



การวิเคราะห์อัตราการไหลหลากของฝายบ้านโพนทราย

The Analysis of Water Runoff of Phonsai Dam

นันทวัน ทองพิทักษ์¹ และโชคชัย ไตรยสุทธิ์^{2*}

Nantawan Tongpitak¹ and Chokchai Traiyasut^{2*}

สาขาวิชาพลศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตศรีสะเกษ¹

สาขาวิชาเทคโนโลยีโยธาและสถาปัตยกรรม คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ^{2*}

Division of Physical Education, Faculty of Education, Thailand National Sports University Sisaket Campus¹

Division of Civil Technology and Architecture, Faculty of Liberal Arts and Science, Sisaket Rajabhat University^{2*}

*Corresponding Author: C.traiyasut@sskru.ac.th

ข้อมูลบทความ	บทคัดย่อ
ประวัติบทความ: รับเพื่อพิจารณา: 5 มกราคม 2566 แก้ไข: 24 มีนาคม 2566 ตอบรับ: 29 มีนาคม 2566	การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาปริมาณทางสถิติน้ำฝนรายปี และปริมาณการไหลหลากของฝายกั้นน้ำบ้านโพนทราย ตำบลหนองบัว อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ ทำการรวบรวมและวิเคราะห์ ปริมาณน้ำฝน 14 ปี จากสถานีวัดน้ำฝนเขื่อนห้วยนา โดยวิธีทางสถิติ วิเคราะห์ และอุทกศาสตร์เพื่อให้ทราบถึงสาเหตุของปัญหาการกักน้ำใน พื้นที่ฝาย ผลการวิจัยพบว่า ปริมาณน้ำไหลหลากรายเดือนตลอดทั้งปี (น้ำท่ารายปี) มีปริมาณ 845,733,595 ลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยของ น้ำท่าไหลหลากทั้งปีอยู่ที่ 70,477,799 ลูกบาศก์เมตร โดยมีน้ำท่าไหล หลากมากที่สุดในเดือนกันยายนที่ 277,002,000 ลูกบาศก์เมตร และ น้อยสุดในเดือนมกราคมที่ 32,987.50 ลูกบาศก์เมตร ของทุกปี ปริมาณ ในการกักเก็บน้ำในพื้นที่ฝายมีปริมาตรความจุอยู่ที่ไม่เกิน 80 ล้านลูกบาศก์เมตร จากการสำรวจทางกายภาพพบว่า สาเหตุที่อ่างไม่ สามารถกักเก็บน้ำได้เนื่องจาก พื้นที่มีความต่างระดับไม่มาก และเกิด จากการ ทับถมของตะกอนทรายจากการไหลหลากของน้ำจากแม่น้ำมูล การไหลของน้ำท่า เป็นการไหลลงสู่ลำคลองอย่างรวดเร็ว ลักษณะลำน้ำ รับภายหลังจากที่ฝนตกและไหลออกจากพื้นที่ระบายน้ำในเวลาไม่นาน นัก ระดับน้ำในห้วยจะมีระดับต่ำกว่าน้ำใต้ดิน ทำให้น้ำที่อยู่ส่วนบนจะ ไหลลงสู่ลำน้ำตลอดเวลา การแก้ไขปัญหการกักเก็บน้ำด้วยวิธีการ ขุดอ่างให้มีปริมาตรอ่างตามที่ได้วิเคราะห์ไว้ และปูพื้นอ่างด้วยวัสดุที่บ น้ำให้อ่างสามารถกักเก็บน้ำได้



Article Info	Abstract
Article History: Received: January 5, 2023 Revised: March 24, 2023 Accepted: March 29, 2023 Keywords: Reservoirs analysis/Water run off/Watershed management	The objective of this research is to investigate the annual rainfall statistics and the shedding of Ban Phon Sai dam, located in Nong Bua Subdistrict, Kantrarom District, Sisaket Province. The research utilizes 14 years of rainfall data collected from Hua Na dam's rainwater measurement stations, which was analyzed using statistical and hydrographical methods to identify the reasons for water retention problems in the dam area. The results showed that the annual volume of runoff amounted to 845,733,595 cubic meters, with an average monthly flow of 70,477,799 cubic meters. The highest runoff flow occurred in September at 277,002,000 cubic meters, while the lowest runoff flow occurred in January at 32,987.50 cubic meters. Based on physical surveys, the water retention problem was attributed to the following factors: a small level difference in the area, sand sediment deposition from the flow of water from Moon River and runoff water, which flows rapidly in and out after rainfall in a short time, and the continuous flow of groundwater into the creek due to the lower water level in the creek than groundwater. To address these issues, this study recommends digging the basin to the volume of the basin as analyzed and flooring the basin with solid material to improve water retention.



1. บทนำ

ในการดำเนินการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อไม่ให้น้ำไหลล้นอ่างเก็บน้ำในช่วงฤดูน้ำหลากอันส่งผลต่อภาวะการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ท้ายอ่าง และมีปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำอย่างเพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำเนื่องจากกิจกรรมด้านท้ายอ่างเก็บน้ำ เช่น การเกษตร การผลิตน้ำประปา การใช้น้ำในภาคอุตสาหกรรม เป็นต้น [1] จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทราบข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำล่วงหน้านอกเหนือไปจากการประเมินปริมาณการใช้น้ำท้ายอ่างเก็บน้ำในช่วงเวลาต่าง ๆ ดังนั้นความถูกต้องในการพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำจึงมีความสำคัญ [2] พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetlands) หมายถึง พื้นที่ลุ่ม ทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้น ทั้งที่มีน้ำขังหรือท่วมอยู่ถาวรและชั่วคราว ทั้งที่เป็นแหล่งน้ำนิ่งและน้ำไหล ทั้งที่เป็นน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม พื้นที่ชุ่มน้ำมีคุณค่าและความสำคัญในแง่ของการใช้ประโยชน์ของมนุษย์และทำหน้าที่ตามธรรมชาติ ได้แก่ 1) เป็นแหล่งที่รวมความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นถิ่นที่อยู่อาศัยหากินและแพร่ขยายพันธุ์ของพืชและสัตว์นานาชนิด โดยเฉพาะที่หาได้ยากและใกล้สูญพันธุ์เป็นแหล่งรวมพันธุกรรมที่สำคัญยิ่ง 2) มีคุณค่าความสำคัญทางเศรษฐกิจเป็นแหล่งน้ำผิวดินและน้ำท่า ใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค เป็นแหล่งน้ำดิบใช้ผลิตน้ำประปา เป็นแหล่งน้ำอำนวยการให้เขื่อนผลิตกระแสไฟฟ้า 3) เป็นแหล่งทำมาหากินเลี้ยงชีพและเป็นรายได้ 4) มีคุณค่าทางนันทนาการและการท่องเที่ยว และ 5) มีคุณค่าความสำคัญต่อวิถีชีวิตและเอกลักษณ์ความเป็นไทย [3]

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ 105,533,750 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 32.91 ของพื้นที่ประเทศ ในภูมิภาคนี้มีพื้นที่ชุ่มน้ำประเภทน้ำจืด 1,249,706.13 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.18 ของพื้นที่ภาค พื้นที่ชุ่มน้ำที่สำคัญและมีเนื้อที่มากที่สุดประกอบด้วย แม่น้ำ ลำน้ำ ลำธาร ขนาดต่าง ๆ 682,212.50 ไร่ รองลงมาเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำประเภททะเลสาบหรือบึง 522,500 ไร่ ซึ่งพื้นที่ชุ่มน้ำธรรมชาติที่สำคัญของประเทศไทยส่วนใหญ่ได้เปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก ถูกบุกรุกยึดครองเป็นพื้นที่เพื่อการเกษตรและกิจกรรมอื่น ๆ การคุกคามพื้นที่ชุ่มน้ำธรรมชาติส่งผลกระทบต่อพื้นที่ชุ่มน้ำ ทำให้เกิดการตื้นเขินและลดน้อยลงของน้ำในแหล่งน้ำ รวมทั้งขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำลดลงด้วย แต่อย่างไรก็ตามพื้นที่ชุ่มน้ำบางแห่งที่ได้รับการอนุรักษ์ พัฒนา และการใช้ประโยชน์ด้วยการบริหารจัดการโดยองค์กรชุมชนด้วยการใช้ภูมิปัญญาพื้นบ้านอย่างได้ผลต่อเนื่อง [4]

ลักษณะแม่น้ำตามธรรมชาติทั่ว ๆ ไปแบ่งออกเป็นค่อนข้างตรง (Straight) โค้ง (Meandering) และแยกสาย (Braid) แต่แม่น้ำบางสายอาจไม่อยู่ใน 3 ลักษณะดังกล่าวนี้ได้ สำหรับลักษณะที่โค้งหรือตรงเป็นการเน้นถึงทิศทาง แม่น้ำในบางช่วงไหลแยกออกเป็นหลายสาขาแล้วไหลกลับมารวมเป็นสายเดียวกัน และอาจเกิดลักษณะเช่นนี้ขึ้นอีกหลาย ๆ ครั้งท้ายน้ำได้ อาจแบ่งออกได้เป็นลักษณะที่ราบเรียบและไม่ราบเรียบ ลักษณะที่สำคัญของ Meander คือความคดเคี้ยว (Tortuosity) หรือ (Sinuosity) ซึ่งเป็นอัตราส่วนของความยาวตามลำน้ำลึกต่อความยาวในทางตรงจากต้นน้ำถึงปากแม่น้ำ โดยทั่ว ๆ ไปลำน้ำที่กว้างและตื้นจะคดเคี้ยวน้อย ความลาดชันของพื้นที่รับน้ำเป็นตัวประกอบที่สำคัญที่ทำให้เกิดแรงที่ทำให้ทางน้ำมีลักษณะค่อนข้างตรงหรือคดเคี้ยว ความชันทำให้ความเร็วของอัตราการไหลสูง ซึ่งจะทำความโค้งลดลง คำจำกัดความของ River processes คือปฏิกริยาระหว่างตะกอนกับน้ำ ความสามารถของน้ำในแม่น้ำที่จะพัดพาเอาตะกอนที่มีเข้ามา เพื่อไปสู่ River processes ของช่วงแม่น้ำเฉพาะ ถ้ามีความไม่สมดุลระหว่างตะกอนที่มีเข้ามา ความสามารถในการพัดพา แม่น้ำจะปรับคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของความกว้าง ความลึก และรูปแบบโดยกรรมวิธีของการตกทับถม การกัดเซาะหรือการเปลี่ยนแปลงด้านข้าง [5]

การคำนวณหาความจุอ่างเก็บน้ำเพื่อการชลประทานที่เหมาะสมด้วยแบบจำลองเป็นการศึกษาขั้นแผนหลัก ซึ่งแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วยแบบจำลองสำหรับคำนวณหาปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ



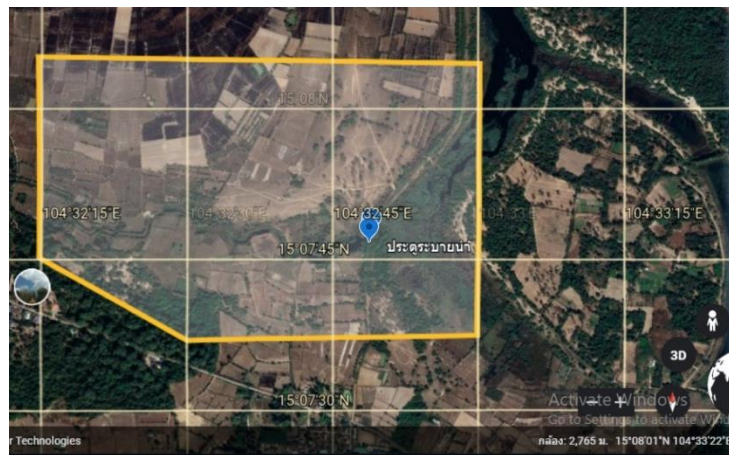
ปริมาณน้ำที่ไม่สามารถควบคุมได้แต่สามารถนำมาใช้เพื่อการชลประทานได้ แบบจำลองสำหรับคำนวณหาความต้องการน้ำชลประทานและแบบจำลองระบบ กลุ่มน้ำข้อมูลที่นำมาใช้ในการคำนวณประกอบด้วย ข้อมูลอุทกวิทยาในอดีตเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 25 ปี และข้อมูลจากโครงการพัฒนาแหล่งน้ำข้างเคียงที่มีลักษณะคล้ายกัน โดยสมมุติความจุอ่างเก็บน้ำขนาดต่าง ๆ กัน 3 - 4 ขนาด แล้วเลือกขนาดโครงการที่ให้อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าลงทุนสูงสุดไปศึกษาความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียดต่อไปเมื่อก่อสร้างอ่างเก็บน้ำและระบบชลประทานท้ายอ่างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ดำเนินการจัดสรรน้ำล่วงหน้ารายสัปดาห์ด้วยแบบจำลองที่เหมือนกัน แต่ใช้ข้อมูลจากการทำนายล่วงหน้ารายสัปดาห์โดยมีการเก็บข้อมูลกิจกรรมการเพาะปลูกรายสัปดาห์ ฝนรายวัน และปริมาณน้ำที่ส่งรายวันจากสนามมาปรับการจัดสรรน้ำในสัปดาห์ถัดไปพร้อมทั้งเก็บข้อมูลจากแปลงทดลองที่เลือกขึ้นในสนามมาสอบเทียบแบบจำลอง พร้อมทั้งคำนวณหาประสิทธิภาพชลประทานที่สิ้นสุดฤดูกาลเพาะปลูกเพื่อนำไปปรับใช้ในฤดูกาลเพาะปลูกถัดไปต่อเมื่อได้ข้อมูลใหม่มาพอจึงทบทวนการศึกษาเพื่อคำนวณหากราฟสำหรับคำนวณหาพื้นที่เพาะปลูกฤดูแล้งใหม่ [6]

บ้านโนนทรายเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำเชื่อมต่อกับทางน้ำไหลลงสู่แม่น้ำมูล พื้นที่จากการสำรวจด้านภูมิศาสตร์มุมสูงจากภาพถ่ายดาวเทียมจะพบเป็นลักษณะแอ่งกระทะ และมีบริเวณคอคอดตามกายภาพของพื้นที่เพื่อที่จะระบายน้ำลงสู่แม่น้ำมูล ลักษณะของประชากรในพื้นที่ส่วนมากจะประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก เช่น ทำนา ปลูกผักสวนครัว เลี้ยงสัตว์ เป็นต้น ชาวบ้านโนนทรายจะมีอาชีพเสริมจากการทำเกษตรกรรม คือ การทอดผ้าซิด การปั้นหม้อ ซึ่งมีมาตั้งแต่สมัยโบราณ งานจักรสาน ทำสวิง การทำปลาร้า ปลาสาม เป็นต้น ลักษณะทางสังคมของบ้านโนนทรายจะเป็นชุมชนที่มีความรักสามัคคี เอื้อเฟื้อเผื่อแผ่กันตามสังคมในยุคนั้น สืบทอดกันมา ตามจารีตประเพณี มีเปลี่ยนแปลงบ้างตามยุคสมัย แต่ชาวบ้านก็ยังคงขนบธรรมเนียมประเพณีที่ดีงามไว้ให้กับคนรุ่นหลังได้สืบสานต่อไป ลักษณะที่สำคัญอีกประการของชุมชนคือเป็นแหล่งที่ตั้งของสถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญ คือ บ้านโนนทราย หมู่ 3 เป็นที่ตั้งของ หาดทรายมูล ซึ่งเป็นสถานที่ท่องเที่ยวริมแม่น้ำมูลที่สวยงาม ในช่วงเดือน ธันวาคม - เมษายน จะเป็นช่วงฤดูท่องเที่ยว เนื่องจากแม่น้ำมูลลดระดับลง ทำให้เห็นหาดทรายสีขาวนวล และน้ำมูลที่ใสเย็น จึงเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่น่าให้การสนับสนุนให้นักท่องเที่ยวเข้ามาเยี่ยมชมเพื่อเป็นการส่งเสริมการท่องเที่ยวให้กับชุมชนได้อีกทาง สืบเนื่องจากอ่างเก็บน้ำประจำหมู่บ้านโนนทรายไม่สามารถเก็บกักน้ำไว้ใช้ในการเกษตรกรรม พร้อมทั้งอุปโภคบริโภค ทั้งในฤดูแล้งและฤดูเพาะปลูก ทำให้ชาวบ้านได้รับความเดือดร้อนเป็นอย่างมากทั้งที่มีการสร้างฝายเพื่อใช้ในการกักเก็บและชะลอน้ำแต่ก็ยังไม่สามารถกักเก็บน้ำให้กับชาวบ้านได้ใช้ประโยชน์ได้ ชาวชุมชนบ้านโนนทรายมีความต้องการทราบสาเหตุที่ชัดเจนว่าสาเหตุใดทั้งที่มีฝายกักเก็บน้ำแล้ว แต่ฝายดังกล่าวไม่สามารถกักเก็บน้ำได้ ทั้งยังหากทราบปัญหาแล้วชาวบ้านต้องการแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ชัดเจน พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวเพื่อเป็นการบรรเทาปัญหาให้กับชาวบ้านต่อไป

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 ขอบเขตการวิจัย

2.1.1 พื้นที่ศึกษา คือ ห้วยก้านเหลือง บ้านโนนทรายหมู่ 3 ตำบลหนองบัว อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ (ภาพที่ 1) ซึ่งเป็นที่ตั้งของฝายเก็บน้ำที่จะทำการสำรวจโครงการฝายบ้านโนนทรายตั้งอยู่พิกัด $104^{\circ} 32' 45''$ E , $15^{\circ} 07' 45''$ N ตามระบบพิกัดกริดแบบยูทีเอ็ม (Universal Transverse Mercator - UTM) บริเวณโดยรอบเป็นพื้นที่สาธารณะประโยชน์มีเนื้อที่ประมาณ 2.5 ตารางกิโลเมตร การก่อสร้างฝายมีวัตถุประสงค์เพื่อนำน้ำหลากจากแม่น้ำมูลไหลลงสู่ห้วยก้านเหลืองดังภาพที่ 2 ก่อนที่จะลงสู่หนองบัวต่อไป



ภาพที่ 1 ขอบเขตพื้นที่ฝายบ้านโนนทรายที่ทำการศึกษา



ภาพที่ 2 ลำห้วยก้านเหลือง

2.1.2 การรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝน รวบรวมจากสถานีวัดน้ำฝนของโครงการชลประทาน ศรีสะเกษที่อยู่ใกล้เคียงกับพื้นที่ศึกษาคือสถานีวัดน้ำฝนเขื่อนหัวนา ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ใช้ในการวิจัย 14 ปี

2.1.3 กายภาพของพื้นที่ การเก็บข้อมูลด้วยการสำรวจเชิงพื้นที่ด้วยหลักการวิศวกรรมสำรวจกำหนดขอบเขตของพื้นที่ที่จะทำการสำรวจซึ่งบริเวณฝายบ้านโนนทรายนั้นเป็นพื้นที่สาธารณะประโยชน์ ในความรับผิดชอบขององค์การบริหารส่วนตำบลหนองบัว อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ

2.1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากภาพถ่ายทางอากาศ ซึ่งใช้ข้อมูลจากฟรีแวร์ Google Earth และ Google Map พิจารณาถึงกายภาพของพื้นที่ พร้อมทั้งการลงสำรวจพื้นที่จริงเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงวิศวกรรมการสำรวจ



ภูมิประเทศในส่วนของเส้นชั้นความสูง (Countour Interlevel) ประกอบการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ไหลเข้าพื้นที่ฝาย ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ห้วยก้านเหลือง และตำแหน่งฝาย

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

2.2.1 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนมาคำนวณเป็นปริมาณน้ำที่ไหลเข้ามาในบริเวณพื้นที่ที่กำหนดโดยวิธี Terrain โดยใช้ Runoff Coefficient Chart พิจารณาประกอบ พร้อมทั้งค่าสถิติพื้นฐานของข้อมูลปริมาณน้ำฝน

2.2.2 การวิเคราะห์อุทกวิทยาของน้ำหลากของพื้นที่ฝายที่ทำการศึกษา การวิเคราะห์น้ำหลาก ด้วยวิธี Rational มีสมการและวิธีการคำนวณดังนี้ [7]

$$Q = 0.278CIA \quad (1)$$

เมื่อ Q = ปริมาณน้ำนองสูงสุด (Design peak discharge) หน่วย ลบ.ม./วินาที

C = สัมประสิทธิ์น้ำท่า (Runoff Coefficient)

I = ความเข้มของฝน (Rainfall Intensity) หน่วย มม./ชม.

A = พื้นที่รับน้ำฝน หน่วย ตร.กม.

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการสำรวจเชิงพื้นที่ด้วยหลักวิศวกรรมสำรวจ

ในการสำรวจพื้นที่ พบว่า มีปริมาณน้ำไหลค่อนข้างมากในฤดูฝน แต่ในฤดูแล้งปริมาณน้ำค่อนข้างน้อย ไม่สามารถเก็บกักปริมาณน้ำเหล่านั้นไว้ใช้ประโยชน์ได้ การดำเนินกิจกรรมทางการเกษตรของชาวบ้านในพื้นที่ต้องอาศัยฝนธรรมชาติเพียงอย่างเดียว ส่งผลให้ผลผลิตทางการเกษตรที่ออกมาต่อไร่มีปริมาณในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ



พร้อมทั้งเป็นพื้นที่รับน้ำจากแม่น้ำมูลในกรณีที่น้ำไหลหลากเป็นจำนวนมากน้ำจะเอ่อเข้าท่วมพื้นที่โดยรอบ แต่เป็นการท่วมในเวลาไม่นานมากนักก็จะไหลกลับสู่แม่น้ำมูลเช่นเดิม

3.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนและ อัตราการไหลหลาก

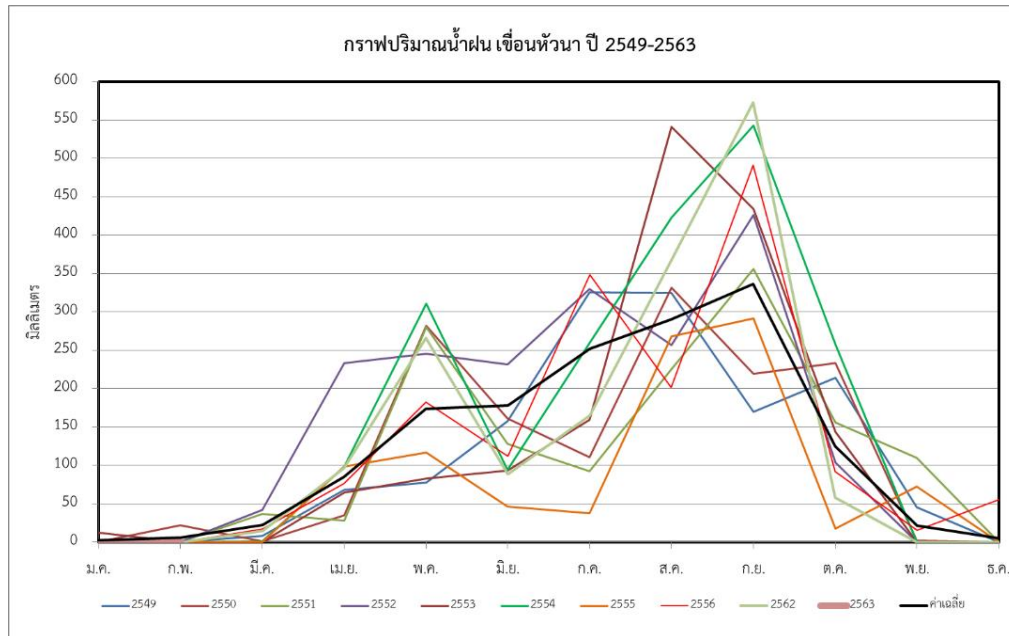
ข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝนที่ใช้ในการวิเคราะห์คือปริมาณข้อมูลฝนจำนวน 14 ปี ซึ่งทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่เริ่มก่อสร้างเขื่อนจนกระทั่งถึงปัจจุบัน (พ.ศ. 2549 – พ.ศ. 2562)

ตารางที่ 1 ข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝน (พ.ศ. 2549 – 2562)

ปริมาณน้ำฝนเขื่อนห้วยนา ปี 2549 - 2562 (มิลลิเมตร)													
ปี/เดือน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ฝนสะสม
2549	0.0	0.1	8.0	67.8	77.7	157.8	325.2	324.1	169.9	214.2	45.5	0.0	1,390.3
2550	0.0	22.1	1.3	35.0	282.2	160.6	110.6	331.0	219.3	233.3	1.8	0.0	1,397.2
2551	0.0	0.0	36.4	28.3	279.9	127.8	92.0	225.5	355.5	155.7	110.1	0.0	1,411.2
2552	0.0	0.0	41.7	233.3	245.7	231.7	329.4	256.2	426.3	103.9	0.0	0.0	1,868.2
2553	12.4	0.0	0.0	64.1	83.0	93.4	159.1	541.0	434.3	143.6	0.0	0.0	1,530.9
2554	0.0	0.0	0.7	98.8	310.5	94.3	259.6	422.3	542.9	257.4	0.0	0.0	1,986.5
2555	0.0	0.0	0.0	98.3	117.0	45.8	37.1	268.3	291.3	17.1	72.6	0.0	947.5
2556	0.0	0.0	17.3	76.0	182.0	112.1	348.3	201.4	490.8	92.2	15.1	55.7	1,590.9
2557	0.0	0.0	0.0	91.1	36.2	365.6	494.8	183.2	171.6	72.1	0.0	7.0	1,421.6
2558	0.0	67.0	16.7	5.6	124.9	207.0	317.3	201.5	192.3	104.8	35.0	0.0	1,272.1
2559	16.0	0.0	0.0	55.6	252.7	302.2	218.3	237.5	365.6	169.3	13.2	0.5	1,630.9
2560	0.0	0.0	80.5	87.8	0.8	270.4	324.0	237.9	140.1	62.1	3.0	0.0	1,206.6
2561	0.0	0.0	89.8	148.9	168.0	227.6	346.0	270.5	328.1	60.9	3.6	10.9	1,654.3
2562	0.0	0.0	14.5	96.1	265.8	88.8	164.6	366.3	572.6	57.8	0.0	0.0	1,626.5
เฉลี่ย	2.03	6.37	21.92	84.76	173.31	177.51	251.88	290.48	335.76	124.6	21.42	5.29	1,495.34

ที่มา : สถานีวัดน้ำฝนเขื่อนห้วยนา โครงการชลประทานศรีสะเกษ กรมชลประทาน

จากสถิติปริมาณน้ำฝนที่สถานีวัดน้ำฝนเขื่อนห้วยนา อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ ซึ่งอยู่ห่างจากฝายบ้านโพทราย 17 กิโลเมตร โดยประมาณ จากข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝนที่ตกในเขตพื้นที่ดังตารางที่ 1 เมื่อนำมาเขียนในรูปกราฟน้ำฝน ดังรูปที่ 4 พบว่า ในช่วงเดือน มกราคม ถึง เมษายน จะมีปริมาณฝนน้อยกว่า 100 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้ง หลังจากเดือนเมษายน เข้าสู่เดือนพฤษภาคม จนกระทั่งถึงเดือนตุลาคม จะมีปริมาณฝนมากกว่า 100 มิลลิเมตร ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูฝน และจะเข้าสู่หน้าแล้งในฤดูหนาว เดือนพฤศจิกายน ถึง กุมภาพันธ์ จะมีปริมาณฝนน้อยมาก โดยเฉพาะในเดือนธันวาคม ถึงมกราคม ของทุกปีจะมีปริมาณฝนไม่ถึง 10 มิลลิเมตร ดังนั้นจึงไม่ควรแนะนำให้เกษตรกรเพาะปลูกพืชในช่วงเวลาดังกล่าว ควรหากิจกรรมอื่นทดแทนเพื่อส่งเสริมรายได้ให้กับเกษตรกร เช่น งานปลูกหม่อนเลี้ยงไหม ทอผ้า งานศิลปะ งานหัตถกรรม ฯ หรือปลูกพืชสวนที่ใช้น้ำน้อย เช่น ถั่ว พริก เป็นต้น



ที่มา : สถานีวัดน้ำฝนเขื่อนห้วยนา โครงการชลประทานศรีสะเกษ กรมชลประทาน

ภาพที่ 4 ปริมาณน้ำฝนรายเดือน

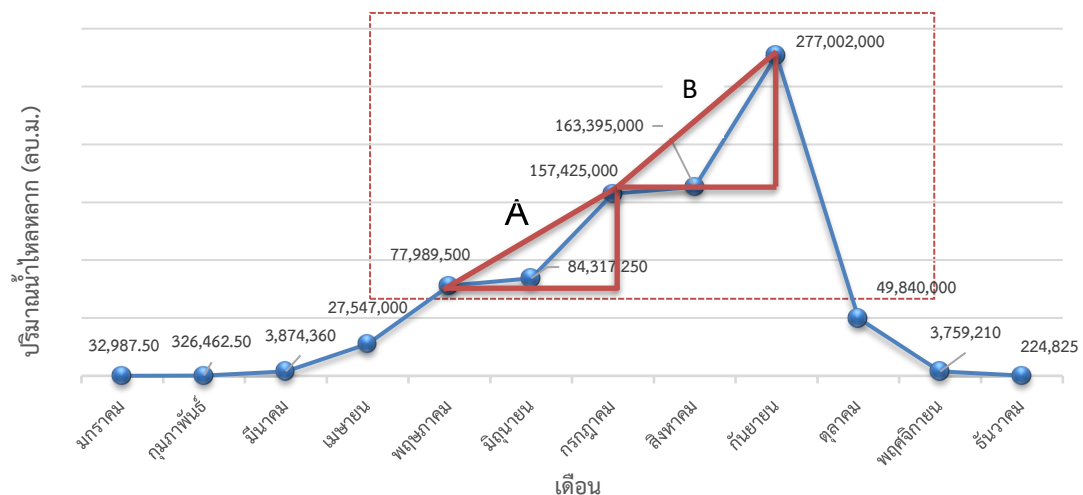
หากจะพิจารณาค่าเฉลี่ยปริมาณฝนที่ตกจากสถานีวัดปริมาณน้ำฝนที่เขื่อนห้วยนาในรายเดือนตลอดปีและนำมาหาปริมาณน้ำไหลหลากในพื้นที่ฝายที่ทำการศึกษา จากลักษณะของพื้นที่ที่ค่อนข้างราบมีค่าความต่างระดับในพื้นที่ฝายเพียง 2 เมตร ปริมาณน้ำไหลหลากเฉลี่ยรายเดือน เป็นดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณน้ำท่ารายเดือนของฝายบ้านโนนทราย (14 ปี)

เดือน	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน (มิลลิเมตร)	พื้นที่ ตร.กม.	R.O.Coeff %	ปริมาณน้ำไหลหลาก ลบ.ม.
มกราคม	2.03	2.5	0.65	32,987.5
กุมภาพันธ์	6.37	2.5	2.05	326,462.5
มีนาคม	21.92	2.5	7.07	3,874,360
เมษายน	84.76	2.5	13.00	27,547,000
พฤษภาคม	173.31	2.5	18.00	77,989,500
มิถุนายน	177.51	2.5	19.00	84,317,250
กรกฎาคม	251.88	2.5	25.00	157,425,000
สิงหาคม	290.48	2.5	22.50	163,395,000
กันยายน	335.76	2.5	33.00	277,002,000
ตุลาคม	124.60	2.5	16.00	49,840,000
พฤศจิกายน	21.42	2.5	7.02	3,759,210
ธันวาคม	5.29	2.5	1.70	224,825
รวม				845,733,595
เฉลี่ย				70,477,799



จากตารางที่ 2 ปริมาณน้ำท่าไหลหลากในพื้นที่ฝ่ายที่ทำการวิจัยในครั้งนี้จากปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน ตลอดเวลา 14 ปี ที่รวบรวมสถิติปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนเขื่อนห้วยนา พบว่า ปริมาณน้ำไหลหลากรายเดือน ตลอดทั้งปี (น้ำท่ารายปี) จะมีปริมาณ 845,733,595 ลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยของน้ำท่าไหลหลากทั้งปีอยู่ที่ 70,477,799 ลูกบาศก์เมตร โดยมีน้ำท่าไหลหลากมากที่สุดในเดือนกันยายนที่ 277,002,000 ลูกบาศก์เมตร และน้อยสุดในเดือนมกราคมที่ 32,987.50 ลูกบาศก์เมตร ของทุกปี และปริมาณน้ำไหลหลากเฉลี่ยในแต่ละเดือนสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5 ดังนี้



ภาพที่ 5 ปริมาณน้ำไหลหลากเฉลี่ยรายเดือน

3.3 ผลการวิเคราะห์ความจุของอ่าง

หากพิจารณาปริมาณน้ำไหลหลากรายเดือนที่เกินค่าเฉลี่ยที่ 70,477,799 ลบ.ม. พบว่า ในเดือน พฤษภาคม ถึงเดือน กันยายน จำนวน 5 เดือน จะมีปริมาณน้ำไหลหลากเกินค่าเฉลี่ย เมื่อทำการวิเคราะห์ผลรวมของปริมาณน้ำไหลหลาก ทำการพิจารณาความลาดชันของปริมาณการไหลหลากเข้าอ่างมากที่สุด กำหนดให้ A คือ ช่วงเดือน พฤษภาคม ถึง มิถุนายน จำนวน 2 เดือน และ B คือช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน จำนวน 2 เดือน เช่นกัน การวิเคราะห์ความจุอ่างแสดงดังตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 กาวเคราะห์ความจุอ่างเก็บน้ำ

Slope	เดือน	Diff (m ³)
A	พฤษภาคม ถึง มิถุนายน	79,435,500
B	เดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน	119,577,000



จากตารางที่ 3 พบว่า ปริมาณความจุอ่างที่เหมาะสมอยู่ที่ 79,435,500 ลบ.ม. หรือที่ 80,000,000 ลบ.ม. โดยประมาณ ซึ่งค่าดังกล่าวคือค่าที่ปริมาณน้ำที่อ่างให้ได้น้อยที่สุด (Minimum yield) หรือ หากจะมากกว่า 80,000,000 ลบ.ม. ไม่ได้ เพราะจะทำให้ Slope A น้ำไม่พอที่จะไหลเข้าอ่าง เมื่อเปรียบเทียบกับ Slope B ที่มีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างที่ 119,577,000 ลบ.ม. หรือที่ประมาณ 120,000,000 ลบ.ม. ดังนั้น ปริมาณน้ำที่อ่างเก็บน้ำได้เต็มที่จะเท่ากับ 80,000,000 ลบ.ม. ดังนั้นในการขุดดินในพื้นที่ฝายเพื่อทำการกักเก็บน้ำจึงควรให้อ่างมีปริมาตรความจุอยู่ที่ไม่เกิน 80,000,000 ลบ.ม.

4. อภิปรายผลการวิจัย

โครงการฝายบ้านโพนทรายตั้งอยู่บ้านโพนทรายหมู่ที่ 3 ตำบลหนองบัว อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ อยู่ห่างจากตัวอำเภอกันทรารมย์ไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือเป็นระยะทางประมาณ 5 กิโลเมตร และอยู่ใกล้กับ โรงเรียนโพนทรายโนเรือ และวัดบ้านโพนทราย ในบริเวณใกล้เคียงกันนั้นยังพบกลุ่มบ้านโพนทราย ซึ่งเป็นแหล่งศิลปวัฒนธรรมที่สำคัญของชาวชุมชนบ้านโพนทราย และเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมที่สำคัญของอำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ ภายใต้การก่อสร้างของโครงการชลประทานศรีสะเกษ และหลังจากการก่อสร้างเสร็จเนื่องจากเป็นโครงการฝายขนาดเล็กจึงได้โอนให้องค์การบริหารส่วนตำบลหนองบัวเป็นผู้ดูแลบริหารจัดการและบำรุงรักษา บริเวณโดยรอบเป็นพื้นที่สาธารณประโยชน์มีเนื้อที่ประมาณ 2.5 ตารางกิโลเมตร การก่อสร้างฝายมีวัตถุประสงค์เพื่อกั้นน้ำหลากจากแม่น้ำมูลไหลลงสู่ห้วยก้านเหลือง และเพื่อให้ประชาชนโดยรอบบริเวณมีน้ำใช้ในการเกษตร ปศุสัตว์ ประมง และอุปโภคบริโภค ก่อนที่จะไหลลงสู่หนองบัวต่อไป เมื่อฝนตกลงมาบนผิวดินจะมีน้ำฝนบางส่วนถูกดักโดยใบไม้และตามลำต้น กิ่งก้านของต้นไม้ เรียกปริมาณน้ำที่ตกค้างอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของพืชนี้ว่าการดัก (Interception) และจะมีปริมาณน้ำบางส่วนที่ตกค้างอยู่ตามหลุม บ่อ และแอ่งตามผิวดิน เรียกปริมาณฝนตามหลุมบ่อ (Depression storage) และมีปริมาณน้ำบางส่วนที่ไหลซึมลงดินทำให้เพิ่มความชื้น (Soil moisture) ซึ่งทั้งการดักและการกักเก็บตามหลุมบ่อ และความชื้นในดินนี้รวมเรียกว่า ปริมาณน้ำเก็บกักของลุ่มน้ำ (Basin recharge) ซึ่งหมายถึงส่วนของน้ำฝนที่ไม่สามารถไหลต่อไปเป็นการไหลในลำน้ำหรือน้ำใต้ดิน (Ground water) ได้ โดยที่ความชื้นในดินคือปริมาณน้ำสูงขึ้นในช่องว่างของเม็ดดิน (Capillary water) หรือปริมาณน้ำที่ถูกดูดกลืนบนผิวของอนุภาคดิน (Hygroscopic water) [7]

การไหลบนผิวดินและการไหลใต้ผิวดินมักจะเรียกรวม ๆ กันว่า (Direct runoff) ซึ่งน้ำท่ารวมนี้จะไหลลงสู่แม่น้ำลำคลอง ซึ่งเป็นลักษณะเดียวกันกับห้วยก้านเหลือง ไหลลงหนองบัว การไหลของน้ำท่ารวมนี้จะไหลลงสู่แม่น้ำลำคลองอย่างรวดเร็วหลังจากที่ฝนตกและไหลออกจากพื้นที่ระบายน้ำได้ในเวลาไม่นานนัก ในลักษณะนี้เรียกว่า ลำน้ำรับ (Effluent streams) ลักษณะเดียวกับห้วยก้านเหลือง กล่าวคือ ระดับน้ำในห้วยจะมีระดับต่ำกว่าน้ำใต้ดิน ทำให้น้ำที่อยู่ส่วนบนจะไหลลงสู่ลำน้ำตลอดเวลา กอปรกับลักษณะดินเป็นดินตะกอนทรายที่ถูกทับถมเป็นเวลานาน ทำให้น้ำผิวดินและน้ำใต้ดินไหลลงสู่ลำน้ำอย่างรวดเร็ว จึงเป็นอีกหนึ่งสาเหตุที่ทำให้พื้นที่บริเวณฝายไม่สามารถกักเก็บน้ำไว้ได้



5. สรุป และเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 การก่อสร้างของโครงการชลประทานศรีสะเกษ และหลังจากการก่อสร้างเสร็จเนื่องจากเป็นโครงการฝายขนาดเล็กจึงได้โอนให้องค์การบริหารส่วนตำบลหนองบัว เป็นผู้ดูแลบริหารจัดการและบำรุงรักษา บริเวณโดยรอบเป็นพื้นที่สาธารณะประโยชน์มีเนื้อที่ประมาณ 2.5 ตารางกิโลเมตร การก่อสร้างฝายมีวัตถุประสงค์เพื่อกั้นน้ำหลากจากแม่น้ำมูลไหลลงสู่ห้วยก้านเหลือง ก่อนที่จะลงสู่หนองบัวในการสำรวจพื้นที่ พบว่ามีปริมาณน้ำไหลค่อนข้างมากในฤดูฝน แต่ในฤดูแล้งปริมาณน้ำค่อนข้างน้อย ไม่สามารถเก็บกักปริมาณน้ำเหล่านั้นไว้ใช้ประโยชน์ได้ การดำเนินกิจกรรมทางการเกษตรของชาวบ้านในพื้นที่ต้องอาศัยฝนธรรมชาติเพียงอย่างเดียว ส่งผลให้ผลผลิตทางการเกษตรที่ออกมาต่อไร่มีปริมาณในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ พร้อมทั้งพื้นที่เป็นพื้นที่รับน้ำจากแม่น้ำมูลในกรณีที่มีน้ำไหลหลากเป็นจำนวนมากน้ำจะเอ่อเข้าท่วมพื้นที่โดยรอบ แต่การท่วมเป็นการท่วมในเวลาไม่นานมากนักน้ำก็จะไหลกลับสู่แม่น้ำมูลเช่นเดิม

5.1.2 การสำรวจทางกายภาพตามหลักการวิศวกรรมบริเวณฝายบ้านโนนทรายเป็นพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบมีความต่างระดับสูงสุดของพื้นที่เพียง 2 เมตร และมีลำห้วยก้านเหลืองไหลผ่านพื้นที่โดยมีฝายเป็นประตูเปิดปิดเพื่อกักเก็บน้ำจากลำห้วย จากสาเหตุของพื้นที่มีความลาดชันน้อย จึงเป็นสาเหตุให้ไม่สามารถกักเก็บน้ำได้ แม้จะมีปริมาณการไหลหลากของน้ำฝนที่มีปริมาณมาก ลักษณะกายภาพของพื้นดินเป็นดินทรายซึ่งเกิดจากตะกอนจากการไหลหลากในกรณีน้ำเอ่อท่วมจากแม่น้ำมูล ทำให้เกิดตะกอนทรายตกค้างในพื้นที่ และเป็นสาเหตุให้พื้นดินสูงขึ้นเรื่อย ๆ จากการทับถมของทรายเป็นชั้น ๆ จึงเป็นสาเหตุให้เกิดอัตราการไหลหลากและซึมเป็นน้ำใต้ดินอย่างรวดเร็ว จากสาเหตุดังกล่าวจึงเป็นเหตุให้บริเวณฝายเก็บน้ำไม่มีน้ำกักเก็บอยู่เลย

5.1.3 ปริมาณการไหลหลากจากปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในพื้นที่ฝายมีปริมาณ ในช่วงเดือน มกราคม ถึง เมษายน น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร หลังจากเดือนเมษายน เข้าสู่เดือนพฤษภาคม จนกระทั่งถึงเดือนตุลาคม จะมีปริมาณฝนมากกว่า 100 มิลลิเมตร และจะเข้าสู่ฤดูหนาว เดือนพฤศจิกายน ถึง กุมภาพันธ์ มีปริมาณฝนน้อยมาก โดยเฉพาะในเดือนธันวาคม ถึงมกราคม ของทุกปีจะมีปริมาณฝนไม่ถึง 10 มิลลิเมตร ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน ตลอดเวลา 14 ปี ที่รวบรวมสถิติปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนเขื่อนห้วยนา พบว่า ปริมาณน้ำไหลหลากรายเดือน ตลอดทั้งปี (น้ำท่ารายปี) จะมีปริมาณ 845,733,595 ลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยของน้ำท่าไหลหลากทั้งปีอยู่ที่ 70,477,799 ลูกบาศก์เมตร โดยมีน้ำท่าไหลหลากมากที่สุดในเดือนกันยายนที่ 277,002,000 ลูกบาศก์เมตร และน้อยสุดในเดือนมกราคมที่ 32,987.50 ลูกบาศก์เมตร ของทุกปี

5.1.4 การไหลหลากของลำน้ำห้วยก้านเหลือง ไหลลงหนองบัว การไหลของน้ำท่าลักษณะการไหลลงสู่แม่น้ำลำคลองอย่างรวดเร็วลักษณะนี้เรียกว่า ลำน้ำรับ (Effluent streams) ภายหลังจากที่ฝนตกและไหลออกจากพื้นที่ระบายน้ำได้ในเวลาไม่นานนัก ระดับน้ำในห้วยจะมีระดับต่ำกว่าน้ำใต้ดิน ทำให้น้ำที่อยู่ส่วนบนจะไหลลงสู่ลำน้ำตลอดเวลา กอปรกับลักษณะดินเป็นดินตะกอนทรายที่ถูกทับถมเป็นเวลานาน ทำให้น้ำผิวดินและน้ำใต้ดินไหลลงสู่ลำน้ำอย่างรวดเร็ว จึงเป็นอีกหนึ่งสาเหตุที่ทำให้พื้นที่บริเวณฝายไม่สามารถกักเก็บน้ำไว้ได้

5.1.5 การวิเคราะห์ความจุอ่างเก็บน้ำในกรณีการปรับปรุงบริเวณอ่างด้วยการขุดพื้นที่เพื่อรองรับปริมาณน้ำฝนจากการวิเคราะห์ปริมาณอ่างเก็บน้ำที่เหมาะสมต่อพื้นที่ที่สามารถเก็บกักน้ำได้ 80 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยประมาณ ทั้งนี้จะต้องหาวิธีการป้องกันการรั่วซึมของอ่างด้วย



5.2 เสนอแนะ

5.2.1 การบริหารจัดการน้ำในชุมชนนั้นมีหน่วยงานที่เข้ามาเกี่ยวข้องมากมาย การที่หน่วยงานต่าง ๆ เข้าไปในพื้นที่อาจเป็นไปได้ด้วยความหวังดีต่อชุมชน และประชาชนที่อาศัยอยู่ แต่การเข้าไปศึกษา หรือทำวิจัยต่าง ๆ เพื่อยกระดับความเป็นอยู่จากโครงการต่าง ๆ นั้นควรอยู่บนหลักสิทธิเสรีภาพ ความต้องการ และวัฒนธรรมของชุมชน เพื่อไม่เป็นการรบกวนผู้ที่อาศัยอยู่ในชุมชนนั้น ๆ ซึ่งบางทีในบางชุมชนอาจต้องการความเป็นอยู่แบบวิถีธรรมชาติ และไม่ค่อยจะยอมรับในการเปลี่ยนแปลงจากสังคมภายนอกที่หยิบบั่นให้

5.2.2 ควรมีการนำระบบสารสนเทศที่ทันสมัยมาช่วยในการเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์เชิงพื้นที่เพิ่มเติมเพื่อให้ทราบถึงข้อมูลเชิงลึกที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยเช่น ข้อมูลภาพถ่าย และเส้นชั้นความสูงที่มีความแม่นยำจากเทคโนโลยีการสำรวจด้วยโดรน โหมบายแมฟฟิ่ง ฯ เป็นต้น

5.2.3 ควรมีการวิจัยในด้านการค้ำค่า และประสิทธิภาพ ของฝายที่สร้างขึ้นให้กับชาวบ้านเพิ่มเติม เพื่อให้ทราบถึงความคุ้มค่าและคุ้มทุน ประสิทธิภาพ ที่เกิดกับประชาชนผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ของฝายบ้านโพทราย

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงบประมาณจากมหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ ประเภทบ บกศ. ประจำปีงบประมาณ 2563 ผู้วิจัยขอขอบคุณ นายกองค้การบริหารส่วนตำบลหนองบัว อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ และโครงการชลประทานศรีสะเกษที่อนุเคราะห์ข้อมูลในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] ธนกร ศิลปะรายยะ และศุภวัฒน์กร วงศ์ธนวุธ. (2562). รูปแบบการบริหารจัดการน้ำอย่างยั่งยืน : การถอดบทเรียนการบริหารจัดการน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยคล้าย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลกุดหมากไฟ อำเภอหนองบัวขง จังหวัดอุดรธานี. สักทอง : วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ (สทมส), 25(1), 203-217.
- [2] ชาญวิทย์ สายหยุดทอง. (2561). การสร้างแผนที่น้ำท่วมถึงของแม่น้ำนครนายกด้วยฟรีแวร์และข้อมูลเปิด. วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 10(20), 25-33.
- [3] นันทน์ภัส ปลัดศรีช่วย. (2558). วิธีการมีส่วนร่วมของประชาชน ในการจัดการน้ำอ่างเก็บน้ำสาธารณะโสกรัง ตำบลโนนสะอาด อำเภอโนนสะอาด จังหวัดอุดรธานี. วารสารสหวิทยาการวิจัย: ฉบับบัณฑิตศึกษา, 4(2), 56-63.
- [4] สุจิตรา ยศดา และประสิทธิ์ ประคองศรี. (2554). การมีส่วนร่วมของราษฎรในการจัดการและการใช้ประโยชน์พื้นที่ชุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยใหญ่ ตำบลปายาวนัง อำเภอบ้านฝาง จังหวัดขอนแก่น. วารสารวิจัย มข., 11(1), 59-70.
- [5] ฉลอง เกิดพิทักษ์ และชัยวัฒน์ ขยันการนาวิ. (2557). การศึกษาเบื้องต้นของคลองช่องลัดเพื่อลดระดับและเวลาน้ำท่วมตามลำน้ำชี – มูล. วารสารวิชาการราชภัฏตะวันตก, 8(2), 17-25.
- [6] ฉลอง เกิดพิทักษ์. (2558). การออกแบบอ่างเก็บน้ำและการจัดการน้ำในอ่างด้วยแบบจำลอง. วารสารวิจัยสหวิทยาการไทย, 10(2), 1-7.
- [7] กิรติ สิววัฒนกุล. (2539). วิศวกรรมชลศาสตร์. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยรังสิต.