

การออกแบบอ่างเก็บน้ำและการจัดการน้ำในอ่างด้วยแบบจำลอง

Reservoir design and water management by model

ฉลอง เกิดพิทักษ์¹

บทคัดย่อ

การคำนวณหาความจุอ่างเก็บน้ำเพื่อการชลประทานที่เหมาะสมด้วยแบบจำลองเป็นการศึกษาขั้นแผนหลัก ซึ่งแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วยแบบจำลองสำหรับคำนวณหาปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ ปริมาณน้ำที่ไม่สามารถควบคุมได้แต่สามารถนำมาใช้เพื่อการชลประทานได้ แบบจำลองสำหรับคำนวณหาความต้องการน้ำชลประทานและแบบจำลองระบบ ลุ่มน้ำข้อมูลที่น่ามาใช้ในการคำนวณประกอบด้วย ข้อมูลอุทกวิทยาในอดีตเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 25 ปี และข้อมูลจากโครงการพัฒนาแหล่งน้ำข้างเคียงที่มีลักษณะคล้ายกัน โดยสมมุติความจุอ่างเก็บน้ำขนาดต่าง ๆ กัน 3-4 ขนาด แล้วเลือกขนาดโครงการที่ให้อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าลงทุนสูงสุดไปศึกษาความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียดต่อไป

เมื่อก่อสร้างอ่างเก็บน้ำและระบบชลประทานทำอย่างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ดำเนินการจัดสรรน้ำล่วงหน้ารายสัปดาห์ด้วยแบบจำลองที่เหมือนกัน แต่ใช้ข้อมูลจากการทำนายล่วงหน้ารายสัปดาห์โดยมีการเก็บข้อมูลกิจกรรมการเพาะปลูก รายสัปดาห์ ฝนรายวัน และปริมาณน้ำที่ส่งรายวัน จากสนามมาปรับการจัดการสรรน้ำในสัปดาห์ถัดไปพร้อมทั้งเก็บข้อมูลจากแปลงทดลองที่เลือกขึ้นในสนามมาสอบเทียบแบบจำลองพร้อมทั้งคำนวณหาประสิทธิภาพชลประทานที่สิ้นสุดฤดูกาลเพาะปลูกเพื่อนำไปปรับใช้ในฤดูการเพาะปลูกถัดไปต่อเมื่อได้ข้อมูลใหม่มาพอจึงทบทวนการศึกษาเพื่อคำนวณหากราฟสำหรับคำนวณหาพื้นที่เพาะปลูกฤดูแล้งใหม่

คำสำคัญ: แบบจำลอง, การออกแบบอ่างเก็บน้ำ, การจัดการน้ำ

Abstract

Calculation of suitable reservoir capacity for supplying water to irrigation area downstream by model is carried on for master plan study. The models used in the study are composed of: models for calculation of reservoir inflow and uncontrol flow, irrigation demand model and river system simulation model. The data to be used in the study are the past hydrological record of at least 25 years and the data from similar existing nearby water resources projects. Three to four reservoir capacities are assumed for model study. The reservoir capacity with the greatest benefit-cost ratio is selected for feasibility study and detailed design.

After the completion of water resources project construction, the reservoir water management is studied by the same models. The forecast of weekly water scheduling is used. Weekly field crop growing activities, daily rainfall and water supply are collected and used to adjust the water supply for the following forecast of weekly water scheduling. At the same time, few pilot areas with different sizes are selected for important field data collection for model calibration. Irrigation efficiency is calculated at the end of each growing season and is used to adjust irrigation efficiency for water scheduling of the following season. If more new field data are collected, the study for improvement of dry season area reduction curve should be made.

Keywords: modelling, reservoir design, water management

¹คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, E-mail: macro01@gmail.com

บทนำ

การออกแบบอ่างเก็บน้ำในที่นี้เป็นการศึกษาขั้นจัดทำแผนหลัก กล่าวคือ ได้เลือกที่ตั้งอ่างเก็บน้ำเชื่อมผืนน้ำเพื่อการชลประทานและพื้นที่รับน้ำชลประทานเพื่อการเพาะปลูกที่เหมาะสมแล้ว (ไม่ใช่พื้นที่ชลประทานที่รับน้ำจากอ่างเก็บน้ำโดยตรง) จากแผนที่มาตราส่วน 1: 50,000 ของกรมแผนที่ทหารและการตรวจสอบเบื้องต้นในสนามแล้ว อนึ่งสำหรับพื้นที่ชลประทาน ถ้ามีการเพาะปลูกข้าวโดยอาศัยน้ำฝนอยู่ก่อนแล้ว และช่วงเวลาที่ศึกษาตรงกับกรเพาะปลูกข้าวฤดูฝนสมควรวัดอัตราการรั่วซึมบนแปลงเพาะปลูกข้าวด้วย เป็นการศึกษาเพื่อเลือกความจุอ่างเก็บน้ำและขนาดพื้นที่ชลประทานที่เหมาะสมที่สุด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการเขียนเรื่องนี้ ประกอบด้วย

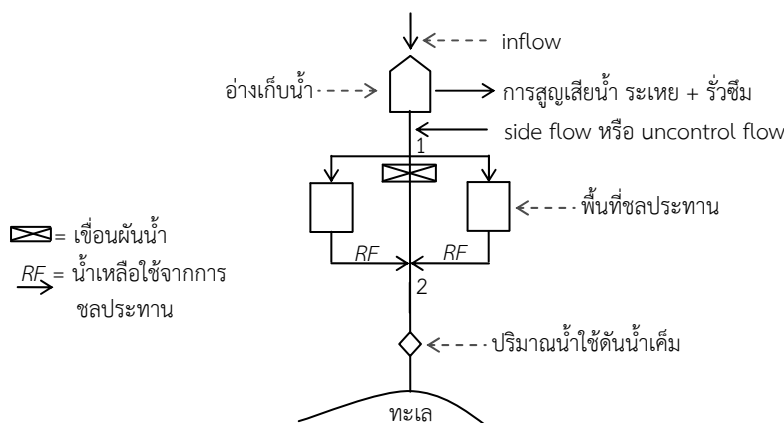
1. Reservoir design เป็นหัวข้อหนึ่งใน course description ของวิชา Hydraulic Engineering ซึ่งตั้งแต่ปีการศึกษา 2556 เป็นต้นไป วิชานี้เป็นวิชาบังคับในหลักสูตรสาขาวิศวกรรมโยธาของสภาวิศวกรซึ่งในตำรา Hydraulic Engineering บางเล่มที่เขียนเน้นภาษาไทยยังใช้ double mass curve อยู่
2. เนื่องจากในปัจจุบัน (2558) การจัดการน้ำอย่างเป็นระบบเพื่อลดปัญหาน้ำท่วมและภัยแล้งด้วยมาตรการไม่ใช่สิ่งก่อสร้าง (ใช้แบบจำลอง) บนลุ่มน้ำที่มีอ่างเก็บน้ำตั้งแต่ลุ่มน้ำขนาดใหญ่ เช่น เจ้าพระยา-แม่กลอง จนถึงลุ่มน้ำขนาดเล็กยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการได้อีก เพราะยังขาดข้อมูลสำคัญที่ monitor จากสนามมาก จึงทำให้โครงการที่จะพัฒนาขึ้นมาใหม่ขาดข้อมูลที่ monitor จากสนามในเขตโครงการที่ก่อสร้างแล้วเพื่อนำไปใช้ในการศึกษาเพื่อพัฒนาโครงการใหม่มากขึ้นเช่นเดียวกัน สำหรับข้อ 2) นี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชา Water Resources Engineering ของสภาวิศวกร
3. เพื่อใช้อ่างเก็บน้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุดทั้งลดปัญหาน้ำท่วมและภัยแล้ง

การออกแบบอ่างเก็บน้ำ

การศึกษาออกแบบอ่างเก็บน้ำในที่นี้จะขอกกล่าวถึงการออกแบบอ่างเก็บน้ำเพื่อการชลประทาน ซึ่งประกอบด้วยอ่างเก็บน้ำอยู่ทางด้านเหนือน้ำ และมีเชื่อมผืนน้ำเพื่อการชลประทานอยู่ด้านท้ายน้ำดังแสดงในรูปภาพที่ 1

ในการศึกษาออกแบบอ่างเก็บน้ำในที่นี้จะศึกษาออกแบบด้วยแบบจำลอง ซึ่งประกอบด้วย

1. แบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน
2. แบบจำลองสำหรับคำนวณหา inflow ที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำและ side flow หรือ uncontrol flow และ
3. แบบจำลองระบบลุ่มน้ำ



รูปภาพที่ 1 Schematic diagram ของการศึกษาลุ่มน้ำอย่างเป็นระบบ

1. แบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน ยังประกอบด้วย 1) แบบจำลองฝนใช้การ และ 2) แบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน

1) แบบจำลองฝนใช้การ คือ แบบจำลองที่ใช้คำนวณหาปริมาณน้ำฝนที่สามารถใช้แทนน้ำชลประทานสำหรับการเพาะปลูกข้าวและพืชอื่นได้

2) แบบจำลองความต้องการน้ำชลประทานเมื่อคำนวณหาฝนใช้การได้แล้ว จึงนำไปคำนวณความต้องการน้ำชลประทานด้วยแบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน แบบจำลองทั้งสองมีรายละเอียดอยู่ใน [1] และ [2] บทที่ 2

2. แบบจำลองสำหรับคำนวณหา inflow ที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ และ side flow หรือ uncontrol flow เป็นแบบจำลองสำหรับคำนวณหา inflow ที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ และแบบจำลองสำหรับคำนวณหา side flow หรือ uncontrol flow ซึ่งสามารถนำมาใช้แทนน้ำชลประทานที่ระบายออกจากอ่างเก็บน้ำได้

3. แบบจำลองระบบลุ่มน้ำ เป็นแบบจำลองสำหรับคำนวณหาสมมูลน้ำอย่างเป็นระบบลุ่มน้ำ รายละเอียดข้อมูลที่นำมาใช้ในการคำนวณหาสมมูลน้ำอย่างเป็นระบบลุ่มน้ำเริ่มจากทำน้ำขึ้นไปหาเหนือน้ำ ประกอบด้วย

- 1) ความต้องการน้ำเพื่อเจือจางความสกปรกด้านทำน้ำหรือเพื่อใช้ดินน้ำเค็มแล้วแต่กรณี
- 2) ปริมาณน้ำที่เหลือใช้จากการชลประทาน
- 3) ความต้องการน้ำชลประทาน
- 4) Side flow หรือ uncontrol flow
- 5) ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ การสูญเสียน้ำจากการระเหยและรั่วซึมในอ่างเก็บน้ำ

4. การคำนวณแต่ละรายการ

1) แบบจำลองฝนใช้การคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างฝนที่ตกและฝนใช้การรายสัปดาห์ สำหรับการเพาะปลูกข้าวและพืชอื่น

2) แบบจำลองความต้องการน้ำชลประทานจาก cropping pattern ที่เป็นตัวแทนหรือจากค่าเฉลี่ยที่เคยเพาะปลูกในอดีต โดยสมมุติ

- ปริมาณน้ำใช้ในการเตรียมแปลงเพาะปลูกข้าว
- อัตราการรั่วซึมบนแปลงเพาะปลูกข้าว
- ส่วนค่าที่ได้จากการศึกษาการวัดการใช้น้ำของการเพาะปลูกพืชจริงที่สถานีทดลองในสนาม คือการใช้น้ำของข้าวและพืชอื่นคำนวณเป็นรายสัปดาห์

จึงสามารถคำนวณหาความต้องการน้ำของการเพาะปลูกข้าวและพืชอื่นรายสัปดาห์ได้ เมื่อหักจากข้อมูลฝนใช้การรายสัปดาห์ในอดีต ก็จะได้ปริมาณความต้องการน้ำบนแปลงเพาะปลูกรายสัปดาห์แล้วรวมเป็นรายเดือน

เมื่อประยุกต์ค่าประสิทธิภาพชลประทานก็จะได้ปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องการส่งที่ปากคลองส่งน้ำสายใหญ่อันึ่งเมื่อทราบค่าปริมาณความต้องการน้ำชลประทานทั้งหมดเมื่อประยุกต์ค่า return flow ในรูปของ return flow factor ก็จะได้ค่าปริมาณน้ำที่เหลือใช้จากการชลประทาน เช่น ในช่วงเตรียมแปลงเพาะปลูกข้าวมักไม่ค่อยมีปริมาณน้ำที่เหลือใช้จากการชลประทาน ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากแปลงทดลองในระบบชลประทานในสนาม [1] และ [2] บทที่ 2

5. การคำนวณสมมูลน้ำอย่างเป็นระบบลุ่มน้ำ

คำนวณสมมูลน้ำอย่างเป็นระบบด้วยแบบจำลองระบบลุ่มน้ำ ซึ่งประกอบด้วยความต้องการน้ำและปริมาณน้ำที่มีรายเดือน โดยเริ่มคำนวณจากทำน้ำขึ้นไปหาเหนือน้ำ ซึ่งสามารถสรุปการคำนวณได้ดังนี้

ความต้องการน้ำเพื่อเจือจางความสกปรกที่ปลายระบบลุ่มน้ำ ถ้ามีค่าน้อยกว่าปริมาณน้ำที่เหลือใช้จากชลประทานก็ไม่ต้องคำนวณต่อไป ถ้ามีค่ามากกว่าก็ต้องนำค่าที่มากกว่าไปรวมกับความต้องการน้ำชลประทาน เมื่อรวมกันแล้วมีค่าน้อยกว่า side flow หรือ uncontrol flow ก็ไม่ต้องการน้ำจากอ่างเก็บน้ำ ถ้ามากกว่าส่วนที่มากกว่าจะต้องขอให้ระบายน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำ อนึ่งสำหรับปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำจะต้องหักด้วยการสูญเสียน้ำจากการระเหยและรั่วซึมด้วย นอกจากนี้ยังมีปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำรายเดือนอีกด้วย

6. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลทางอุทกวิทยาในอดีตที่นำมาใช้ในการศึกษาเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 25 ปี จะเห็นได้ว่าข้อมูลฝนรายวันในอดีตที่นำมาใช้ในการศึกษาเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 25 ปี จะผันแปรไปในแต่ละวัน หรือในแต่ละสัปดาห์แต่ข้อมูล cropping pattern

จะเป็นข้อมูลคงที่ตลอดช่วงเวลาที่ศึกษา ซึ่งได้มาจากข้อมูลกิจกรรมการเพาะปลูกเฉลี่ยในเขตโครงการชลประทานที่พัฒนาแล้วที่อยู่ใกล้เคียง ฉะนั้น irrigation water demand ก็ผันแปรตลอดช่วงเวลาที่ศึกษา ส่วนปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ และ side flow หรือ uncontrol flow ก็ผันแปรตลอดช่วงเวลาที่ศึกษาเช่นเดียวกัน

7. การศึกษาเพื่อสร้างเกณฑ์ในการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่มีที่สิ้นสุดการเพาะปลูกฤดูฝนจะผันแปรตลอดช่วงเวลาที่ศึกษา จึงจำเป็นต้องศึกษาเพื่อสร้างเกณฑ์การใช้น้ำเพื่อการเพาะปลูกฤดูแล้งให้เกิดประโยชน์สูงสุด เกณฑ์ดังกล่าวนี้อาจเรียกว่า dry season area reduction curve (DSAR-curve) กล่าวคือ ถ้าใช้กราฟนี้กำหนดพื้นที่เพาะปลูกฤดูแล้ง แล้วน้ำจะไม่แห้งอ่างในระยะยาว และที่เริ่มต้นการเพาะปลูกฤดูฝน ถ้าฝนเกิดตกซ้ำก็ยังมีน้ำเพียงพอให้เตรียมแปลงเพาะปลูกข้าวหรือเพื่อให้เกิดการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำเพื่อการเพาะปลูกทั้งฤดูฝนและฤดูแล้งและเพื่อกิจกรรมการใช้น้ำอย่างอื่นให้เกิดประโยชน์สูงสุด มีตัวอย่างอยู่ใน [1] และ [2] หน้า 477

8. การเลือกความจุอ่างเก็บน้ำในการศึกษาขั้นแผนหลัก

ในการศึกษาขั้นแผนหลัก เลือกความจุอ่างเก็บน้ำ 3-4 ขนาดสัมพันธ์กับพื้นที่ชลประทาน 3-4 ขนาดโดยอ่างเก็บน้ำที่ความจุหนึ่งจะเหมาะสมกับพื้นที่ชลประทานขนาดหนึ่ง จากระดับเก็บกักของอ่างเก็บน้ำที่แต่ละความจุ ซึ่งสัมพันธ์กับพื้นที่ชลประทานค่าหนึ่งซึ่งคำนวณหาตามวิธีดังที่ได้กล่าวมาแล้วคำนวณหาขนาดทางน้ำล้น การศึกษาหาขนาดทางน้ำล้นที่เหมาะสม [2] หน้า 252 และ [3] จะได้ระดับน้ำสูงสุดช่วงเกิดอุทกภัยรวมกับ freeboard จะได้ความสูงของเขื่อน แล้วออกแบบเขื่อนและระบบชลประทานขั้นต้น เพื่อเลือกขนาดอ่างเก็บน้ำและพื้นที่ชลประทานที่ให้อัตราส่วนระหว่างผลประโยชน์และค่าลงทุนโครงการสูงสุดไปศึกษาความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียดต่อไป รายละเอียดเพิ่มเติมมีอยู่ใน [2] หน้า 239

การจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำ

การจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญคือ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลในการ operate ทั้งอ่างเก็บน้ำ และระบบชลประทานที่ก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว เพื่อนำไปใช้ calibrate แบบจำลองตามที่ได้กล่าวไว้ในข้อที่แล้ว ซึ่งประกอบด้วย

1. การเตรียมการเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล

เมื่อศึกษาและก่อสร้างโครงการตามหัวข้อการออกแบบถึงน้ำเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องดำเนินการ

- 1) ติดตั้งเครื่องมือวัดน้ำฝนเพื่อเก็บข้อมูลฝนรายวัน บนพื้นที่เพาะปลูก 50,000 ไร่ต่อ 1 สถานีวัดน้ำฝน
- 2) ติดตั้งเสาระดับเหนือน้ำ และทำน้ำของอาคารควบคุมน้ำ และในอ่างเก็บน้ำรวมทั้ง flume และ syphon ด้วย (ถ้ามี)
- 3) เลือกแปลงทดลองพื้นที่เพาะปลูกแปลงละ 400-500 ไร่ พื้นที่เพาะปลูกโดยประมาณ 100,000 ไร่ ต่อ 1 แปลงทดลอง ซึ่งแปลงทดลองนี้จะต้องมีภาพถ่ายทางอากาศขนาด 1: 5,000 หรือเป็นขนาดที่มองเห็นหัวคันนา และมีจุดที่ปริมาณน้ำไหลเข้า-ออกน้อยที่สุด คือเพียงอย่างละ 1 จุด ถ้าสามารถหาได้ และถ้าเป็นไปได้ควรเลือกพื้นที่ที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ใหญ่ ถ้ามีแปลงขนาดใหญ่กว่า และสามารถ monitor inflow และ outflow ได้ เช่น ที่โครงการชลประทานน้ำอูน (ประมาณ 50,000 ไร่) และลำปาว (25,877 ไร่) [4] ก็ยิ่งดี

4) สร้าง calibration curve ของอาคารควบคุมน้ำที่สำคัญ ๆ ในเขตโครงการชลประทาน ตัวอย่างการสร้าง calibration curve มีอยู่ใน [1] และ [2] บทที่ 1

2. การเก็บรวบรวมข้อมูลรายวัน

การเก็บรวบรวมข้อมูลรายวัน ประกอบด้วย

- 1) ฝน เก็บรวบรวมข้อมูลฝนรายวันของสถานีวัดน้ำฝนทั่วทั้งโครงการ
- 2) วัดการสูญเสียจากการรั่วซึมบนแปลงเพาะปลูกข้าว พื้นที่ประมาณ 20,000 ไร่ต่อ 1 จุด
- 3) ปริมาณน้ำที่ส่งผ่านอาคารควบคุมน้ำ จะบันทึกค่าระดับน้ำเหนือน้ำ-ทำน้ำและการเปิดบานประตูวันละไม่น้อยกว่า 3 ครั้ง และต้องตรวจสอบราคาที่เสาระดับกับระดับประตูว่าอยู่บน datum เดียวกันรวมทั้งราคาเสาระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำและปาก river outlet และธรณีประตูของ spillway ด้วย

- 4) บนแปลงทดลองขนาดเล็กเนื่องจากมีปริมาณน้ำไหลเข้าและออกน้อยเพื่อให้การวัดปริมาณน้ำไหลเข้าและไหลออก มีความถูกต้องเสนอแนะให้วัดปริมาณน้ำด้วย cutthroat flume
- 5) ปริมาณน้ำที่ระบายออกทาง spillway และ river outlet ควรมีการตรวจสอบ โดยการสร้าง calibration curve ด้วย

3. การเก็บข้อมูลรายสัปดาห์

การเก็บข้อมูลรายสัปดาห์ ประกอบด้วย

- 1) พื้นที่เตรียมแปลงตกกล้าและพื้นที่ตกกล้า
 - 2) พื้นที่เตรียมแปลง พื้นที่หว่านและปักดำข้าว พื้นที่เก็บเกี่ยว
- อนึ่งบนแปลงทดลองพื้นที่ขนาด 400-500 ไร่ ควรระบายสีกิจกรรมการเพาะปลูกแต่ละชนิดประจำสัปดาห์ที่เสนอแนะให้ทำแผนที่จากภาพถ่ายทางอากาศที่มองเห็นหัวคันนา จะทำให้สามารถตรวจสอบพื้นที่ที่มีกิจกรรมการเพาะปลูกแต่ละชนิดได้ถูกต้อง

4. การวิเคราะห์ข้อมูลที่สิ้นสุดฤดูกาลเพาะปลูก

นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาเพื่อวิเคราะห์หา

- 1) การใช้น้ำของการเพาะปลูกข้าว ซึ่งประกอบด้วย การรั่วซึมบนแปลงเพาะปลูกข้าว ปริมาณน้ำใช้ในการเตรียมแปลงและการใช้น้ำของข้าวหลังจากหว่านและปักดำ
 - 2) ฝนใช้การ คือปริมาณฝนที่สามารถใช้แทนน้ำชลประทานได้ และ
 - 3) ปริมาณน้ำที่ส่งในแต่ละช่วงเวลา
- สำหรับข้อ 1) และ ข้อ 2) นำข้อมูลจากแปลงทดลองมาใช้ประกอบในการคำนวณ ส่วนข้อ 3) นำข้อมูลระดับน้ำเหนือหน้า-ท้ายน้ำ และการเปิดบานประตูมาคำนวณหาปริมาณน้ำที่ส่งด้วย calibration curve
- 4) คำนวณหาประสิทธิภาพชลประทาน คำนวณด้วยค่านิยม
- $$\text{ประสิทธิภาพชลประทาน} = \frac{\text{ปริมาณการใช้น้ำของพืช} + \text{การรั่วซึม} - \text{ฝนใช้การ}}{\text{ปริมาณน้ำที่ส่ง}}$$

โดยคำนวณเป็นรายฤดู แล้วนำมา plot กราฟหาความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับปริมาณน้ำที่ส่ง เวลา กับ ปริมาณน้ำที่ต้องการตามทฤษฎี และเวลากับฝนใช้การโดย plot ลงในกราฟเดียวกัน ดังแสดงในหน้า 51 ของ [2] และ [5]

5) สำหรับอ่างเก็บน้ำ

สำหรับอ่างเก็บน้ำจะมีข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระดับ-พื้นที่ผิว-ปริมาตรในช่วงฤดูแล้งที่มี inflow ไหลลงอ่างน้อยหรือไม่มีเลยเสนอแนะให้ monitor ทั้ง inflow ที่ไหลลงอ่าง (ถ้ามี) และ outflow ที่ระบายออกจากอ่างสำหรับ outflow อาจสร้าง calibration curve ช่วยก็ได้ ทั้งนี้เพื่อ monitor หากการสูญเสียจากการรั่วซึมในอ่างเก็บน้ำซึ่งมีตัวอย่างอยู่ใน [6]

6) การจัดการน้ำจากอ่างเก็บน้ำ

การดำเนินงาน ประกอบด้วย

6.1) ในปีแรกที่โครงการก่อสร้างแล้วเสร็จนำแบบจำลองการจัดสรรน้ำล่องหน้ารายสัปดาห์ที่มีอยู่ เช่น [7] มาปรับใช้ในการจัดสรรน้ำโดยใช้ข้อมูลที่ได้ monitor จากสนามในเขตโครงการอื่นที่มีลักษณะคล้ายกันมาปรับใช้ โดยใช้ระบบทำนายล่องหน้ารายสัปดาห์ และมีการเก็บข้อมูลกิจกรรมการเพาะปลูกจากสนามรายสัปดาห์ ข้อมูลฝน และปริมาณน้ำที่ส่งรายวันมาปรับการจัดสรรน้ำในสัปดาห์ถัดไป พร้อมทั้งติดตั้งอุปกรณ์และเก็บรวบรวมข้อมูลการส่งน้ำและการเพาะปลูกสำคัญดังที่ได้กล่าวมาแล้ว พร้อมทั้งเลือกแปลงทดลอง

6.2) ในเวลาเดียวกันเริ่มพัฒนาแบบจำลอง ได้แก่

- แบบจำลองฝนใช้การ
- แบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน
- แบบจำลองการจัดสรรน้ำล่องหน้าประจำสัปดาห์

- แบบจำลองสำหรับทำนาย side flow หรือ uncontrol flow ซึ่งสามารถทำนายล่วงหน้ารายสัปดาห์ ราย 2 สัปดาห์ และรายเดือนได้

- แบบจำลองสำหรับทำนาย inflow ที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ ซึ่งสามารถทำนายล่วงหน้า รายสัปดาห์ ราย 2 สัปดาห์ และรายเดือนได้

6.3) ที่สิ้นสุดฤดูกาลเพาะปลูก วิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องรวบรวมได้เพื่อคำนวณหา

- การรั่วซึมบนแปลงเพาะปลูกข้าว
- ฝนใช้การสำหรับการเพาะปลูกข้าวและพืชอื่น
- ปริมาณน้ำใช้ในการเตรียมแปลงเพาะปลูกข้าว
- ปริมาณน้ำที่เหลือใช้จากการชลประทาน (return flow)
- คำนวณหาประสิทธิภาพชลประทานที่ระดับต่าง ๆ เมื่อสิ้นสุดฤดูกาลเพาะปลูก
- นำข้อมูลที่ได้ไป calibrate แบบจำลอง

6.4) ช่วงเวลาในการดำเนินงาน การเก็บรวบรวมข้อมูลจากสนามบางรายการอาจใช้เวลาหลายปี เช่น

- ความสัมพันธ์ระหว่างฝนประจำสัปดาห์และฝนใช้การประจำสัปดาห์ต้องเก็บข้อมูลหลายปี เพื่อให้ใช้ได้กับฝนหลาย ๆ ลักษณะ ความสัมพันธ์จึงจะมีความถูกต้อง

- เช่นเดียวกันกับแบบจำลองที่ใช้ทำนาย side flow หรือ inflow ที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำจะต้องใช้เวลาทดสอบเป็นเวลาหลายปี จึงจะใช้ได้ผลดี

7) ศึกษาหาเกณฑ์การจัดการน้ำจากอ่างเก็บน้ำ เพื่อลดปัญหาน้ำท่วมและภัยแล้ง

7.1) เกณฑ์การจัดการน้ำเพื่อลดปัญหาภัยแล้ง ควรมีการทบทวนการศึกษาเพื่อสร้างเกณฑ์การจัดการน้ำจากอ่างเก็บน้ำเพื่อการชลประทาน (DSAR-curve) เมื่อมีข้อมูลที่ monitor จากสนามเพิ่มเติมมากพอหรือทุกช่วงเวลา 5 ปี

7.2) เกณฑ์การจัดการน้ำเพื่อลดปัญหาน้ำท่วมด้านท้ายน้ำ ศึกษาเพื่อสร้างเกณฑ์การควบคุมระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำในช่วงเวลาที่อาจเกิดอุทกภัยใหญ่ไหลผ่านอ่างเก็บน้ำได้โดยจัดให้มี flood surcharge storage สำหรับเก็บกักปริมาตรอุทกภัยเป็นการชั่วคราวได้ อนึ่งการระบายน้ำออกจากอ่างช่วงเกิดอุทกภัยจะต้องตรวจสอบกับ side flow ด้วย ทั้งนี้เพื่อลดปัญหาน้ำท่วมด้านท้ายน้ำ ส่วนในปีที่ไม่เกิดอุทกภัยก็ยังสามารถยกระดับน้ำขึ้นสู่ระดับเก็บกักปกติที่ปลายฤดูฝนได้แทบทุกปีควรต้องมีการปรับปรุงตามช่วงเวลาที่เหมาะสม [8]

8) กรณีมีอ่างเก็บน้ำ 2 อ่าง

กรณีมีอ่างเก็บน้ำ 2 อ่าง และพื้นที่ชลประทานท้ายน้ำสามารถรับน้ำได้จากทั้ง 2 อ่าง ให้พิจารณาโดยใช้อัตราส่วนระหว่างปริมาตรน้ำในอ่างต่อความจุของอ่าง โดยให้ระบายน้ำออกจากอ่างที่มีอัตราส่วนสูงก่อนต่อเมื่ออัตราส่วนลดลงเหลือเท่ากัน ก็ให้ระบายน้ำออกจากอ่างโดยคงอัตราส่วนที่เท่ากัน [9]

สรุปผลการวิจัย

การออกแบบอ่างเก็บน้ำและการจัดการน้ำในอ่าง สามารถสรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

1. การออกแบบ เนื่องจากยังไม่มีโครงการ จึงจำเป็นต้องนำข้อมูล โดยเฉพาะที่ monitor จากสนามของโครงการที่มีลักษณะคล้าย ๆ กันและอยู่ใกล้กันมาใช้ในการศึกษาแต่ถ้ามีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโดยอาศัยน้ำฝนบางส่วนเสนอแนะให้วัดการรั่วซึมบนแปลงเพาะปลูกข้าวมาใช้ในการศึกษา

2. การจัดการน้ำในอ่าง เนื่องจากมีโครงการเกิดขึ้นแล้วจึงต้อง monitor ข้อมูลจากสนามมาใช้ในการจัดการน้ำ อนึ่งสำหรับแบบจำลองที่ใช้ก็ใช้แบบจำลองเกือบเหมือนกัน ยกเว้นแบบจำลองการจัดสรรน้ำล่วงหน้ารายสัปดาห์ แบบจำลองสำหรับทำนาย inflow ที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำและ side flow ใช้สำหรับการจัดการน้ำในอ่างและแบบจำลองสำหรับทำนาย inflow ที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำและ side flow สามารถใช้ทำนายอุทกภัยเพื่อลดปัญหาน้ำท่วมด้านท้ายน้ำได้อีกด้วย

3. ข้อ 1 รวมกับข้อ 2 และเมื่อรวมกับกรณีศึกษาที่เป็นวิชา Water Resources Engineering ของสภาวิศวกร

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากในปัจจุบัน (2558) ยังมีการนำเทคนิคการจัดการน้ำดังที่ได้บรรยายในบทความนี้ไปประยุกต์ใช้น้อยมาก ทั้ง ๆ ที่ในช่วงปี พ.ศ. 2522-2523 ได้ใช้เทคนิคนี้ในการจัดการน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา-แม่กลอง [9] ฉะนั้น ถ้าได้ดำเนินการตามที่ได้อธิบายมาแล้วจะทำให้

1. เพิ่มประสิทธิภาพของการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำเพื่อการชลประทานที่จะพัฒนาขึ้นมาใหม่ เพราะได้ข้อมูลจากโครงการที่พัฒนาแล้วและสามารถดำเนินการจัดการน้ำอย่างเป็นระบบที่ถูกต้องได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งลดปัญหาภัยแล้งและน้ำท่วมไปใช้ในการศึกษาออกแบบโดยจะต้องปรับปรุงแบบจำลองให้ทันสมัยอยู่ตลอดเวลาและมีการเก็บข้อมูลจากสนามมาสอบเทียบแบบจำลองที่มากพอและเป็นเวลานานมากพอด้วย

2. เพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการน้ำโดยเฉพาะบนลุ่มน้ำทุกขนาดที่มีอ่างเก็บน้ำทั้งการลดปัญหาน้ำท่วม และภัยแล้งอย่างเป็นระบบ ด้วยมาตรการไม่ใช้สิ่งก่อสร้างโดยใช้น้ำฝนที่ตกลงบนแปลงเพาะปลูก และปริมาณน้ำที่ไม่สามารถควบคุมได้แทน น้ำชลประทานที่ระบายจากอ่างเก็บน้ำให้เกิดประโยชน์มากที่สุดและสามารถใช้แบบจำลองที่ใช้ทำนาย inflow ที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำและ side flow เพื่อลดปัญหาน้ำท่วมด้านท้ายน้ำได้

3. ถ้าได้ดำเนินการดังที่ได้สรุปไว้โดยย่อใน [10] ก็จะสามารถลดปัญหาภัยแล้งที่ต้นการเพาะปลูกข้าวฤดูฝนปี พ.ศ.2558 ได้มากในทุกลุ่มน้ำที่มีอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่

4. เนื่องจากในปัจจุบัน (2558) หน่วยงานที่เกี่ยวข้องยังใช้วิธีการเมื่อ 35 ปีที่แล้วอยู่ จึงเสนอแนะให้ปฏิรูปการจัดการน้ำทั้งระบบซึ่งมีรายละเอียดอยู่ใน [11] โดยให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องปฏิบัติงานเฉพาะทางซึ่งประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น บริษัทวิศวกรที่ปรึกษาขนาดใหญ่ในประเทศแคนาดา [9] ได้ใช้ปฏิบัติงานมาเป็นเวลามากกว่า 40 ปี มิฉะนั้นจะไม่สามารถนำวิธีการที่กล่าวมาแล้วนี้ไปใช้ในทางปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

- [1] ฉลอง เกิดพิทักษ์. (2538). **การจัดการน้ำในลุ่มน้ำของประเทศไทย**. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โอเชียนบลูพริ้นท์.
- [2] ฉลอง เกิดพิทักษ์. (2557). **ชลศาสตร์ประยุกต์**. (พิมพ์ครั้งที่ 3).
- [3] ฉลอง เกิดพิทักษ์ และชัยวัฒน์ ชัยนการนาวิ. (2542). การศึกษาหาความจุอ่างเก็บน้ำห้วยแห้ง. **วิศวกรรมสาร มก**, 13 (37, เมษายน-กรกฎาคม), 27-40.
- [4] Chalong, K. & Chaiwat, K. (1991). Field monitoring of water use for wet season rice. **ICID Proceeding of Eight-Afro-Asian Regional Conference**. Volume B, Bangkok, Thailand.
- [5] Chalong, K. (1994). Irrigation efficiency and its application to new water resources development project. **International Journoul of Water Resources Engineering**, 2 (2, Summer).
- [6] ฉลอง เกิดพิทักษ์, ชัยวัฒน์ ชัยนการนาวิ และการูญ ใจปัญญา. (2552). การศึกษาการสูญเสียน้ำจากอ่างเก็บน้ำคลองระบมและการศึกษาเพื่อเพิ่มน้ำให้กับอ่างเก็บน้ำคลองระบมและคลองสี่ียด. **การประชุมทางวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 14**. 13-15 พฤษภาคม (ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี).
- [7] Kamol, W., Chalong, K., & Chaiwat, K. (2003). Development of weekly water scheduling model for large irrigation area. **Fourth Regional Symposium on Infrastructure Development in Civil Engineering (RSIDH)**. April, Bangkok, Thailand.
- [8] ชัยวัฒน์ ชัยนการนาวิ และฉลอง เกิดพิทักษ์. (2545). **การศึกษาเพื่อปรับระดับควบคุมน้ำอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์**. การประชุมทางวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 8 ณ โรงแรมโซฟิเทลราชาออคิต จังหวัดขอนแก่น. 23-25 ตุลาคม. Vol. 2, WRE-7 - WRE-12.
- [9] Acres International. (1982). Chao Phaya - Meklong Basin Study. **Phases 2 and 3 Completion Report. Niagara Falls**. Canada.
- [10] ฉลอง เกิดพิทักษ์. (2558). การแก้ปัญหาภัยแล้งสำหรับการเพาะปลูกข้าวต้นฤดูฝนปี พ.ศ. 2558 ในลุ่มน้ำเจ้าพระยา. **มติชนรายวัน**. วันจันทร์ที่ 27 กรกฎาคม 2558, 21.
- [11] ฉลอง เกิดพิทักษ์. (2558). ปฏิรูปการจัดการน้ำทั้งระบบ. **วิศวกรรมสาร วสท**, 68 (1, มกราคม-กุมภาพันธ์).