

บทที่ 2

การศึกษาที่ผ่านมา

2.1 การวิจัยที่ใช้วิธีสมมูลย์ปริมาณน้ำ

วิธีสมมูลย์ปริมาณน้ำ ใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับอุทกวิทยา เช่น การศึกษาปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ ปริมาณฝนใช้การในนาข้าว เป็นต้น วิธีนี้อาศัยหลักคงมวลของน้ำ (Conservative of mass) โดยอิงหลักการของสมการต่อเนื่อง (Continuity equation) ดังนี้

(อัตราการไหลเข้า) - (อัตราการไหลออก) = (อัตราการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกับเวลา)

จากหลักการดังกล่าว นำมาหาตัวแปรที่ต้องการทราบค่าในสมการได้

Horton (1943) ใช้วิธีสมมูลย์ของปริมาณน้ำ ในการหาค่าปริมาณการระเหย (evaporation) ในอ่างเก็บน้ำ โดยให้ค่าการระเหยเป็นผลต่างของการไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ (อาจรวมถึงน้ำฝนด้วย) กับปริมาณของการไหลออกจากอ่างซึ่งรวมกับค่าการเก็บกักในอ่าง ในทางทฤษฎี พบว่ามีความเป็นไปได้ที่จะใช้วิธีนี้ไปหาค่าการระเหยจากอ่างเก็บน้ำ ในกรณีที่อ่างเก็บน้ำไม่มีพืชขึ้นปกคลุม เนื่องจากไม่รวมค่าการคายน้ำของพืช (transpiration) อยู่ด้วย

Viessman (1972) เสนอวิธีสมมูลย์ของปริมาณน้ำ โดยอาศัยสมการการต่อเนื่อง (continuity equation) ในกรณีมีการเก็บกักบนพื้นที่ โดยพิจารณาน้ำเข้าพื้นที่ประกอบด้วยอัตราการไหลในลำน้ำเข้าพื้นที่ (channel inflow rate) อัตราการไหลเข้าจากพื้นผิว (overland inflow rate) อัตราการไหลของน้ำใต้ดินเข้าพื้นที่ (groundwater inflow rate) ปริมาณฝนที่ตกบนพื้นที่และการไหลย้อนกลับของปริมาณน้ำจากพื้นที่ (return flow rate) ส่วนปริมาณน้ำที่ออกจากพื้นที่ประกอบด้วยอัตราการระเหย (evaporation rate) อัตราการคายน้ำของพืช (transpiration rate) การซึมลึกลงไปในดิน (percolation rate) การไหลออกทางลำน้ำ (channel outflow rate) และการถูกนำออกไปใช้งาน (withdrawal rate) วิธีนี้พิจารณาตัวแปรต่างๆครบถ้วน สามารถใช้กับสภาพพื้นที่จริงได้ดี

Asian Institution of Technology หรือ AIT (1978) ใช้วิธีสมมูลย์ปริมาณน้ำ ในการสร้างแบบจำลองเพื่อทำนายความลึกของน้ำ (water depth) ในพื้นที่นา ซึ่งเป็นประโยชน์ในการทำนาย

วันที่ข้าวขาดน้ำ (stress days) ในฤดูกาลทำนา (นาปี) สำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย ตัวแปรในแบบจำลองคือปริมาณฝนใช้การได้ในพื้นที่ ซึ่งใช้ค่าเฉลี่ยของข้อมูลฝนหลายปี และปริมาณการคายระเหยในแปลงนา

Rinfret (1985) ใช้วิธีสมมูลย์ของปริมาณน้ำหาค่าความลึกของน้ำ (Water depth) ของพื้นที่นา และใช้คำนวณวันที่ข้าวขาดแคลนน้ำ (water stress days) Rinfret ได้ศึกษาทั้งกรณีน้ำฝนและน้ำที่ได้รับน้ำจากการชลประทาน

Christoph (1985) ศึกษาประสิทธิภาพในการใช้น้ำฝนสำหรับการชลประทานในพื้นที่นา โดยใช้วิธีสมมูลย์ของปริมาณน้ำ ในการหาค่าฝนใช้การได้ (effective rainfall) ในแปลงนา เพื่อคำนวณประสิทธิภาพการใช้น้ำฝนสำหรับการชลประทาน เพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนการส่งน้ำ

ILACO/EMPIRE M&T (1986) ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เรียกชื่อว่า WASAM โดยใช้วิธีสมมูลย์ปริมาณน้ำในแปลงนา เพื่อจัดทำแผนการส่งน้ำชลประทานรายสัปดาห์ในโครงการแม่กลอง ใช้การทำนายฝนล่วงหน้าแล้วปรับแก้ด้วยข้อมูลฝนตกจริงและสภาพน้ำในแปลงนา ซึ่งต่อมาโปรแกรม WASAM ได้รับการพัฒนาให้ผู้ใช้ทำงานง่ายขึ้น ได้แนะนำใช้ในโครงการชลประทานขนาดใหญ่อีกหลายแห่งโดยหลักการที่ใช้ยังคงเหมือนเดิมทุกประการ

GITEC Consult (1988) ได้ใช้วิธีสมมูลย์ปริมาณน้ำ โดยการวัดปริมาณน้ำเข้า (Inflow) และปริมาณน้ำออก (Outflow) ศึกษาการใช้น้ำเตรียมแปลงของนาข้าวในพื้นที่ศึกษา 3 แห่ง ในโครงการชลประทานลำปาว นอกจากได้ผลลัพธ์เป็นปริมาณน้ำใช้เตรียมแปลงแล้ว ยังได้ฝนใช้การในระยะเวลาเดียวกันด้วย

Murty, Kaewrueng, Sarwar and Akram (1991) ได้ใช้วิธีสมมูลย์ปริมาณน้ำในแปลงนา สำหรับการจัดทำแผนการส่งน้ำของพื้นที่ปลูกข้าว กำหนดระดับน้ำในแปลงนา 3 ระดับคือระดับสูงสุดที่เริ่มมีการระบายน้ำออก ระดับที่เหมาะสม และระดับต่ำสุดเพื่อรักษาความชื้นในดินให้อิ่มตัวเสมอ

Euroconsult (1995) ใช้วิธีสมมูลย์ปริมาณน้ำศึกษาปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ คิดตัวแปรที่ไม่ทราบค่าคือ ปริมาณน้ำไหลลงอ่าง (inflow) และการรั่วซึมในอ่างเก็บน้ำ (seepage) รวมด้วยกัน

Sriramany & Murty (1996) ได้ใช้วิธีสมมูลย์ปริมาณน้ำในแปลงนาเพื่อคำนวณหาปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องส่งให้รายสัปดาห์ โดยตัวแปรคือฝนที่ต้องทำนายล่วงหน้าแล้วปรับแก้ผลการคำนวณกับข้อมูลจริงในสนาม

ในการศึกษาที่ผ่านมา นั้น ส่วนใหญ่ใช้วิธีสมมูลย์ปริมาณน้ำ ในการทำนายปริมาณน้ำในพื้นที่ศึกษาที่มีแปลงนา รวมอยู่ด้วย สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ใช้วิธีสมมูลย์ปริมาณน้ำในแปลงนา

โดยใช้แผนที่ความเป็นไปได้สำหรับหาปริมาณน้ำชลประทานรายสัปดาห์ นำมาหาปริมาณน้ำชลประทานอัตราเดียวซึ่งแตกต่างจากที่เคยมีการวิจัย

2.2 แผนการส่งน้ำที่ใช้ในโครงการชลประทาน

การวางแผนส่งน้ำชลประทานคือการหาปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องส่งในเวลาที่พักต้องการ ต้องใช้ข้อมูลหลายอย่าง ได้แก่ ข้อมูลด้านภูมิอากาศ ดิน และพืช โดยใช้ทฤษฎีในด้านชลประทานมาคำนวณหาความต้องการน้ำของพืช และหาความต้องการน้ำชลประทานจาก

$$(\text{ความต้องการน้ำชลประทาน}) = (\text{ความต้องการน้ำของพืช}) - (\text{ปริมาณฝนที่ใช้การได้})$$

เมื่อได้ความต้องการน้ำชลประทานแล้ว นำมาคำนวณหาปริมาณน้ำที่ต้องส่งผ่านระบบชลประทานต่างๆ โดยปริมาณน้ำที่ส่งให้นั้นจะรวมการสูญเสียระหว่างทางก่อนที่จะให้แก่พืชไว้ด้วย

2.2.1 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาว

โครงการลำปาวเป็นโครงการชลประทานขนาดใหญ่อยู่ในจังหวัดกาฬสินธุ์ มีการวางแผนส่งน้ำล่วงหน้าและมีการวางแผนที่ละสัปดาห์ในระหว่างการส่งน้ำโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ WASAM (ILACO/EMPIRE M&T, 1986) แผนส่งน้ำฤดูฝนใช้ฝนรายเดือนที่ความเป็นไปได้ 50% มาเฉลี่ยเป็นรายสัปดาห์ซึ่งเป็นแผนที่ใช้ได้ทั้งหมด (GITEC Consult, 1988) แผนการส่งน้ำฤดูฝนรายสัปดาห์แสดงเป็นปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องส่งให้ที่คลองส่งน้ำสายใหญ่ทั้งฝั่งขวาและฝั่งซ้ายดังตารางที่ 2.1 มีหลักการดังนี้

ในสัปดาห์ที่ 25 มีพื้นที่เตรียมแปลง 12.5% นำใช้สำหรับเตรียมแปลงและขังในแปลงนารวมกัน 200 มิลลิเมตร ค่าการคายระเหย 4.5 มิลลิเมตร/วัน ค่าการซึมลึก 1.5 มิลลิเมตร/วัน และฝนใช้การ 42 มิลลิเมตร จะได้

$$\begin{aligned} \text{ความต้องการน้ำชลประทาน} &= (200 + 4.5 \times 7 + 1.5 \times 7 - 42) \times 12.5 / 100 \\ (\text{ในแปลงนา}) &= 25 \text{ มิลลิเมตร/สัปดาห์} \\ &= 0.066 \text{ ลิตร/วินาที/ไร่ (ของพื้นที่ทั้งหมด)} \end{aligned}$$

เมื่อคิดประสิทธิภาพจากในแปลงนาถึงท่อส่งน้ำเข้าคูเท่ากับ 70% จะได้

ตารางที่ 2.1 แผนการส่งน้ำฤดูแล้งในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาว

ลำดับที่	วันที่เริ่มต้นของ ลำดับที่	ปริมาณน้ำที่คลอง RMC (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)	ปริมาณน้ำที่คลอง LMC (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)
25	17/06	25	7
26	24/06	25	7
27	01/07	25	7
28	08/07	25	7
29	15/07	25	7
30	22/07	25	7
31	29/07	25	7
32	05/08	29	9
33	12/08	9	3
34	19/08	9	3
35	26/08	9	3
36	02/09	14	4
37	09/09	14	4
38	16/09	14	4
39	23/09	14	4
40	30/09	17	5
41	07/10	32	10
42	14/10	32	10
43	21/10	27	8
44	28/10	22	7

หมายเหตุ RMC = คลองสายใหญ่ฝั่งขวา

LMC = คลองสายใหญ่ฝั่งซ้าย

$$\begin{aligned}\text{ความต้องการน้ำชลประทาน} &= 0.066/0.70 \\ (\text{ที่ท่อส่งน้ำเข้าคู}) &= 0.094 \text{ ลิตร/วินาที/ไร่}\end{aligned}$$

การหาปริมาณน้ำที่คลองสายใหญ่ฝั่งขวาซึ่งมีพื้นที่ทั้งหมด 233,000 ไร่ และมีค่าการสูญเสียระหว่างทางประมาณ 2.9 ลูกบาศก์เมตร/วินาที จะได้

$$\begin{aligned}\text{ปริมาณน้ำที่คลองสายใหญ่ฝั่งขวา} &= 0.094 \times 233,000/1000 + 2.9 \\ &= 24.8 \text{ ลูกบาศก์เมตร/วินาที} \\ \text{หรือ} &= 25 \text{ ลูกบาศก์เมตร/วินาที} \\ &\quad (\text{โดยประมาณ})\end{aligned}$$

2.2.2 โครงการอ่างเก็บน้ำห้วยแอ่ง

โครงการอ่างเก็บน้ำห้วยแอ่งเป็นโครงการชลประทานขนาดกลางอยู่ในจังหวัดร้อยเอ็ด ใช้วิธีการวางแผนส่งน้ำเป็นรายเดือน โดยใช้ข้อมูลฝนเฉลี่ยรายเดือนและหาเปอร์เซ็นต์ฝนใช้การได้มาจัดทำแผนส่งน้ำ (PARSONS-TEAM, 1985) ตัวอย่างแผนส่งน้ำในคลองสายใหญ่ฝั่งซ้ายดังตารางที่ 2.2 มีหลักการดังนี้

เดือนสิงหาคม ค่าการคายระเหยอ้างอิง 4.59 มิลลิเมตร/วัน ค่าสัมประสิทธิ์พืชเท่ากับ 1.10 ค่าการซึมลึก 3 มิลลิเมตร/วัน ฝนใช้การ 4.6 มิลลิเมตร/วัน จะได้

$$\begin{aligned}\text{ความต้องการน้ำชลประทาน} &= 4.59 \times 1.1 + 3 - 4.6 \\ (\text{ในแปลงนา}) &= 3.45 \text{ มิลลิเมตร/วัน} \\ &= 3.45 \times 1600/24/3600 \\ &= 0.064 \text{ ลิตร/วินาที/ไร่}\end{aligned}$$

คิดประสิทธิภาพที่แปลงเท่ากับ 80% และในคูน้ำเท่ากับ 80% รวมคิดจากแปลงนาถึงท่อส่งน้ำเข้าคูเท่ากับ 68% และพื้นที่ชลประทานสุทธิเท่ากับ 92% ของพื้นที่ทั้งหมดจะได้

$$\begin{aligned}\text{ความต้องการน้ำชลประทาน} &= 0.064/0.68 \times 0.92 \\ (\text{ที่ท่อส่งน้ำเข้าคู}) &= 0.086 \text{ ลิตร/วินาที/ไร่}\end{aligned}$$

คิดประสิทธิภาพที่สูญเสียใหญ่เท่ากับ 90% จะได้

$$\begin{aligned}\text{ความต้องการนำชลประทาน} &= 0.086/0.90 \\ (\text{ที่ปากสูญเสียใหญ่}) &= 0.095 \text{ ลิตร/วินาที/ไร่}\end{aligned}$$

จากนั้นนำไปคำนวณหาระยะเวลาที่ต้องส่งน้ำแต่ละกลุ่มหมุนเวียนโดยการจัดกลุ่มรับน้ำด้วยวิธี Trial and error ให้ได้ปริมาณน้ำที่ส่งแต่ละวันใกล้เคียงกัน และใช้ปริมาณน้ำในกลุ่มที่สูงที่สุดสำหรับส่งน้ำ ซึ่งอาจทดลองคำนวณตรวจสอบปริมาณน้ำที่ต้องส่งที่คลองสายใหญ่ฝั่งซ้ายที่มีพื้นที่ 3,490 ไร่ โดยให้ประสิทธิภาพในคลองเท่ากับ 95% จะได้

$$\begin{aligned}\text{ปริมาณน้ำที่คลองสายใหญ่ฝั่งซ้าย} &= 0.095 \times 3,490 / 0.95 / 1,000 \\ &= 0.349 \text{ ลูกบาศก์เมตร/วินาที} \\ &(\text{ในแผนได้จากการจัดกลุ่มรับน้ำ})\end{aligned}$$

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างแผนการส่งน้ำคลองสายใหญ่ฝั่งซ้ายในโครงการอ่างเก็บน้ำห้วยแอ่ง

เดือน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม
ปริมาณน้ำ (ลูกบาศก์ เมตร/วินาที)	0.588	0.673 และ 0.485	0.448	0.383	0.278	0.733