

กลยุทธ์การพัฒนาการบริหารจัดการน้ำด้วยอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่งของ ลำน้ำปิงในเขตจังหวัดเชียงใหม่

STRATEGIES FOR DEVELOPING WATER MANAGEMENT USING THE INTERNET OF THING (IoT) IN THE PING RIVER, CHIANG MAI PROVINCE

¹นवल อาชญาทา และ ²พนม กุณาวงศ์

¹Nawapol Artyata and ²Panom Gunawong

¹ คณะรัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

¹ Faculty of Political Science and Public Administration, Chiang Mai University, Thailand

¹ Corresponding Author's Email: dao60@hotmail.com

Received: 2025-06-25

¹ เบอร์โทร : 063-796-9996

Revised: 2025-07-07

Accepted: 2025-07-08

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาปัญหาในการบริหารจัดการน้ำในลำน้ำปิงในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ และ 2) เพื่อเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาการบริหารจัดการน้ำในลำน้ำปิงในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่โดยการใช้ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่ง การศึกษาใช้วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ ผู้ให้ข้อมูลหลัก ได้แก่ ตัวแทนกลุ่มภาคีรัฐและหน่วยงานกำกับดูแล 5 คน ตัวแทนกลุ่มตัวแทนผู้ใช้น้ำ จำนวน 6 คน และตัวแทนกลุ่มผู้สนับสนุนและอนุรักษ์ จำนวน 4 คน โดยใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์แบบเจาะลึก เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งมีโครงสร้าง ผลการวิจัยพบว่า ปัญหาในการบริหารจัดการน้ำในลำน้ำปิงในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่เกิดจาก 1) สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง 2) ลำน้ำต้นเขินมีวัชพืชกีดขวางทางน้ำและการรुक้ำพื้นที่ลำน้ำ 3) โครงสร้างพื้นฐานเก่าและชำรุด 4) ความขัดแย้งระหว่างผู้ใช้น้ำ มีข้อโต้แย้งระหว่างเกษตรกรต้นน้ำและปลายน้ำ 5) ไม่มีข้อมูลหรือแจ้งเตือนล่วงหน้าประชาชนในพื้นที่ไม่ได้รับข้อมูลล่วงหน้าเรื่องการปิดเปิดประตูน้ำ 6) การไม่มีระบบสนับสนุนเทคโนโลยีประหยัดน้ำ และ 7) ปัญหาเชิงข้อมูลและเทคโนโลยี และแนวทางในการแก้ไขปัญหาการบริหารจัดการน้ำในลำน้ำปิงในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่โดยการใช้พัฒนาระบบการควบคุมประตูน้ำในลำน้ำปิงด้วยระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่ง สามารถดำเนินการโดยการวางระบบเซ็นเซอร์ตรวจวัดระดับน้ำอัจฉริยะ เพื่อควบคุมบานประตูด้วยระบบอัตโนมัติ เชื่อมต่อข้อมูลสู่ศูนย์กลาง เพื่อแจ้งเตือนประชาชนล่วงหน้าต่อไป

คำสำคัญ: การพัฒนา; การบริหารจัดการน้ำ; อินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่ง; ลำน้ำปิง

Abstract

This study aimed to: 1) examine the problems in water management of the Ping River in Chiang Mai Province, and 2) propose solutions using Internet of Things (IoT) technology. A qualitative research approach was employed. Key informants included five representatives from government and regulatory agencies, six representatives of water user groups, and four representatives from conservation and support groups. Data were collected through in-depth interviews using a semi-structured interview guide. The findings revealed that water management issues in the Ping River stemmed from: 1) Climate change, 2) River shallowing, aquatic weed blockage, and river encroachment, 3) Aging and deteriorated infrastructure, 4) Conflicts among water users, particularly between upstream and downstream farmers, 5) Lack of advance notice regarding water gate operations, 6) Absence of water-saving technology support, and 7) Limitations in data and technology. To address these issues, the study proposed the development of an IoT-based water gate control system. The system would involve the installation of smart water level sensors and automated gate mechanisms, connected to a centralized data system to provide advance public notifications.

Keywords: Development; Water Management; Internet of Things (IoT); Ping River

บทนำ

ทรัพยากรน้ำเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่ช่วยสนับสนุนการดำรงชีวิตของมนุษย์ การพัฒนาเศรษฐกิจ และการรักษาสิ่งแวดล้อม ในการบริหารจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพจึงมีบทบาทสำคัญต่อการสร้างความยั่งยืนในทุกมิติ เนื่องจากน้ำมีบทบาทครอบคลุมตั้งแต่การเป็นแหล่งพลังงาน การใช้งานในภาคการเกษตร อุตสาหกรรม ไปจนถึงการรักษาสมดุลของระบบนิเวศ ทรัพยากรน้ำจึงมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นปัจจัยพื้นฐานสำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์ ทั้งในด้านการบริโภค การอุปโภค และการรักษา สุขอนามัย การที่ประชาชนสามารถเข้าถึงน้ำสะอาด ช่วยลดการแพร่ระบาดของโรคที่เกี่ยวข้องกับน้ำ การบริหารจัดการน้ำที่ดีช่วยให้เมืองและชนบทสามารถพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านน้ำได้ เช่น ระบบประปา และการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของคนในชุมชน ทั้งยังสนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจ โดยเฉพาะในภาคการเกษตรที่ต้องใช้น้ำในปริมาณมากเพื่อการเพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์ การจัดการน้ำช่วยให้เกษตรกรสามารถวางแผนการใช้น้ำได้อย่างเหมาะสม ลดการใช้น้ำส่วนเกินและเพิ่มผลผลิตในระยะยาว ในภาคอุตสาหกรรม น้ำถูกใช้ในกระบวนการผลิต ในการจัดการน้ำที่มีประสิทธิภาพช่วยลดต้นทุนการผลิตและส่งเสริมการเติบโตของอุตสาหกรรม และยังช่วยลดความเสี่ยงจากภัยธรรมชาติ ภัยพิบัติทางน้ำ

ปัจจุบันการบริหารจัดการน้ำของประเทศไทย ได้นำมาตรการใช้สิ่งก่อสร้างมาใช้ในการบริหารจัดการ เช่น การสร้างเขื่อน อ่างเก็บน้ำ ฝายทดน้ำ เป็นต้น การจัดการที่ไม่มีประสิทธิภาพจะส่งผลกระทบต่อสมดุลของแม่น้ำสายเดิม หรืออาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพสิ่งแวดล้อม ส่งผลกระทบต่อพื้นที่ และประชาชนผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย การบริหารจัดการน้ำมีการนำระบบ SCADA มาใช้ ดังนี้ (1) การเก็บข้อมูล (Data Acquisition) ระบบ SCADA เชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์ที่ติดตั้งไว้ตามจุดต่าง ๆ เช่น บานระบายน้ำ เขื่อน หรืออ่างเก็บน้ำ เพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับระดับน้ำ อัตราการไหล ความดัน และสภาพอากาศ (2) การส่งข้อมูล (Communication) ข้อมูลที่รวบรวมได้จะถูกส่งผ่านเครือข่ายการสื่อสาร เช่น อินเทอร์เน็ต วิทยุ หรือระบบใยแก้วนำแสง ไปยังศูนย์ควบคุม (3) การแสดงผลและวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) ศูนย์ควบคุมหรือสถานี SCADA จะแสดงข้อมูลแบบเรียลไทม์บนหน้าจอหรือซอฟต์แวร์ที่ออกแบบมาเฉพาะสำหรับการตรวจสอบสถานะของระบบ เช่น ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำ และ (4) การควบคุมบานระบายน้ำ (Control) ผู้ควบคุมสามารถใช้ระบบ SCADA ในการเปิด-ปิดบานระบายน้ำหรือปรับระดับการระบายแบบอัตโนมัติหรือด้วยตนเอง ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ Chiang Mai Water Supply and Maintenance Project Office (2024) ประโยชน์ของการใช้ SCADA ในการควบคุมบานระบายน้ำนั้น มีการควบคุมระยะไกลช่วยให้ผู้ควบคุมสามารถสั่งการบานระบายน้ำจากศูนย์ควบคุมหลักหรือผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่น สมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต ทั้งยังลดความเสี่ยงจากภัยธรรมชาติ ซึ่งระบบ SCADA สามารถตอบสนองต่อสถานการณ์ฉุกเฉิน การใช้ SCADA ช่วยลดความจำเป็นในการใช้กำลังคนในพื้นที่ เพราะสามารถควบคุมได้จากระยะไกล Office of the Water Supply and Maintenance Project, Khun Dan Prakan Chon Dam (2024) เทคโนโลยีด้านอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of Things) คือการที่อุปกรณ์ต่าง ๆ สิ่งต่าง ๆ เป็นสิ่งใกล้ตัวที่มนุษย์ถูกเชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างสู่โลกอินเทอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น การเปิด-ปิด อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า การสั่งการเปิดไฟฟ้าภายในบ้านด้วยการเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุม เช่น มือถือ ผ่านทางอินเทอร์เน็ต รถยนต์ โทรศัพท์มือถือ เครื่องมือสื่อสาร เครื่องมือทางการแพทย์ อาคารบ้านเรือน เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันต่าง ๆ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ตามนโยบายไทยแลนด์ 4.0 การนำระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง มาประยุกต์ใช้จะสามารถช่วยในการบริหารจัดการน้ำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องด้วยเป็นเทคโนโลยีที่มีความทันสมัย ใช้งบประมาณในการลงทุนไม่สูงสามารถขยายผลจากเล็กไปใหญ่และสอดคล้องกับนโยบายชาติ Office of the Technology and Innovation Development Fund, Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation (2023) ซึ่งการบริหารจัดการประตูละบายน้ำ เป็นกระบวนการหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการบริหารจัดการน้ำ มีข้อจำกัดหลายประการที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการควบคุมและจัดการน้ำ ได้แก่ ปัจจัยด้านบุคคล เวลา ระยะทาง และเทคโนโลยี ดังนี้ (1) ข้อจำกัดด้านบุคคล (คน) การดำเนินงานของประตูละบายน้ำมักต้องพึ่งพาบุคลากรในการควบคุมและบำรุงรักษา หากขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้และทักษะเฉพาะด้าน อาจทำให้การดำเนินงานไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ (2) ข้อจำกัดด้านเวลา การเปิด-ปิดประตูละบายน้ำต้องทำในเวลาที่เหมาะสมเพื่อป้องกันน้ำท่วม หรือน้ำแล้ง การตอบสนองที่ล่าช้าหรือไม่ทันเวลาอาจทำให้เกิดความเสียหายต่อพื้นที่และชุมชนได้ (3) ข้อจำกัดด้านระยะทาง ประตูละบายน้ำมักตั้งอยู่ในพื้นที่ห่างไกลหรือเข้าถึงยาก

การเดินทางไปยังสถานที่เหล่านี้เพื่อควบคุมหรือบำรุงรักษาอาจใช้เวลานาน และทำให้การตอบสนองต่อสถานการณ์ฉุกเฉินไม่ทันเวลา และ (4) ข้อจำกัดด้านเทคโนโลยี Irrigation Office No. 1 Chiang Mai Irrigation Project (2023) ซึ่งหากมีการนำระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง มาใช้ในการระบายน้ำ จะส่งผลต่อการลดการใช้ทรัพยากรมากขึ้นและมีประสิทธิภาพ



รูปภาพที่ 1 ข้อจำกัดต่าง ๆ ในการบริหารจัดการน้ำ

จังหวัดเชียงใหม่ มีลำน้ำปิงเป็นแม่น้ำสายสำคัญของประเทศไทย โดยมีต้นน้ำอยู่ที่ดอยเชียงดาว ในอำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ และไหลผ่านจังหวัดเชียงใหม่ลงไปยังจังหวัดอื่น ๆ ก่อนจะบรรจบกับแม่น้ำน่านที่จังหวัดนครสวรรค์ เพื่อเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำเจ้าพระยาและมีบทบาทสำคัญต่อจังหวัดเชียงใหม่ ในหลายด้าน ลำน้ำปิงเป็นแหล่งน้ำหลักสำหรับประชาชนในจังหวัดเชียงใหม่และพื้นที่ใกล้เคียง ใช้ในการผลิตน้ำประปาและการเกษตร ในลำน้ำปิงของจังหวัดเชียงใหม่ มีการสร้างอาคารชลประทาน ที่เรียกกันว่า ประตูระบายน้ำ ทดแทนฝายแม่ปิงเก่าเพื่อทดน้ำในลำน้ำแม่ปิง ใช้ในการเกษตร อุโมงค์-บริโกลค ได้มีการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีระบบ Supervisory Control and Data Acquisition หรือ SCADA มาใช้ในการควบคุมบานระบายน้ำ โดยระบบดังกล่าวเป็นระบบควบคุมและตรวจสอบการทำงานระยะไกลผ่านการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์หรือเครื่องจักรที่ติดตั้งในพื้นที่เป้าหมาย ระบบนี้ถูกนำมาใช้ในหลายอุตสาหกรรม เช่น พลังงาน การผลิต และการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ รวมถึงการควบคุมบานระบายน้ำในเขื่อนหรือสถานีระบายน้ำ ลำน้ำปิงจึงไม่เพียงแต่เป็นแม่น้ำสำคัญของเชียงใหม่ แต่ยังมีมีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจและวัฒนธรรมของภาคเหนือโดยรวม ซึ่งมีกรมชลประทาน มีหน้าที่หลักในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรและการพัฒนาลำน้ำปิง ซึ่งประตูระบายน้ำเป็นสิ่งก่อสร้างที่มีความสำคัญในการควบคุมการไหลของน้ำในแม่น้ำ คลอง หรืออ่างเก็บน้ำ โดยมีประโยชน์ในการควบคุมระดับน้ำ ปรับระดับน้ำให้เหมาะสมกับความต้องการ ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาการนำเทคโนโลยีมาช่วยสนับสนุนการปฏิบัติงาน โดยศึกษานวัตกรรมการบริหารจัดการน้ำ โดยการนำระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งมาใช้เพื่อลดปัญหาการจัดการน้ำ ลดปัญหาด้านงบประมาณในการจัดทำระบบควบคุมน้ำที่สามารถแสดงผลได้อย่างทันท่วงที

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปัญหาในการบริหารจัดการน้ำในลำน้ำปิงในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่

2. เพื่อเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาการบริหารจัดการน้ำในลำน้ำปิงในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ โดยการใช้ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research Methodology) ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มเป้าหมาย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้ แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มที่ 1 กลุ่มภาครัฐและหน่วยงานกำกับดูแล กลุ่มที่ 2 กลุ่มตัวแทนผู้ใช้น้ำในเขตพื้นที่ชลประทาน และกลุ่มที่ 3 กลุ่มผู้สนับสนุนและอนุรักษ์

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยผู้วิจัยใช้วิธีการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Selection) จำนวน 15 คน โดยแบ่งตามกลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มภาครัฐและหน่วยงานกำกับดูแล ประกอบด้วย 1) เจ้าที่ผู้ปฏิบัติงานโครงการชลประทานเชียงใหม่ผู้รับผิดชอบ ประตุระบายน้ำในลำน้ำปิง จำนวน 3 คน 2) ผู้เชี่ยวชาญกรมชลประทาน จำนวน 2 คน ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายที่คอยกำกับดูแลและทราบถึงปัญหาต่างๆในการบริหารจัดการน้ำ

กลุ่มที่ 2 กลุ่มตัวแทนผู้ใช้น้ำในเขตพื้นที่ชลประทาน ประกอบด้วย 1) ตัวแทนผู้ใช้น้ำภาคครัวเรือน 3 คน 2) ตัวแทนผู้ใช้น้ำภาคเกษตรกรรม 3 คน เป็นกลุ่มเป้าหมายในพื้นที่และใช้น้ำจริง

กลุ่มที่ 3 กลุ่มผู้สนับสนุนและอนุรักษ์ ประกอบด้วย 1) นักวิชาการ จำนวน 2 คน 2) กลุ่มอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม จำนวน 2 คน เป็นกลุ่มที่คอยช่วยเหลือและสนับสนุนให้การบริหารจัดการน้ำให้มีประสิทธิภาพ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคั้งนี้ คือ แบบสัมภาษณ์กึ่งมีโครงสร้าง (Semi-structure Interview Form) ใช้การสัมภาษณ์แบบเจาะลึก (In- depth Interview) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ปัญหาและอุปสรรคในการบริหารจัดการน้ำในลำน้ำปิงของโครงการชลประทานเชียงใหม่ ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 7 ในเขตอำเภอจอมทอง อำเภอดอยหล่อ และอำเภอฮอด

ส่วนที่ 2 แนวทางในการแก้ไขปัญหาการบริหารจัดการน้ำในลำน้ำปิงโดยการใช้ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง สำหรับการบริหารจัดการน้ำในลำน้ำปิงของโครงการชลประทานเชียงใหม่ ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 7 ในเขตอำเภอจอมทอง อำเภอดอยหล่อ และอำเภอฮอด

3. การสร้างเครื่องมือในการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) แหล่งข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) เป็นการศึกษาจากเอกสาร (Documentary Study) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้มาจากการทบทวนวรรณกรรมและแนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงบทความต่าง ๆ เช่น มาตรการ ข้อสั่งการ คำสั่ง นโยบาย แนวทางการปฏิบัติ และเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเข้ามามีส่วนร่วมในการป้องกันและแก้ไขปัญหาการจัดการทรัพยากรน้ำ

2) แหล่งข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) เป็นการศึกษาภาคสนาม (Field Research) โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้ให้ข้อมูลที่กำหนดไว้โดยรวบรวมข้อมูลจากผู้ให้ข้อมูลหลัก (Key Informant) ที่กำหนดไว้ตามเป็น

ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานของการจัดการทรัพยากรน้ำโดยใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ คือ การสัมภาษณ์แบบเจาะลึก (In- depth Interview) แบบไม่เป็นทางการ จากผู้ให้ข้อมูลหลัก (Key Informant) ซึ่งประกอบด้วย กลุ่มภาครัฐและหน่วยงานกำกับดูแล กลุ่มตัวแทนผู้ใช้น้ำ และกลุ่มผู้สนับสนุนและอนุรักษ์

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการ การเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้ให้ข้อมูลที่ได้ดำเนินการกำหนดไว้เพื่อให้สามารถได้ข้อมูลอย่างครบถ้วนตรงตามประเด็นคำถาม และวัตถุประสงค์ของการวิจัย ผู้วิจัยจึงกำหนดวิธีการเก็บข้อมูลภาคสนามด้วยการสัมภาษณ์แบบเจาะลึก (In - depth Interview) ใช้วิธีการสัมภาษณ์แบบกึ่งมีโครงสร้าง (semi - structure interview) ทั้งในรูปแบบการสัมภาษณ์ที่ไม่เป็นทางการ (Informal Interview) โดยมีการกำหนดโครงสร้างของประเด็นคำถามที่ต้องการจะศึกษาไว้ล่วงหน้า ซึ่งเป็นลักษณะคำถามแบบปลายเปิด (Open - ended Questions) เพื่อใช้ในการตั้งคำถามที่อยู่ในขอบเขตอยู่ในประเด็นที่ต้องการ และสามารถซักถามเพิ่มเติมในประเด็นอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ในระหว่างการพูดคุยสนทนา เพื่อให้ได้ข้อมูลในรายละเอียดมากขึ้น

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ตรวจสอบข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการใช้การตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (triangulation) Denzin (1989) คือ

1) การตรวจสอบด้านข้อมูลแบบสามเส้า (Data Triangulation) เป็นการตรวจสอบข้อมูลโดยนำข้อมูลทั้งในรูปแบบเอกสาร ผลการสังเกต ผลการสัมภาษณ์ที่บันทึกเก็บรวบรวมมาได้จากแหล่งต่าง ๆ ที่มีความแตกต่างกัน ทั้งในด้านเวลา สถานที่ โดยตรวจสอบว่าข้อมูลเรื่องเดียวกัน ต่างสถานที่กัน จะเหมือนกันหรือไม่ และจากตัวบุคคลมาสรุปรวมเปรียบเทียบความสอดคล้อง รวมทั้งเพิ่มเติมประเด็นที่สำคัญให้มีเนื้อหาสาระที่สมบูรณ์และครอบคลุมประเด็นวิเคราะห์ที่กำหนด

2) การตรวจสอบข้อมูลด้านบุคคลแบบสามเส้า โดยตรวจสอบว่าบุคคลที่ให้ข้อมูลเปลี่ยนไปข้อมูลจะเหมือนเดิมหรือไม่ การตรวจสอบสามเส้าด้านผู้วิจัย (Investigator Triangulation) ข้อมูลที่ได้รับไม่มีความมั่นใจ ผู้วิจัยจะทำการตรวจสอบข้อมูลโดยเปลี่ยนผู้สังเกต และตรวจสอบว่าข้อมูลที่ได้เหมือนกันหรือไม่

3) การตรวจสอบด้านวิธีรวบรวมข้อมูลแบบสามเส้า (Methodological Triangulation) โดยเริ่มเก็บข้อมูลด้วยการสังเกต การสัมภาษณ์ และการสนทนากลุ่ม แล้วนำมาบันทึกรวมทั้งพิจารณา กิริยาท่าทาง พฤติกรรม บรรยากาศต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับผู้ให้ข้อมูล เพื่อมาประกอบการแปลความหมายร่วมกับการถอดเทป และการบันทึกภาคสนามในหลาย ๆ วิธี และมีการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลโดยวิธี (Member Check) โดยนำข้อมูลที่ได้กลับไปให้ผู้ให้ข้อมูลอ่าน หรือกลับไปถามผู้ให้ข้อมูลซ้ำอีก เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สอดคล้องกับความเป็นจริงตามประสบการณ์ของผู้ให้ข้อมูลมากที่สุด เพื่อให้มั่นใจได้ว่ารายงานการวิจัยมีข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ ที่มีความครอบคลุมเพียงพอในการพรรณนา วิเคราะห์ และอธิบาย ในผลการศึกษา

ผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ที่ 1 ศึกษาปัญหาในการบริหารจัดการน้ำในลำน้ำปิงในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ จากผลการศึกษาปัญหาและอุปสรรคในการบริหารจัดการน้ำในลำน้ำปิงในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า กลุ่มภาครัฐและหน่วยงานกำกับดูแล กลุ่มตัวแทนผู้ใช้น้ำในเขตพื้นที่ชลประทาน และกลุ่มผู้สนับสนุนและอนุรักษ์ มีประเด็นที่เห็นตรงกัน คือ ความผันผวนของสภาพอากาศทำให้บริหารน้ำยาก โครงสร้างพื้นฐานชำรุด ปลายน้ำขาดน้ำ ขาดข้อมูลทันสมัยและระบบเตือนภัย ส่วนประเด็นที่เห็นไม่ตรงกัน คือ ระดับคุณภาพน้ำ โดยกลุ่มตัวแทนผู้ใช้น้ำมองเป็นปัญหาเร่งด่วน ส่วนกลุ่มภาครัฐและหน่วยงานกำกับดูแล กลุ่มผู้สนับสนุนและอนุรักษ์บางคนให้ความสำคัญรอง ส่วนการมีส่วนร่วมนั้น กลุ่มตัวแทนผู้ใช้น้ำรู้สึกไม่มีเสียง ขณะที่กลุ่มภาครัฐและหน่วยงานกำกับดูแล กลุ่มผู้สนับสนุนและอนุรักษ์ คิดว่าเวทีมีอยู่แล้ว อีกทั้งความเป็นธรรมในการแบ่งน้ำ กลุ่มตัวแทนผู้ชลประทานเน้นความเหลื่อมล้ำ ส่วนกลุ่มภาครัฐและหน่วยงานกำกับดูแล เห็นว่าใช้เกณฑ์เป็นที่ตั้ง แต่บังคับยาก ไม่สามารถบังคับได้ อีกทั้งทั้ง 3 กลุ่มยังมีประเด็นที่เพิ่มเติม ได้แก่ กลุ่มตัวแทนผู้ใช้น้ำเสนอเกี่ยวกับรายละเอียดผลกระทบชีวิตประจำวัน เช่น ต้องซื้อน้ำ / ปลูกพืชไม่ทัน กลุ่มภาครัฐและหน่วยงานกำกับดูแล เสนอเกี่ยวกับภาพเทคนิค และข้อจำกัดงบประมาณ ส่วนกลุ่มผู้สนับสนุนและอนุรักษ์ เสนอแนวทางยั่งยืน และการนำระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง ซึ่งสามารถสรุปเป็นประเด็นต่างๆ ได้ดังนี้

1. สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) การที่ลักษณะของอากาศเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมอย่างชัดเจน ไม่ว่าจะเป็นอุณหภูมิที่สูงขึ้น ฝนตกหนักขึ้น หรือฝนทิ้งช่วงนานขึ้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อทั้งระบบนิเวศ การเกษตร และการดำรงชีวิตของประชาชน ได้แก่ ภาวะฝนทิ้งช่วง (Dry Spell) เกิดช่วงเวลาที่ฝนขาดหายเป็นเวลานานในช่วงฤดูฝน เช่น ฝนตกมากในต้นฤดู แต่หยุดไปเกือบเดือนกลางฤดู เกษตรกรไม่สามารถวางแผนปลูกพืชได้ ทำให้พืชขาดน้ำช่วงสำคัญ เสียหายหนัก แหล่งน้ำชลประทานไม่สามารถจัดเก็บน้ำได้ตามเป้า เพราะไม่มีฝนมาสมำเสมอ ฝนตกหนักเฉียบพลันจากดอยอินทนนท์ พื้นที่ต้นน้ำเช่น ดอยอินทนนท์ มีลักษณะภูเขาสูงชัน น้ำฝนจึงไหลลงมาสู่ลำน้ำปิงอย่างรวดเร็วทำให้เกิด น้ำหลาก ไหลเข้าท่วมพื้นที่ลุ่มในอำเภोजอมทองและดอยหล่อ โดยเฉพาะพื้นที่เกษตรกรรมและชุมชนริมฝั่ง พายุหรือฝนที่ไม่แน่นอน ฤดูฝนบางปี พายุเข้าแบบไม่เป็นไปตามฤดูกาล บางปีลมฝนรุนแรงผิดปกติ ทำให้การวางแผนเปิด-ปิดประตูระบายน้ำ การจัดเก็บน้ำล่องหน้า หรือการเตรียมพื้นที่รับน้ำทำได้ยาก แนวทางที่สามารถ ใช้แบบจำลองพยากรณ์ล่องหน้า (Forecasting Models) ผสานกับข้อมูลจากเซ็นเซอร์ IoT เพื่อตรวจจับสภาพอากาศเปลี่ยนแปลงทันที สร้างระบบเตือนภัยชุมชน และฝึกซ้อมรับมือกับน้ำหลากอย่างสมำเสมอ และออกแบบแผนจัดสรรน้ำแบบยืดหยุ่น (Flexible Water Allocation) เช่น ปรับรอบการส่งน้ำตามปริมาณฝนที่แท้จริง ไม่ยึดตามตารางเดิม

2. ลำน้ำตื้นเขินและวัชพืชกีดขวางทางน้ำ โดยลำน้ำตื้นเขิน เกิดจากการสะสมของ ตะกอนดิน, เศษพืช, ขยะ หรือวัสดุก่อสร้าง ที่ไหลลงลำน้ำจากพื้นที่ต้นน้ำ เช่น จากดอยอินทนนท์ หรือไร่ข้างคลอง วัชพืชน้ำ เช่น ผักตบชวา สาหร่าย และหญ้าน้ำต่าง ๆ เจริญเติบโตเร็วในฤดูฝนหรือพื้นที่ที่มีปุ๋ยไหลลงน้ำ ทำให้เกิดการอุดตัน ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการระบายน้ำ ทั้งในฤดูน้ำหลากและฤดูแล้ง ทำให้ต้องใช้ทรัพยากร

จำนวนมากในการขุดลอกหรือกำจัด และการรुक้ำพื้นที่ลำน้ำ เช่น การปลูกสร้างบ้านเรือนหรือการปลูกพืชในเขตชลประทานที่ผิดกฎหมาย ทำให้เกิดอุปสรรคในการควบคุมการไหลของน้ำ ทำให้ไม่สามารถเปิดหรือปรับปรุงระบบชลประทานได้ตามแผน เพราะติดสิ่งปลูกสร้าง เสี่ยงต่อความเสียหายหากเกิดน้ำหลาก บ้านเรือนริมคลองจะถูกน้ำซัดหรือพังทลาย และขัดขวางการทำงานของเจ้าหน้าที่ เช่น ไม่สามารถเข้าไปติดตั้งเครื่องมือหรือเปิดประตูน้ำได้

แนวทางในการที่สามารถดำเนินการ โดยขุดลอกคลองแบบมีแผนระยะยาว เช่น ขุดลอกทุก 2 ปี พร้อมประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมร่วมด้วย ใช้เครื่องจักรและแรงงานร่วมกับชุมชน สนับสนุนงบประมาณชุมชนในการจัดกิจกรรม “วันเก็บผักตบ” หรือ “คลองสะอาด บ้านปลอดภัย” จัดระเบียบพื้นที่ลำน้ำอย่างเข้มข้น ทำแผนผังแนวเขตคลองให้ชัดเจน ติดป้ายแสดงเขตห้ามปลูกสร้าง ใช้กฎหมายร่วมกับแนวทาง “สร้างความเข้าใจ” กับชุมชน ไม่ใช่เฉพาะการบังคับ และส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชน ให้ประชาชนมีบทบาทในการดูแลลำคลอง เช่น คณะกรรมการคลองประจำหมู่บ้าน

3. โครงสร้างพื้นฐานเก่าและชำรุด เป็นปัญหาเชิงโครงสร้าง โครงสร้างพื้นฐานชลประทานหลายจุดสร้างมานาน อุปกรณ์เก่า ใช้งานเกินอายุ เช่น บานประตูระบายน้ำ เหล็กขึ้นสนิม รอกเปิด-ปิดฝืด เครื่องยนต์ไฟฟ้าเก่าหรือไม่ทำงาน ทำให้การเปิด-ปิดประตูน้ำต้องใช้แรงคน และไม่สามารถควบคุมระดับน้ำได้ตามต้องการ คลองส่งน้ำแตกรั่วหรือทรุด คลองบางช่วงมีรอยรั่วหรือแตกรั่ว ทำให้น้ำรั่วไหลและสูญเสียระหว่างทาง บางจุดมีการพังทลายของตลิ่งหรือวัสดุก่อสร้าง ทำให้ดินไหลเข้าไปกีดขวางทางน้ำ จุดควบคุมระดับน้ำขาดความแม่นยำ บางพื้นที่ยังไม่มีเครื่องวัดระดับน้ำอัตโนมัติ ใช้คนไปตรวจวัดแบบแมนนวล ทำให้ข้อมูลคลาดเคลื่อน การควบคุมการส่งน้ำไปยังพื้นที่ต่าง ๆ ไม่แม่นยำ โดยเฉพาะในช่วงหน้าแล้งที่น้ำมีน้อย ผลกระทบทำให้ กระจายน้ำไม่ทั่วถึง เกษตรกรที่อยู่ ต้นคลอง มักได้รับน้ำก่อนและมากกว่า ส่วนเกษตรกรปลายน้ำ ต้องรอนานหรือไม่ได้รับน้ำเลย เกิดความขัดแย้งระหว่างผู้ใช้น้ำ เช่น ประชาชนตำบลหนึ่งโต้แย้งกับอีกตำบลที่ใช้น้ำเยอะเกินส่วน ความสูญเสียสูง น้ำรั่วไหลจากรอยรั่วของคลอง หรือไหลซึมออกจากแนวคันประสิทธิภาพการบริหารน้ำลดลง แม้จะมีน้ำต้นทุนมากพอ แต่ถ้าระบบส่งน้ำทำงานไม่ได้เต็มที่ ก็ทำให้การเกษตรและชลประทานในฤดูเพาะปลูกล้มเหลว

โดยแนวทางแก้ไข สามารถทำได้ดังนี้ สำรวจและซ่อมบำรุงโครงสร้างเป็นรอบปี ทำแผนประจำปีในการตรวจสอบบานประตูน้ำ คันคลอง และคลองส่งน้ำทุกเส้น นำเทคโนโลยีมาช่วยปรับปรุง ติดตั้งเซ็นเซอร์วัดระดับน้ำ, กล้องตรวจสอบคลอง, ระบบเปิด-ปิดอัตโนมัติ จัดสรรงบประมาณแบบยืดหยุ่น อนุมัติงบฉุกเฉินให้กับพื้นที่ที่มีโครงสร้างเสี่ยงพัง หรือจุดวิกฤตในช่วงฤดูฝน/แล้ง ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชนให้ชุมชนมีบทบาทดูแลระบบน้ำ เช่น เป็น "อาสาคลอง" หรือคณะกรรมการประจำหมู่บ้าน

4. ความขัดแย้งระหว่างผู้ใช้น้ำ มีข้อโต้แย้งระหว่างเกษตรกรต้นน้ำและปลายน้ำ โดยเฉพาะในช่วงที่น้ำมีจำกัด เช่น เกษตรกรปลายน้ำมักได้รับน้ำไม่เพียงพอ รวมถึงการจัดสรรน้ำไม่ทั่วถึงครัวเรือนที่อยู่ปลายน้ำหรือไกลจากจุดส่งน้ำมักได้รับน้ำช้า หรือไม่เพียงพอ โดยเฉพาะในหมู่บ้านห่างไกล มักเกิดข้อร้องเรียนว่าเกษตรกรใช้น้ำมากในช่วงหน้าแล้ง ทำให้น้ำไม่เหลือถึงภาคครัวเรือน ระบบกระจายน้ำไม่ทั่วถึง โดย

โครงสร้างชลประทานบางแห่งไม่สามารถควบคุมการเปิด-ปิดน้ำตามรอบเวลาได้ ไม่มีแผนบริหารน้ำแบบแบ่งรอบ (rotation system) ทำให้ผู้ใช้น้ำต่างฝ่ายต่างเร่งใช้น้ำของตนโดยไม่ประสานกัน

แนวทางแก้ไขปัญหา สามารถดำเนินการจัดตั้ง “คณะกรรมการผู้ใช้น้ำ” ระดับตำบลหรือหมู่บ้าน ให้ตัวแทนจากกลุ่มเกษตรกร ต้นน้ำ-ปลายน้ำ และภาคครัวเรือน ร่วมกันวางแผนการจัดสรรน้ำอย่างเป็นธรรม ใช้เทคโนโลยี IoT และ Dashboard การไหลของน้ำ ติดตั้งระบบแจ้งเตือนแบบเรียลไทม์ ว่าขณะนี้น้ำกำลังไหลถึงโซนไหน จะถึงพื้นที่ใดเมื่อไร ช่วยลดความไม่เข้าใจและความเครียด จัดรอบการใช้น้ำแบบหมุนเวียน (Rotation System) กำหนดวัน-เวลาเฉพาะของแต่ละพื้นที่ให้ใช้น้ำตามลำดับ เพื่อให้ทุกพื้นที่ได้ใช้ตามรอบอย่างเป็นธรรม และสร้าง “เวทีสื่อสารความเข้าใจ” โดยเชิญเกษตรกรและประชาชนมาร่วมพูดคุย เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้สึก ความต้องการ และข้อเสนอของแต่ละฝ่ายอย่างสร้างสรรค์

5. ไม่มีข้อมูลหรือแจ้งเตือนล่วงหน้าประชาชนในพื้นที่ไม่ได้รับข้อมูลล่วงหน้าเรื่องการเปิดปิดประตูน้ำ หรือการหยุดจ่ายน้ำ ส่งผลต่อการวางแผนใช้น้ำ เช่น การทำความสะอาดบ้าน หรือการเลี้ยงสัตว์ โดยแนวทางการแก้ไขปัญหา สามารถดำเนินการสร้างระบบแจ้งเตือนแบบง่ายและเข้าถึงได้ ใช้ไลน์กลุ่มหมู่บ้าน, ลำโพงเสียงตามสาย, หรือ กระดานข่าวที่ตลาดนัด/วัด เป็นช่องทางแจ้งเวลาการปล่อยน้ำ ใช้ สัญลักษณ์สีเขียว-แดง เพื่อสื่อสารว่าวันนี้น้ำจะไหลหรือไม่ ตั้ง “ทีมประสานน้ำ” ประจำหมู่บ้าน เป็นตัวแทนประสานกับฝ่ายชลประทาน แล้วนำข้อมูลมาแจ้งต่อคนในหมู่บ้านอย่างมีระบบ ใช้เทคโนโลยี IoT แจ้งแบบเรียลไทม์ เชื่อมระบบประตูน้ำกับแอปมือถือ หรือหน้าจอที่ศูนย์ชุมชน เพื่อบอกระดับน้ำในคลองและเวลาที่น้ำจะมาถึงแต่ละโซน

6. การไม่มีระบบสนับสนุนเทคโนโลยีประหยัดน้ำ การให้น้ำแบบดั้งเดิม เช่น การสูบน้ำเข้าแปลง หรือ ปล่อยท่วมแปลง ยังคงมีอยู่มาก ทำให้น้ำสูญเสียในระบบเยอะ และไม่มีระบบกระจายน้ำแบบหยดหรือพ่นฝอยที่มีประสิทธิภาพสูง ผลกระทบจากการไม่มีเทคโนโลยีประหยัดน้ำ สูญเสียน้ำในระบบสูง ต้นทุนน้ำเพิ่มโดยไม่จำเป็น โดยต้องสูบน้ำซ้ำหลายรอบ โดยเฉพาะในพื้นที่ปลายน้ำ ทำให้เปลืองค่าไฟ ค่าน้ำมัน และแรงงาน และแหล่งน้ำไม่พอใช้ในฤดูแล้ง เมื่อทุกแปลงใช้น้ำในปริมาณมาก ระบบชลประทานก็ไม่สามารถจัดส่งน้ำได้ทัน ส่งผลให้แปลงเกษตรหลายแห่งต้องเว้นรอบปลูกหรือพืชเสียหาย

แนวทางพัฒนาเทคโนโลยีประหยัดน้ำ ส่งเสริมระบบน้ำหยด (Drip Irrigation) ปล่อยน้ำตรงถึงโคนต้น ในปริมาณน้อยแต่ต่อเนื่อง เหมาะกับไม้ผล พืชไร่ และแปลงผัก ประหยัดน้ำได้มากกว่า 50% เทียบกับวิธีดั้งเดิม ระบบพ่นฝอย (Sprinkler Irrigation) เหมาะสำหรับแปลงผักหรือพื้นที่ขนาดกลาง กระจายน้ำเป็นละอองทั่วแปลงแบบประหยัด และให้ความรู้และจัดทำโครงการนำร่อง โดยทดลองใช้เทคโนโลยีในบางหมู่บ้าน เช่น “สวนลำไยน้ำหยดบ้านแม่ปาน” เพื่อเป็นตัวอย่างและศูนย์เรียนรู้ให้เกษตรกร

7. ปัญหาเชิงข้อมูลและเทคโนโลยี ขาดระบบฐานข้อมูลน้ำที่แม่นยำและเป็นปัจจุบัน เช่น ข้อมูลปริมาณน้ำฝน น้ำต้นทุน หรือความต้องการใช้น้ำแบบรายพื้นที่ การใช้เทคโนโลยี IoT หรือระบบอัตโนมัติในการควบคุมประตูระบายน้ำยังไม่แพร่หลาย จึงไม่สามารถจัดสรรน้ำได้แบบเรียลไทม์ ปัญหาด้านเทคโนโลยีการใช้ IoT และระบบอัตโนมัติยังไม่แพร่หลาย จุดควบคุมบานประตูน้ำหลายแห่งยังต้องใช้แรงงานคนเปิด-ปิดแบบแมนนวล ไม่มีเซ็นเซอร์ตรวจวัดระดับน้ำหรือระบบแจ้งเตือนล่วงหน้าแบบออนไลน์ ไม่มีระบบเชื่อมต่อ

ข้อมูลสู่ชุมชน ประชาชนไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลน้ำ เช่น ระดับน้ำวันนี้ ปริมาณฝน หรือรอบส่งน้ำ ขาดการสื่อสารเชิงเทคโนโลยี ทำให้เกิดความเข้าใจผิด และการใช้น้ำอย่างไม่เหมาะสม ทำให้เกิดผลกระทบที่ไม่สามารถวางแผนจัดสรรน้ำล่วงหน้าได้อย่างแม่นยำ เกิดปัญหา น้ำไม่ทั่วถึง น้ำล้นตลิ่ง หรือแปลงพืชเหี่ยวเฉา และข้อมูลที่มีอยู่ไม่เพียงพอสำหรับวางแผน รับมือภัยแล้งหรือน้ำท่วม

แนวทางแก้ไขที่เป็นไปได้ พัฒนาระบบฐานข้อมูลน้ำแบบเปิด (Open Water Data) รวมข้อมูลน้ำจากหลายหน่วยงานไว้ในจุดเดียว เข้าถึงได้ทั้งเจ้าหน้าที่และประชาชน ติดตั้งระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต ประสานสรรพสิ่งที่จุดสำคัญ เช่น จุดวัดระดับน้ำ, ประตูระบายน้ำ, แหล่งเก็บน้ำ เพื่อเก็บข้อมูลเรียลไทม์ และควบคุมระบบได้แม่นยำขึ้น และสร้างแอปพลิเคชันหรือ Dashboard ชุมชน ให้เกษตรกรและผู้นำหมู่บ้าน ตรวจสอบข้อมูลน้ำได้จากมือถือหรือจอแสดงผลในศูนย์ชุมชน

วัตถุประสงค์ที่ 2 แนวทางในการแก้ไขปัญหาการบริหารจัดการน้ำในลำน้ำปิงในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่โดยการใช้ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง โดยแนวทางการแก้ไขปัญหาการบริหารจัดการน้ำในลำน้ำปิงในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ด้วยการพัฒนาระบบควบคุมน้ำด้วย ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง พบว่า กลุ่มภาครัฐและหน่วยงานกำกับดูแล กลุ่มตัวแทนผู้ใช้น้ำในเขตพื้นที่ชลประทาน และกลุ่มผู้สนับสนุนและอนุรักษ์ มีประเด็นที่เห็นตรงกัน คือ เห็นควรมีการใช้ ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง เพราะมีศักยภาพ และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการน้ำได้ และมีความเป็นธรรม และลดความเสี่ยงด้านน้ำ รวมถึงมีโครงสร้างพื้นฐาน บำรุงรักษา และทักษะดิจิทัล แต่ทั้ง 3 กลุ่มมีประเด็นที่เห็นไม่ตรงกัน ในเรื่องมุมมองด้านต้นทุนเริ่มต้น และความคุ้มค่า ซึ่งกลุ่มภาครัฐและหน่วยงานกำกับดูแล และกลุ่มผู้สนับสนุนและอนุรักษ์ มองผลตอบแทนระยะยาว แต่กลุ่มตัวแทนผู้ใช้น้ำมีความกังวลในเรื่องการผลกระทบภาษี และค่าบริการ อีกทั้งในเรื่องระดับความพร้อมในการรับรู้เทคโนโลยีของประชาชนมีความแตกต่างกัน หรือเครื่องมือที่ใช้ ซึ่งจากการสรุปผลสามารถดำเนินการได้ ดังต่อไปนี้

1. วางระบบเซ็นเซอร์ตรวจวัดระดับน้ำอัจฉริยะ (Smart Water Sensors) โดยติดตั้งเซ็นเซอร์ระดับน้ำต้นน้ำ ปลายน้ำ และในคลองส่งน้ำ รวมถึงตรวจวัดระดับน้ำในแบบ เรียลไทม์ (Real-time Monitoring) และส่งข้อมูลไปยังศูนย์ควบคุมกลาง

2. ควบคุมบานประตูด้วยระบบอัตโนมัติ (Automated Gate Control) ให้มีการเชื่อมต่อบนมอเตอร์เปิด-ปิดประตูน้ำเข้ากับชุดควบคุม ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง ใช้ข้อมูลระดับน้ำที่วัดได้เป็นเงื่อนไขในการเปิด-ปิดบานประตูโดยอัตโนมัติ

3. เชื่อมต่อข้อมูลสู่ศูนย์กลาง (Central Dashboard) ให้มีข้อมูลจากจุดวัดทั้งหมดถูกรวบรวมไว้ใน ศูนย์ข้อมูลน้ำประจำพื้นที่ หรือแสดงผลผ่านระบบ Dashboard บนคอมพิวเตอร์และมือถือ และเจ้าหน้าที่สามารถตรวจสอบสถานการณ์น้ำ ควบคุมระบบ และวางแผนล่วงหน้าได้ทันที

4. แจ้งเตือนประชาชนล่วงหน้า (Early Warning System) หากมีแนวโน้มเกิดน้ำหลาก หรือปริมาณน้ำเปลี่ยนแปลงกะทันหัน ระบบจะส่งสัญญาณแจ้งเตือนผ่านไลน์กลุ่ม, SMS, หรือเสียงตามสาย และช่วยให้ประชาชนเตรียมรับมือได้ทัน เช่น กักเก็บน้ำ หรือเคลื่อนย้ายสิ่งของหนีน้ำ

5. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อวางแผนระยะยาว (Data Analytics) ข้อมูลน้ำที่ถูกเก็บไว้สามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อดู แนวโน้มการใช้น้ำ, ฤดูกาลของน้ำหลาก-แล้ง, และปรับแผนจัดสรรน้ำให้เหมาะสมในอนาคต และรองรับการวางแผน การเพาะปลูกแบบพยากรณ์ล่วงหน้า (Smart Farming)

จากผลการวิจัยสามารถสรุปข้อดีและข้อจำกัดในการแก้ไขปัญหการบริหารจัดการน้ำในลำน้ำปิง ในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ด้วยระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรฟสิ่ง ดังนี้

ข้อดี

1) ควบคุมได้แม่นยำ รวดเร็ว ระบบสามารถเปิด-ปิดบานประตูน้ำ แบบอัตโนมัติ เมื่อระดับน้ำถึงค่าที่ตั้งไว้ โดยไม่ต้องรอเจ้าหน้าที่เดินทางไปควบคุม

2) ลดความเสี่ยงจากน้ำท่วม-น้ำแล้ง สามารถคาดการณ์ระดับน้ำและควบคุมได้ล่วงหน้า ช่วยเตรียมรับมือสถานการณ์ฉุกเฉินได้ทันเวลา

3) ประหยัดงบประมาณระยะยาว ลดค่าใช้จ่ายในการส่งเจ้าหน้าที่ลงพื้นที่ ลดการสูญเสีย และเพิ่มอายุการใช้งานของระบบชลประทาน

4) เพิ่มความโปร่งใสและเชื่อมโยงข้อมูล ทุกฝ่ายสามารถเห็นข้อมูลระดับน้ำผ่านแอปพลิเคชันหรือหน้าจอกลางได้จริง ลดข้อขัดแย้งในการจัดสรรน้ำ

ข้อจำกัด

1) งบประมาณเริ่มต้นสูง การติดตั้งอุปกรณ์ เช่น เซ็นเซอร์อัจฉริยะ กล้องควบคุม ระบบอินเทอร์เน็ต และศูนย์ควบคุมต้องใช้ทุนเริ่มต้นพอสมควร

2) โครงสร้างพื้นฐานบางพื้นที่ยังไม่พร้อม จุดติดตั้งบางแห่งอยู่ในที่ห่างไกล สัญญาณอินเทอร์เน็ตอ่อนหรือไม่มีไฟฟ้า ทำให้ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรฟสิ่งทำงานได้ไม่เต็มที่

3) ต้องมีคนดูแลและบำรุงรักษาระบบ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต้องมีการตรวจสอบสม่ำเสมอ เช่น การสอบเทียบเซ็นเซอร์ ป้องกันการสึกหรอ หรือปัญหาไฟฟ้าลัดวงจร

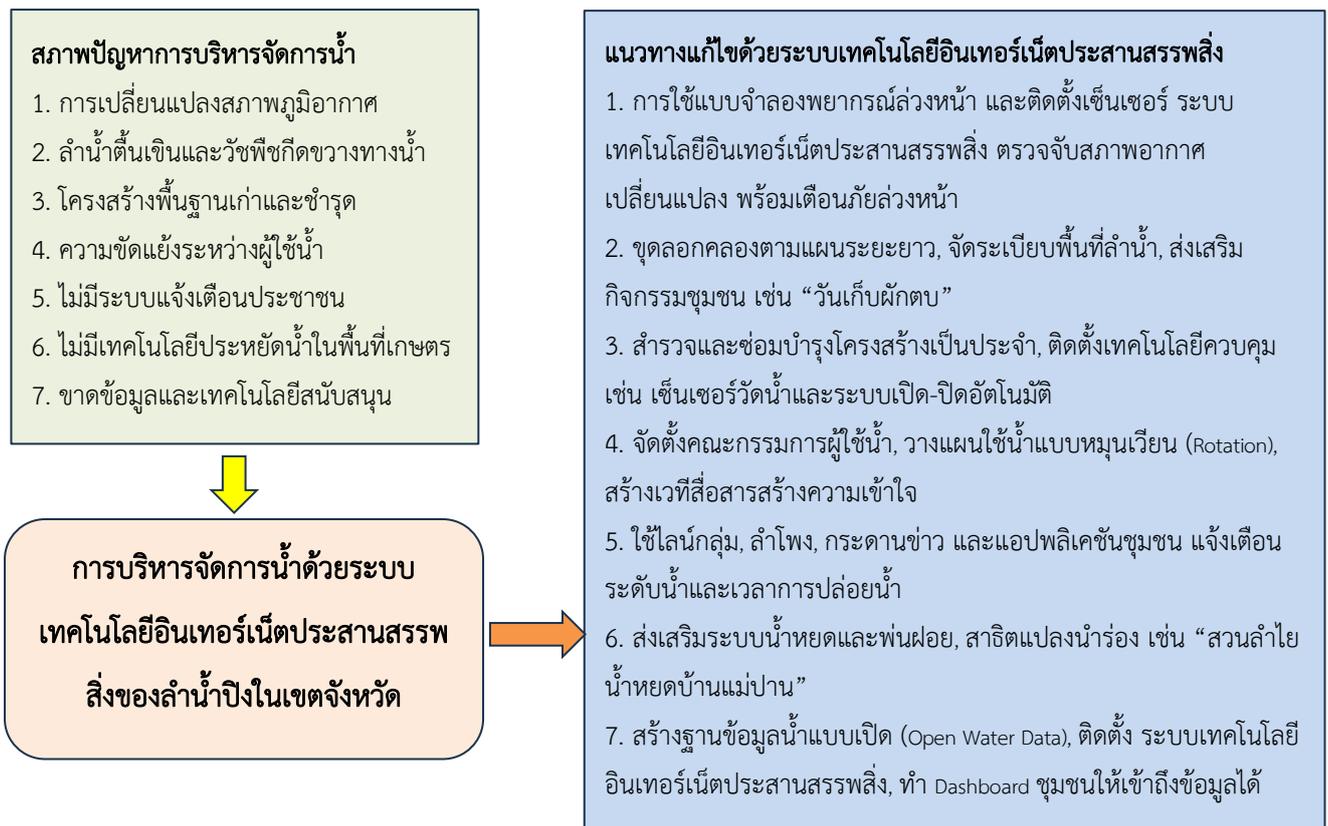
4) ต้องให้ความรู้กับเจ้าหน้าที่ บางหน่วยงานยังไม่มีความรู้ด้านระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรฟสิ่งจำเป็นต้องมีการฝึกอบรมอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ใช้ระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5) ความเข้าใจระบบเทคโนโลยี ผู้สูงอายุหรือคนที่ไม่มีความรู้เรื่องเทคโนโลยีอาจไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลจากระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรฟสิ่งได้ จึงต้องหาวิธีสื่อสารแบบเข้าใจง่าย เช่น เสียงตามสาย วิทยุชุมชน หรือป้ายประกาศ

องค์ความรู้ใหม่

การวิจัยเรื่อง กลยุทธ์การพัฒนาการบริหารจัดการน้ำด้วยอินเทอร์เน็ตประสาทรฟสิ่งของลำน้ำปิง ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ ผู้วิจัยได้องค์ความรู้จากการวิจัยในครั้งนี้ คือ ปัญหาในการจัดการน้ำ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลให้เกิดภาวะฝนทิ้งช่วง ฝนตกหนักเฉียบพลัน และพายุฤดูฝนที่ไม่แน่นอน ซึ่งส่งผลกระทบต่อการจัดการน้ำ การวางแผนเกษตรกรรม และความมั่นคงของชุมชนริมฝั่งน้ำ ลำน้ำต้นเขินและ

วิชาชีพกีดขวางทางน้ำ การสะสมตะกอนและการเจริญเติบโตของวัชพืชในลำน้ำ ทำให้เกิดการอุดตันในการไหลของน้ำ ทั้งในฤดูแล้งและน้ำหลาก โครงสร้างพื้นฐานชลประทานเสื่อมสภาพ เช่น บานประตูระบายน้ำเก่า คันคลองแตกร้าง ไม่มีระบบตรวจวัดน้ำแบบอัตโนมัติ ส่งผลให้การบริหารจัดการน้ำไม่มีประสิทธิภาพ และทำให้เกิดความขัดแย้งระหว่างผู้ใช้น้ำ การสื่อสารกับประชาชนไม่ทั่วถึง การขาดเทคโนโลยีประหยัดน้ำ การขาดระบบข้อมูลน้ำและเทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านแนวทางแก้ไข การใช้ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งในการควบคุมระบบน้ำ เช่น การติดตั้งเซ็นเซอร์ตรวจวัดระดับน้ำอัจฉริยะ, ควบคุมประตูน้ำอัตโนมัติ, Dashboard แสดงผลข้อมูล และระบบแจ้งเตือนล่วงหน้า การวางแผนและปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ขุดลอกลำน้ำแบบมีแผนระยะยาว ซ่อมแซมระบบส่งน้ำ และพัฒนาเครื่องมือควบคุมระดับน้ำให้แม่นยำ การมีส่วนร่วมของชุมชน เช่น การตั้งคณะกรรมการผู้ใช้น้ำระดับหมู่บ้าน, วันคลองสะอาด, วันเก็บผักตบ, ทีมประสานน้ำในชุมชน ส่งเสริมระบบน้ำประหยัด เช่น น้ำหยดและพ่นฝอย สำหรับเกษตรกร รวมทั้งจัดทำแปลงสาธิตเพื่อให้เกษตรกรเรียนรู้ การจัดการข้อมูลแบบเปิด สร้างระบบข้อมูลน้ำที่เข้าถึงได้ง่าย ทั้งภาครัฐและชุมชน ผ่านแอปพลิเคชันหรือศูนย์ข้อมูลประจำหมู่บ้าน ซึ่งแสดงเป็นแผนผังองค์ความรู้ ดังรูปภาพที่ 2



รูปภาพที่ 2 แผนผังองค์ความรู้การบริหารจัดการน้ำด้วยระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งของลำน้ำปิงในเขตจังหวัดเชียงใหม่

อภิปรายผลการวิจัย

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 พบว่า ปัญหาในการบริหารจัดการน้ำมี 7 ส่วน อันได้แก่ 1) สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง 2) ลำน้ำต้นเขินมีวัชพืชกีดขวางทางน้ำและการรุกรานพื้นที่ลำน้ำ 3) โครงสร้างพื้นฐานเก่าและชำรุด 4) ความขัดแย้งระหว่างผู้ใช้น้ำ มีข้อโต้แย้งระหว่างเกษตรกรต้นน้ำและปลายน้ำ 5) ไม่มีข้อมูลหรือแจ้งเตือนล่วงหน้าประชาชนในพื้นที่ไม่ได้รับข้อมูลล่วงหน้าเรื่องการปิดเปิดประตูน้ำ 6) การไม่มีระบบสนับสนุนเทคโนโลยีประหยัคน้ำ และ 7) ปัญหาเชิงข้อมูลและเทคโนโลยี ขาดระบบฐานข้อมูลน้ำที่แม่นยำและเป็นปัจจุบัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pansakunwat (2020) ศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมอย่างยั่งยืนด้วยนวัตกรรมเมืองพองน้ำ พบว่าปัญหาในการบริหารจัดการน้ำเกิดจากสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงและพบว่าหลายพื้นที่ในประเทศไทยที่พบปัญหาเกี่ยวกับน้ำ อาทิ น้ำท่วม น้ำชะลอการระบาย น้ำแล้ง การขาดแคลนน้ำ ลักษณะสภาพภูมิประเทศ และความหนาแน่นประชากร และสอดคล้องกับ Kaewyong, Putsukee, Tepsongkroh, and Onthong (2019) ศึกษาแบบการบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการและยั่งยืนโดยการมีส่วนร่วมของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลุ่มน้ำโก-ลก จังหวัดนราธิวาส พบว่า สภาพปัญหาในปัจจุบันของการบริหารจัดการน้ำในโครงการชลประทานของน้ำ ขาดการมีส่วนร่วมในการพัฒนาแบบบูรณาการแบบยั่งยืนทำให้ผู้ใช้น้ำในโครงการไม่เข้าใจแนวคิดการจัดการน้ำ

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 พบว่า แนวทางการแก้ไขปัญหาการบริหารจัดการน้ำในลำน้ำปิงในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ควรนำเทคโนโลยี เช่น ระบบพยากรณ์อากาศ ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต ประสานสรรพสิ่ง และฐานข้อมูลน้ำ รวมถึงการมีส่วนร่วมของชุมชน เช่น คณะกรรมการผู้ใช้น้ำ กิจกรรมดูแลคลอง และการสื่อสารผ่านช่องทางที่เข้าถึงง่าย การใช้ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งติดตั้งเซ็นเซอร์วัดระดับน้ำ ควบคุมประตูน้ำอัตโนมัติ และเชื่อมต่อข้อมูลผ่าน Dashboard ส่วนกลางเพื่อให้สามารถควบคุมระดับน้ำได้แม่นยำ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Phanngam, Noinmsai, and Kongrit (2021) เรื่อง การวิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่สำหรับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำอย่างยั่งยืน เขตลุ่มน้ำลำเชียงไกรตอนล่าง ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พบว่า การประยุกต์เทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับการวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงภัยแล้ง และระดับเสี่ยงภัยน้ำท่วมในพื้นที่ศึกษาได้นำเทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์ในการวางแผนเพื่อป้องกันความเสียหายจากภัยแล้งซ้ำซากและภัยน้ำท่วม โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อกำหนดให้ตรงกับปัจจัยต่าง ๆ และมีแนวทางการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และสอดคล้องกับ Savio, and Chakraborty (2021) กล่าวว่า การจัดการที่ใช้ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง และการวิเคราะห์ข้อมูล (DA) ซึ่งจะช่วยให้การจ่ายน้ำอย่างเหมาะสมที่สุดตามการบริโภคของผู้ใช้ในระดับพื้นที่จัดเก็บ ระบบที่เสนอนี้ไม่เพียงแต่จะช่วยประหยัดการใช้น้ำในทางที่ผิด แต่ยังช่วยในการจัดเก็บข้อมูลการใช้น้ำเพื่อการวิเคราะห์และการวางแผนเมืองในระดับมหภาคอีกด้วย และสอดคล้องกับ Samutrak, Sawatnatee, and Tongkum (2024) กล่าวว่า ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง ประกอบด้วย บอร์ดควบคุม เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศและเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการวัดอุณหภูมิและความชื้นช่วยการตัดสินใจการจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ หรือประยุกต์ใช้กับการเกษตรต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยให้เกิด

การพัฒนาต่อยอด ช่วยเป็นเครื่องมือในการตัดสินใจวางแผนในอนาคตต่อไป นอกจากนี้ Wongphet (2021) พบว่า ระบบพยากรณ์มีความแม่นยำ ถูกต้องสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือสำหรับสนับสนุนข้อมูลเพื่อใช้วางแผนการบริหารจัดการน้ำล่วงหน้าให้เกิดประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นโดยสามารถนำมาข้อมูลดังกล่าววางแผนสำหรับการสูบน้ำ และจัดสรรน้ำ เพื่อลดปัญหาการขาดแคลนน้ำและลดค่าใช้จ่ายจากการผันน้ำในกรณีที่ประเมินว่ามีน้ำเพียงพอได้ส่งผลให้เกิดการลดความเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำของพื้นที่การศึกษา อีกทั้งยังช่วยประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่ายในการลงทุนของระบบสูบน้ำของโครงข่ายน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือให้เกิดการสูบน้ำในช่วงเวลาที่เหมาะสมเพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

สรุป

การวิจัยเรื่อง กลยุทธ์การพัฒนาการบริหารจัดการน้ำด้วยอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งของลำน้ำปิง ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ สามารถสรุปตามวัตถุประสงค์ได้ ดังนี้

การบริหารจัดการน้ำในลำน้ำปิง จังหวัดเชียงใหม่ ประสบปัญหาหลักหลายด้าน ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ทำให้เกิดฝนทิ้งช่วงและน้ำหลาก วัชพืชและการตื่นขึ้นของลำน้ำที่ขัดขวางการระบายน้ำ โครงสร้างพื้นฐานที่ชำรุดทำให้น้ำสูญเสียระหว่างทาง รวมถึงความขัดแย้งระหว่างผู้ใช้น้ำจากการจัดสรรน้ำไม่ทั่วถึง นอกจากนี้ยังพบว่าประชาชนขาดข้อมูลแจ้งเตือนล่วงหน้า ไม่มีการใช้เทคโนโลยีประหยัดน้ำ และขาดระบบข้อมูลที่แม่นยำและทันสมัย แนวทางแก้ไขควรเน้นการใช้เทคโนโลยี เช่น ระบบพยากรณ์อากาศ ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง และฐานข้อมูลน้ำ รวมถึงการมีส่วนร่วมของชุมชน เช่น คณะกรรมการผู้ใช้น้ำ กิจกรรมดูแลคลอง และการสื่อสารผ่านช่องทางที่เข้าถึงง่าย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการน้ำ ในส่วนของแนวทางการใช้ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง เสนอให้ติดตั้งเซ็นเซอร์วัดระดับน้ำ ควบคุมประตูน้ำอัตโนมัติ และเชื่อมต่อข้อมูลผ่าน Dashboard ส่วนกลาง เพื่อให้สามารถควบคุมระดับน้ำได้แม่นยำ แจ้งเตือนประชาชนได้ทันทั่วถึง และสนับสนุนการวางแผนระยะยาว แม้จะมีข้อจำกัดด้านงบประมาณ โครงสร้างพื้นฐาน และการเข้าถึงเทคโนโลยี แต่หากดำเนินการอย่างเป็นระบบ จะช่วยให้การบริหารจัดการน้ำมีประสิทธิภาพและยั่งยืนมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

1.1 ควรสนับสนุนให้มีการจัดตั้งทีมงานในการพัฒนาและริเริ่มใช้งานระบบการควบคุมประตูน้ำในลำน้ำปิง ด้วยระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง และนำผลการวิจัยมาต่อยอดให้เกิดการบริหารจัดการน้ำด้วย ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง อย่างเป็นรูปธรรม

1.2 การจัดการฝึกอบรมสำหรับเจ้าที่ผู้ปฏิบัติงานโครงการชลประทานเชียงใหม่ผู้รับผิดชอบ และการเพิ่มพูนความสามารถและความรู้ในการบริหารจัดการน้ำด้วยระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรสรพสิ่งของลำน้ำปิง ในเขตจังหวัดเชียงใหม่

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ในการศึกษาครั้งต่อไปควรเพิ่มการสร้างต้นแบบ (Prototype) ในการบริหารจัดการน้ำ ด้วยระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรสรพสิ่ง หรือแอปพลิเคชันต้นแบบเพื่อทดลองใช้และพัฒนา การบริหารจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

References

- Chiang Mai Water Supply and Maintenance Project Office. (2024). *Water management using SCADA system*. Retrieved September 22, 2024, from <http://rio1.rid.go.th/km/ad/myfile/202303013yqDMqR.pdf>
- Denzin, N. K. (1989). *The research act*. (3rd ed.). New York: McGraw Hill.
- Irrigation Office No. 1 Chiang Mai Irrigation Project. (2023). *Water gate management*. Retrieved September 22, 2024, from <http://rio1.rid.go.th/main.php#gsc.tab=0&gsc.sort=>
- Kaewyong, A., Putsukee, T., Tepsongkroh, P., & Onthong, U. (2019). Model of Water Management in Term of Integrated and Sustainable by Participation in the Ko-Lok's Irrigation Project in Narathiwat Province. *Narkbhutparitat Journal Nakhon Si Thammarat Rajabhat University*, 11(3), 100-110.
- Office of the Technology and Innovation Development Fund, Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation. (2023). *Internet of Things Technology*. Retrieved September 22, 2024, from <https://tedfund.mhesi.go.th/index.php/2021-03-25-07-16-14/2022-03-17-08-53-26>
- Office of the Water Supply and Maintenance Project, Khun Dan Prakan Chon Dam. (2024). *SCADA system*. Retrieved September 22, 2024, from <https://www.khundan.com/home.php>
- Pansakunwat, P. (2020). *Sustainable flood problem solving guidelines with sponge city innovation*. Bangkok: Faculty of Architecture and Planning, Thammasat University.
- Phanngam, T., Noinmsai, N., & Kongrit, N. (2021). Spatial Potential Analysis for Sustainable Water Resource Management Lower Lam Cheang Krai Basin with Geographic Information System. *The Journal of Research and Academics*, 4(2), 71-84.
- Samutrak, P., Sawatnatee, A., & Tongkum, S. (2024). IOT Technology for Cultivation of Rice with Organic Agriculture. *Journal of Applied Information Technology*. 10(1), 68-82.

Savio, I., & Chakraborty, U. (2021). *An IoT-Based Water Management System for Smart Cities. Water Security and Sustainability*. 23 February 2021, 247-259.

Wongphet, J. (2021). *Development of Information System for Water Operating in the Eastern Economic Corridor*. Nakhon Pathom: Department of Irrigation Engineering, Faculty of Engineering, Kamphaeng Saen, Kasetsart University.