แนวความคิดในการจัดการน้ำระดับโครงการ

*ดร.วราวุธ วุฒิวณิชย์ **

1. คำนำ

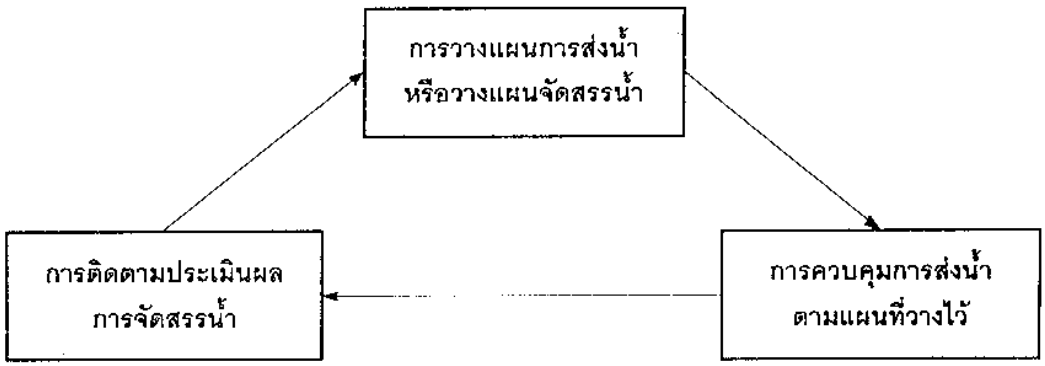
วัตถุประสงค์หลักของการจัดการน้ำชลประทานคือ การส่งน้ำในปริมาณที่เหมาะสมให้กับพื้นที่หรือบุคคลที่เหมาะสม และส่งในช่วงเวลาที่เหมาะสม ดังคำภาษาอังกฤษที่ว่า "To Deliver the right amount of water to the right person at the right time" การที่จะบรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวจะต้องมีการดำเนินงานเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้ (วราวุธ. 2538 [ก])

(1) การวางแผนการส่งน้ำหรือวางแผนการจัดสรรน้ำ

(2) การควบคุมการส่งน้ำ และ

(3) การติดตามประเมินผลการส่งน้ำจริงในสนาม

งานทั้ง 3 เป็นกิจกรรมที่ต่อเนื่องกันซึ่งสามารถนำมาเขียนอธิบายให้เข้าใจได้ง่ายดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 วงจรการจัดการน้ำของโครงการชลประทาน

---

* รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน และผู้ช่วยคณบดีวิทยาเขตกำแพงแสน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม
ศิษย์เก่าวิศวฯ มก. รุ่น 27

หัวใจสำคัญของการวางแผนการจัดสรรน้ำคือ "ข้อมูล" ถ้าข้อมูลถูกต้องเชื่อถือได้ แผนการจัดสรรน้ำก็จะถูกต้องตรงตามต้องการของเกษตรกร อย่างไรก็ตาม ในการวางแผนจัดสรรน้ำมีตัวแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น ฝน การเพาะปลูกพืชจริงของเกษตรกร ฯลฯ ทางโครงการจึงควรมีแผนเผื่อเลือกเตรียมไว้รับสภาวะการขาดแคลนน้ำที่อาจเกิดขึ้นได้ทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง

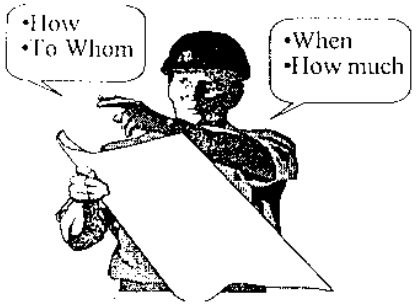
หลังจากการที่มีแผนการจัดสรรน้ำที่ดีแล้ว ลำดับถัดไปก็คือการควบคุมการส่งน้ำให้ถึงมือเกษตรกรตามแผนที่วางไว้ซึ่งหัวใจสำคัญของการควบคุมการส่งน้ำคือคน (ทั้งเจ้าหน้าที่สนามและเกษตรกร) และความสมบูรณ์ของระบบควบคุมน้ำชลประทานหรือ ปตร. และอาคารอัดน้ำ ซึ่งจะต้องมีการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ให้รู้จักการควบคุมการส่งน้ำฝึกอบรมเกษตรกรให้รู้จักการทำงานของระบบและการให้น้ำชลประทานอย่างประหยัดและถูกวิธี ต้องมีการสอบเทียบ (Calibrate) อาคารควบคุมน้ำที่สำคัญพร้อมติดตั้งอุปกรณ์เพื่อใช้วัดน้ำและช่วยในการควบคุมน้ำ

การติดตามผลการส่งน้ำมีวัตถุประสงค์เพื่อการตรวจสอบว่าการส่งน้ำจริงเป็นไปตามแผนหรือเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่ ถ้าไม่ อะไรคือสาเหตุที่ทำให้การส่งน้ำจริงไม่เป็นไปตามแผน เพื่อจะได้ดำเนินการแก้ไขให้ถูกจุดในการส่งน้ำครั้งต่อ ๆ ไป ตลอดจนเพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้น้ำของส่วนต่าง ๆ ของโครงการ เพื่อใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่และของตัวเกษตรกรเองด้วย

2. แนวความคิดในการวางแผนการส่งน้ำหรือจัดสรรน้ำ

การวางแผนการส่งน้ำคือการกำหนดล่วงหน้าว่า

- ควรส่งน้ำให้ใคร (To Whom)
- ควรส่งน้ำอย่างไร (How)
- ควรส่งน้ำเมื่อไร (When)
- ควรส่งน้ำเท่าใด (How much)



ซึ่งเป็นหน้าที่ของงานจัดสรรน้ำของโครงการ ผู้ที่ทำหน้าที่จัดสรรน้ำจะต้องกำหนดเป้าหมายในใจว่า ต้องพยายามให้ทุกคนได้รับน้ำตามเวลาที่ต้องการและตามจำนวนที่ต้องการให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ แผนการส่งน้ำที่ดีจะต้องมีความยืดหยุ่นพอที่จะสามารถทำการปรับแก้ในสนามได้ ถ้าสถานการณ์

ต่าง ๆ ไม่เป็นไปตามที่คาดไว้ เช่น เกิดฝนตก หรือเกษตรกรไม่ปลูกพืชตามแผนที่วางไว้ หรือไม่มารับน้ำตามเวลาที่กำหนดไว้

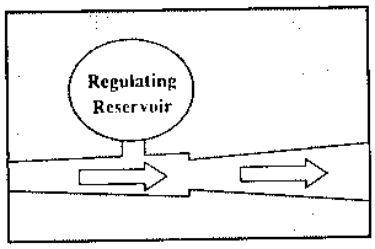
การวางแผนการส่งน้ำประกอบด้วยกิจกรรมที่สำคัญ 5 ประการคือ (วราวุธ. 2538[ก])

- การเลือกวิธีการส่งน้ำ
- การประเมินน้ำต้นทุน
- การประเมินความต้องการน้ำชลประทาน
- การปรับความต้องการให้พอดีกับน้ำต้นทุนที่มีอยู่
- การจัดทำแผนการส่งน้ำหรือตารางการส่งน้ำ

2.1 การเลือกวิธีการส่งน้ำ

วิธีการส่งน้ำที่ปฏิบัติกันโดยทั่วไป แบ่งออกได้เป็น 4 วิธี คือ

1. การส่งน้ำแบบตลอดเวลา (Continuous)
2. การส่งน้ำแบบรอบเวร (Rotation)
3. การส่งน้ำตามความต้องการของผู้ใช้น้ำ (On-demand)
4. การส่งน้ำแบบมีอ่างสำรองน้ำ (Reservoir)



แต่ละวิธีมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป เช่น การส่งน้ำแบบตลอดเวลาเป็นวิธีการที่ง่ายและสะดวกสำหรับเจ้าหน้าที่โครงการ ต้องการอาคารควบคุมน้ำน้อย ไม่ต้องการระบบการติดต่อสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ แต่มักจะมีการสูญเสียน้ำโดยเปล่าประโยชน์สูง การกระจายน้ำมักไม่ทั่วถึงและเป็นธรรมเกษตรกรท้ายน้ำมักได้รับน้ำน้อยกว่าปริมาณที่ควรได้รับ การส่งน้ำแบบรอบเวรสามารถช่วยให้การกระจายน้ำทั่วถึงและเป็นธรรมมากขึ้น แต่ต้องการระบบควบคุมน้ำที่ดีกว่า ต้องการระบบการติดต่อสื่อสาร

ที่มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการส่งน้ำแบบรอบเวร การส่งน้ำตามความต้องการจะทำให้พืชได้รับน้ำตามที่ต้องการและให้ผลผลิตสูง สะดวกสำหรับเกษตรกร สามารถแบ่งเวลาไปทำกิจกรรมอย่างอื่นได้มากขึ้น แต่ต้องการระบบส่งน้ำขนาดใหญ่กว่าวิธีอื่น และต้องการระบบควบคุมน้ำที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถควบคุมการส่งน้ำตามความต้องการอย่างอัตโนมัติ ทำให้ระบบชลประทานมีราคาแพง ในระบบส่งน้ำตามความต้องการ เกษตรกรต้องมีความรู้เกี่ยวกับระบบชลประทานเป็นอย่างดี สามารถร่วมกันวางแผนการเพาะปลูกพืชเพื่อป้องกันไม่ให้ความต้องการน้ำ (ในช่วงพืชต้องการน้ำสูงสุด) สูงเกินกว่าความสามารถของระบบจะจ่ายให้ได้ ระบบอ่างเก็บน้ำสำรองจะช่วยเก็บกักน้ำส่วนเกินในช่วงที่ปริมาณน้ำที่ส่งมากกว่าความต้องการ เพื่อนำมาใช้ในภายหลังเมื่อความต้องการเกินกว่าปริมาณน้ำที่ส่ง ตัวอย่างเก็บน้ำจึงเปรียบเสมือนกลไกที่ทำหน้าที่ปรับปริมาณน้ำที่ส่งจริงให้พอดีกับความต้องการอย่างอัตโนมัติ

2.2 การประเมินน้ำต้นทุน

การประเมินปริมาณน้ำต้นทุนจะต้องพิจารณาถึงประเภทของแหล่งน้ำต้นทุน เช่น อ่างเก็บน้ำ การสูบหรือผันน้ำจากแม่น้ำ หรือแหล่งน้ำใต้ดินเป็นต้น และจะต้องประเมินทั้งปริมาณน้ำต้นทุนที่มีหรือที่จะหามาได้สำหรับตลอดฤดูกาล ที่มีในแต่ละเดือน หรือแต่ละสัปดาห์ และในกรณีที่น้ำต้นทุนไม่แน่นอน ควรประเมินโดยใช้โอกาสความน่าจะปลอดภัย (Safe Probability) 75 ถึง 80%

2.3 การประเมินความต้องการน้ำชลประทาน

ความต้องการน้ำชลประทานจะต้องคำนวณได้จาก

- รูปแบบการปลูกพืช
- ปริมาณการใช้น้ำของพืช และปริมาณการใช้น้ำในการเตรียมแปลง
- การรั่วซึมของน้ำในแปลงนา
- ความถี่ในการให้น้ำ
- ฝนคาดการณ์หรือฝนที่คาดว่าจะตก
- ประสิทธิภาพการชลประทานของโครงการ

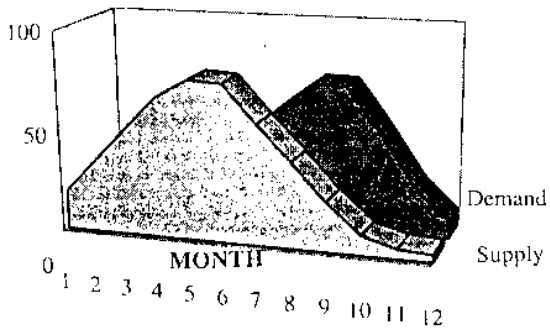
2.4 การปรับความต้องการน้ำให้พอดีกับปริมาณน้ำต้นทุน

หลังจากที่ประเมินปริมาณน้ำต้นทุนและปริมาณความต้องการน้ำแล้ว จะทราบถึงสภาพการณ์ในการจัดสรรน้ำ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 กรณีคือ (วราวุธ. 2538 [ค])

กรณีที่ 1 ไม่ขาดน้ำ (ปริมาณน้ำต้นทุน > ปริมาณความต้องการน้ำ) สามารถส่งน้ำได้ตามความต้องการ

กรณีที่ 2 ขาดน้ำปานกลาง (ปริมาณน้ำต้นทุนน้อยกว่าความต้องการประมาณ 10-20%)

กรณีที่ 3 ขาดน้ำมาก (ปริมาณน้ำต้นทุนน้อยกว่าความต้องการ > 50%)



SUPPLY VS. DEMAND

แนวทางการปรับความต้องการน้ำให้พอกับน้ำต้นทุนทำได้ 3 แนวทาง คือ

1. ปรับปรุงแบบการปลูกพืช ซึ่งทำได้ดังนี้
   - ปรับช่วงเวลาในการปลูก เพื่อให้ใช้ฝนให้เกิดประโยชน์สูงสุด
   - เปลี่ยนจากพืชที่ใช้น้ำมากเป็นพืชที่ใช้น้ำน้อย เช่น จากข้าวเป็นพืชอื่น
   - ลดพื้นที่เพาะปลูก
2. ปรับรูปแบบการส่งน้ำ เช่นจากการส่งน้ำตลอดเวลาเป็นการส่งน้ำแบบรอบเวรหรือลดปริมาณน้ำที่ส่งในแต่ละรอบเวร หรือขยายช่วงเวลาของแต่ละรอบเวร เช่น จาก 7 วันเป็น 10 วัน เป็นต้น โดยปริมาณน้ำที่ส่งเท่าเดิม
3. ขึ้นราคาค่าน้ำ (สำหรับโครงการที่มีการเก็บค่าน้ำ)

2.5 การคำนวณและจัดทำตารางการส่งน้ำ

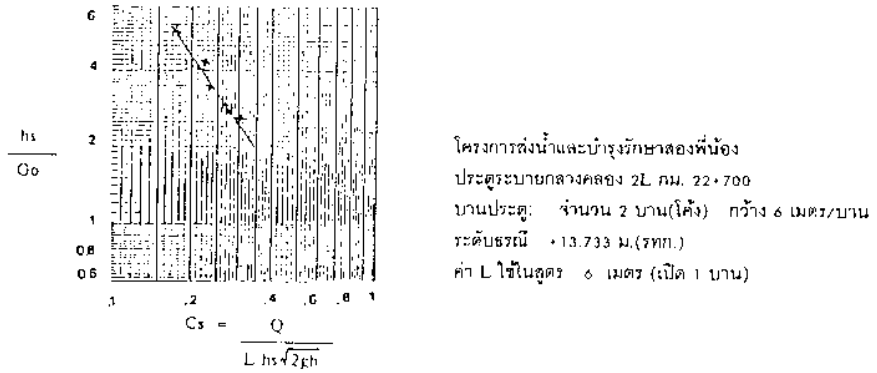
การจัดทำตารางการส่งน้ำมีจุดมุ่งหมายเพื่อตอบคำถามทั้ง 4 ข้อ คือ ส่งน้ำให้ใคร ส่งน้ำอย่างไร ส่งน้ำเมื่อไร และส่งน้ำเท่าใด ตารางการส่งน้ำจะเป็นบรรทัดฐานสำหรับเจ้าหน้าที่โครงการในการควบคุมการส่งน้ำให้เกษตรกร และสำหรับเกษตรกรเพื่อการวางแผนการให้น้ำแก่พืชต่อไป

3. การควบคุมการส่งน้ำตามแผนที่วางไว้

การควบคุมการส่งน้ำ หมายถึงการปิด - เปิด - ปรับ อาคารควบคุมน้ำในระบบส่งน้ำทั้งอาคารควบคุมระดับน้ำ (Water Level Regulater) และอาคารควบคุมปริมาณน้ำ (Discharge Regulater) ซึ่งเป็นหน้าที่ของงานส่งน้ำและบำรุงรักษาต่าง ๆ ของโครงการ

กิจกรรมในส่วนนี้ประกอบด้วย

1. การตรวจสอบแผนกการส่งน้ำว่ามีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติมากน้อยเท่าใด
2. ศึกษาการทำงานของกลไกของอาคารแต่ละตัวในการควบคุมน้ำ โดยจะต้องรู้ว่าควรปรับบานเท่าใด สำหรับปริมาณน้ำที่กำหนดให้ ควรต้องมีการสอบเทียบ (Calibrate) อาคารควบคุมน้ำที่สำคัญ



รูปที่ 2 Calibration Curve ของอาคารควบคุมน้ำ

3. ศึกษาถึงกลไกการทำงานของอาคารที่สัมพันธ์กันตลอดทั้งคูและคลอง ต้องรู้ผลของการปรับบานเหนือน้ำต่อระดับน้ำหน้าอาคารด้านท้ายน้ำ และผลของการปรับบานท้ายน้ำต่อระดับน้ำท้ายอาคารเหนือน้ำ และปริมาณน้ำที่ไหลเข้าคลองซอย
4. วางแผนการปิด - เปิด - ปรับอาคารควบคุมน้ำต่าง ๆ เพื่อให้น้ำไหลไปตามแผนการส่งน้ำที่วางไว้
5. ประชุมซักซ้อมแผนกปิด - เปิด - ปรับอาคารกับพนักงานส่งน้ำ

6. ประชาสัมพันธ์หรือชี้แจงเกษตรกรให้ทราบตารางการส่งน้ำ

7. ติดตั้งเครื่องมือสำหรับช่วยตรวจวัดและควบคุมปริมาณน้ำ เช่น ไม้วัดระดับน้ำ (Staff Gage) และติดตั้งอุปกรณ์เพื่อให้ทราบขนาดการเปิดบานชนิดที่เห็นหรือวัดได้ชัดเจน

4. การติดตามประเมินผลการส่งน้ำ

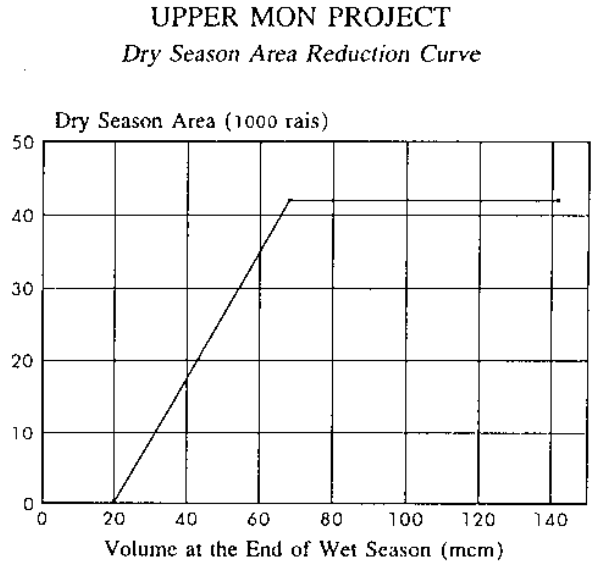
กิจกรรมที่สำคัญได้แก่

1. กำหนดจุดที่ต้องการตรวจวัดน้ำ
2. การติดตั้งอาคารวัดน้ำตรงจุดที่กำหนดหรือทำการสอบเทียบอาคารควบคุมน้ำเพื่อใช้อาคารดังกล่าวในการตรวจวัดปริมาณน้ำในคลอง
3. ทำการตรวจวัดน้ำเป็นประจำวัน
4. ตรวจวัดปริมาณฝนที่ตก
5. ติดตามและตรวจสอบปัญหาการส่งน้ำในโครงการเป็นประจำวัน
6. วิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้น้ำและการทำงานของระบบ
7. การวางแผนปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ และประสิทธิภาพการทำงานของระบบ โดยอาศัยข้อมูลที่ตรวจวัดในสนามและการประเมินผลการส่งน้ำเป็นบรรทัดฐานในการตัดสินใจ

5. การวางแผนการส่งน้ำล่วงหน้าตลอดฤดูกาล และการวางแผนการส่งน้ำประจำสัปดาห์

5.1 การวางแผนการส่งน้ำล่วงหน้าตลอดฤดูกาล

การวางแผนการส่งน้ำล่วงหน้าตลอดฤดูกาลมีวัตถุประสงค์เพื่อประโยชน์ในการกำหนดพื้นที่ส่งน้ำสูงสุด โดยอาศัยสถิติระยะยาวของข้อมูลกิจกรรมการเพาะปลูก สถิติฝนข้อมูลเกี่ยวกับการใช้น้ำและลักษณะโครงการเป็นพื้นฐานในการวางแผน โดยอาจใช้ Dry Season Area Reduction Curve หรือ DSAR-Curve ช่วยในการวางแผนกำหนดพื้นที่เพาะปลูกฤดูแล้ง (กรมชลประทาน. 2536) หรือโดยการใช้โปรแกรม SIMQ (Simulation of Required Discharge) ใน WASAM 2.2 จำลองความต้องการน้ำจากอ่างรายสัปดาห์ล่วงหน้าตลอดฤดูกาลเมื่อทราบรูปแบบการปลูกพืช (วราวุธ. 2538[ข])



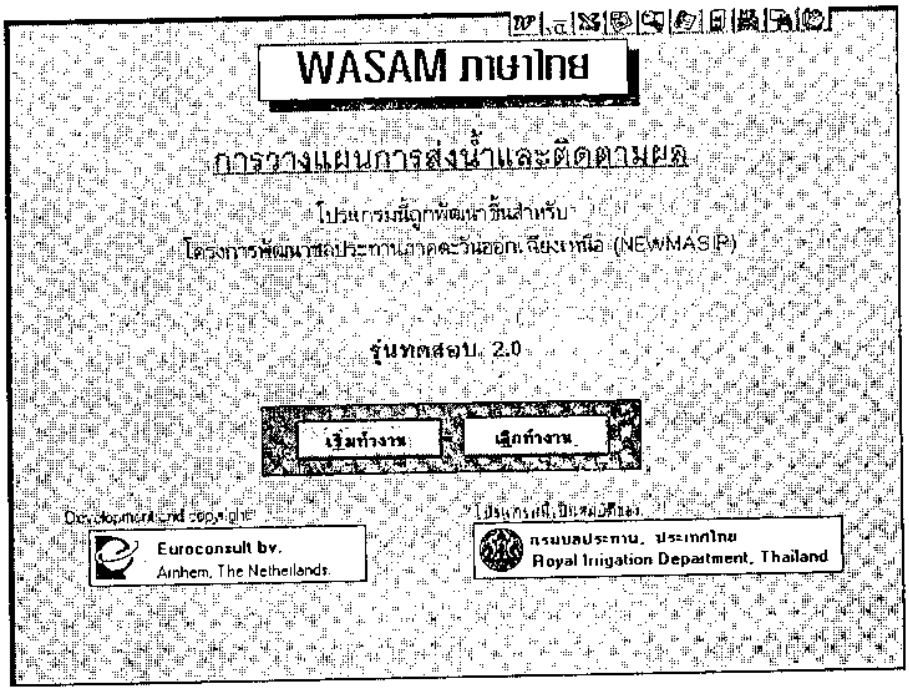
รูปที่ 3 กราฟกำหนดพื้นที่เพาะปลูกฤดูแล้ง กรณียอมให้ขาดน้ำได้ 8 ปี

5.2 การวางแผนการส่งน้ำประจำสัปดาห์

ส่วนการวางแผนการส่งน้ำประจำสัปดาห์คือการคำนวณหาปริมาณน้ำที่ต้องส่งให้ประตูระบาย (ปตร.) ต่างๆ ประจำสัปดาห์ โดยใช้ข้อมูลจริงในแต่ละสัปดาห์ ได้มีการพัฒนาและนำระบบการจัดสรรน้ำและติดตามประเมินผลโดยใช้คอมพิวเตอร์ (Water Allocation Scheduling and Monitoring System หรือเรียกโดยย่อว่า WASAM) ขึ้นมาใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการจัดสรรน้ำของโครงการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2528 เป็นต้นมา (Ilaco/Empire M&T.1986 (a) ; (1986 (b)) ต่อมาโครงการส่งน้ำและบำรุง รักษาลำปาว (RID, 1988(a) ; 1988 (b)) และโครงการหนองหวาย (RID, 1988 (c); 1988 (d)) ได้นำเอา WASAM ไปปรับใช้

เนื่องจากโปรแกรม WASAM ที่พัฒนาขึ้นมาในระยะแรกๆ มีข้อจำกัดหลายประการ เช่น การแก้ไขข้อมูลระบบชลประทานและข้อมูลพื้นฐานสำหรับการคำนวณจัดสรรน้ำ การป้อนข้อมูลประจำสัปดาห์ค่อนข้างยุ่งยาก และที่สำคัญไม่สามารถประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำของโครงการและของ

งานส่งน้ำต่างๆ ซึ่งเป็นตัวชี้ถึงการทำงานของระบบการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่และการใช้น้ำของเกษตรกรในแต่ละสัปดาห์ จึงได้มีการพัฒนา WASAM 2 (วราวุธ และคณะ (2539), วราวุธ และวัชระ (2538)) ให้สามารถคำนวณประสิทธิภาพการใช้น้ำได้ พัฒนา WASAM 2.2 (วราวุธ.2538 (ข)) ให้สามารถจำลองความต้องการน้ำล่วงหน้าตลอดฤดูกาล และไม่มีการพัฒนา WASAM ให้สามารถทำงานภายใต้ WINDOWS (วิทยาลัยการชลประทาน. 2538)



6. การจัดการน้ำตามปกติ และการจัดการน้ำในช่วงวิกฤต

6.1 การจัดการน้ำตามปกติ

ในสภาวะปกติหรือสภาวะที่มีน้ำเพียงพอ จะจัดสรรน้ำจากโครงการตามความต้องการน้ำของพืช เป็นรายสัปดาห์ โดยคำนึงถึงการใช้ฝนให้เกิดประโยชน์สูงสุด และลดการสูญเสียน้ำโดยเปล่าประโยชน์ให้มากที่สุดตามที่ได้กล่าวมาแล้ว

6.2 การจัดการน้ำในช่วงวิกฤต

กรณีที่น้ำต้นทุนของโครงการไม่พอ จะจัดสรรน้ำตามปริมาณน้ำที่มีอยู่ในสัปดาห์นั้น **สำหรับกรณีฤดูฝน** เนื่องจากคาดว่าจะมีฝนตกลงมาในสัปดาห์ถัดไป **ส่วนในกรณีฤดูแล้ง** ซึ่งคาดว่าจะไม่มีฝนตกและไม่มีน้ำไหลเข้าอ่างอีก ถ้าทางโครงการพิจารณาว่าน้ำอาจไม่พอใช้ตลอดฤดูกาลซึ่งอาจเกิดขึ้นได้กรณีที่เกษตรกรปลูกพืชมากกว่าที่ทางโครงการกำหนดไว้ตั้งแต่แรก กรณีนี้ทางโครงการจะต้องตรวจสอบว่าน้ำต้นทุนที่มีอยู่สามารถส่งได้ตลอดฤดูกาลตามรูปแบบการปลูกพืชที่กำหนดหรือไม่ ซึ่งจะช่วยทำให้ทางโครงการทราบถึงสถานการณ์น้ำล่วงหน้าว่าจะวิกฤตหรือไม่ เพื่อจะได้วางมาตราการจัดสรรน้ำและควบคุมการใช้น้ำได้ถูกต้อง เช่น

1. การส่งน้ำให้น้อยกว่าความต้องการในแต่ละสัปดาห์ เพื่อบังคับเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ แต่มาตราการนี้จะใช้ได้ผลก็ต่อเมื่อทางโครงการมีมาตราการการแบ่งปันน้ำในช่วงวิกฤตที่ได้ผล และกรณีที่น้ำที่ส่งจริงน้อยกว่าความต้องการมาก ๆ จะต้องนำระบบการส่งน้ำแบบหมุนเวียนในคลองสายใหญ่มาใช้เพื่อให้การแบ่งปันน้ำระหว่างต้นคลอง-ปลายคลอง เป็นไปอย่างทั่วถึงและยุติธรรม

2. จัดส่งน้ำให้เฉพาะพื้นที่ที่วิกฤตต่อการขาดน้ำเท่านั้น บริเวณใดไม่วิกฤตจะงดส่งน้ำ มาตราการหลังจะปฏิบัติได้ก็ต่อเมื่อเกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้น้ำของพืชเป็นอย่างดี และเจ้าหน้าที่สนาม (โซนแมน) ต้องสามารถควบคุมการส่งน้ำในคลองได้อย่างมีประสิทธิภาพเท่านั้น

7. สรุป

การจัดการน้ำระดับโครงการ จะต้องมองให้ครบวงจรตั้งแต่การวางแผน การดำเนินการตามแผน และการติดตามประเมินผลการปฏิบัติงาน ซึ่งควรได้มีการนำเอาผลการติดตามประเมินผลการปฏิบัติงานมา Feedback เพื่อปรับแก้แผนให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการจัดการน้ำระดับโครงการต่อไป อย่างไรก็ตามผู้ทำหน้าที่บริการโครงการชลประทาน ต้องไม่ลืมว่าการจัดการน้ำจะสัมฤทธิ์ผลก็ต่อเมื่อนายช่างหัวหน้าโครงการมีความรู้ และเข้าใจในระบบชลประทานเป็นอย่างดี รู้ถึงปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จและความล้มเหลวของการจัดการโครงการ ซึ่งนอกเหนือจากทรัพยากรน้ำแล้วยังรวมถึงคน เงิน เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (วราวุธ และเลอศักดิ์. 2538)

เอกสารอ้างอิง

กรมชลประทาน. รายงานทางวิชาการฉบับที่ 4 (Reservoir Operation Study). โครงการซ่อมแซมและปรับปรุงเขื่อนมูลบน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2536.

วราวุธ วุฒิวณิชย์. การจัดการเรื่องน้ำขั้นสูง. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 2538[ก].

วราวุธ วุฒิวณิชย์. คู่มือการใช้โปรแกรม WASAM 2.2. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 2538[ข].

วราวุธ วุฒิวณิชย์. การประยุกต์คอมพิวเตอร์สำหรับวิศวกรรมชลประทาน, ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 2538[ค].

วราวุธ วุฒิวณิชย์ และวัชระ เสือดี. การพัฒนาโปรแกรม WASAM Version 2. วิศวกรรมสาร มก. ฉบับที่ 26 ปีที่ 9. สิงหาคม - พฤศจิกายน 2538.

วราวุธ วุฒิวณิชย์ เจษฎา แก้วกัลยา และพงศธร โสภาพันธ์. การพัฒนากลยุทธในการจัดสรรน้ำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำของโครงการชลประทาน. รายงานโครงการวิจัย (ฉบับร่าง) เสนอสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. มกราคม 2539.

วราวุธ วุฒิวณิชย์ และเลอศักดิ์ ริ้วตระกูลไพบูลย์. ชลกรฉบับวันชูชาติ. กรมชลประทาน. มกราคม 2538.

วิทยาลัยการชลประทาน. คู่มือการใช้โปรแกรม WASAM Version 2 (Windows Version). กรมชลประทาน. สิงหาคม 2538.

Ilaco/Empire M&T, Water Management and Operation & Maintenance Report No.5 "Water Allocation Scheduling and Monitoring at Project Level Supporting Document 5.5 - General Program Description", Macklong Irrigation Projects, RID, January 1986 (a).

Ilaco/Empire M&T, Water Management and Operation & Maintenance Report No.5 "Water Allocation Scheduling and Monitoring at Project Level Supporting Document 5.6 - Computer Operater's Manual", Maeklong Irrigation Projects, RID, January 1986 (b).

RID, Computer Program Manual LAM PAO WASAM, Chi Basin Water Management Improvement Project, May 1988 (a).

RID, Computer Program Manual "Water Use Analysis LAM PAO", Chi Basin Water Management Improvement Project, May 1988 (b).

RID, Technical Note 25 "Hydrometeorological Data Recording LAM PAO", Chi Basin Water Management Improvement Project, August, 1988 (c).