

การพัฒนาฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศเพื่อปกป้องรักษาความหลากหลายทางชีวภาพ
และระบบนิเวศสิ่งแวดล้อม ลุ่มน้ำเชิงเขาห้วยโจ้

Development of a Geospatial Database for the Conservation of Biodiversity
and Environmental Ecosystems in the Huai Jo Low Hill Watershed

อรัทัย มิ่งธิพล¹ และยศสรณ์ ศรีสุข^{2,*}

Orathai Mingtipon¹ and Yotsarun Srisuk^{2,*}

¹คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

²คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

¹Faculty of Architecture and Environmental Design, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

²Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

*Corresponding author: bozz.srisuk@gmail.com

*ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0000-5724-1065>

Received: December 23, 2024

Revised: July 21, 2025

Accepted: August 07, 2025

Abstract

This research aimed to develop a geospatial database to support biodiversity and ecosystem conservation within the area of the Plant Genetic Conservation Project under the Royal Initiative of Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn, located in Pa Phai sub-district, San Sai district, Chiang Mai. A Participatory Action Research (PAR) approach was employed, involving multiple stakeholders and integrating scientific and technological knowledge with local wisdom. The study focused on organizing a spatial information system to assess the status, potential, and limitations of biological factors and to identify indicators related to the stability of biodiversity and eco-cultural landscapes. Spatial data analysis revealed that the headwater forest area of the Huai Jo Low Hill watershed had the potential to generate approximately $2.35 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ yr}^{-1}$ of streamflow annually and to contribute an estimated annual income of about 2,000,000 Baht to surrounding communities. The area also holds significant ecological value for conservation-based recreation and research activities. However, the stability of biodiversity is threatened by intensive land use, particularly forest product gathering influenced by the local belief that forest burning promotes plant regrowth. Furthermore, unregulated recreational activities negatively affect the watershed's ecological, economic, social, and research functions, pushing the ecosystem toward a regression stage. To address these challenges, conservation, restoration, and management strategies should be guided by the principles of Integrated Watershed Management (IWM), including landscape zoning; for sustainable resource use; designation of preservation and conservation-development zones, and enforcement of appropriate laws,

regulations, and management measures. To support these efforts, three types of databases were developed: (1) a GIS-based spatial database, (2) an information database, and (3) a Google Earth platform database integrated with up-to-date satellite imagery. These tools facilitate effective communication of research findings to communities, researchers, and administrative platforms at various levels.

Keywords: watershed management, participatory research, geospatial database, conservation, biodiversity

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ และระบบนิเวศในพื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ในพื้นที่ตำบลป่าไผ่ อำเภอสนทราย จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research: PAR) ร่วมกับกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ผ่านการปรับประยุกต์องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้สอดคล้องกับภูมิปัญญาท้องถิ่น การวิจัยมุ่งเน้นการจัดระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial information system) เพื่อประเมินสถานภาพศักยภาพ และข้อจำกัดของปัจจัยทางชีวภาพ ตลอดจนระบุปัจจัยบ่งชี้ที่สัมพันธ์กับความมั่นคงของความหลากหลายทางชีวภาพและภูมินิเวศ จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ พบว่าพื้นที่ป่าต้นน้ำในลุ่มน้ำเชิงเขาห้วยใจมีศักยภาพในการผลิตน้ำท่าประมาณ 2.35 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี และสามารถสร้างรายได้ให้กับชุมชนโดยรอบเฉลี่ยปีละประมาณ 2,000,000 บาท อีกทั้งยังมีคุณค่าเชิงนิเวศสำหรับกิจกรรมนันทนาการเชิงอนุรักษ์และการศึกษาวิจัย

ในทางกลับกัน ปัจจัยเสี่ยงหลักที่กระทบต่อความมั่นคงของความหลากหลายทางชีวภาพ คือ การใช้

ประโยชน์พื้นที่อย่างเข้มข้น โดยเฉพาะการเก็บหาของป่าที่สัมพันธ์กับความเชื่อในท้องถิ่นเกี่ยวกับการเผาป่าเพื่อเร่งการงอกใหม่ของพืช นอกจากนี้ กิจกรรมนันทนาการที่ขาดการควบคุมยังส่งผลกระทบต่อคุณค่าของพื้นที่ในฐานะแหล่งต้นน้ำ ตลอดจนคุณค่าทางนิเวศ เศรษฐกิจ สังคม และการศึกษาวิจัย ส่งผลให้ระบบนิเวศในพื้นที่เข้าสู่ “ภาวะถดถอย” (regression stage) แนวทางในการอนุรักษ์ฟื้นฟู และจัดการพื้นที่ป่าควรมีหลักการจัดการลุ่มน้ำแบบบูรณาการ (integrated watershed management) โดยกำหนดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืนตามหลักการอนุรักษ์เชิงปฏิบัติ เช่น การกำหนดขอบเขตการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นเขตสงวน เขตอนุรักษ์ และเขตพัฒนา รวมทั้งเสนอให้มีการกำหนดกฎ ระเบียบ และมาตรการทางกฎหมายที่เหมาะสม ทั้งนี้ได้มีการพัฒนาฐานข้อมูล 3 รูปแบบ ได้แก่ ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (GIS-based database) ฐานข้อมูลเชิงสารสนเทศ (information database) และฐานข้อมูลบนแพลตฟอร์ม Google Earth ซึ่งเชื่อมโยงกับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ทันสมัย เพื่อให้สามารถสื่อสารและนำเสนอผลการวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อชุมชน นักวิจัย และหน่วยงานบริหารที่เกี่ยวข้อง

คำสำคัญ: การจัดการลุ่มน้ำ การวิจัยแบบมีส่วนร่วม ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ การอนุรักษ์ ความหลากหลายทางชีวภาพ

บทนำ

พื้นที่ลุ่มน้ำเชิงเขาห้วยโจ้ อยู่ภายใต้โครงการอนุรักษ์ ศึกษา และพัฒนา ป่าบ้านโป่ง ตามพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ให้มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อนุรักษ์ ศึกษา และพัฒนาพื้นที่ป่าต้นน้ำ โดยมีเงื่อนไขว่า “การศึกษาวิจัยนั้นต้องรบกวนสภาพป่าธรรมชาติให้น้อยที่สุด” รวมทั้งให้ความรู้แก่ราษฎรให้ใช้ประโยชน์และเห็นคุณค่าของทรัพยากรป่าไม้ ดิน และแหล่งน้ำ ฝั่งตะวันออกของลุ่มน้ำเป็นพื้นที่ศึกษาโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช โดยพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (Maejo University Farm Office, n.d.) โดยมหาวิทยาลัยแม่โจ้ได้สนองพระราชดำริ กิจกรรมด้านปกป้องพันธุกรรมพืช สำรวจ เก็บรวบรวม ปลูกรักษา อนุรักษ์ ใช้ประโยชน์พันธุกรรมพืช และสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช เพื่อให้เกิดการจัดการความหลากหลายทางชีวภาพและระบบนิเวศระดับท้องถิ่น ด้วยการรับรู้เข้าใจสถานการณ์ปัญหาและเกิดการจัดการแบบองค์รวมทุกภาคส่วนในท้องถิ่นนั้น โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ คือ การพัฒนาฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการปกป้องรักษาความหลากหลายทางชีวภาพและระบบนิเวศลุ่มน้ำเชิงเขาห้วยโจ้ โดยเน้นให้เกิดการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสียหลัก อันประกอบไปด้วยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ชุมชนท้องถิ่น องค์กรพัฒนาเอกชน และมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ด้วยแนวคิดการอนุรักษ์ และฟื้นฟู 3 ทฤษฎีของการพัฒนาฟื้นฟูป่าไม้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ประกอบด้วย 1) ทฤษฎีการปลูกป่าโดยไม่ต้องปลูกตามหลักการฟื้นฟูสภาพป่าด้วยวิถีธรรมชาติ (natural reforestation) 2) ทฤษฎีการพัฒนาป่าไม้โดยการใช้ทรัพยากรน้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการสร้างแนวป้องกันไฟเปียก (wet fire break) และ 3) ทฤษฎีการสร้างความชุ่มชื้นให้ป่าด้วยฝายชะลอน้ำ (increasing forest moisture by check dam) โดยปฏิบัติการทางวนวัฒนวิธีและการจัดการลุ่มน้ำ (Office of the Special Committee for Coordination of Royal Initiative Projects, 1993)

การบริหารจัดการความหลากหลายทางชีวภาพ และระบบนิเวศระดับท้องถิ่น จำเป็นต้องมีเครื่องมือ คือ ฐานข้อมูลเชิงประจักษ์ เพื่อให้รับรู้เข้าใจสถานการณ์ปัญหาและการจัดการแบบองค์รวมทุกภาคส่วนในท้องถิ่น (Office of Bioeconomy Development, 2018; Schwarz *et al.*, 2017, Weiskopf *et al.*, 2022) ซึ่งเป้าหมายของการพัฒนาฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศที่ทันสมัย เพื่อสนับสนุนการปกป้องรักษาความหลากหลายทางชีวภาพและระบบนิเวศที่สามารถขับเคลื่อนแผนงานและโครงการที่มีผู้มีส่วนได้เสียหลัก ประกอบด้วย ชุมชนและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น สถาบันการศึกษาในพื้นที่เป็นกลไกขับเคลื่อนการปกป้องรักษาความหลากหลายทางชีวภาพของลุ่มน้ำเชิงเขาห้วยโจ้

วิธีดำเนินการวิจัย

การประเมินสถานภาพ ศักยภาพ และข้อจำกัด ปัจจัยทางกายภาพ ชีวภาพ ได้ประยุกต์ทั้งการวิเคราะห์ระบบนิเวศลุ่มน้ำ การวิเคราะห์ความเสี่ยงทางธรรมชาติ ทั้งภาวะแห้งแล้ง ไฟป่า การประเมินการกักเก็บคาร์บอน รวมทั้งการศึกษาวเคราะห์ทางวนศาสตร์ เพื่อตอบโจทย์วิจัยระหว่างการนำปัญหาที่น่าสนใจศึกษา ความน่าสนใจและความสำคัญเชิงพื้นที่ (problem based and area based) โดยกำหนดขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำเป็นโครงสร้างทางกายภาพ ส่วนเชิงสังคม คือ ชุมชนที่อยู่อาศัยและใช้ประโยชน์ทรัพยากรความหลากหลายชีวภาพล้อมรอบพื้นที่ วิธีการวิจัยจึงมีลักษณะพิเศษ คือ มีจุดเน้นที่กระบวนการเรียนรู้มากกว่าระเบียบวิธีวิจัยที่เป็นวิทยาศาสตร์ที่มีกฎเกณฑ์ตายตัว งานวิจัยนี้จึงเป็นวิธีการวิจัยที่คณะผู้วิจัยปรับวิธีการให้เข้ากับปัญหา ใช้วิธีการวิจัยปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม การร่วมวิเคราะห์สถานการณ์ และสร้างแนวทางอนุรักษ์ปกป้องรักษาทรัพยากรร่วมกับกลุ่มผู้มีส่วนได้เสีย ดังนั้น วิธีการวิจัยทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีบางอย่างต้องปรับให้เข้ากับภูมิปัญญา และขอบเขตการมีส่วนร่วมของกลุ่มผู้มีส่วนได้เสีย เป็นต้น กระบวนการดำเนินงานวิจัยเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมประเด็นต่าง ๆ ดังนี้ (Figure 1)

การจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นร่วมกับชุมชน

กระบวนการวิจัยเริ่มต้นด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยไฉ้ โดยเน้นการมีส่วนร่วมของชุมชนผ่านกิจกรรม community mapping ซึ่งรวมถึงการระบุขอบเขตลุ่มน้ำ ชนิดพันธุ์พืช ประเภทป่า และพื้นที่อนุรักษ์ โดยใช้วิธีวาดแผนที่ร่วมกับผู้นำชุมชนและชาวบ้านในพื้นที่ นอกจากนี้ยังมีการสำรวจลักษณะภูมิประเทศ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระบบนิเวศ และกิจกรรมของชุมชน เพื่อเชื่อมโยงองค์ความรู้ท้องถิ่นกับข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ในส่วนของการประเมินศักยภาพด้านทรัพยากรน้ำ ได้คำนวณปริมาณผลผลิตน้ำท่ารายปีของพื้นที่ต้นน้ำห้วยไฉ้โดยใช้สมการพื้นฐานของสมดุลน้ำ (Water Balance Equation)

$$Q = P - ET - \Delta S$$

โดยที่ Q คือ ผลผลิตน้ำท่า (streamflow, $m^3 \text{ year}^{-1}$)

P คือ ปริมาณฝนรายปี (precipitation)

ET คือ การระเหยและการคายน้ำ (evapotranspiration)

ΔS คือ การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำกักเก็บในดิน (change in soil storage)

การพัฒนาและวิเคราะห์ดัชนีร่วมกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

การประชุมปรึกษาหารือร่วมกับชุมชน องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และหน่วยงานด้านการอนุรักษ์ เพื่อกำหนดชุดดัชนีที่สามารถสะท้อนสถานะ ศักยภาพ และข้อจำกัดของระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพในลุ่มน้ำ โดยจำแนกออกเป็น 3 กลุ่มหลัก ได้แก่ (1) ดัชนีภูมิอากาศ และลักษณะทางกายภาพ ประกอบด้วย ภูมิอากาศ จุลภาค ความลาดชัน และอุทกวิทยา (2) ดัชนีทางชีวภาพ ประกอบด้วย ความหลากหลายและการฟื้นฟูของชนิดพืช ความสามารถในการทดแทน และดัชนีพืชเด่น และ (3) ดัชนีด้านการใช้ประโยชน์และการจัดการ ประกอบด้วย

รายได้จากการเก็บของป่า พื้นที่ศึกษาธรรมชาติ โครงสร้างป้องกันไฟ และข้อตกลงของชุมชน การมีส่วนร่วมในขั้นตอนนี้ช่วยให้ดัชนีมีความสอดคล้องกับบริบทท้องถิ่น และสะท้อนภาพรวมของระบบนิเวศในมิติต่าง ๆ อย่างรอบด้าน

การจัดเก็บ วิเคราะห์ และประมวลผลข้อมูลเชิงพื้นที่

การดำเนินงานในขั้นตอนนี้มุ่งเน้นการจัดทำฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศเพื่อบูรณาการข้อมูลด้านกายภาพ ชีวภาพ และการใช้ประโยชน์ โดยใช้เทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อเก็บ บันทึก และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ ทั้งเชิงตัวเลขและเชิงสถานการณ์ เช่น ความลาดชัน แนวลำธาร พื้นที่ป่า การใช้ที่ดิน และพื้นที่เสี่ยง การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ยังใช้ฟังก์ชัน overlay เพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างศักยภาพ และข้อจำกัดในแต่ละพื้นที่ของลุ่มน้ำห้วยไฉ้ ซึ่งเป็นฐานข้อมูลสำคัญสำหรับการพัฒนาแนวทางการจัดการและแผนปฏิบัติการในระยะถัดไป

การพัฒนาแนวทางการจัดการและฐานข้อมูลสนับสนุนการอนุรักษ์

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลและดัชนี ถูกนำมาใช้จัดทำแนวทางการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์พื้นที่อย่างยั่งยืน โดยใช้แนวคิดการบริหารจัดการลุ่มน้ำแบบบูรณาการ (Integrated Watershed Management: IWM) ซึ่งรวมถึงการแบ่งเขตการใช้ประโยชน์พื้นที่ เช่น เขตอนุรักษ์ เขตพัฒนา และเขตใช้ประโยชน์ร่วม พร้อมทั้งกำหนดมาตรการทางกฎหมายและข้อตกลงในระดับชุมชน ข้อมูลที่ได้ยังถูกนำไปพัฒนาเป็นฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ 3 รูปแบบ ได้แก่ ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (GIS) ฐานข้อมูลสารสนเทศ และฐานข้อมูลเชิงภาพบน Google Earth ซึ่งช่วยเสริมสร้างความเข้าใจและการสื่อสารข้อมูลกับทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง

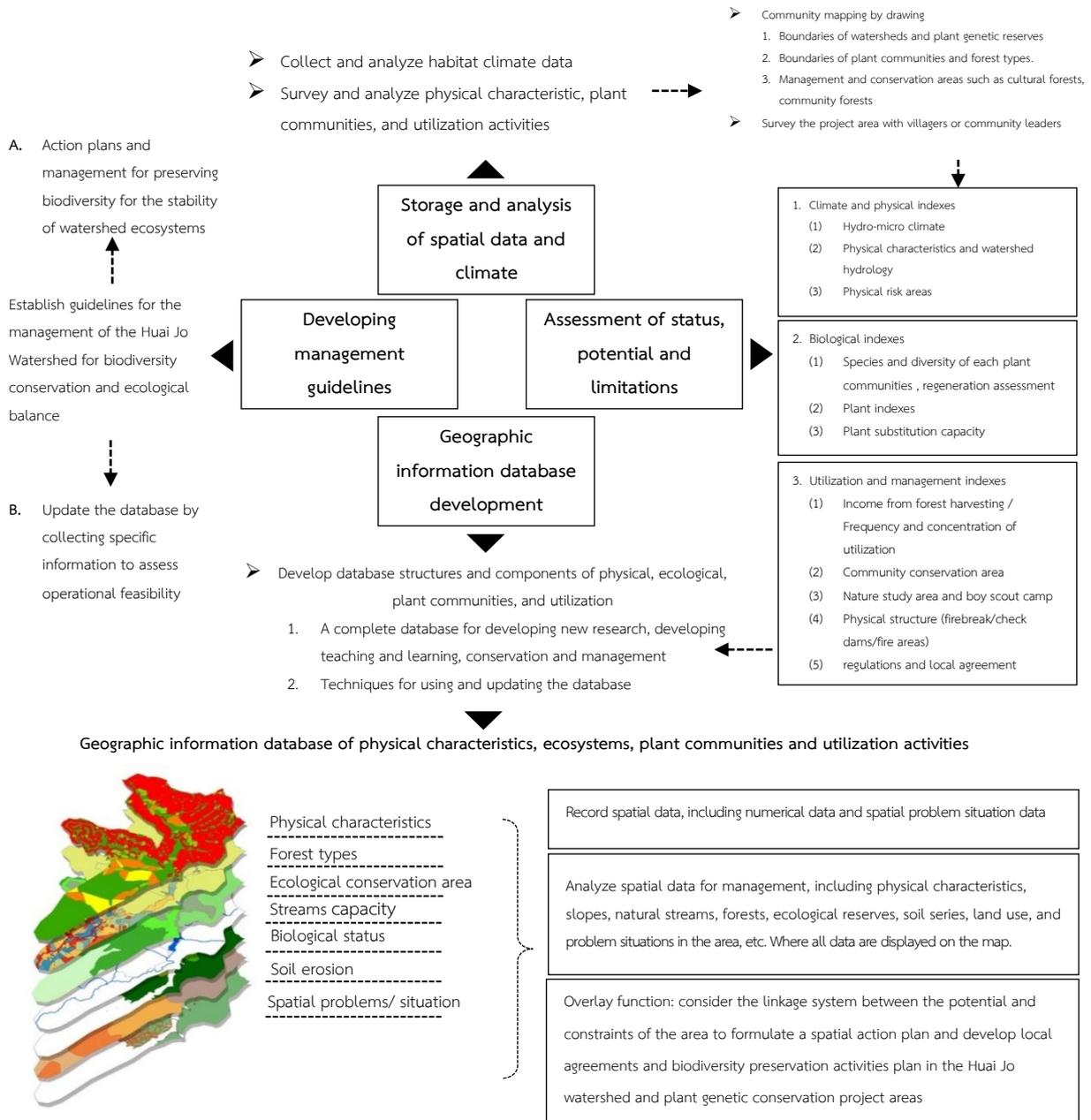


Figure 1 Research methodology

ผลการวิจัย

ปัจจัยบ่งชี้ด้านภูมิอากาศและลักษณะทางกายภาพ

ปัจจัยด้านพฤติกรรมगतของฝน

จำนวนวันฝนตกและปริมาณน้ำฝนที่มีแนวโน้ม

ต่ำลงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555 และลดลงอย่างต่อเนื่อง อาจส่งผล

ต่ออุณหภูมิและการคายระเหยที่สูงขึ้นในช่วงฤดูร้อน ปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อยไม่สามารถชดเชยการสูญเสียน้ำ จนทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ลดลงในช่วงฤดูฝน ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของกล้าไม้และลูกไม้ในพื้นที่โครงการ โดยเฉพาะปี พ.ศ. 2558 เกิดภาวะแห้งแล้งรุนแรงในพื้นที่ลุ่มน้ำเชิงเขาห้วยใจ (Figure 2) ภาวะฝนทิ้งช่วงยาวนาน

ในฤดูฝน ปริมาณน้ำในลำห้วยสายหลักที่เคยไหลตลอดทั้งปี กลับแห้งขอด ไม่มีน้ำกักเก็บในอ่างเก็บน้ำห้วยโจ้ จนส่งผลกระทบต่อปลาที่อยู่ในอ่างเก็บน้ำ ชาวบ้านต้องแก้ไขปัญหาด้วยการ

นำปลาทั้งหมดในบ่อออกจำหน่าย ซึ่งพฤติกรรมการตกของฝนที่เปลี่ยนแปลงไปจนเกิดภาวะฝนแล้งที่ยาวนาน ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำในระดับรุนแรง

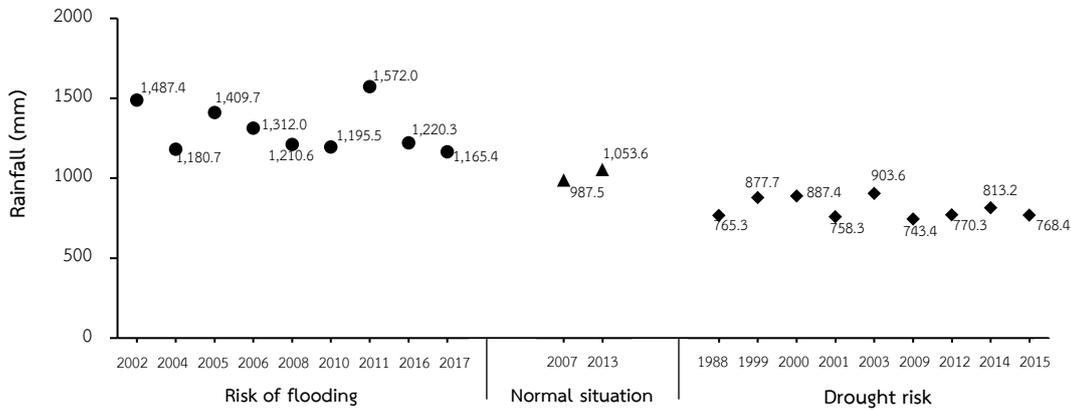


Figure 2 Flood and drought situations

source: Upper Northern Irrigation Hydrological Center (2024)

ปัจจัยด้านลักษณะกายภาพและลักษณะทางอุทกวิทยาลุ่มน้ำ

พื้นที่ลุ่มน้ำเชิงเขาห้วยโจ้และโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชป่าบ้านโป่ง เป็นพื้นที่รับน้ำที่อยู่ในกลุ่มภูเขารอบนอกของแนวเทือกเขา จึงมีความสูงและความลาดชันไม่มาก มีลำน้ำห้วยโจ้เป็นลำห้วยสายหลัก และมีลำห้วยสาขาสายสั้น ๆ 7 สาย ที่มีอัตราการไหลของน้ำที่แตกต่างกันตามลักษณะความลาดชัน และเป็นเพียงลำน้ำสายสั้นและแคบ ทำให้ระบบระบายน้ำในแต่ละลุ่มน้ำย่อยค่อนข้างดีและระบายน้ำลงสู่พื้นที่ตอนล่างอย่างรวดเร็ว (Figure 3) ซึ่งในช่วงเวลาที่เกิดภาวะฝนตกหนัก ปริมาณน้ำไหลบ่าตามลาดผิวดินมีความเร็วและแรง เกิดการชะล้างหน้าดินสูง ส่วนฤดูแล้งมีน้ำไหลในลำธารน้อย หรือไม่มีน้ำไหลตลอดฤดูแล้ง เนื่องจากพื้นที่ป่าต้นน้ำที่ส่วนใหญ่ปกคลุมด้วยป่าเต็งรังซึ่งผ่านการสัมปทาน ทำให้มีศักยภาพในการซึมซับน้ำฝนได้น้อย และปลดปล่อยน้ำลงสู่ลำห้วยได้น้อยในช่วงฤดูแล้ง

สำหรับลำห้วยสาขาที่สำคัญในเขตพื้นที่ป่าต้นน้ำ ได้แก่ ห้วยต้นกอก ห้วยมะปราง ห้วยสำอางมณฑา และห้วยน้ำขุ่น ปริมาณน้ำทั้งหมดจะไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำห้วยโจ้ โดยพื้นที่เหนืออ่างเก็บน้ำเป็นที่ราบระหว่างหุบเขาแคบ ๆ ซึ่งมีความกว้าง ประมาณ 200–500 เมตร แอ่งที่ราบบริเวณนี้เป็นพื้นที่สะสมตะกอนต่อเนื่องจากพื้นที่ลาดเชิงเขาและสันเขา เมื่อฝนตกลงมามากกว่าความสามารถในการซึมซับน้ำของดินบริเวณลาดเชิงเขาและสันเขา จึงเกิดน้ำไหลบ่าเหนือดินลงสู่บริเวณที่ราบระหว่างหุบเขา ปริมาณน้ำนี้จะถูกกักเก็บไว้โดยตะกอนบริเวณที่ราบก่อนระบายสู่อ่างเก็บน้ำห้วยโจ้

จากการคำนวณปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540–2560 พบว่าลำห้วยสายหลักทั้ง 4 สาย ในพื้นที่ต้นน้ำมีความสามารถในการผลิตน้ำค่อนข้างสูง โดยเฉพาะห้วยต้นกอก สามารถผลิตน้ำท่าได้มากถึง 1.81 ล้านลูกบาศก์เมตร ส่วนห้วยน้ำขุ่น ห้วยสำอางมณฑา และห้วยมะปราง ผลิตน้ำได้ 0.71, 0.68 และ 0.65 ล้าน

ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำท่าสะสมในปี พ.ศ. 2554 ซึ่งเป็นช่วงที่เกิดภาวะฝนตกหนักในพื้นที่ลุ่มน้ำเชิงเขาห้วยโจ้ ณ ช่วงเวลาดังกล่าว ลำห้วยสายหลัก 4 สาย ผลิตน้ำได้มากถึง 2.53 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งเกินความสามารถในการรับน้ำของอ่างเก็บน้ำห้วยโจ้ที่สามารถเก็บน้ำได้เพียง 1.2 ล้านลูกบาศก์เมตร มวล

ปริมาณมากจึงไหลล้นผ่านสปริงเวย์ เข้าท่วมบ้านเรือนและพื้นที่เกษตรกรรมที่ลุ่มต่ำทางตอนล่างจนได้รับความเสียหาย กล่าวได้ว่าปัจจัยด้านลักษณะกายภาพและลักษณะทางอุทกวิทยาลุ่มน้ำส่งผลโดยตรงต่อระดับความรุนแรงของภาวะน้ำท่วมและภาวะแห้งแล้ง

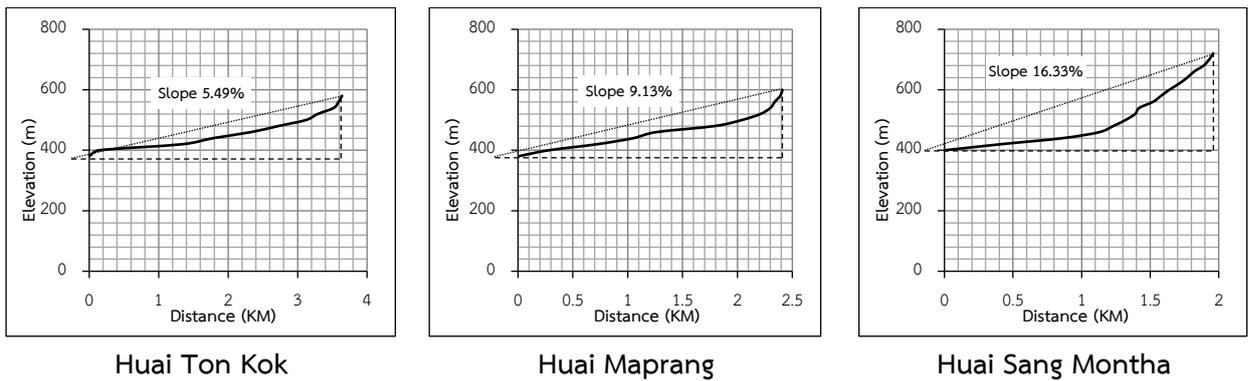


Figure 3 Sub-watershed riverbed slope affecting water storage volume

ปัจจัยด้านพื้นที่เสี่ยง

พื้นที่ลุ่มน้ำเชิงเขาห้วยโจ้และบริเวณโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชป่าบ้านโป่ง เป็นพื้นที่ที่ประสบกับปัญหาไฟป่าซ้ำซากเป็นประจำทุกปี โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งซึ่งมีสภาพแห้งแล้งและมีวัสดุเชื้อเพลิงสะสมสูงจากการศึกษาภาคสนามและการสนทนากลุ่มกับชาวบ้านในพื้นที่ พบว่ามีความเชื่อในระดับชุมชนว่า “การเผาป่า” สามารถช่วยกระตุ้นการงอกของพืชพรรณป่า เช่น เห็ดป่าหรือพืชอาหารบางชนิด ผลกระทบของไฟป่าในพื้นที่นี้ไม่ได้จำกัดเพียงความเสียหายทางกายภาพของพืชพรรณและสัตว์ป่าเท่านั้น แต่ยังรวมถึงการเปลี่ยนแปลงทางกระบวนการทางนิเวศวิทยา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกระบวนการหมุนเวียนธาตุอาหารในดิน และลดความสามารถในการซึมผ่านของน้ำลงสู่ชั้นใต้ดิน ส่งผลให้เมื่อฝนตกจะเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดิน (surface runoff)

และเกิดการชะล้างหน้าดินและธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชใหญ่ นอกจากนี้ ไฟปายังส่งผลกระทบต่อไม้พื้นล่าง เช่น ลูกไม้ของไม้ใหญ่และไม้พุ่ม ซึ่งมักถูกเผาไหม้หมดไป ความหนาแน่นของไม้พื้นล่างที่ลดลงทำให้การทดแทนของพืชพรรณธรรมชาติลดลง ส่งผลให้ระบบนิเวศป่าลดทอนความสามารถในการฟื้นฟูดิน และเข้าสู่ภาวะ "เสื่อมถอย" หรือ "regression stage"

การประเมินความเสี่ยงไฟป่าในพื้นที่ลุ่มน้ำเชิงเขาห้วยโจ้ ใช้ข้อมูลจุดความร้อนจากดาวเทียม VIIRS และ MODIS ควบคู่กับการระบุขอบเขตพื้นที่ไฟป่าจากการมีส่วนร่วมของชุมชนผ่านกิจกรรมวาดแผนที่ ร่วม (participatory mapping) ข้อมูลเหล่านี้ถูกวิเคราะห์ในระบบ GIS เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงไฟป่า และสนับสนุนการวางแผนป้องกัน เช่น แนวกันไฟและข้อตกลงชุมชน

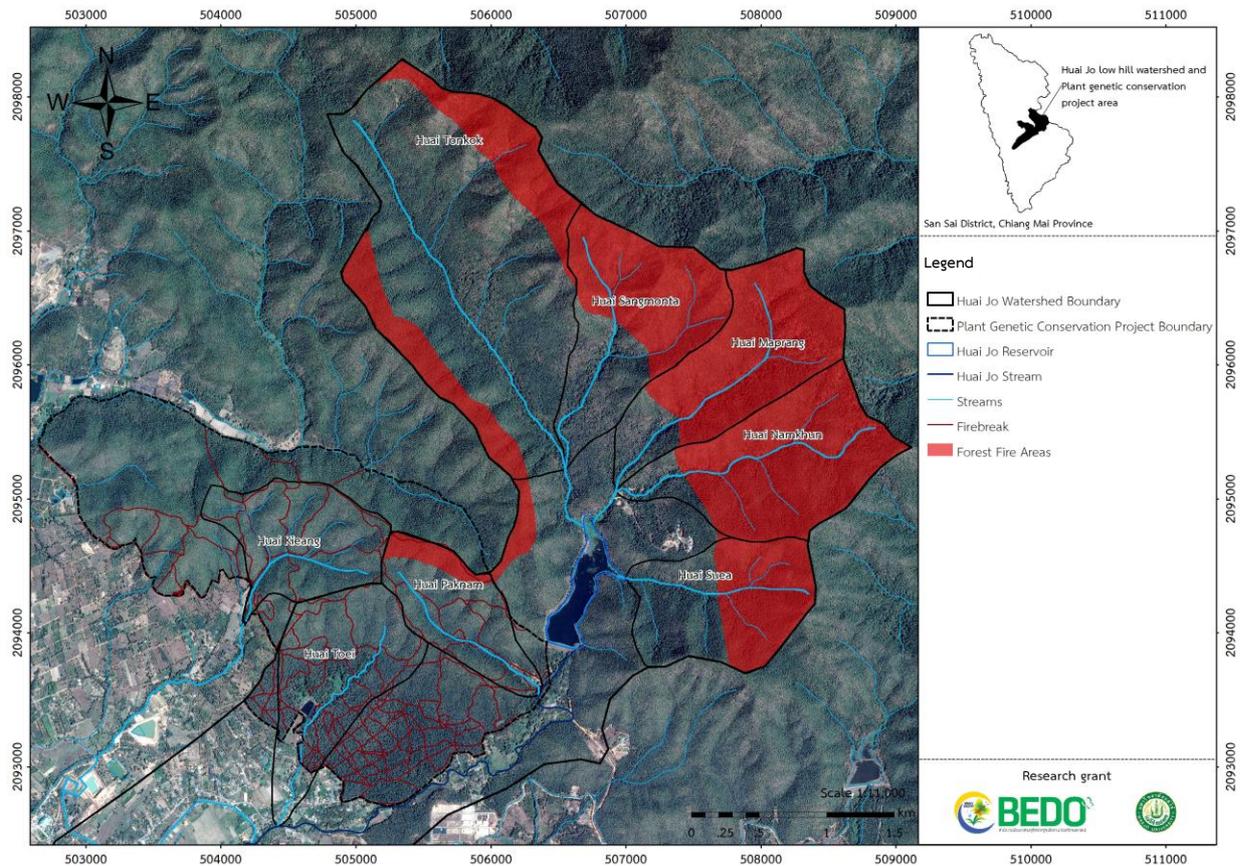


Figure 4 Forest fire areas

source: Mingthipol et al. (2018)

ปัจจัยบ่งชี้ด้านคุณค่าและความเสี่ยงต่อความหลากหลายทางชีวภาพระดับลุ่มน้ำย่อย

สถานภาพด้านคุณค่าความหลากหลายทางชีวภาพของลุ่มน้ำย่อย ในพื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชยังคงอยู่ในระดับสูง แต่ระดับขั้นการพัฒนาและฟื้นฟูความหลากหลายทางชีวภาพ อยู่ใน “ภาวะถดถอย” เนื่องจากความเสี่ยงจากการใช้ประโยชน์และการจัดการที่ขัดแย้งกับการอนุรักษ์ ส่วนลุ่มน้ำย่อยในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยใจดอนบน ยังคงแสดงบทบาทหลักในการผลิตน้ำท่าให้กับอ่างเก็บน้ำห้วยใจ ได้ดีเพราะมีน้ำไหลในลำห้วยสายหลักตลอดปี เช่นเดียวกับคุณค่าทางเศรษฐกิจจากของป่าที่สร้างรายได้แก่ชุมชนบ้านโปงตลอดทั้งปี

อย่างไรก็ตาม พื้นที่ลุ่มน้ำหลัก ระดับขั้นการพัฒนาและฟื้นฟูพืชพันธุ์ “เข้าสู่ภาวะถดถอย” (regressing

stage) ทั้งจากกิจกรรมนันทนาการที่ไม่เหมาะสมและการเก็บหาของป่าอย่างเข้มข้น โดยขาดกฎระเบียบควบคุมการใช้ประโยชน์ ดังนั้น สถานภาพของความหลากหลายทางชีวภาพทั้งระดับลุ่มน้ำห้วยใจ ระดับสังคมพืชและระดับลุ่มน้ำย่อย จึงอยู่ใน “ภาวะถดถอย” จึงจำเป็นต้องมีการอนุรักษ์และฟื้นฟูทั้งในระดับลุ่มน้ำย่อยและระดับสังคมพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ดังกล่าว

ขณะเดียวกัน บทบาทโดดเด่นและเป็นปัจจัยบ่งชี้ทิศทางบวกเพื่อการอนุรักษ์และพัฒนาผืนป่าบ้านโปงลุ่มน้ำห้วยใจ มีความสำคัญกับชุมชนเมืองในฐานะเป็นพื้นที่สีเขียวผลิตอากาศบริสุทธิ์ (green area) พื้นที่ศึกษาเรียนรู้ธรรมชาติของเยาวชนและกิจกรรมนันทนาการแก่ผู้ใหญ่ ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Effectiveness of potential Indicators at watershed level

Aspect of indicators	Effective indicators
1. Biological value	1. five (5) categories of forest communities: deciduous dipterocarp regeneration forest, deciduous dipterocarp scrub forest, secondary mixed deciduous forest, lower mixed deciduous forest, and the transition zone between lower mixed deciduous forest and deciduous dipterocarp forest
1.1 Diversity of plant community	2. five (5) existing plant communities with pure stand species: iron wood forest, burmese lacquer forest, <i>Dipterocarpus alatus</i> and sappanwood plant community nearby stream with value plants i.e. rambek, cinnamon, Salee Dong, Chok Tree and Dong Dam (rare trees)
	3. existing ecosystem of palustrine wetland – wetland forest subclass
	4. herb community of 54 types of utilizing herb, especially simulative herb species
1.2 Watershed forest value	1. 2.35 million cubic meters of annual water yield with Huai Jo reservoir capacity of $1.2 \times 10^6 \text{ m}^3$ volume with 1 million cubic meters regulated to Huai Hug and Huai Kiang reservoirs on downstream drought zone
	2. three (3) main streams penetrating stream flow to Huai Jo reservoir all year round
1.3 Carbon storage area	a total of 190,380 tons of carbon storage above the soil surface provided by Banpong forest, with economic value equivalent to 92,728,715 Baht; higher average value of carbon storage above soil surface in comparison to mixed deciduous forest and deciduous dipterocarp forest in the northern region
1.4 Economic value	economic values of non-timber forest collection of 9,567.56 Baht/household/year generated by non-timber forest collection for Banpong villagers and their neighboring communities
1.5 Social and cultural values	tradition of headwater zone conservation carried on annually by Banpong forest, such as Hua Pong forest spirit respecting and forest ordination ceremonies.
1.6 Learning and research values	under the royal initiatives of former King Rama IX, 42 projects of physical and biological resources biodiversity research and utilization, as well as establishment of nature study area for youth in Chiang Mai province, and a recreation area for nature and wisdom learning activities for aging society
2. Forest boundary and utilization	1. forest area utilization for research and development based on the conditions set by the Forest Land Management Section, Office of Chiang Mai Provincial Forest.
	2. no effect of land utilization in the surrounding areas of the project towards biodiversity of Huai Jo upper Hill watershed, plant genetic conservation project for planting and housing area expansion at the watershed level, including no land demarcation conflict of community encroachment into the forest area.
3. On-site erosion	lower-level on-site erosion volume at 354.06 tons/year or 0.035 ton/rai/year (watershed level)
4. Nutrient loss	lower-level leaching of macronutrient volume for N-P-K at 25.89 tons yr^{-1} or 2.54 kgs $\text{rai}^{-1} \text{ yr}^{-1}$

ในทางตรงกันข้าม ปัจจัยบ่งชี้หลักที่เสี่ยงต่อความมั่นคงของความหลากหลายทางชีวภาพ คือ การใช้ประโยชน์ที่เข้มข้นทั้งการเก็บหาของป่า (non timber forest collection) โดยเฉพาะความเชื่อว่าการเผาพื้นป่าช่วยเร่งการเพิ่มปริมาณผลผลิตของป่า ยิ่งไปกว่านั้นกิจกรรมนันทนาการที่ไม่เหมาะสมและขาดการควบคุม เช่น การขับจักรยานยนต์วิบาก จักรยานภูเขา รวมทั้งการขี่ม้า และปัญหาขยะ ที่สร้างผลกระทบทั้งการพังทลายของร่องน้ำ การชะล้างหน้าดิน ซึ่งสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวสร้างผลกระทบที่รุนแรงต่อคุณค่าการเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร คุณค่าทางนิเวศวิทยา เศรษฐกิจ สังคม และการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนา ยิ่งไปกว่านั้นการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระดับโลก มีผลให้ความแห้งแล้งรุนแรงและยาวนานขึ้น เป็นปัจจัยเสริมต่อการทดแทนและฟื้นฟูโดยธรรมชาติด้านพืชพันธุ์และคุณสมบัติของดิน นอกจากนี้การบริหารจัดการเชิงพื้นที่ที่ไม่ได้รับการช่วยเหลือจากหน่วยงานภาครัฐ ทั้งด้านการวางแผนหรือกำหนดแนวทางการจัดการป่าอย่างยั่งยืน ส่งผลให้คุณค่าและความมั่นคงของระบบนิเวศลุ่มน้ำเชิงเขาห้วยโจ้และโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช อยู่ในสถานภาพ “เข้าสู่ภาวะถดถอย (regression stage)” โดยเฉพาะการถดถอยของบทบาททางอุทกวิทยา รวมทั้งบทบาททางเศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรม ซึ่งกล่าวได้ว่าระบบนิเวศลุ่มน้ำเชิงเขาห้วยโจ้ อยู่ใน “ระดับเตือนภัย (warning level)” ซึ่งปัจจัยบ่งชี้สถานภาพทิศทางลบของระดับลุ่มน้ำห้วยโจ้ ดังนี้

1) ขอบเขตพื้นที่เพื่อการปกป้องรักษา และการใช้ประโยชน์ ได้แก่

1.1) พื้นที่ป่าบ้านโป่ง มิได้กำหนดขอบเขตพื้นที่ปกป้องรักษา พื้นที่อนุรักษ์และการใช้ประโยชน์ที่ชัดเจน ปัจจุบันชุมชนบ้านโป่งกำหนดขอบเขตและระเบียบการใช้ขึ้นโดยการรับรู้ภายในชุมชน แต่กลุ่มคนภายนอกไม่รับรู้และขาดการมีส่วนร่วมจัดการ

1.2) การเข้ามาเก็บของป่าเพื่อหารายได้จากกลุ่มคนภายในและภายนอกชุมชนแบบเข้มข้น และไม่

เหมาะสมตามวิธีการใช้ประโยชน์เชิงอนุรักษ์ โดยเฉพาะฤดูเก็บเห็ดเหาะ ซึ่งเป็นต้นฤดูฝนที่ลูกไม้เพิ่งขึ้นฟูจากการได้รับฝนแรก

1.3) ปัญหาการเผาป่านอกพื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชลามเข้าสู่พื้นที่ ทุกสังคมป่าได้รับผลกระทบจากปัญหาเผาป่าจากพฤติกรรมการเก็บหาของป่า

1.4) กิจกรรมนันทนาการหลายประเภทไม่เหมาะสม

2) การบริหารจัดการ

2.1) ขาดระเบียบกฎหมายการใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าไม้ที่บัญญัติขึ้นตามขั้นตอนของกฎหมาย โดยใช้อ้างอิงกฎหมายหลักที่เกี่ยวข้อง

2.2) ขาดการบริหารจัดการร่วมระหว่างส่วนจัดการที่ดินป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เทศบาลตำบลป่าไผ่ แต่บทบาทหลักในการดูแลรักษาป่าเป็นของชุมชนบ้านโป่ง

2.3) แนวกันไฟไม่ครอบคลุมพื้นที่เสี่ยงไฟป่า

2.4) ฝ่ายชลอน้ำเดิมเป็นฝ่ายหินผสมคอนกรีต ไม่เหมาะสมกับลักษณะภูมิกายภาพและร่องน้ำมีปัญหาฝายพังหลายแห่งและกลายเป็นขยะร่องน้ำ กีดขวางการไหลของน้ำในฤดูฝนแต่ไม่สามารถชลอน้ำและเพิ่มความชื้นให้กับพื้นที่ป่าริมน้ำได้ สร้างปัญหาร่องน้ำและพื้นที่ป่าริมน้ำถูกกัดเซาะ

3) ปัจจัยด้านกายภาพ

3.1) ลักษณะอากาศประจำถิ่น พื้นที่ลุ่มน้ำเชิงเขาห้วยโจ้ อยู่ในเขตแห้งแล้งของจังหวัดเชียงใหม่ มีปริมาณน้ำฝนรายปีต่ำ ส่วนการกระจายของฝนรายเดือนปรากฏช่วงแห้งฝนหลายช่วง ซึ่งมีผลต่อ (1) ปัญหาไฟป่าค่อนข้างรุนแรงในปีที่สภาพอากาศแห้งแล้ง ดังเช่นปี พ.ศ. 2562 และ (2) อัตราการรอดการทดแทนของไม้หนุ่ม กล้าไม้ และลูกไม้ โดยเฉพาะป่าเต็งรังแคะและป่าเต็งรังรุ่นสอง

3.2) สภาพดิน กลุ่มชุดดินที่ 62 มากถึงร้อยละ 60 ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำเชิงเขาห้วยโจ้ตอนบนและบางส่วนของพื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช ลักษณะดินลูกรัง (lateritic soil) ชั้นดินบาง ปริมาณการ

สะสมอินทรีย์วัตถุและการหมุนเวียนธาตุอาหารต่ำ ความหนาแน่นสูงมีผลให้ความสามารถในการซึมน้ำและสะสมความชื้นต่ำ การชะล้างพังทลาย (soil erosion) ค่อนข้างสูง โดยเฉพาะสังคมป่าเต็งรังแคะและป่าเต็งรังรุ่นสอง และมีปัญหาต่อเนื่อง คือ 1) ไฟป่ารุนแรง เพราะดินขาดความชื้นในฤดูแล้ง 2) อัตราการรอดของไม้หนุ่ม ลูกไม้ และกล้าไม้ต่ำมาก

3.3) ลักษณะทางอุทกศาสตร์ ลำห้วยทุกสายมีความลาดชันสูง ส่งผลให้น้ำในลำห้วยหลากในฤดูฝน และแห้งแล้งในฤดูแล้ง

ปัจจัยบ่งชี้ด้านการใช้ประโยชน์และการบริหารจัดการ

การพัฒนาและฟื้นฟูความหลากหลายทางชีวภาพอยู่ใน “ภาวะถดถอย” เนื่องจากความเสี่ยงจาก

การใช้ประโยชน์ทั้งด้านกิจกรรมนันทนาการที่ไม่เหมาะสม และการเก็บหาของป่าอย่างเข้มข้น รวมไปถึงการจัดการที่ขัดแย้งกับการอนุรักษ์ที่มีการกำหนดขอบเขตพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ป่าวัฒนธรรม และป่าใช้สอย อย่างชัดเจน แต่ขาดการเฝ้าระวังควบคุมการใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะกิจกรรมเส้นทางจักรยานยนต์วิบากที่ใช้เส้นทางท่องเที่ยวเชิงนิเวศที่มีหลายเส้นทางอยู่ในเขตพื้นที่ป่าต้นน้ำ (Figure 5) ซึ่งควรค่าแก่การอนุรักษ์โดยมิให้ผู้ใดเข้าไปใช้ประโยชน์ เนื่องด้วยรูปแบบการบริหารจัดการที่ไม่ชัดเจน ทำให้ขาดการสร้างเครือข่ายการบริหารจัดการความหลากหลายทางชีวภาพร่วมกันระหว่างชุมชน องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และหน่วยงานภาครัฐในพื้นที่

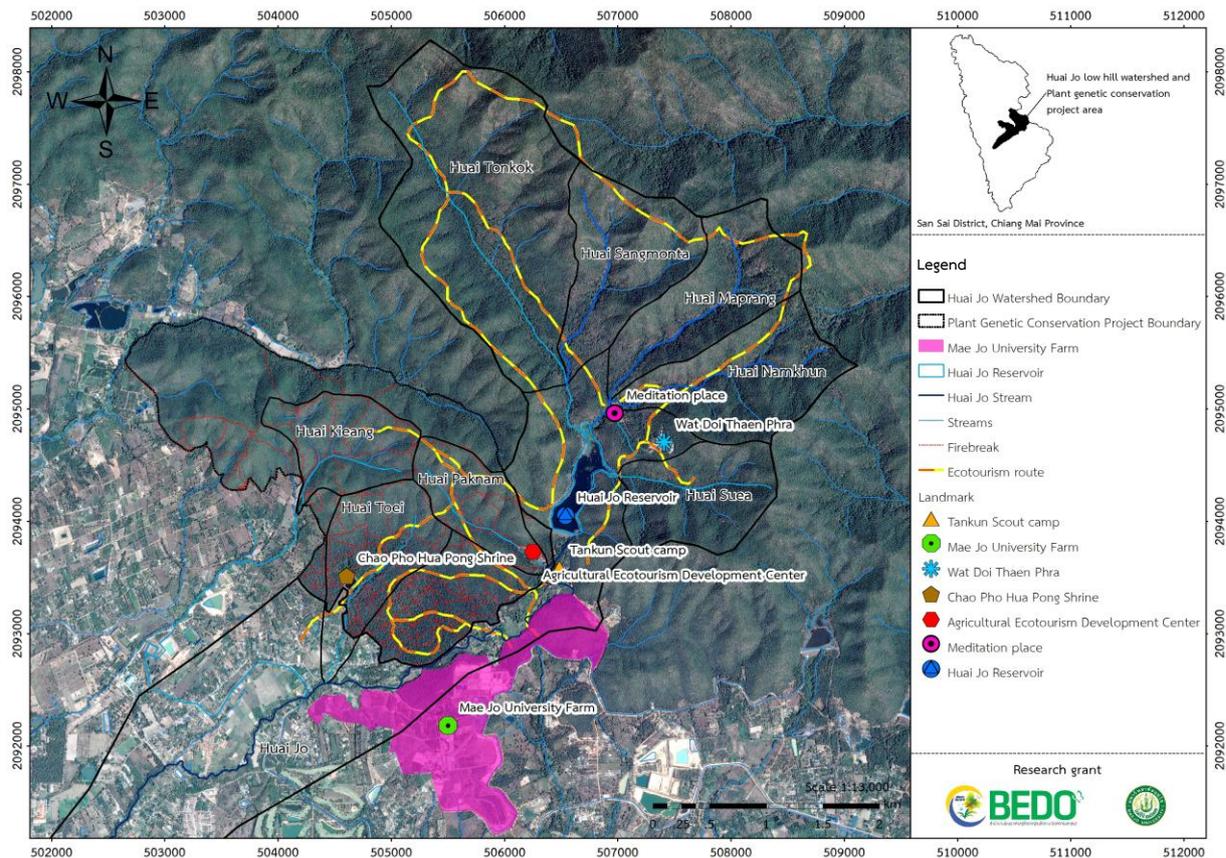


Figure 5 Motorcycle trails and recreational areas

source: Mingthipol *et al.* (2018)

แนวทางการอนุรักษ์และพัฒนาพื้นที่ความหลากหลายทางชีวภาพ

จากการซ้อนทับข้อมูลเชิงพื้นที่ทางด้านกายภาพกับสถานการณ์การใช้ประโยชน์และสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงจากการสำรวจและจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ จึงค้นพบปัจจัยบ่งชี้ความมั่นคงและความเสี่ยงต่อความหลากหลายทางชีวภาพเชิงพื้นที่ ที่นำไปสู่แนวทางการอนุรักษ์ฟื้นฟูและดูแลรักษาพื้นที่ป่า ให้คงศักยภาพในการเป็นป่าต้นน้ำ รวมทั้งการเพิ่มคุณค่าการใช้ประโยชน์ทางเศรษฐกิจและสังคมแก่ชุมชนลุ่มน้ำห้วยโจ้และใกล้เคียงด้วยหลักการจัดการลุ่มน้ำแบบบูรณาการ โดยมีแนวคิดการกำหนดพื้นที่ให้มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติแบบยั่งยืนตามหลักการอนุรักษ์เชิงปฏิบัติด้วยการกำหนดเขตที่ดินเป็นเขต เช่น เขตปกป้องรักษาที่ต้องสงวนไว้มิให้มีการใช้ทรัพยากร เขตอนุรักษ์และการพัฒนา อีกทั้งควรมีกฎหมาย ข้อห้าม ระเบียบปฏิบัติ ทั้งนี้ แนวทางการปกป้องรักษาความหลากหลายทางชีวภาพเชิงพื้นที่ การวิจัยและพัฒนาพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยโจ้ และโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชฯ มาบูรณาการร่วมในพื้นที่ จึงมิได้สร้างเป็นแผนแบบเหมารวมทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำ (lump sum model) แต่พิจารณาจากตัวชี้วัดทางกายภาพ สถานภาพด้าน

คุณค่าและความเสี่ยง ตลอดจนสถานการณ์ปัญหา เป็นปัจจัยบ่งชี้หลักที่พิจารณา เพื่อพัฒนาแนวทางการลุ่มน้ำห้วยโจ้ให้ยั่งยืนต่อไป

แนวทางอนุรักษ์และฟื้นฟูระดับลุ่มน้ำย่อยและสังคมพืช ด้วยงานวิจัยของป้าธรรมชาตินิยมสามารถดำเนินการได้โดยการป้องกันไฟป่า การปลูกเสริมตามทฤษฎีการฟื้นฟูป่าตามศาสตร์พระราชารวมทั้งการใช้หลักวิทยาศาสตร์ชุมชนและระบบวนเกษตรสร้างป่าแนวกันชนรอบพื้นที่ป่าบ้านโป่ง พร้อมกับงานวิจัยเพื่อฟื้นฟูและพัฒนาพื้นที่ป่าบ้านโป่งตามแนวพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 9 ให้ไว้กับมหาวิทยาลัยแม่โจ้

สำหรับแผนปฏิบัติการเชิงพื้นที่เพื่อปกป้องรักษาความหลากหลายทางชีวภาพ และความมั่นคงของระบบนิเวศลุ่มน้ำเชิงเขาห้วยโจ้ตอนบน มีดังนี้

1) การจัดทำแนวเขตปกป้องรักษาความหลากหลายทางชีวภาพ ได้แก่ เขตปกป้องรักษาพื้นที่ป่าต้นน้ำตามสถานภาพและศักยภาพของป่า เขตฟื้นฟูเร่งด่วนเขตจัดการเพื่อใช้ประโยชน์เชิงอนุรักษ์ แนวเขตกิจกรรมนันทนาการแบบ active/passive และเขตอนุรักษ์พื้นที่ริมน้ำห้วยโจ้ได้อย่างเก็บบ่อน้ำก่อนเข้าสู่เขตชุมชน (Figure 8, 9)

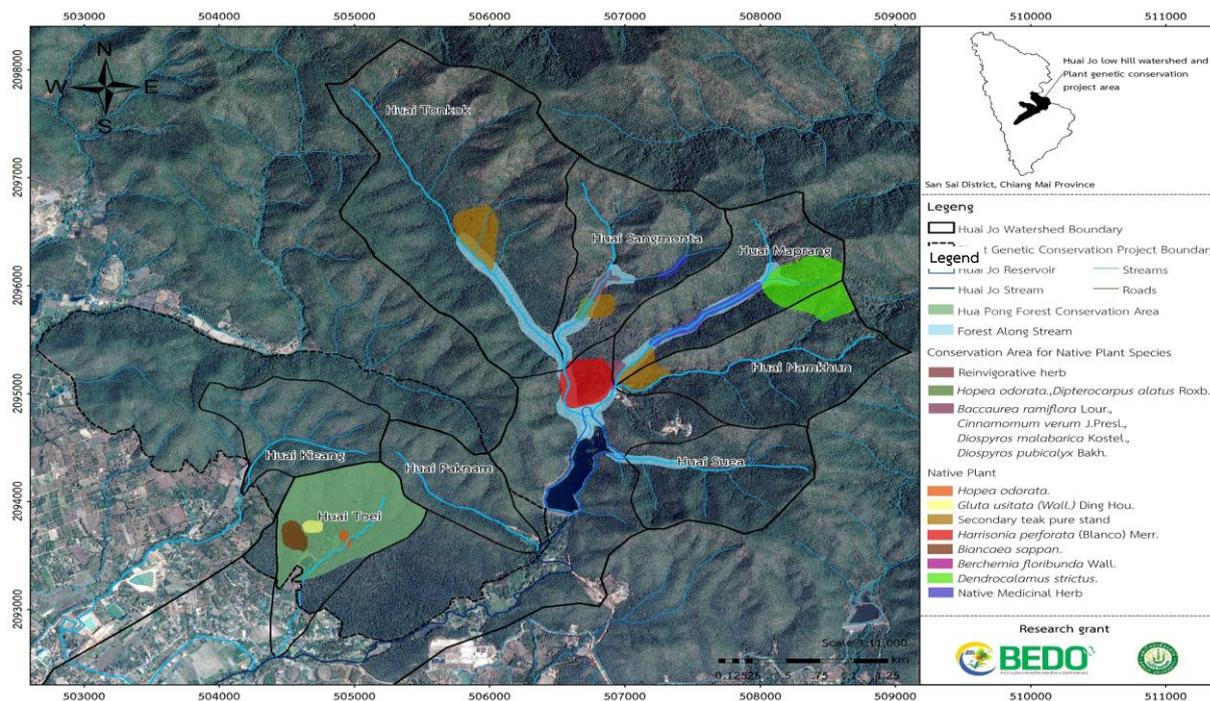


Figure 8 Conservation zone and dominant plant communities

source: Mingthipol et al. (2018)

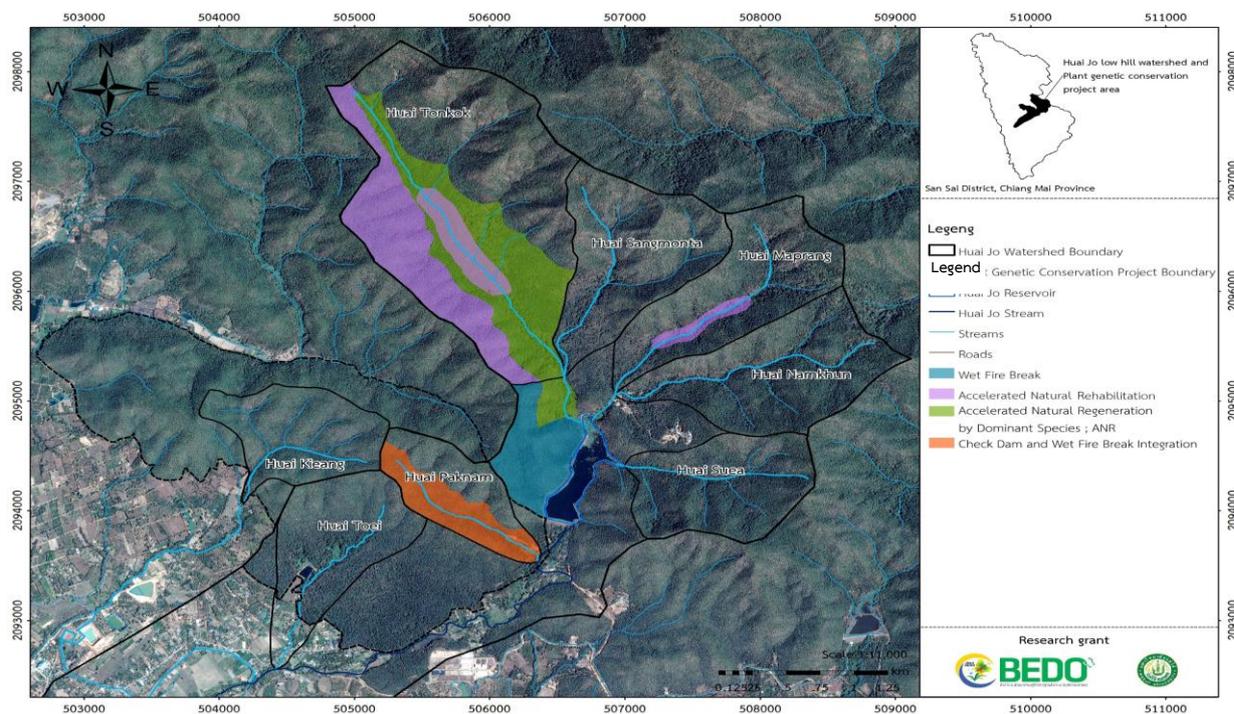


Figure 9 Conservation zone and restoration of headwater forest areas

source: Mingthipol et al. (2018)

2) แผนปกป้องรักษา อนุรักษ์และฟื้นฟู ตามสถานภาพและศักยภาพของป่า

2.1) แผนปกป้องรักษาคุ้มครองพื้นที่ป่าต้นน้ำและสังคมพืชพิเศษเพื่อรักษา

2.2) แผนการอนุรักษ์เพิ่มศักยภาพระบบนิเวศป่าต้นน้ำ ให้สามารถดูดซับน้ำ กักเก็บน้ำในฤดูฝน และปลดปล่อยน้ำในฤดูแล้งให้มีปริมาณมากขึ้น

2.3) แผนการฟื้นฟูสังคมป่าเสื่อมโทรม/ลุ่มน้ำย่อยด้วยการสร้างความชุ่มชื้นให้กับป่าเพื่อเพิ่มศักยภาพในการทดแทนของไม้หนุ่มและลูกไม้ และเพิ่มศักยภาพของป่าผลิอาหารให้มีความอุดมสมบูรณ์เพียงพอต่อการใช้ประโยชน์ของคนในชุมชน

2.4) แผนการฟื้นฟูลำห้วยสายหลักที่ไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำห้วยใจ เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตและกักเก็บน้ำของพื้นที่ต้นน้ำ พื้นที่นิเวศต้นน้ำในเรื่องการชะลอการไหลของน้ำในช่วงหน้าฝน และทำให้น้ำฝนมีโอกาสกักเก็บไว้ในดินมากขึ้น และเกิดความสามารถในการปลดปล่อยน้ำในช่วงฤดูแล้งมากขึ้น

2.5) แผนการฟื้นฟูที่ป่าชุมชน และป่ารอยต่อระหว่างพื้นที่ทำกินและป่า เพื่อให้ป่าชุมชนฟื้นฟูมีประโยชน์ต่อการรักษาระบบนิเวศ พื้นที่แหล่งน้ำ และเพิ่มความชุ่มชื้น ตลอดจนการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ และการใช้ประโยชน์ด้านอาหาร

3) แผนพัฒนาศักยภาพชุมชนและกลุ่มท้องถิ่นในการจัดการความหลากหลายทางชีวภาพ ได้แก่ การจัดตั้งกลุ่มอนุรักษ์และฟื้นฟูป่าต้นน้ำ การจัดตั้งกองทุนฟื้นฟูพื้นที่ป่าต้นน้ำ การฟื้นฟูระบบความเชื่อป่าหัวโปง และสร้างกลุ่มเยาวชนอาสาสมัครอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

4) พัฒนากลุ่มนักวิจัยในเครือข่ายโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) เพื่อการขับเคลื่อนขยายผลต่อในอนาคต หากทางเครือข่ายปกป้องรักษาความหลากหลายทางชีวภาพและลุ่มน้ำห้วยใจเห็นตามข้อพิจารณาทั้งในส่วนของการกำหนดแนวทางการพัฒนาและการนำแผนบริหารจัดการสู่แผนปฏิบัติ

เชิงพื้นที่ ที่ต้องอาศัยกลไกขับเคลื่อนที่มีศักยภาพและความรู้ความสามารถตามแนวทางดังกล่าว ควรจะจัดให้มีทีมวิชาการ (catalyst) ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเครือข่ายขึ้น โดยมีการอบรมเชิงปฏิบัติการอย่างเข้มข้น และทำการทดลองขับเคลื่อนจริงในพื้นที่

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากงานวิจัยที่มุ่งเน้นการพัฒนาฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ เพื่อสนับสนุนการปกป้องรักษาความหลากหลายทางชีวภาพและระบบนิเวศในลุ่มน้ำห้วยใจ โดยใช้วิธีการวิจัยปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม ซึ่งเป็นจุดแข็งที่ทำให้งานวิจัยนี้ สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาท้องถิ่น และนำไปสู่การจัดการทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างยั่งยืนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่า พื้นที่ป่าต้นน้ำในลุ่มน้ำห้วยใจสามารถผลิตน้ำได้ปริมาณมากและสร้างรายได้ให้กับชุมชนโดยรอบ แต่ก็เผชิญกับภัยคุกคามจากการเก็บหาของป่าที่ไม่เหมาะสม กิจกรรมนันทนาการที่ขาดการควบคุม และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลให้ระบบนิเวศอยู่ใน “ภาวะถดถอย”

ประเด็นสำคัญที่ควรพิจารณาเพิ่มเติม คือ การประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อความหลากหลายทางชีวภาพในระยะยาว โดยเฉพาะผลกระทบจากภัยแล้งที่อาจส่งผลกระทบต่อเจริญเติบโตของพันธุ์พืช และ ความสามารถในการผลิตน้ำของพื้นที่ป่าต้นน้ำ นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน เช่น การขยายตัวของชุมชน การเกษตรต่อความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ควรนำมาพิจารณา ในการจัดการและอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติในอนาคต

ข้อค้นพบที่มีส่วนต่อการนำไปออกแบบแผนพัฒนางานวิจัยด้านการบริหารจัดการความหลากหลายทางชีวภาพที่เอื้อประโยชน์ ตรงตามบริบท

ของฐานทรัพยากรธรรมชาติ เศรษฐกิจ สังคม และการบริหารจัดการของท้องถิ่น ดังนี้

1. การประยุกต์ใช้ตัวชี้วัดและวิธีประเมิน ควรพิจารณาปัจจัยทางธรรมชาติ และสถานการณ์การใช้ประโยชน์และบริหารจัดการพื้นที่ ด้วยการเรียงลำดับความสำคัญของตัวชี้วัด การกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักตามลำดับความสำคัญ ทั้งนี้เพื่อให้ผลการประเมินสอดคล้องกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในพื้นที่ ขณะเดียวกันตัวชี้วัดและวิธีประเมิน สามารถใช้ร่วมกับข้อมูลภูมิสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ โดยการกำหนดพื้นที่ประเมินเป็นลุ่มน้ำย่อยและระดับสังคมพืช เพื่อให้ผลการประเมินมีความละเอียดและชัดเจนยิ่งขึ้นในพื้นที่

2. วิธีการวิจัย ด้วยจุดเน้นที่กระบวนการเรียนรู้มากกว่าระเบียบวิธีวิจัยที่เป็นวิทยาศาสตร์ มีกฎเกณฑ์ตายตัว แต่ผู้วิจัยควรปรับวิธีการวิจัยให้เข้ากับปัญหา (adaptive methodology) เช่น ใช้วิธีการ PAR (Participatory Action Research) การร่วมวิเคราะห์ปัญหา หาทางแก้ไขร่วมกับชุมชน กลุ่มท้องถิ่น วิธีการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีบางอย่างต้องปรับให้เข้ากับภูมิปัญญาและการรับรู้ของชาวบ้าน เป็นต้น ส่วนการวิจัยระดับสูงใช้เทคนิควิธีการระดับสูงจะถูกนำมาใช้ในกรณีที่เกิดความต้องการร่วมกันว่าต้องการความรู้ที่เฉพาะด้านที่ลึกซึ้งมากขึ้น

3. การวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลที่เห็นภาพของสถานการณ์ปัญหาแบบเชื่อมโยง ก่อให้เกิดผลกับผู้มีส่วนได้เสียที่ตรงใจ ตรงประเด็น ตรงข้อเท็จจริง ไม่มีความรู้สึก subjectivity นำไปสู่การชี้เป้าการจัดการ แต่ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นนั้น จะเป็นเรื่องของ การนำเอาข้อมูลมาชี้ให้เห็นสถานการณ์ปัญหานั้น มีบางข้อมูลที่จำเป็นอยู่บางตัวแต่ไม่ได้อยู่ในฐานข้อมูล เช่น ข้อมูลที่เกี่ยวกับการทำมาหากิน ฯลฯ เพราะฉะนั้น ถึงแม้จะมีการวิเคราะห์แบบเชื่อมโยงตามที่ยกตัวอย่างมาแล้ว แต่การลงลึกในขั้นตอนนี้ไม่สามารถจะทำให้เกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศเพื่อการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ และระบบนิเวศในพื้นที่ลุ่มน้ำเชิงเขาห้วยโจ้ ได้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญเชิงนิเวศของพื้นที่ดังกล่าวในหลายมิติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฐานะแหล่งต้นน้ำสำคัญของลุ่มน้ำ ซึ่งมีบทบาทในการผลิตน้ำท่าเพื่อหล่อเลี้ยงระบบนิเวศและวิถีชีวิตของชุมชน โดยพบว่าห้วยต้นกอก ซึ่งเป็นหนึ่งในลำห้วยสายหลักในพื้นที่ มีศักยภาพในการผลิตน้ำท่าสูงถึง 1.81 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี พื้นที่ดังกล่าวยังเป็นแหล่งรายได้ของชุมชนจากกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรธรรมชาติ เช่น การท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ และการเก็บหาของป่า โดยสามารถสร้างรายได้เฉลี่ยต่อครัวเรือนสูงถึง 9,567.56 บาทต่อปี นอกจากนี้ ลุ่มน้ำห้วยโจ้ยังเป็นแหล่งศึกษาวิจัยด้านทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญ โดยมีโครงการวิจัยที่ดำเนินงานภายใต้พระราชดำริของสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้าฯ กว่า 42 โครงการ ซึ่งสะท้อนถึงศักยภาพของพื้นที่ทั้งในด้านนิเวศ บริการระบบนิเวศ และมิติทางสังคมและเศรษฐกิจ

อย่างไรก็ตาม จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ร่วมกับดัชนีด้านภูมิอากาศ ชีวภาพ และการใช้ประโยชน์พื้นที่ พบว่าระบบนิเวศของลุ่มน้ำห้วยโจ้กำลังเผชิญภาวะถดถอย (regression stage) อย่างมีนัยสำคัญ ปัจจัยเสื่อมโทรมที่ตรวจพบ ได้แก่ แนวโน้มการลดลงของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555 โดยเฉพาะในปี พ.ศ. 2558 ที่มีปริมาณฝนเพียง 743.4 มิลลิเมตร ส่งผลให้เกิดภาวะฝนแล้งรุนแรง และแหล่งน้ำแห้งขอดในฤดูแล้ง การฟื้นตัวของพืชพรรณก็เป็นไปอย่างจำกัด โดยเฉพาะในพื้นที่ป่าเต็งรังแคระและป่ารุ่นสองที่มีอัตราการรอดของกล้าไม้ไม่น้อยมาจากผลกระทบของไฟป่าที่เกิดขึ้นซ้ำซาก ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความเชื่อของชุมชนในเรื่องการเผาป่าเพื่อกระตุ้นการเกิดเห็ดเผาะ

นอกจากนี้ พื้นที่ซึ่งเผชิญกับปัญหาการชะล้างหน้าดิน ในอัตราสูง เฉลี่ย 354.06 ตันต่อปี โดยเฉพาะในพื้นที่ลาดชันที่มีดินลูกรังซึ่งมีความสามารถในการกักเก็บน้ำ และความชื้นต่ำ ส่งผลให้โครงสร้างของดินเสื่อมโทรม ความอุดมสมบูรณ์ลดลง และกระทบต่อพืชขนาดเล็ก ซึ่งเป็นฐานของห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศ ปัจจัยอีกประการที่เร่งให้ระบบนิเวศเสื่อมโทรม คือ กิจกรรมของมนุษย์ เช่น การเก็บหาของป่าอย่างเข้มข้นในช่วงฟื้นตัวของป่า และกิจกรรมนันทนาการที่ไม่เหมาะสมในเขตป่าต้นน้ำ เช่น การขับรถจักรยานยนต์วิบาก ซี่ม้า หรือขี่จักรยานเสือภูเขา ซึ่งส่งผลให้เกิดการกัดเซาะหน้าดินและลดทอนความสามารถของพื้นที่ในการให้บริการเชิงนิเวศ เช่น การผลิตน้ำ รักษาความชุ่มชื้น และดูดซับคาร์บอน

จากการสังเคราะห์ข้อมูลระดับลุ่มน้ำร่วมกับการสำรวจโครงสร้างพืช สถานภาพป่า และคุณค่าทางเศรษฐกิจสังคมของพื้นที่ พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของลุ่มน้ำ โดยเฉพาะในระดับลุ่มน้ำย่อยและสังคมพืชบางประเภท อยู่ในภาวะ "ระดับเตือนภัย" (warning level) ทั้งในด้านความหลากหลายทางชีวภาพ ความสามารถในการฟื้นฟูตามธรรมชาติ และความยั่งยืนของการใช้ประโยชน์เชิงเศรษฐกิจและสังคม ดังนั้น การฟื้นฟูและจัดการลุ่มน้ำ หัวใจจึงจำเป็นต้องดำเนินการอย่างเร่งด่วนในลักษณะบูรณาการ โดยต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วน ทั้งภาครัฐ เอกชน ชุมชน และสถาบันการศึกษา เพื่อวางแผนการใช้ที่ดิน การบังคับใช้กฎหมาย และการฟื้นฟูเชิงนิเวศตามหลักทฤษฎีวิวัฒนาการอย่างมีประสิทธิภาพ และยั่งยืน

ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศจึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการสนับสนุนการจัดการลุ่มน้ำแบบบูรณาการ โดยสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในหลายมิติ ได้แก่ (1) การประเมินสถานภาพ ศักยภาพ และข้อจำกัดของพื้นที่ เช่น การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ ความหลากหลายทางชีวภาพ และความเสี่ยงต่อภัยธรรมชาติ (2) การวางแผนการใช้ประโยชน์พื้นที่ การอนุรักษ์และฟื้นฟู เช่น การกำหนดโซนพื้นที่เสี่ยง การออกแบบเขตอนุรักษ์ และการ

จัดการพื้นที่เสื่อมโทรม (3) การติดตามและประเมินผล เช่น การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่า คุณภาพน้ำ และความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และ (4) การสื่อสารข้อมูลและสร้างการมีส่วนร่วม ผ่านการผลิตแผนที่ โมเดลภูมิประเทศ และสื่อสารสนเทศต่าง ๆ ที่เข้าถึงได้ง่าย ซึ่งจะช่วยยกระดับความเข้าใจของชุมชนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ในการร่วมกันดูแลทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืนในระยะยาว

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อความหลากหลายทางชีวภาพในระยะยาว โดยเฉพาะผลกระทบจากภัยแล้งต่อการเจริญเติบโตของพันธุ์พืชและความสามารถในการผลิตน้ำของพื้นที่ป่าต้นน้ำ
2. ควรศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน เช่น การขยายตัวของชุมชนและการเกษตรต่อความหลากหลายทางชีวภาพ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการจัดการและอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติในอนาคต
3. การประยุกต์ใช้ตัวชี้วัดและวิธีประเมิน เพื่อศึกษาสถานภาพของทรัพยากร ควรมีการพิจารณาเลือกตัวชี้วัดทั้งปัจจัยทางธรรมชาติ สถานการณ์การใช้ประโยชน์ และการบริหารจัดการพื้นที่ และต้องมีการเรียงลำดับความสำคัญและกำหนดค่าถ่วงน้ำหนัก เพื่อให้ผลการประเมินสอดคล้องกับสถานการณ์จริง และควรใช้ตัวชี้วัดและวิธีประเมินร่วมกับข้อมูลภูมิสารสนเทศ โดยกำหนดพื้นที่ประเมินเป็นลุ่มน้ำย่อยและระดับสังคมพืช เพื่อให้ผลการประเมินมีความละเอียดและชัดเจนยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัย ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานประสานงานโครงการวิจัยการพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานความหลากหลายทางชีวภาพ และดำเนินการเสร็จสิ้นในปี พ.ศ. 2561

เอกสารอ้างอิง

- Maejo University Farm Office. n.d. **Ban Pong Development Project under the Royal Initiative, Maejo University.** Retrieved from https://royal.mju.ac.th/government/25660621094007_royalmju/Doc_25670118112459_100104.pdf [in Thai]
- Mingthipol, O., U. Thammpanya and S. Hongwittayakorn. 2018. **Development of a Geographic Information Database to Support the Conservation of Biodiversity and the Ecosystem of the Huai Cho Foothills Basin.** Bangkok: Faculty of Architecture and Environmental Design, Maejo University. 153 p. [in Thai]
- Office of Bioeconomy Development. 2018. **Local Biodiversity Management Manual.** Bangkok: Suesa Tawan Publishing House. 135 p. [in Thai]
- Office of the Special Committee for Coordination of Royal Initiative Projects. 1993. **Theory of Forest Restoration Development under Royal Initiatives.** Retrieved from <https://www.rdpb.go.th/th/home> [in Thai]
- Schwarz, N., M. Moretti, M. Bugalho, Z. Davies, D. Haase, J. Hack, A. Hof, Y. Melero, T. Pett and S. Knapp. 2017. Understanding biodiversity-ecosystem service relationships in urban areas: a comprehensive literature review. **Ecosystem Services** 27: 161–171.
- Upper Northern Irrigation Hydrological Center. 2024. **Rainfall conditions.** Retrieved from <https://hydro-1.net/> [in Thai]
- Weiskopf, S., B. Myers, M. Arce-Plata, J. Blanchard, S. Ferrier, E. Fulton, M. Harfoot, F. Isbell, J. Johnson, A. Mori, E. Weng, Z. Harmáčková, M. Londoño-Murcia, B. Miller, L. Pereira and I. Rosa. 2022. A conceptual framework to integrate biodiversity, ecosystem function, and ecosystem service models. **Bioscience** 72: 1062–1073.