุณภาพแหล่งน้ำในประเทศเพื่อนบ้านใกล้เคียงอื่นๆ ที่ยังไม่มีการพัฒนาดัชนีชีวภาพเพื่อประเมินคุณภาพแหล่งน้ำ ซึ่งจะทำให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการพัฒนาได้ ทั้งนี้ต้องกำหนดเกณฑ์เปรียบเทียบสมรรถนะด้วยข้อมูลสัตว์ที่ได้จากการสำรวจในประเทศนั้นๆ ก่อน ซึ่งจำเป็นต้องมีการศึกษาต่อไป



รูปที่ 4 เปรียบเทียบผลการประเมินคุณภาพแหล่งน้ำด้วยดัชนี Lao MMI (ก) และดัชนี Thai MMI^{Lao} (ข)

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการนำดัชนีชีวภาพเมทริกหลายแบบที่พัฒนาขึ้นในประเทศไทย (ดัชนี Thai MMI) ไปใช้ทดสอบคุณภาพแหล่งน้ำในลำธารและแม่น้ำที่ตื้นของสปป.ลาว ผลการประเมินพบว่า เกณฑ์ของดัชนี Thai MMI ดั้งเดิมยังไม่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ประเมินคุณภาพแหล่งน้ำในสปป.ลาว เนื่องจากความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในประเทศไทยน้อยกว่าในสปป.ลาวมาก ทำให้คะแนนเมทริกและคะแนนดัชนีที่ใช้สำหรับตั้งเกณฑ์ประเมินมีค่าต่ำ เมื่อนำไปใช้ประเมินคุณภาพแหล่งน้ำในสปป.ลาวจึงไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างกลุ่มสถานีอ้างอิงและสถานีที่ถูกรบกวนมากได้ แต่เมื่อใช้ข้อมูลสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในกลุ่มสถานีอ้างอิงของสปป.ลาวมาสร้างเกณฑ์เปรียบเทียบสมรรถนะใหม่ ได้เป็นดัชนี Thai MMI^{Lao} พบว่าสามารถใช้ประเมินคุณภาพแหล่งน้ำ แยกความแตกต่างระหว่างสถานีที่ไม่ถูกรบกวนหรือ

ถูกรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์น้อยกับสถานีที่ถูกรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์มากในสปป.ลาวได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินด้วยดัชนี Lao MMI

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงบประมาณจากศูนย์ความเป็นเลิศด้านความหลากหลายทางชีวภาพ (BDC-PG1-159008)

เอกสารอ้างอิง

Barbour, M.T., Gerritsen, J., Griffith, G.E., Frydenborg, R., McCarron, E., White, J.S. and Bastian, M.L. (1996). A framework for biological criteria for Florida streams using benthic macroinvertebrates. Journal of the North American Benthological Society 15(2): 185 - 211.

Barbour, M.T., Gerritsen, J., Snyder, B.D. and Stribling, J.B. (1999). Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadable rivers: Periphyton, benthic macroinvertebrates and fish. (2nd edn). Washington, DC: US Environmental Protection Agency.

Boonsoong, B., Sangpradub, N. and Barbour, M.T. (2009). Development of rapid bioassessment approaches using benthic macroinvertebrates in Thai streams. Environmental Monitoring Assessment 155: 129 - 147. doi: 10.1007/s10661-008-0423-2.

Brindha, K., Pavelic, P. and Sotoukee, T. (2019). Environmental assessment of water and soil quality in the Vientiane Plain, Lao PDR. Groundwater for Sustainable Development. 8: 24 - 30. doi: 10.1016/j.gsd.2018.08.005.

Deborde, D.D., Hernandez, M.B.M. and Magbanua, F.S. (2016). Benthic macroinvertebrate community as an indicator of stream health: The effects of land use on stream benthic macroinvertebrates. Science diliman 28(2): 5-26.

Emerton, L. (2005). Making the economic links between biodiversity and poverty reduction: The case of Lao PDR. Colombo: The world conservation union, ecosystems and livelihoods group Asia. pp. 1 - 12. doi:10.13140/2.1.2338.4647.

Fierro, P., Valdovinos, C., Lara, C. and Saldías, G.S. (2021). Influence of intensive agriculture on benthic macroinvertebrate assemblages and water quality in the Aconcagua River Basin (Central Chile). Water 13(4): 492. doi: 10.3390/w13040492.

Freshwater ecoregions of the world. (2019). Laos ecoregions. Source: https://www.feow.org/. Retrieved form 30 May 2023.

Fu, L., Jiang, Y., Ding, J., Liu, Q., Peng, Q.Z. and Kang, M.Y. (2016). Impacts of land use and environmental factors on macroinvertebrate functional feeding groups in the Dongjiang River basin, southeast China. Journal of Freshwater Ecology 31(1): 21 - 35. doi: 10.1080/02705060.2015.1017847.

Games, P.A. and Klare, G.R. (1967). Elementary statistics data analysis for the behavioral sciences. New York: McGraw-Hill. 564 pp.

Getwongsa, P., Hanjavanit, C. and Sangpradub, N. (2010). Impacts of agricultural land use on stream benthic macroinvertebrates in tributaries of the Mekong River, northeast Thailand. Advances in Environmental Sciences - International Journal of the Bioflux Society 2(2): 97 - 112.

ICEM. (2003). Lao PDR national report on protected areas and development. Australia: International centre for environmental management. pp. 1 - 101.

Johanna, E., Chantavisay, K., Khamthanh, K., Arttu, P. and Michael, P.M. (2009). Conservation and use of forest biodiversity in Lao PDR–The case of Shantang district. Laos: The National University of Laos. pp. 1 - 29.

Karrouch, L., Chahlaoui, A. and Essahale, A. (2017). Anthropogenic impacts on the distribution and biodiversity of benthic macroinvertebrates and water quality of the Boufekrane River, Meknes, Morocco. Journal of Geoscience and Environment Protection 5: 173 - 195. doi: 10.4236/gep.2017. 57014.

MoNRE and IUCN. (2016). Fifth national report to the United Nations convention on biological diversity. Vientiane, Lao PDR: DFRM-MoNRE and Technical support: IUCN. pp. 1 - 97.

Mrcmekong.org. (2022). Ecological-health-monitoring. Source: https://www.mrcmekong.org. Retrieved form 28 February 2022.

Noda, K., Makino, T., Kimura, M., Douangsavanh, S., Keokhamphui, K., Hamada, H., Iida, T. and Oki, K. (2017). Domestic water availability in Vientiane, Lao PDR: The water quality variation in the rainy season. Journal of Agricultural Meteorology 73(1): 45 - 50. doi: 10.2480/agrmet.D-16-00001.

Patang, F., Soegianto, A. and Hariyanto S. (2018). Benthic macroinvertebrates diversity as bioindicator of water quality of some rivers in East Kalimantan, Indonesia. International Journal of Ecology 1: 1 – 11. doi: 10.1155/2018/5129421.

Pham, A.D. (2017). Linking benthic macroinvertebrates and physicochemical variables for water quality assessment in Saigon River and its tributaries, Vietnam. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 92: 012053. doi:10.1088/1755-1315/92/1/012053.

Rattanachan, K., Boonsoong, B., Getwongsa, P., Uttaruk, Y. and Sangpradub, N. (2016). A benthic macroinvertebrate multimetric index for assessment of the ecological integrity of northeast streams, Thailand. Environment Asia 9(2): 186 - 194. doi: 10.14456/ea.2016.24.

Sharma, M.P., Sharma, S., Goel, V., Sharma, P. and Kumar, A. (2008). Water quality assessment of Ninglad stream using benthic macroinvertebrates. Life Science Journal 5(3): 67 - 72.

Sirisinthuwanich, K., Sangpradub, N. and Hanjavanit, C. (2017). Impact of anthropogenic disturbance on benthic macroinvertebrate assemblages in the Phong River, Northeastern Thailand. Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation - International Journal of the Bioflux Society 10(2): 421 - 434.

Sripanya, J., Vongsombath, C., Vannachak, V., Rattanachan, K., Hanjavanit, C., Mahakham, W. and Sangpradub, N. (2023). Benthic macroinvertebrate communities in wadeable rivers and streams of Lao PDR as a useful tool for biomonitoring of water quality: a multimetric index approach. Water 15: 625. doi: 10.3390/w15040625.

Tan, K.W. and Beh, W.C. (2015). Water quality monitoring using biological indicators in Cameron Highlands Malaysia. Journal of Sustainable Development 8(3): 28 - 42. doi: 10.5539/jsd.v8n3p28.

Uttaruk, P., Voharndee, P., Jusanit, P., Bunyaadunyakit, P., Suriya, S., Jaengjaithum, T., Nittaya, K. and Sangpradub, N. (2011). Development of biotic index based on rapid bioassessment approaches using benthic macroinvertebrates for Chi and Mun headwater streams, Northeast Thailand. Advances in Environmental Sciences - International Journal of the Bioflux Society 3(1): 29 - 43.

Varnosfaderany, M.N., Ebrahimi, E., Mirghaffary, N. and Safyanian, A. (2010). Biological assessment of the Zayandeh Rud River, Iran, using benthic macroinvertebrates. Limnologica 40: 226 - 232. doi: 10.1016/j.limno.2009.10.002.

WREA. (2008). Strategic framework for national sustainable development strategy for Lao PDR. Lao PDR: Ministry of Planning and Investment of Lao PDR. pp. 1 - 77.

Xu, M., Wang, Z., Duan, X. and Pan, B. (2014). Effects of pollution on macroinvertebrates and water quality bio-assessment. Hydrobiologia 729: 247 - 259. doi: 10.1007/s10750-013-1504-y.

❑❑❑❑❑