บทที่ 4

แบบจำลองความต้องการน้ำชลประทานของโครงการชลประทานโดมน้อย

4.1 บทนำ

ดังได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 3.6 และแสดงในรูป 3.29 ถึงหลักการเบื้องต้นของการจำลองระบบอ่างเก็บน้ำสิรินธรสำหรับกรณีการจัดสรรน้ำนั้น ส่วนประกอบของแบบจำลองสภาพระบบจะประกอบด้วย โปรแกรมการคำนวณปริมาณน้ำฝน (rainfall statistical system package) แบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน (irrigation demand model) และแบบจำลองการดำเนินการของอ่างเก็บน้ำ (reservoir operation model) ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของแบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน

แบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน สร้างขึ้นมาเพื่อใช้คำนวณหาความต้องการน้ำชลประทานของโครงการในแต่ละเดือนและปริมาณน้ำที่เหลือระบายออกจากพื้นที่โครงการ (return flow) ในช่วงระยะเวลาที่ศึกษา (simulation period) 27 ปี โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานดังต่อไปนี้

- ค่าศักยภาพของการคายระเหย (potential evapotranspiration) รายเดือนซึ่งคำนวณโดยสูตรของ Penman
- ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (crop coefficient) สำหรับแปลงค่าศักยภาพการคายระเหยของ Penman เป็นค่าการคายระเหยของพืช (crop evapotranspiration)
- ค่าความต้องการน้ำสำหรับการเตรียมแปลง ในการปลูกข้าว
- ค่าปริมาณน้ำฝนรายเดือน
- พื้นที่เพาะปลูกพืชแต่ละชนิด

แบบจำลองจะทำการคำนวณความต้องการน้ำของพืชแต่ละชนิดใน 4 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ดังนี้

ก. คำนวณค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชหรือการคายระเหยของพืช (crop evapotranspiration) รายเดือนโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชและค่าศักยภาพการคายระเหยของ Penman

ข. รวมค่าความต้องการน้ำอื่น ๆ เช่น การเตรียมแปลง จะได้เป็นค่าความต้องการน้ำรวมของพื้นที่

ค. หักออกด้วยปริมาณน้ำฝนใช้ประโยชน์ (effective rainfall) จะได้ค่าความต้องการน้ำสุทธิของพื้นที่

ง. ผลลัพธ์ที่ได้หารด้วยค่าประสิทธิภาพของโครงการ จะได้ค่าความต้องการน้ำทั้งหมดของพืชที่ห้วงานโครงการ

ผลรวมของความต้องการน้ำทั้งหมดของพืชแต่ละชนิดจะได้เป็นค่าความต้องการน้ำชลประทานของโครงการในแต่ละเดือนตลอดช่วงระยะเวลาที่ศึกษา

4.2 <u>ทฤษฎีการคำนวณความต้องการน้ำชลประทาน</u>

โดยหลักการทางวิชาการชลประทาน พืชต้องการน้ำเพื่อการยังชีพแตกต่างกันไปตามแต่ละชนิด วัย พันธุ์และฤดูกาลต่าง ๆ การชลประทานคือการจัดสรรน้ำให้แก่การเพาะปลูกในจำนวนและระยะเวลาที่พืชต้องการอย่างพอเหมาะ

4.2.1 <u>ลักษณะของการประเมินปริมาณความต้องการน้ำชลประทานในแต่ละระดับของโครงการ</u>

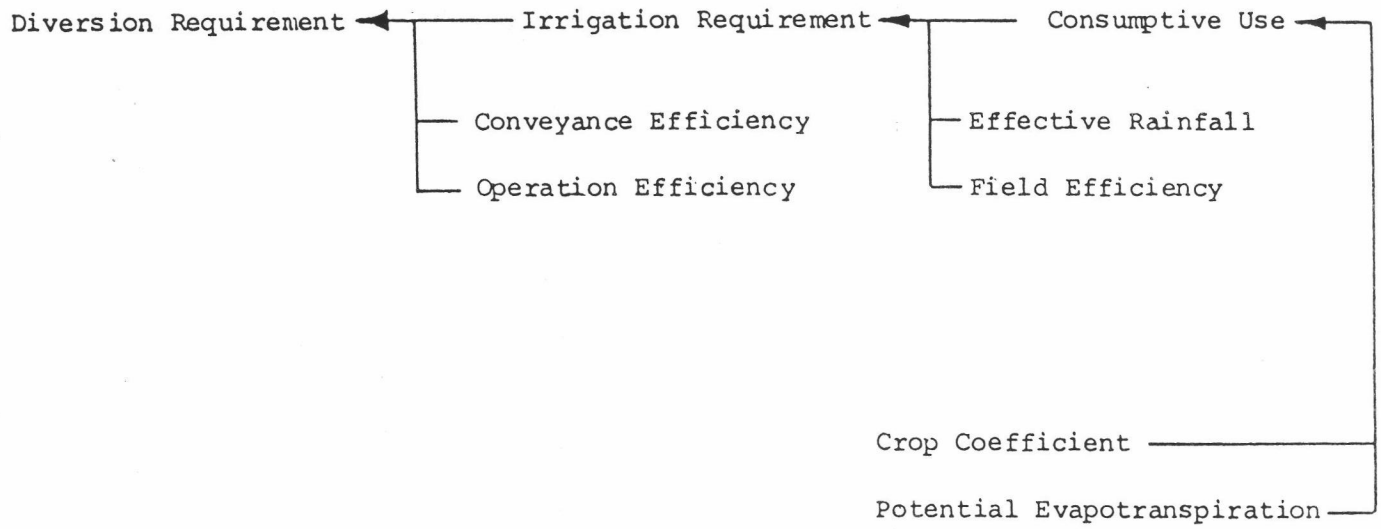
ลักษณะของการประเมินปริมาณความต้องการน้ำชลประทานในแต่ละระดับของโครงการ ได้แสดงเป็นแผนภูมิในรูปที่ 4.1 และในสมการตามลำดับต่อไปนี้[23]

$$\text{Evapotranspiration} = \text{Evaporation} + \text{Transpiration} \quad \ldots(4.1)$$

$$\text{Water Requirement} = \text{Evapotranspiration} + \text{Percolation} \quad (4.2)$$

$$\text{Irrigation Requirement} = \text{Water Requirement} + \text{Farm Waste} - \text{Effective Rainfall} \quad \ldots.(4.3)$$

$$\text{Farm Turnout Requirement} = \text{Irrigation Requirement} + \text{Farm Ditch Losses} \quad \ldots.(4.4)$$



รูปที่ 4.1 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณการใช้น้ำของพืชต่อปริมาณความต้องการน้ำชลประทานของโครงการ

Diversion Requirement = Farm Turnout Requirement + Conveyance Loss in the Main Canal and Lateral up to Farm Turnout ....(4.5)

4.2.1.1 ปริมาณการใช้น้ำของพืช (Evapotranspiration or Consumptive Use)

ปริมาณการใช้น้ำของพืช หมายถึงปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้จริง ๆ รวมกับปริมาณน้ำที่ต้องสูญเสียไปโดยการระเหยจากผิวดินหรือผิวน้ำในแปลงเพาะปลูกนั้นด้วย แสดงในรูปที่ 4.2 และ 4.3

ปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้จริง ๆ ได้แก่ ปริมาณน้ำที่พืชใช้สำหรับการหล่อเลี้ยงลำต้นและอวัยวะต่าง ๆ การนำอาหารขึ้นไปบำรุงส่วนต่าง ๆ ของพืชแล้วคายน้ำออกทางใบ กรรมวิธีต่อเนื่องที่พืชดูดน้ำขึ้นมาแล้วคายออกทางใบนี้มีชื่อเรียกทางพฤกษศาสตร์ว่า การคายน้ำ (transpiration)

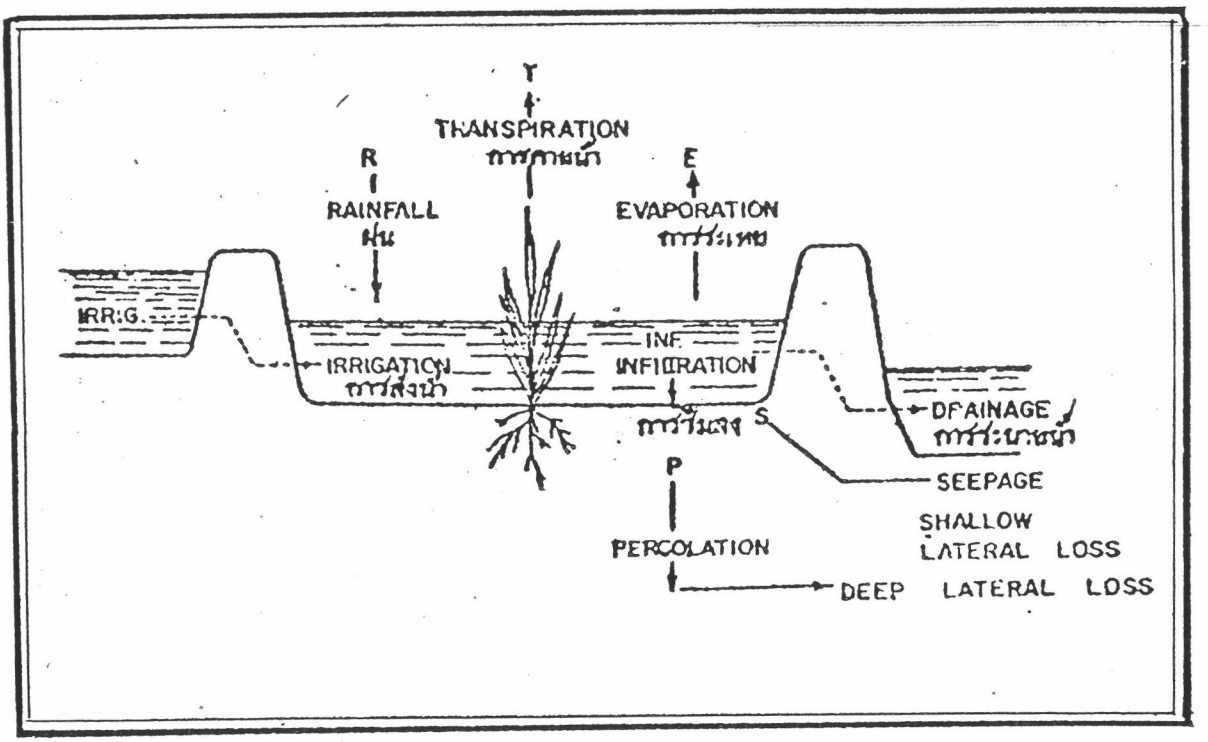
การระเหยของน้ำ (evaporation) จากผิวดินหรือผิวน้ำในแปลงเพาะปลูกนั้น เป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ เพราะพืชต้องปลูกบนดินและใช้น้ำ

ฉะนั้น การที่พืชต้องการใช้น้ำเท่าใด จึงนิยมคิดรวมกันทั้งที่พืชใช้จริงและที่ระเหยไปด้วย รวมเรียกว่า การคายระเหยหรือ Evapotranspiration ซึ่งก็มาจากคำว่า Evaporation และ Transpiration นั่นเอง นั่นก็คือ Evapotranspiration = Evaporation + Transpiration ดังสมการที่ 4.1

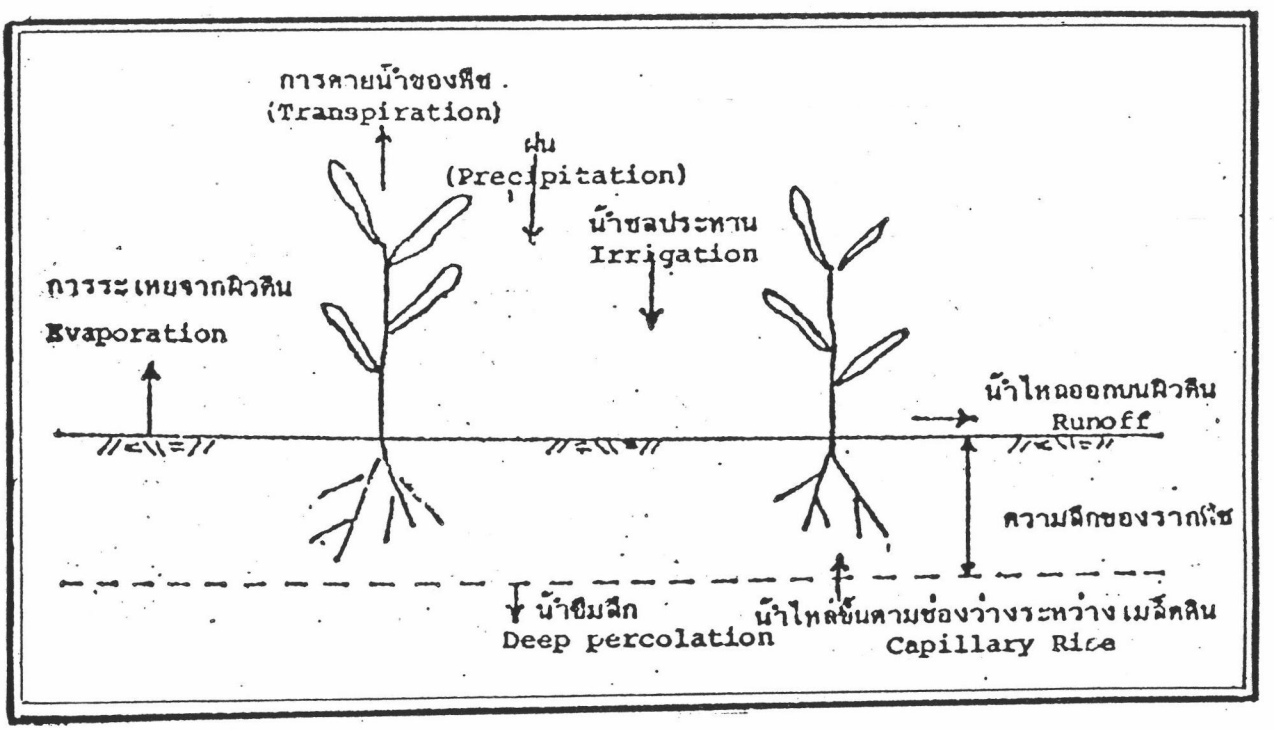
4.2.1.2 ปริมาณความต้องการใช้น้ำในแปลง (Water Requirement)

น้ำที่ต้องใช้สำหรับการเพาะปลูกในแปลงนั้น นอกจากจะเป็นปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้จริง ๆ รวมกับปริมาณน้ำที่ต้องสูญเสียไป เนื่องจากการระเหยจากผิวดินหรือผิวน้ำ (evapotranspiration) ด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการปลูกข้าว

ฉะนั้น ปริมาณความต้องการใช้น้ำในแปลงก็คือ ผลรวมของปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืช (evapotranspiration) กับปริมาณน้ำที่สูญเสียไปเนื่องจาก



รูปที่ 4.2 แสดงการสูญเสียของน้ำในแปลงนาข้าว



รูปที่ 4.3 ส่วนประกอบในความสมดุลย์ของดินและน้ำ (ในการปลูกพืชไร่-พืชสวน)

การซึมลึกลงในดิน (percolation) นั่นก็คือ Water Requirement = Evapotranspiration + Percolation ดังสมการที่ 4.2

4.2.1.3 <u>ปริมาณความต้องการน้ำชลประทาน</u> (Irrigation Requirement)

เมื่อทราบว่าพืชแต่ละชนิดที่ปลูกในฤดูกาลหนึ่ง ๆ มีปริมาณความต้องการใช้น้ำ เท่าใดและมีปริมาณความต้องการใช้น้ำในแปลง เท่าใดแล้ว ก็จะสามารถคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องการใช้ตลอดฤดูกาลได้ ถ้าทราบจำนวนเนื้อที่ ๆ เพาะปลูก หรือจะคำนวณหาความต้องการใช้น้ำทั้งหมด เป็นวัน เป็น เดือน เป็นช่วงระยะ เวลาสั้น ๆ ได้ เช่น เดียวกัน น้ำจำนวนที่พืชต้องการใช้นี้จะได้รับมาจาก 2 ทางคือ จากน้ำฝนหนึ่งและจากน้ำชลประทานอีกทางหนึ่ง สำหรับน้ำฝนนั้น จะต้องพิจารณาจากปริมาณฝนที่ใช้ประโยชน์ได้หรือปริมาณฝนที่จะ เป็นประโยชน์ต่อการ เพาะปลูก เรียกว่า ฝนใช้ประโยชน์ (effective rainfall) เท่านั้น น้ำชลประทานก็ เช่นกัน บางส่วนนอกจากจะสูญ เสียไป เนื่องจากการระ เหยรั่วซึมแล้ว ถ้าหากให้น้ำชลประทานมาก เกินไปก็จะทำให้บางส่วนมีการสูญ เสียไปโดยการไหลล้นออกจากแปลง เพาะปลูก (runoff) ด้วย ฉะนั้น ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานจึงต้องคิด เผื่อไว้สำหรับน้ำที่ต้องสูญ เสีย เหล่านี้ด้วย

ดังนั้น ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานก็คือ ผลรวมของปริมาณความต้องการใช้น้ำในแปลงกับปริมาณการสูญ เสียน้ำในแปลง เนื่องจากการปฏิบัติ ลบด้วยปริมาณฝนใช้ประโยชน์ หรือนั่นก็คือ Irrigation Requirement = Water Requirement + Farm Waste - Effective Rainfall ดังสมการที่ 4.3

4.2.1.4 <u>ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานที่ท่อส่งน้ำ เข้านา</u> (Farm Turnout Requirement)

ในทางปฏิบัติการส่งน้ำชลประทานนั้น ไม่สามารถทำการส่งให้พืชใช้โดยไม่มีการสูญ เสีย เลยได้และไม่นิยมส่งให้พืชโดยตรงจากท่อส่งน้ำ เข้านา แต่จะมีคูส่งน้ำรับน้ำจากท่อส่ง เข้านา เพื่อนำน้ำไปแจกจ่ายให้แก่แปลงนาอีกทอดหนึ่ง ฉะนั้น ปริมาณน้ำที่สูญ เสียไปนอกจากจะมีอยู่ในแปลง เพาะปลูกแล้ว ยังมีปริมาณน้ำที่สูญ เสียไปในคูส่งน้ำอีกส่วนหนึ่งด้วย

ดังนั้น ปริมาณความต้องการน้ำที่ท่อส่งน้ำ เข้านา จึงหมายถึง ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานรวมกับปริมาณน้ำที่สูญเสียไปในคูส่งน้ำ (farm ditches losses) ด้วย นั่นคือ Farm Turnout Requirement = Irrigation Requirement + Farm Ditches Looses ดังสมการที่ 4.4

4.2.1.5 <u>ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานของโครงการ</u> (Diversion Requirement or Project Irrigation Water Requirement)

เนื่องจากการส่งน้ำชลประทานให้แก่พืชนั้น จะต้องคิดเผื่อปริมาณน้ำที่สูญเสียระหว่างทางด้วย นอกเหนือไปจากการสูญเสียในแปลงเพาะปลูก ทั้งนี้เพื่อให้มีปริมาณน้ำเหลือเพียงพอสำหรับปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืช ดังนั้น ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานของโครงการจึงต้องรวมปริมาณการสูญเสียของน้ำ นับตั้งแต่เริ่มส่งเข้ามาทางปากคลองสายใหญ่ คลองซอยและคลองแยกซอย คูส่งน้ำ จนถึงแปลงเพาะปลูกด้วย

ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานของโครงการจึงหมายถึง ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานที่ท่อส่งน้ำเข้านา รวมกับปริมาณน้ำที่สูญเสียไปในคลองส่งน้ำสายใหญ่และสายซอย (conveyance losses) จนถึงท่อส่งน้ำเข้านา นั่นคือ Diversion Requirement = Farm Turnout Requirement + Conveyance Loss in the Main Canal and Lateral up to Farm Turnout ดังสมการที่ 4.5

4.2.2 <u>วิธีการหาปริมาณการใช้น้ำของพืช</u> (Crop Evapotranspiration)

จากที่กล่าวในหัวข้อที่ 4.2.1.1 เป็นนิยามของปริมาณการใช้น้ำของพืช ต่อไปนี้จะแสดงวิธีการหาปริมาณการใช้น้ำของพืช ซึ่งสามารถกระทำได้ดังนี้คือ[24]

1. การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยการวัดโดยตรง วิธีที่ใช้กันทั่ว ๆ ไปในงานชลประทานมีวิธีการวัดจากถังการใช้น้ำของพืช (lysimeter) วิธีศึกษาจากจำนวนความชื้นในดิน และวิธีศึกษาจากแปลงทดลอง

2. การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยการคำนวณจากข้อมูลภูมิอากาศ (potential evapotranspiration) หรือบางทีเรียกว่า ศักยภาพการคายระเหย ซึ่งกระทำได้หลายวิธีด้วยกัน สูตรที่ใช้คำนวณนั้นมีตั้งแต่สูตรเอมไพริกอล (empirical) อย่างง่าย ๆ จนกระทั่งถึงสูตรที่ต้องการข้อมูลหลายอย่างและคำนวณยุ่งยาก

แม้ว่าการหาปริมาณการใช้น้ำโดยการวัดโดยตรง จะได้ผลละเอียดถูกต้องดี แต่มีปัญหาว่าไม่สามารถนำผลไปใช้ในพื้นที่เพาะปลูกแห่งอื่น ๆ ซึ่งมีสภาพแวดล้อมแตกต่างออกไป ดังนั้นในทางปฏิบัติในการหาปริมาณการใช้น้ำของพืชในสถานที่ใดหรือจังหวัดใดนั้นสามารถหาได้โดยการใช้ค่า ปริมาณการใช้น้ำโดยการคำนวณจากข้อมูลภูมิอากาศ (potential evapotranspiration) ของจังหวัดนั้น ๆ คูณกับค่าสัมประสิทธิ์ (crop coefficient) ของชนิดของพืชที่ต้องการทราบปริมาณการใช้น้ำ ซึ่งเป็นวิธีการที่จะนำมาใช้ในการศึกษานี้ ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณที่ทำการศึกษาไม่มีสถานีทดลองที่อยู่ใกล้เคียงพอที่จะนำค่ามาใช้ได้

ปริมาณการใช้น้ำของพืชที่ได้จากการศึกษาโดยข้อมูลภูมิอากาศ (potential evapotranspiration) ซึ่งใช้ในการประเมินหาปริมาณการใช้น้ำของพืชในครั้งนี้ ได้ใช้สูตรของ Penman ซึ่งเป็นแบบ Combination Equation อันเป็นสูตรที่ให้ผลดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอื่นๆ จากการวิจัยของสมาคมวิศวกรรมการเกษตรของสหรัฐอเมริกา (ASCE Committee) และจากการค้นคว้าวิจัยของโครงการค้นคว้าการใช้น้ำชลประทานของพืช งานเกษตรชลประทาน กองจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา กรมชลประทาน[24] ตลอดจนจากผลการค้นคว้าวิจัยของหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งได้แสดงรายละเอียดวิธีการของ Penman ไว้ในภาคผนวก ค อย่างไรก็ตามวิธีการหา Penman ได้ถูกปรับปรุงต่อมาจนเกิดเป็นสูตร Modified Penman ซึ่งผลจากการศึกษาเปรียบเทียบกับสูตรอื่น ๆ ปรากฏว่าค่าปริมาณการใช้น้ำที่ได้จากสูตร Modified Penman ให้ค่าสูงกว่าสูตรอื่น ๆ[25] ดังนั้น จึงมีผู้นำไปใช้ในการวางแผนบ้าง ในภาคผนวก ค ได้แสดงรายละเอียดวิธีการของ Modified Penman ค่า Potential Evapotranspiration ที่ได้จากวิธีการทั้งสอง ได้แสดงในตารางที่ 4.1

สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop coefficient) จะขึ้นกับชนิดของพืชและช่วงการเจริญเติบโต ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชหาได้จากอัตราส่วนระหว่างปริมาณการใช้น้ำของพืชจากการวัดโดยตรง (Crop evapotranspiration) จากการค้นคว้าวิจัยจากสถานีพื้นที่

ตารางที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายเดือนของPotential Evapotranspiration, มม./เดือน

	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รวม
Penman	168	155	140	140	129	129	134	132	120	125	145	167	1684
Modified Penman	197	175	153	156	140	137	160	161	156	145	153	199	1932

ตารางที่ 4.2 สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช

เดือน	ข้าว นาดำ พันธุ์พื้นเมือง	ข้าว พันธุ์ กข.	ข้าว นาหว่าน	พืชไร่	อ้อย	พืชผัก	สวนผลไม้
1	0.85	1.00	0.85	0.30	0.50	0.50	1.00
2	1.02	1.30	1.02	0.50	0.70	0.80	1.10
3	1.03	1.32	1.03	1.00	1.00	0.70	1.10
4	0.93	0.87	1.02	0.80	1.10		1.10
5	0.81		0.93		1.20		1.10
6			0.81		1.20		1.00
7					1.20		0.90
8					1.20		0.80
9					1.10		0.70
10					1.00		0.60
11					0.90		0.70
12					0.80		0.90

ต่าง ๆ กับปริมาณการใช้น้ำของพืชที่ได้จากการคำนวณจากข้อมูลภูมิอากาศ (potential evapotranspiration) โดยสูตรของ Penman ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการศึกษานี้ได้มาจากการศึกษาของกรมชลประทานและบริษัทที่ปรึกษา Acres แห่งคานาดา ในรายงานการศึกษาในลุ่มน้ำเจ้าพระยาและแม่กลอง ระยะที่ 1 [26] ดังได้แสดงค่าไว้ในตารางที่ 4.2

4.2.3 ปริมาณฝนที่ใช้ประโยชน์ (Effective Rainfall)

ปริมาณฝนใช้ประโยชน์ หมายถึง ปริมาณฝนที่ตกลงมาแล้วได้ถูกใช้ไปในการสร้างความเจริญเติบโตให้แก่พืชและทำให้ลดปริมาณน้ำต้นทุนที่จะต้องส่งไปให้ ค่าปริมาณฝนใช้ประโยชน์จะขึ้นอยู่กับ

1. ปริมาณฝนที่ตกในแต่ละวัน
2. ปริมาณน้ำที่ถูกพืชใช้
3. ปริมาณน้ำที่เก็บกักอยู่ในแปลง

ปริมาณฝนใช้ประโยชน์ของแต่ละเดือนคำนวณได้จาก

$$ERFL = ERF \times WRFL \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4.6)$$

เมื่อ

ERFL = Effective Rainfall

ERF = Effective Rainfall Factor

ERFL = Weighted Rainfall

ในการศึกษานี้ ปริมาณฝนใช้การได้ พิจารณามาจากปริมาณฝนตกในพื้นที่ชลประทาน ซึ่งเป็น Long-term Weighted Rainfall ที่ได้แสดงในหัวข้อที่ 3.2.2 โดยมีกรณีเพื่อเลือกในการพิจารณา 2 กรณี คือ

1. ใช้ Constant Effective Rainfall Factor = 0.75 ตามข้อกำหนดที่ใช้ทำการศึกษาโดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิต [13]

2. ใช้ Variable Effective Rainfall Factor ดังแสดงในตารางที่ 4.3 ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการศึกษาของบริษัทที่ปรึกษา Acres แห่งคานาดาในรายงานการศึกษาลุ่มน้ำเจ้าพระยาและแม่กลอง ระยะที่ 1 [26]

4.2.4 ประสิทธิภาพของการชลประทาน

ในหัวข้อที่ 4.2.1 ได้กล่าวถึงการพิจารณาการสูญเสียน้ำที่เกิดขึ้นในช่วงต่าง ๆ ระหว่างการส่งน้ำจนไปถึงพื้นที่เพาะปลูกที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ และปริมาณความต้องการน้ำในแต่ละช่วงจะ เป็นผลรวมระหว่างปริมาณความต้องการน้ำที่แท้จริงกับปริมาณการสูญเสียอันอาจ เกิดขึ้น ปริมาณการสูญเสียนั้น เป็นตัวที่แสดงถึงประสิทธิภาพนั่น เอง โดยทั่วไปประสิทธิภาพของการชลประทานจะแบ่ง เป็นประ เภทย่อย ๆ ได้ 3 ประ เภท ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของระบบส่งน้ำ (Conveyance efficiency, E_c) ซึ่งหมายถึงอัตราปริมาณน้ำที่ได้รับที่ท่อส่งน้ำ เข้านา (farm turnout) กับปริมาณน้ำที่ส่งมาจากหัวงานของโครงการ (project head work) ผ่านคลองส่งน้ำสายใหญ่และคลองซอย

2. ประสิทธิภาพของคูน้ำในแปลง (field canal efficiency, E_b) ซึ่งหมายถึงอัตราส่วนระหว่างปริมาณน้ำที่ได้รับจากคูน้ำที่ท่อรับน้ำ เข้าแปลง (field inlet) กับปริมาณน้ำที่ได้รับจากคลองส่งน้ำที่ท่อรับน้ำ เข้านาที่ปากคูส่งน้ำ (farm turnout)

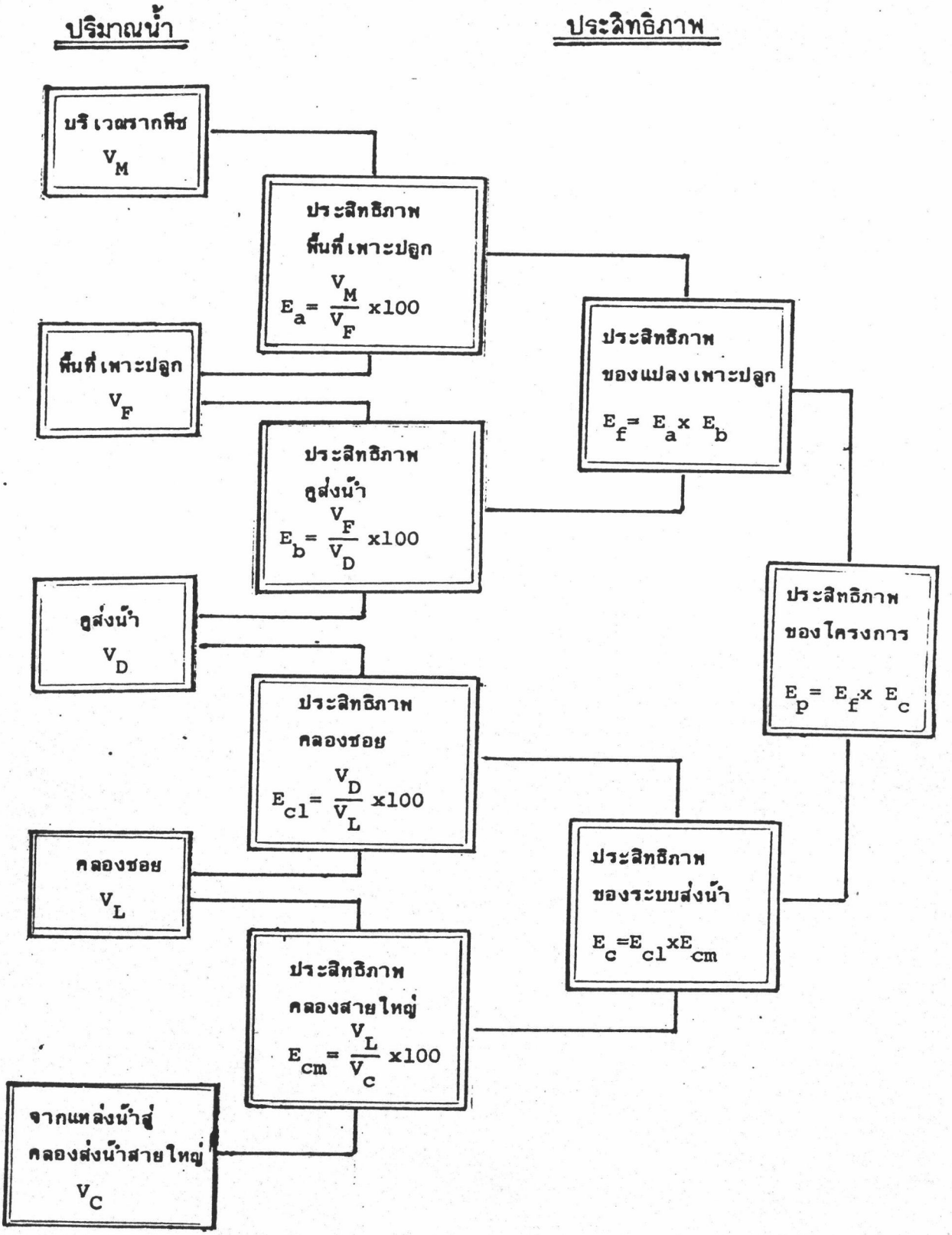
3. ประสิทธิภาพของพื้นที่ เพาะปลูก (field application efficiency, E_a) ซึ่งหมายถึงอัตราส่วนระหว่างปริมาณน้ำที่พืชได้รับไปใช้ประโยชน์จริง ๆ กับปริมาณน้ำที่ท่อรับน้ำ เข้าแปลง (field inlet) ได้รับ

เพราะฉะนั้นประสิทธิภาพของโครงการ (project efficiency, E_p) ซึ่งหมายถึงอัตราส่วนระหว่างปริมาณน้ำที่พืชได้รับไปใช้ประโยชน์จริง ๆ กับปริมาณน้ำที่ส่งมาจากหัวงานของโครงการ สามารถหาได้ดังนี้ $E_p = E_a . E_b . E_c$

ประสิทธิภาพของคูน้ำในแปลงและประสิทธิภาพของพื้นที่ เพาะปลูก ในการศึกษานี้จะนำมารวมกัน เรียกว่า ประสิทธิภาพของแปลง เพาะปลูก (farm efficiency, E_f.) เมื่อ $E_f = E_a . E_b$ แผนผังแสดงประสิทธิภาพของการชลประทานได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.4

ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพฝนใช้ประโยชน์ (Effective Rainfall Factor)

ฝนตกทั้งหมดต่อ เดือน มม.	ประสิทธิภาพฝนใช้ประโยชน์ (ตุลาคม) มม.	ประสิทธิภาพฝนใช้ประโยชน์ใน เดือนอื่น ๆ (พฤศจิกายน-กันยายน) มม.
0	0	0
25	25	25
50	43	50
100	58	80
150	71	93
200	82	100
250	84	110
300	84	120
400	84	120
500	84	120



รูปที่ 4.4 ประสิทธิภาพของการชลประทาน

ตัวเลขประสิทธิภาพในการชลประทานสำหรับวิธีการส่งน้ำ ขนาดของพื้นที่ ลักษณะของดินและวิธีให้น้ำแบบต่าง ๆ [26] ได้แสดงในตารางที่ 4.4

4.3 หลักการจำลองรูปแบบความต้องการน้ำชลประทาน

ตามหลักการทางวิชาการชลประทาน ดังกล่าวในหัวข้อที่ 4.2 เมื่อต้องการหำนวณหาความต้องการน้ำชลประทานของโครงการจะต้องพิจาฯณาถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ในระบบชลประทานนั้น นับตั้งแต่พื้นที่เพาะปลูกมาจนถึงปากคลองส่งน้ำสายใหญ่ของโครงการหรือหัวงานของโครงการ ปริมาณน้ำที่ต้องการทั้งหมดของโครงการได้มาจากปริมาณน้ำที่พืชแต่ละชนิดต้องการตามระยะเวลาแห่งการเจริญเติบโต ปริมาณฝนที่ตกในโครงการและพืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ ประสิทธิภาพของพื้นที่เพาะปลูกและประสิทธิภาพของระบบส่งน้ำต่าง ๆ เหล่านี้ เป็นหลักการสำคัญที่จะต้องพิจารณาในการจะสร้างแบบจำลอง เพื่อคำนวณความต้องการน้ำชลประทานของโครงการขึ้นมา เพราะฉะนั้นจึงจำเป็นต้องกำหนดกฎเกณฑ์ที่ใช้ในการศึกษาและจัดลำดับขั้นตอนการคำนวณให้สัมพันธ์ตามหลักการดังกล่าว

4.3.1 กฎเกณฑ์และข้อสมมติฐานที่ใช้ (Criteria and Assumptions)

1. พืชและระยะเวลาในการเพาะปลูกของพืชต่าง ๆ ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ

พืช	ระยะเวลาการเพาะปลูก (เดือน)
ข้าวนาดำในฤดูฝนพันธุ์พื้นเมือง	6
ข้าวนาดำในฤดูฝน พันธุ์ กข.	5
ข้าวนาดำในฤดูแล้ง พันธุ์ กข.	4
พืชไร่ฤดูฝน	4
พืชไร่ฤดูแล้ง	4

2. ปฏิทินการปลูกพืชที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ

การเพาะปลูกในฤดูฝนจะทำระหว่างเดือนพฤษภาคม-พฤศจิกายน

การเพาะปลูกในฤดูแล้งจะทำระหว่างเดือนธันวาคม-เมษายน

ตารางที่ 4.4 ประสิทธิภาพในการชลประทาน สำหรับวิธีการส่งน้ำ ขนาดของพื้นที่ ลักษณะของดินและวิธีให้น้ำแบบต่างๆ

			ICID/ILRI
Conveyance Efficiency (E_c)			
Continuous supply with no substantial change in flow			0.9
Rotational supply in projects of 3000 - 7000 ha and rotation areas of 70 - 300 ha, with effective management			0.8
Rotational supply in large schemes (> 10 000 ha) and small schemes (< 1000 ha) with respective problematic communication and less effective management:			
based on predetermined schedule			0.7
based on advance request			0.65
Field Canal Efficiency (E_b)			
Blocks larger than 20 ha:	unlined		0.8
	lined or piped		0.9
Blocks up to 20 ha:	unlined		0.7
	lined or piped		0.8
Distribution Efficiency ($E_d = E_c.E_b$)			
Average for rotational supply with management and communication adequate			0.65
sufficient			0.55
insufficient			0.40
poor			0.30
Field Application Efficiency (E_a)	**USDA**	**US(SCS)**	
Surface methods			
light soils	0.55		
medium soils	0.70		
heavy soils	0.60		
graded border		0.60-0.75	0.53
basin and level border		0.60-0.80	0.58
contour ditch		0.50-0.55	
furrow		0.55-0.70	0.57
corrugation		0.50-0.70	
Subsurface		up to 0.80	
Sprinkler, hot dry climate		0.60	
moderate climate		0.70	0.67
humid and cool		0.80	
Rice			0.32

Source: Doorenbos, J. and W.O. Pruitt, 1977. Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24. FAO, Rome.

3. พื้นที่เพาะปลูกของโครงการ 150,000 ไร่ จะทำการเพาะปลูกเต็มพื้นที่ 150,000 ไร่ในฤดูฝน สำหรับในฤดูแล้งได้ทำการศึกษาเป็น 2 กรณี คือ 75,000 และ 50,000 ไร่

4. กำหนดให้การใช้น้ำในการเตรียมแปลงในฤดูฝน 250 มม. ต่อเดือน และ 350 มม. ต่อเดือนในฤดูแล้ง

5. กำหนดให้การใช้น้ำในการตกกล้า 400 มม. ต่อเดือนทั้งในฤดูฝนและในฤดูแล้ง

6. กำหนดให้อัตราการรั่วซึมในแปลงนาในฤดูฝน 60 มม. ต่อเดือน และ 90 มม. ต่อเดือนในฤดูแล้ง

4.3.2 <u>กรรมวิธีการคำนวณของแบบจำลอง</u>

ในการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของโครงการชลประทานโดมน้อยนี้ มีขั้นตอนดังนี้

4.3.2.1 <u>ปริมาณการใช้น้ำของพืช</u> (Crop Evapotranspiration, ET)

ปริมาณการใช้น้ำของพืช คำนวณได้จาก

$$ET = k \times ETP \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (4.7)$$

เมื่อ ET = Crop Evapotranspiration, มม.

K = Crop coefficient (ตารางที่ 4.2)

ETP = Potential Evapotranspiration, มม. (ตารางที่ 4.1)

สำหรับข้าวปริมาณการใช้น้ำจะรวมค่าความต้องการน้ำในการเตรียมแปลงไว้ด้วย ดังนั้น ปริมาณความต้องการน้ำ คือ

$$ET = ET + LP \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (4.8)$$

เมื่อ LP = Land Preparation Water, มม.

4.3.2.2 <u>ปริมาณฝนใช้ประโยชน์</u> (Effective Rainfall)

ปริมาณฝนใช้ประโยชน์ในแต่ละเดือนคำนวณโดยสมการ (4.6) ในหัวข้อที่ 4.2.3

$$ERFL = ERF \times WRFL \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (4.6)$$

4.3.2.3 <u>ปริมาณน้ำที่ส่งไปให้ที่แปลงเพาะปลูก</u> (Farm Water Requirement)

ปริมาณน้ำที่ส่งไปให้ที่แปลงเพาะปลูก เป็นปริมาณน้ำที่พืชต้องการในแปลงเพาะปลูกที่ลบจากปริมาณฝนใช้ประโยชน์ (ERFL) แล้วหารด้วยประสิทธิภาพของแปลงเพาะปลูก นั่นคือ

$$FWR = (ET = ERFL) - FEF \quad \ldots\ldots\ldots (4.9)$$

เมื่อ FWR = Farm Water Requirement, มม.

FEF = Farm Efficiency

4.3.2.4 <u>ความต้องการน้ำต่ำสุด</u> (Minimum Flow Requirement)

ในการส่งน้ำนั้น จะต้องคำนึงถึงปริมาณน้ำจำนวนหนึ่งที่จะต้องส่งนอนคลอง เพื่อไม่ให้คลองแห้งหรือเกิดปัญหาในการรั่วซึม ในการศึกษาครั้งนี้กำหนดให้ต้องส่งน้ำต่ำสุดเท่ากับ 25 % ของปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้จริง [19),(26] นั่นคือ แฟคเตอร์กำหนดความต้องการน้ำต่ำสุดหรือ RMINF = 0.25 ซึ่งการส่งน้ำจะมีลักษณะดังนี้

ถ้า $FWR > \frac{0.25 \times ET}{FEF}$ จะต้องส่งน้ำเท่ากับ FWR

แต่ถ้าปริมาณน้ำที่ส่งไปให้ที่แปลงเพาะปลูกน้อยกว่าปริมาณน้ำที่จะต้องส่งไปให้ต่ำสุดคือ 25 % ของปริมาณน้ำที่พืชต้องการ โดยไม่รวมปริมาณฝนที่ใช้ประโยชน์ นั่นคือ

ถ้า $FWR < \frac{0.25 \times ET}{FEF}$ จะส่งน้ำไปให้ที่แปลงเพาะปลูกดังนี้

$$FWR = \frac{0.25 \times ET}{FEF} \quad \text{.....(4.10)}$$

4.3.2.5 <u>ความต้องการใช้น้ำของพืช</u> (Crop Water Requirement)

ความต้องการใช้น้ำของพืช หรือ crop water requirement คำนวณได้จากการเปลี่ยนแปลงจากความลึกของน้ำที่ต้องการ (มม.) เป็นปริมาตรของน้ำที่ต้องการ (ล้าน $ม^3$.) โดยการคูณด้วยพื้นที่เพาะปลูกของพืชแต่ละชนิด ดังนี้

$$CWR = FWR \times AR \quad \text{.....(4.11)}$$

เมื่อ CWR = ปริมาตรของน้ำที่พืชต้องการ ล้าน $ม^3$.

AR = พื้นที่เพาะปลูกของพืชแต่ละชนิด ไร่

4.3.2.6 <u>ความต้องการน้ำที่หัวงาน</u> (Diversion Water Requirement)

ความต้องการน้ำที่หัวงาน คำนวณได้จากการคิดประสิทธิภาพของระบบส่งน้ำที่จะต้องส่งไปให้แก่พืช ดังนี้

$$DWR = \frac{CWR}{CEF} \quad \text{.....(4.12)}$$

เมื่อ DWR = ความต้องการน้ำที่หัวงาน ล้าน $ม^3$.

CEF = Canal efficiency

4.3.2.7 <u>ปริมาณน้ำที่เหลือระบายออกจากพื้นที่โครงการ</u> (Return Flow)

ปริมาณน้ำที่เหลือระบายออกจากพื้นที่โครงการ ในทางทฤษฎีคำนวณได้จากผลต่าง ๆ ระหว่างปริมาณน้ำที่จ่ายเข้าพื้นที่ซึ่งรวมกับปริมาณฝนที่ตกลงบนพื้นที่และปริมาณน้ำที่พืชเอาไปใช้จริง นั่นคือ

$$RFLO = (FWR/CEF + WRFL - ET) \times AR$$

และปริมาณน้ำที่เหลือระบายออกจากพื้นที่เพาะปลูกของโครงการ จะหมายถึงผลรวมของปริมาณน้ำที่ระบายออกจากพื้นที่ที่ปลูกพืชแต่ละชนิดรวมกับปริมาณน้ำที่ระบายจากพื้นที่ที่ไม่ได้ทำการเพาะปลูกของโครงการ นั่นคือ

$$RFLO = RFLO + (WRFL - ETP) \times (AREA - AREAC)$$

ETP = Potential evapotranspiration

เมื่อ AREA = พื้นที่โครงการ, ไร่

AREAC = พื้นที่เพาะปลูกของโครงการ, ไร่

เนื่องจากมีการสูญเสียน้ำจากการระเหยจากระบบส่งน้ำ จากการรั่วซึมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน (Deep Percolation) เป็นต้น ปริมาณน้ำเหลือระบายที่แท้จริงที่ปรากฏในระบบระบายน้ำจึงน้อยกว่าค่าที่ได้จากการคำนวณทางทฤษฎีข้างต้น ค่าปริมาณน้ำเหลือระบายแท้จริง จึงคำนวณได้โดยการคูณปริมาณน้ำที่คำนวณได้ทางทฤษฎีด้วยแฟคเตอร์ของน้ำเหลือระบาย (Return Flow Factor)

$$RFLO = RFLO \times RFF$$

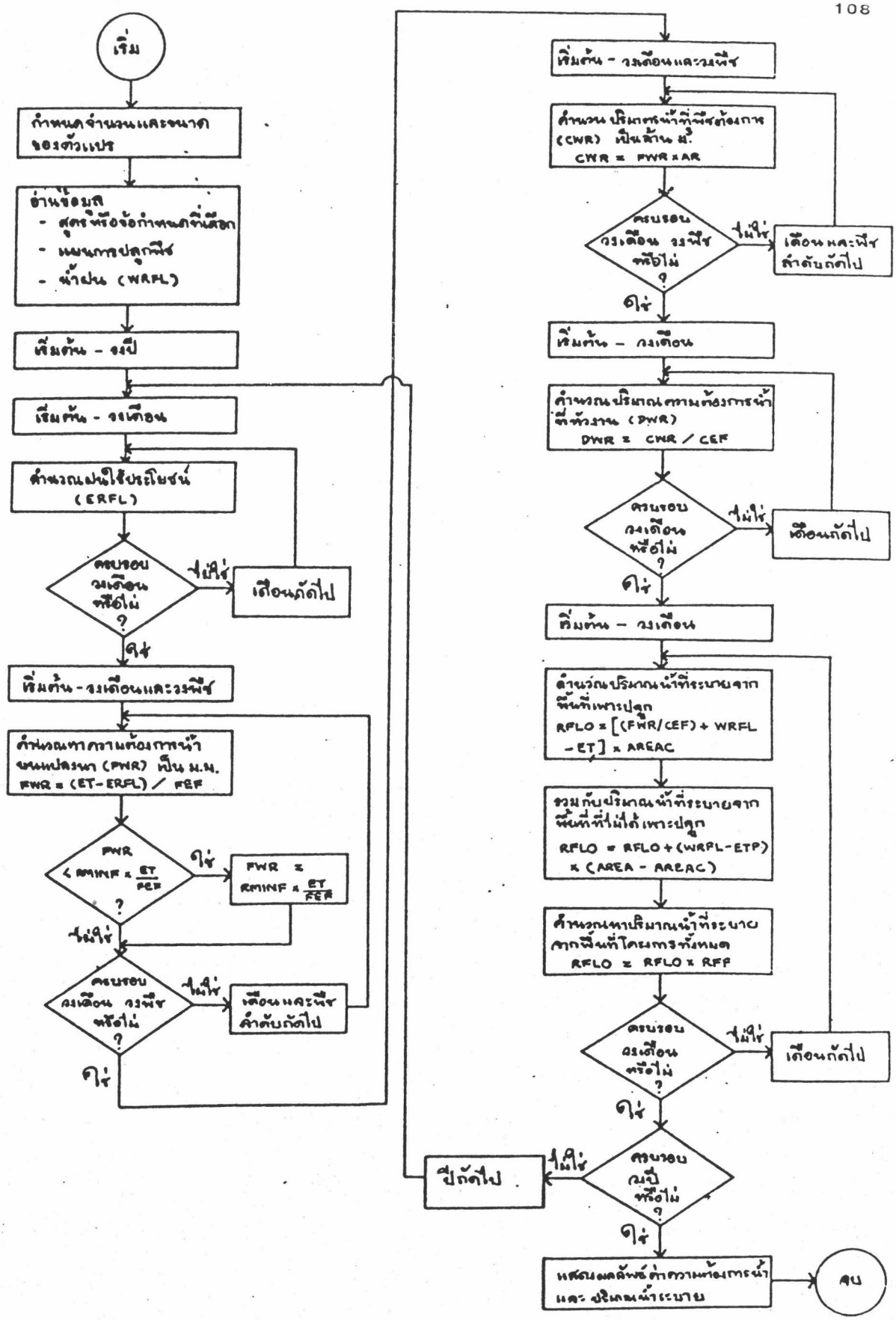
เมื่อ RFF = แฟคเตอร์ของน้ำเหลือระบาย

4.4 แบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน (ชุดโปรแกรม IDMO1)

แบบจำลองความต้องการน้ำชลประทานที่ใช้ในการศึกษานี้ ได้อาศัยโปรแกรมสำเร็จรูปชื่อ Irrigation Demand Model Program ซึ่งสร้างขึ้นโดยศูนย์คอมพิวเตอร์ กรมชลประทาน เมื่อปี พ.ศ. 2520[27] และกรมชลประทานได้ใช้โปรแกรมนี้ในการศึกษาคำนวณหาความต้องการน้ำของโครงการชลประทานอยู่ในปัจจุบัน ชุดโปรแกรมนี้เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในภาษาฟอแทรน (FORTRAN) เพื่อใช้กับเครื่องคำนวณ IBM 1130 และ UNIVAC 1106 จากการศึกษาและพิจารณาโดยละเอียดเห็นว่าชุดโปรแกรมนี้มีความเหมาะสมสำหรับการนำมาประยุกต์ใช้เป็นแบบจำลองความต้องการน้ำชลประทานของโครงการชลประทานไดมน้อยได้ จึงได้นำมาใช้ในการศึกษานี้ ซึ่งบางครั้งจะเรียกแบบจำลองนี้ในอีกชื่อหนึ่งว่า ชุดโปรแกรม IDMO1 อันเป็นชื่อของชุดโปรแกรมสำเร็จรูปที่นำมาใช้นั่นเอง

ชุดโปรแกรม IDMO1 จะทำการคำนวณปริมาณความต้องการน้ำชลประทานในแต่ละเดือนรวมทั้งปริมาณน้ำที่เหลือระบายออก (return flow) ซึ่งหลักเกณฑ์การคำนวณได้กล่าวไว้อย่างละเอียดในหัวข้อที่ 4.3 แผนผังการทำงาน (flow chart) ที่แสดงขั้นตอนการคำนวณของชุดโปรแกรมได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.5 รายละเอียดของชุดโปรแกรมได้แสดงในภาคผนวก รายชื่อตัวแปรสำคัญต่าง ๆ ที่ใช้ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.5

องค์ประกอบของชุดโปรแกรม IDMO1 จะได้แก่ โปรแกรมหลัก (Main Program) และโปรแกรมย่อย (subroutines) ต่าง ๆ อีกถึง 16 โปรแกรมย่อย ซึ่งความหมายและหน้าที่ของแต่ละโปรแกรมได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.6 และมีความสัมพันธ์กันดังแสดงในรูปที่ 4.6 ตัวอย่างลักษณะข้อมูลที่ป้อนเข้า และผลลัพธ์ที่ได้ออกมาจากชุดโปรแกรม IDMO1 ได้แสดงในรูปที่ 4.7 - 4.14



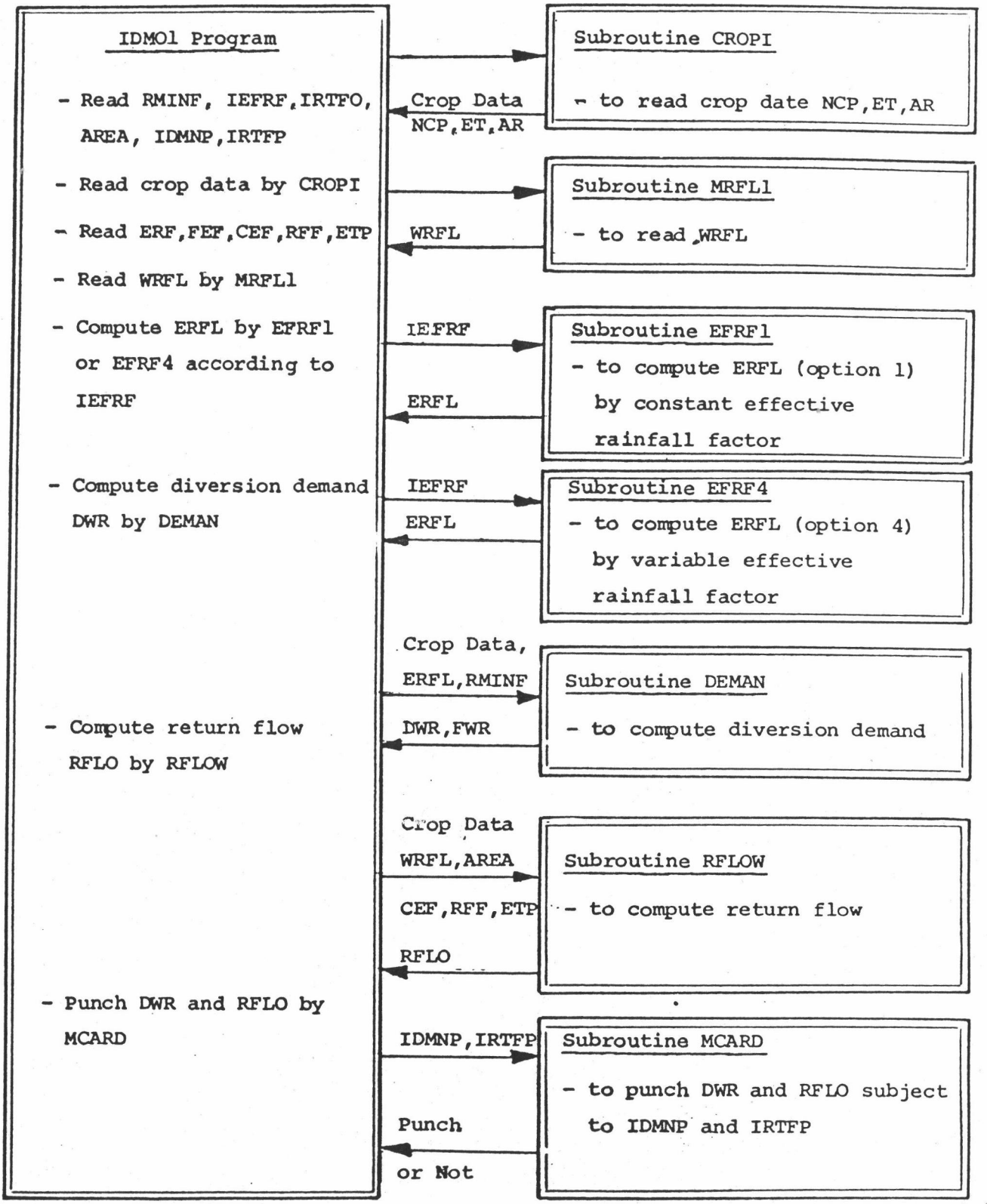
รูปที่ 4.5 ขั้นตอนการคำนวณหาความต้องการน้ำชลประทาน และปริมาณน้ำเหลือระบาย ของชุดโปรแกรม IDMO1

ตารางที่ 4.5 รายชื่อตัวแปรสำคัญของชุดโปรแกรม IDMO1

ชื่อตัวแปร		ความหมาย
IEFRF	-	ระบุวิธีที่จะใช้คำนวณปริมาณฝนใช้ประโยชน์
ERF(12)	-	แฟคเตอร์ฝนใช้ประโยชน์ราย เดือน
FEF(12)	-	ประสิทธิภาพของแปลง เพาะปลูกราย เดือน
CEF(12)	-	ประสิทธิภาพของระบบส่งน้ำ ราย เดือน
RFF(12)	-	แฟคเตอร์ของน้ำ เหลือระบาย ราย เดือน
ETP(12)	-	ศักยภาพการคายระ เหยราย เดือน เป็น มม. (สำหรับพื้นที่ที่ไม่ เพาะปลูก)
ET(20,12)	-	การคายระ เหยของพืชแต่ละชนิด ราย เดือน เป็น มม.
CP(20,6)	-	ชนิดพืช (ไม่ เกิน 20)
AR(20,12)		พื้นที่ เพาะปลูกของพืชแต่ละชนิด, ไร่
FWR(20,12)	-	ค่าความต้องการน้ำบนแปลง เพาะปลูกราย เดือน เป็น มม.
WRFL(50,12)	-	ปริมาณฝนตก เฉลี่ยราย เดือน เป็น มม.
ERFL(50,12)	-	ปริมาณฝนใช้ประโยชน์ เฉลี่ยราย เดือน เป็น มม.
DWR(50,12)	-	ปริมาณความต้องการน้ำที่หัวงาน เป็น ล้านลูกบาศก์ เมตร
RFLO(50,12)	-	ปริมาณน้ำ เหลือระบายจากพื้นที่โครงการ เป็น ล้านลูกบาศก์ เมตร
NYDMS	-	จำนวนปีที่ใช้ในการศึกษา (ไม่ เกิน 50 ปี)
NCP	-	จำนวนพืชที่ เพาะปลูก
AREA	-	พื้นที่โครงการทั้งหมด, ไร่
IDMNP	-	เลือกผลลัพธ์ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานของโครงการให้แสดงในรูปของบัตร
IRTFP	-	เลือกผลลัพธ์ปริมาณน้ำ เหลือระบายจากพื้นที่ ให้แสดงในรูปของบัตร
RMINF	-	แฟคเตอร์กำหนดความต้องการน้ำต่ำสุด

ตารางที่ 4.6 โปรแกรมหลักและโปรแกรมย่อย ที่ใช้ในชุดโปรแกรม IDMOI

ชื่อโปรแกรม	หน้าที่
MAIN PROGRAM	READ TITLE, MINIMUM DEMAND FACTOR, EFFECTIVE RAINFALL COMPUTATION OPTION, RETURN FLOW OPTION, PROJECT AREA, DEMAND AND RETURN FLOW PUNCH OUTPUT OPTIONS, PROJECT CODE, EFFECTIVE RAIN FACTOR, FARM EFFICIENCY, CANAL EFFICIENCY, RETURN FLOW FACTOR AND EVAPOTRANSPIRATION FOR UNCROPPED AREA AND CALL THE FOLLOWING SUBROUTINES
HEADG	PRINT HEADING
CROPI	READ CROP DATA
CROPO	PRINT CROP DATA, EFFECTIVE RAIN FACTOR, FARM EFFICIENCY, CANAL EFFICIENCY, RETURN FLOW FACTOR, UNCROPPED AREA EVAPOTRANSPIRATION, MINIMUM DEMAND FACTOR, PROJECT AREA AND EFFECTIVE RAINFALL COMPUTATION OPTION
MRFLI	READ WEIGHTED RAINFALL AND EFFECTIVE RAINFALL
MEANM	COMPUTE MONTHLY MEAN OF WEIGHTED RAINFALL, EFFECTIVE RAINFALL, DIVERSION DEMAND AND RETURN FLOW
MEANF	FILL MONTHLY MEAN TO MISSING VALUES OF WEIGHTED RAINFALL AND EFFECTIVE RAINFALL
OUTMN	PRINT MONTHLY WEIGHTED RAINFALL, EFFECTIVE RAINFALL, DIVERSION DEMAND AND RETURN FLOW
DEMAN	COMPUTE DIVERSION DEMAND
RFLOW	COMPUTE RETURN FLOW
DCMSO	PRINT DIVERSION DEMAND IN CMS
ACMCM	PRINT ACCUMULATED DEMAND IN MCM
MCARD	PUNCH DIVERSION DEMAND AND RETURN FLOW
EFRF1	COMPUTE EFFECTIVE RAINFALL OPTION 1
EFRF2	COMPUTE EFFECTIVE RAINFALL OPTION 2
EFRF3	COMPUTE EFFECTIVE RAINFALL OPTION 3
EFRF4	COMPUTE EFFECTIVE RAINFALL OPTION 4



รูปที่ 4.6 องค์ประกอบและโครงสร้างของแบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน (ชุดโปรแกรม IDMO1) สำหรับการคำนวณความต้องการน้ำชลประทานและปริมาณน้ำที่เหลือระบายออกจากโครงการชลประทานไดบน้อย

```
// XEQ IDM01
LAM DOM NOI PROJECT   CROP PATTERN P2 + PENMAN                          CASE 21
OPTION     0.25      4      1                  1       DMCM
CP   1       W/S RICE - LV.
CP   1   1   NURSERY
CP   1   2   LAND PREPARATION
CP   1   3   GROWING PERIOD
CP   1   4   PERCOLATION
CP   2       W/S RICE -HYV.
CP   2   1   NURSERY
CP   2   2   LAND PREPARATION
CP   2   3   GROWING PERIOD
CP   2   4   PERCOLATION
CP   3       W/S UPLAND CROP
CP   4       D/S RICE - HYV.
CP   4   1   NURSERY
CP   4   2   LAND PREPARATION
CP   4   3   GROWING PERIOD
CP   4   4   LAND PREPARATION
CP   5       D/S UPLAND CROP
CP
AR   1   1          200   200
AR   1   2         3000  3000
AR   1   3              3000  6000  6000  6000  6000  3000
AR   1   4              3000  6000  6000  6000  6000  3000
AR   2   1              3335  3335
AR   2   2             50000 50000
AR   2   3                   50000100000100000100000 50000
AR   2   4                   50000100000100000100000 50000
AR   3                 22000 44000 44000 44000 22000
AR   4   1                                              2000  2000
AR   4   2                                             30000 30000
AR   4   3 30000                                             30000 60000 60000
AR   4   4 30000                                             30000 60000 60000
AR   5       7500                                       7500 15000 15000 15000
AR
ET   1   1          400   400
ET   1   2          250   250
ET   1   3             119.0 137.2 132.8 123.2 112.6 53.5
ET   1   4               60    60    60    60    60    30
ET   2   1              400   400
ET   2   2              250   250
ET   2   3                  140.0 158.1 169.6 132.0 57.4
ET   2   4                    60    60    60    60    30
ET   3                 42.0  63.0 112.9 109.7  53.6
ET   4   1                                              400   400
ET   4   2                                              350   350
ET   4   3 107.5                                             127.5 169.7 217.1
ET   4   4    45                                               90    90    90
ET   5       67.2                                       36.0  56.3 127.6 142.0
ET
ERF
FEF        0.70  0.70  0.70  0.70  0.70  0.70  0.70  0.70  0.70  0.70  0.70  0.70
CEF        0.90  0.90  0.90  0.90  0.90  0.90  0.90  0.90  0.90  0.90  0.90  0.90
REF        0.75  0.75  0.75  0.30  0.30  0.70  0.90  0.90  0.90  0.75  0.75  0.75
ETP
DNWRF1  WEIGHTED RAINFALL FROM OPTION 3.03
DNWRF152  63.6  56.6 159.5 305.1 420.8 236.5 204.0   0.0   0.0   5.6   0.0  43.9
DNWRF153  97.7 163.8 431.1 175.1 210.8 234.2 115.8  24.1   0.0   0.0   0.0  15.5
DNWRF154  19.0 122.1 112.2 143.7 392.7 403.8  25.6   0.0   5.3   0.0   0.0   0.0
DNWRF155  38.6 151.4 318.3 230.8 201.9 136.2  19.5   6.6   0.0   0.0  17.6  32.4
DNWRF156 145.2 277.0 156.9 359.0 145.3 389.5  60.2   4.1   0.0   0.0   1.6 187.3
DNWRF157  89.5  29.6 218.7 105.9 296.9 348.6  32.7   0.0   0.0   0.0   0.0   0.0
DNWRF158   0.9  84.2 168.4 252.8 362.2 264.4  25.8   6.8   0.0   0.0   0.0   2.8
DNWRF159  72.7  84.2 147.3  67.1 104.9 188.3  74.8   0.0   0.0   0.0   0.0   7.9
DNWRF160  19.1 132.2 131.1 178.0 235.3 227.2 138.9   8.5   0.0   0.0   0.0  19.7
DNWRF161  14.6 242.1 204.2 306.4 325.4 220.7 221.7   0.0   0.6   0.0  94.0   5.1
DNWRF162  16.2 268.2 264.6 278.4 453.9 477.5  77.7   0.0   0.0   0.0   0.0  14.4
DNWRF163   2.0  60.8 143.3  86.5 234.3 181.5 190.5  32.7   0.0   0.0   0.0  73.2
DNWRF164   4.8 491.4 157.0 280.9 245.8 432.9 245.8  61.6   0.0   0.0   2.4   9.5
DNWRF165 144.6 340.9 440.1 193.5 248.5 266.1  21.9   1.0   0.0   0.0   4.6  80.2
DNWRF166  94.4 272.3 538.2 177.1 312.9 235.8  71.0   0.0   0.0   0.0   0.0   0.0
DNWRF167 152.9 173.2 153.7 337.9 582.6 329.1 136.9  14.9   0.0   0.0   0.0   1.7
DNWRF168 134.7 155.9  75.4 286.5 777.6 539.0  68.0   0.0   0.0   0.2   9.1  19.1
DNWRF169  48.4 263.1 160.5 370.4 177.6 216.7 133.4   0.0   0.0   0.0   0.0   0.0
DNWRF170  68.1 146.9 416.4 185.8 389.6  85.6  25.5   0.0   0.0   0.0   0.0   0.0
DNWRF171  39.1 110.8 213.4 289.1 220.9 156.4  23.7   0.0   0.0   0.0  58.3  62.5
DNWRF172  28.3  74.2 568.9 353.8 290.7 311.1 140.1  57.2  26.7   8.9   0.0  13.3
DNWRF173  60.1 191.9 140.9 440.2 317.9 275.4  52.8   1.2   0.0   0.5   7.5   5.2
DNWRF174 250.4 216.0 237.5 217.4 529.7 234.3  77.7  36.2   4.2   7.1  32.8   3.4
DNWRF175  65.9 265.2 425.9 315.8 316.3 449.4 198.4  54.6   1.3   0.0   0.0  14.0
DNWRF176  47.7 274.6 242.3 337.1 372.2 280.1 236.2  17.9  14.7   0.0   0.0  51.7
DNWRF177  81.2  47.4 102.7 278.5 259.6 394.1  15.8   0.9   0.1   0.0   0.0  18.7
DNWRF178 119.6 193.6 291.1 237.9 574.5 337.7  63.7  20.0   0.0   0.0   0.0   0.0
DNWRF1
```

รูปที่ 4.7 ตัวอย่างลักษณะของข้อมูลเข้าที่ใช้ในการคำนวณความต้องการน้ำชลประทานของชุดโปรแกรม (กรณีที่ 7)

ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT, THAILAND
LAM DOM NOI PROJECT CROP PATTERN P2 & PENMAN CASE 21 COMPUTER CENTER DEMAND MODEL 1

CROP CALENDARS, CROPPED AREAS IN RAI

CROP	ITEM	DESCRIPTION	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR
1	0	W/S RICE - LV.												
1	1	NURSERY	0.	200.	200.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
		EVAPOTRANSPIRATION, MM	0.	400.	400.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
1	2	LAND PREPARATION	0.	3000.	3000.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
		EVAPOTRANSPIRATION, MM	0.	250.	250.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
1	3	GROWING PERIOD	0.	0.	3000.	6000.	6000.	6000.	6000.	3000.	0.	0.	0.	0.
		EVAPOTRANSPIRATION, MM	0.	0.	119.	137.	132.	125.	112.	53.	0.	0.	0.	0.
1	4	PERCOLATION	0.	0.	3000.	6000.	6000.	6000.	6000.	3000.	0.	0.	0.	0.
		EVAPOTRANSPIRATION, MM	0.	0.	60.	60.	60.	60.	60.	30.	0.	0.	0.	0.
2	0	W/S RICE -HYV.												
2	1	NURSERY	0.	0.	3335.	3335.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
		EVAPOTRANSPIRATION, MM	0.	0.	400.	400.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
2	2	LAND PREPARATION	0.	0.	50000.	50000.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
		EVAPOTRANSPIRATION, MM	0.	0.	250.	250.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
2	3	GROWING PERIOD	0.	0.	0.	50000.	100000.	100000.	100000.	50000.	0.	0.	0.	0.
		EVAPOTRANSPIRATION, MM	0.	0.	0.	140.	158.	169.	132.	57.	0.	0.	0.	0.
2	4	PERCOLATION	0.	0.	0.	50000.	100000.	100000.	100000.	50000.	0.	0.	0.	0.
		EVAPOTRANSPIRATION, MM	0.	0.	0.	60.	60.	60.	60.	30.	0.	0.	0.	0.
3	0	W/S UPLAND CROP	0.	0.	22000.	44000.	44000.	44000.	22000.	0.	0.	0.	0.	0.
		EVAPOTRANSPIRATION, MM	0.	0.	42.	63.	112.	109.	53.	0.	0.	0.	0.	0.
4	0	D/S RICE - HYV.												
4	1	NURSERY	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	2000.	2000.	0.	0.
		EVAPOTRANSPIRATION, MM	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	400.	400.	0.	0.
4	2	LAND PREPARATION	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	30000.	30000.	0.	0.
		EVAPOTRANSPIRATION, MM	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	350.	350.	0.	0.
4	3	GROWING PERIOD	30000.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	30000.	60000.	60000.
		EVAPOTRANSPIRATION, MM	107.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	127.	169.	217.
4	4	LAND PREPARATION	30000.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	30000.	60000.	60000.
		EVAPOTRANSPIRATION, MM	45.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	90.	90.	90.
5	0	D/S UPLAND CROP	7500.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	7500.	15000.	15000.	15000.
		EVAPOTRANSPIRATION, MM	67.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	36.	56.	127.	142.

---	EFFECTIVE RAIN FACTOR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	FARM EFFICIENCY	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
	CANAL EFFICIENCY	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
	RETURN FLOW FACTOR	0.75	0.75	0.75	0.30	0.30	0.70	0.90	0.90	0.90	0.75	0.75	0.75
	UNCROPPED AREA ETP, MM	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
	MINIMUM DEMAND FACTOR	0.25											
	PROJECT AREA, RAI	0.											
	EFFECTIVE RAINFALL COMPUTATION OPTION	4											

รูปที่ 4.8 ตัวอย่างของข้อมูลออก(กรณีที่ 7.)-แสดงข้อมูลเข้าที่ใช้คำนวณในรูปของตารางปฏิทินการปลูกพืช ขนาดพื้นที่ รวมทั้งแฟคเตอร์และค่าประสิทธิภาพต่างๆ

ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT, THAILAND
LAM DOM NOI PROJECT CROP PATTERN P2 & PENMAN CASE 21 COMPUTER CENTER
DEMAND MODEL 2

WEIGHTED RAINFALL IN MILLIMETERS

WATER YEAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	ANNUAL
1952	68.60	56.60	159.50	305.10	420.80	236.50	204.00	0.00	0.00	5.60	0.00	43.90	1495.59
1953	97.70	163.80	431.10	175.10	210.80	234.20	115.30	24.10	0.00	0.00	0.00	15.50	1468.09
1954	19.00	122.10	112.20	143.70	392.70	403.80	25.60	0.00	5.30	0.00	0.00	0.00	1224.39
1955	30.60	151.40	318.30	230.80	201.90	136.20	19.50	6.60	0.00	0.00	17.60	32.40	1153.29
1956	145.20	277.00	156.90	359.00	145.30	339.50	60.20	4.10	0.00	0.00	1.60	187.30	1726.09
1957	89.50	29.60	219.70	105.90	296.90	348.60	32.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1121.89
1958	0.90	84.20	169.40	252.80	362.20	264.40	25.80	6.80	0.00	0.00	0.00	2.80	1168.29
1959	72.70	84.20	147.00	67.10	104.90	188.30	74.80	0.00	0.00	0.00	0.00	7.90	747.19
1960	19.10	132.20	131.10	178.00	235.30	227.20	138.90	8.50	0.00	0.00	0.00	19.70	1089.99
1961	14.60	242.10	204.20	306.40	325.40	220.70	221.70	0.00	0.60	0.00	94.00	5.10	1634.79
1962	16.20	269.20	264.60	278.40	453.90	477.50	77.70	0.00	0.00	0.00	0.00	14.40	1850.89
1963	2.00	50.80	142.30	96.50	234.30	181.50	190.50	32.70	0.00	0.00	0.00	73.20	1004.79
1964	4.80	491.40	157.00	280.90	245.80	432.90	245.80	61.60	0.00	0.00	2.40	9.50	1932.09
1965	144.50	340.90	440.10	193.50	248.50	266.10	21.90	1.00	0.00	0.00	4.60	80.20	1741.39
1966	94.40	272.30	533.00	177.10	312.90	235.80	71.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1701.69
1967	152.90	173.20	153.70	337.90	582.60	329.10	136.90	14.90	0.00	0.00	0.00	1.70	1882.89
1968	134.70	155.90	75.40	296.50	777.60	539.00	68.00	0.00	0.00	0.20	9.10	19.10	2065.50
1969	43.40	263.10	160.80	370.40	177.60	216.70	133.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1370.09
1970	68.10	146.90	416.40	185.80	389.60	85.60	25.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1317.89
1971	39.10	110.80	213.40	299.10	220.90	156.40	23.70	0.00	0.00	0.00	58.30	62.50	1174.19
1972	28.30	74.20	568.90	353.80	290.70	311.10	140.10	57.20	26.70	8.90	0.00	13.30	1873.19
1973	60.10	191.90	140.90	440.20	317.90	275.40	52.80	1.20	0.00	0.50	7.50	5.20	1493.59
1974	250.40	216.00	237.50	217.40	529.70	234.30	77.70	36.20	4.20	7.10	32.80	3.40	1846.69
1975	65.90	265.20	425.90	315.80	316.30	449.40	198.40	54.60	1.30	0.00	0.00	14.00	2106.79
1976	47.70	274.60	242.30	337.10	372.20	280.10	236.20	17.90	14.70	0.00	0.00	51.70	1874.49
1977	81.20	47.40	102.70	278.50	259.60	394.10	15.80	0.90	0.10	0.00	0.00	18.70	1198.99
1978	119.60	193.60	291.10	237.90	574.50	337.70	63.70	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1938.09
AVERAGE	71.05	131.09	245.17	251.50	333.36	290.81	99.92	12.89	1.95	0.82	8.44	25.24	1522.33

รูปที่ 4.9 ตัวอย่างของข้อมูลออก(กรณีที่ 7.)-ปริมาณฝนของโครงการ ,ม.ม.

ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT, THAILAND
LAM DOM NOI PROJECT CROP PATTERN P2 & PENMAN CASE 21 COMPUTER CENTER
DEMAND MODEL 3

EFFECTIVE RAINFALL IN MILLIMETERS

WATER YEAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	ANNUAL
1952	58.16	53.95	94.33	120.00	120.00	107.30	82.08	0.00	0.00	5.60	0.00	43.90	685.32
1953	78.61	94.83	120.00	96.51	102.16	106.83	62.10	24.10	0.00	0.00	0.00	15.50	700.77
1954	19.00	85.74	83.17	91.36	120.00	120.00	25.43	0.00	5.30	0.00	0.00	0.00	550.01
1955	38.60	93.19	120.00	106.16	100.38	89.41	19.50	6.60	0.00	0.00	17.60	32.40	623.84
1956	91.75	115.40	93.96	120.00	91.77	120.00	46.06	4.10	0.00	0.00	1.60	98.22	782.87
1957	73.69	29.60	103.74	81.53	119.38	120.00	30.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	558.49
1958	0.90	70.52	95.57	110.55	120.00	112.88	25.57	6.80	0.00	0.00	0.00	2.80	545.61
1959	63.62	70.52	93.29	60.25	81.27	98.36	50.44	0.00	0.00	0.00	0.00	7.90	524.67
1960	19.10	89.37	89.08	96.92	107.05	105.44	68.11	8.50	0.00	0.00	0.00	19.70	601.29
1961	14.60	109.41	100.53	120.00	120.00	104.13	82.43	0.00	0.60	0.00	76.40	5.10	732.53
1962	16.20	113.62	112.91	115.67	120.00	120.00	51.31	0.00	0.00	0.00	0.00	14.40	664.14
1963	2.00	56.48	91.25	71.90	106.96	97.41	79.91	32.70	0.00	0.00	0.00	63.91	602.43
1964	4.80	120.00	93.98	116.17	109.16	120.00	82.91	56.95	0.00	0.00	2.40	9.50	715.89
1965	91.59	120.00	120.00	99.09	109.70	113.22	21.90	1.00	0.00	0.00	4.60	58.12	749.22
1966	76.63	114.46	120.00	96.79	120.00	107.16	49.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	684.35
1967	93.40	96.24	93.51	120.00	120.00	120.00	67.59	14.90	0.00	0.00	0.00	1.70	727.36
1968	89.02	93.82	65.24	117.30	120.00	120.00	48.40	0.00	0.00	0.20	9.10	19.10	682.18
1969	43.40	112.61	94.47	120.00	95.96	103.33	66.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	642.37
1970	60.35	92.19	120.00	98.01	120.00	71.36	25.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	587.78
1971	39.10	82.80	102.68	117.82	104.18	93.89	23.70	0.00	0.00	0.00	54.98	57.50	676.66
1972	28.30	64.52	120.00	120.00	118.13	120.00	68.42	54.31	26.70	8.90	0.00	13.30	742.60
1973	56.06	98.96	90.63	120.00	120.00	115.08	43.84	1.20	0.00	0.50	7.50	5.20	658.87
1974	110.08	103.20	107.50	103.49	120.00	106.86	51.31	36.20	4.20	7.10	32.80	3.40	786.12
1975	59.54	113.03	120.00	120.00	120.00	120.00	81.64	52.76	1.30	0.00	0.00	14.00	802.28
1976	47.70	114.91	103.46	120.00	120.00	116.02	82.72	17.90	14.70	0.00	0.00	51.02	793.44
1977	68.72	47.40	80.70	115.70	111.91	120.00	15.80	0.90	0.10	0.00	0.00	15.70	579.94
1978	55.09	99.10	118.22	107.58	120.00	120.00	47.11	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	717.10
AVERAGE	53.16	90.88	101.91	106.77	112.55	109.95	51.35	12.55	1.95	0.92	7.66	20.94	671.05

รูปที่ 4.10 ตัวอย่างของข้อมูลออก(กรณีที่ 7.)-ปริมาณฝนใช้ประโยชน์,ม.ม.

ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT, THAILAND
LAM DOM NOI PROJECT CROP PATTERN P2 & PENMAN CASE 21 COMPUTER CENTER
DEMAND MODEL 4

DIVERSION DEMAND IN MILLION CUBIC METERS

WATER YEAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	ANNUAL
1952	4.93	1.66	24.62	27.73	17.73	23.39	17.92	11.73	29.38	45.89	44.43	37.15	286.63
1953	3.37	1.33	20.93	32.09	21.90	23.51	23.30	5.46	29.38	47.41	44.43	46.89	300.05
1954	9.64	1.41	26.27	33.52	17.73	20.16	39.27	11.73	28.85	47.41	44.43	52.20	332.67
1955	6.65	1.35	20.93	29.61	22.35	27.98	42.79	9.95	29.38	47.41	38.39	41.09	317.94
1956	3.22	1.17	24.67	27.73	24.66	20.16	27.62	10.63	29.38	47.41	43.85	23.21	283.79
1957	3.75	1.36	23.27	36.25	17.73	20.16	36.23	11.73	29.38	47.41	44.43	52.20	324.46
1958	12.74	1.53	24.44	29.01	17.73	21.97	39.13	9.90	29.39	47.41	44.43	51.24	329.02
1959	4.52	1.33	24.91	42.16	27.86	25.66	26.44	11.73	29.38	47.41	44.43	49.49	335.56
1960	9.62	1.33	25.53	31.98	20.66	23.66	21.68	9.44	29.38	47.41	44.43	45.45	310.87
1961	10.39	1.22	23.69	27.73	17.73	24.19	17.83	11.73	29.32	47.41	19.59	50.45	281.34
1962	10.12	1.18	21.95	28.32	17.73	20.16	26.21	11.73	29.38	47.41	44.43	47.26	305.94
1963	12.55	1.64	25.05	38.93	20.71	25.90	18.51	4.30	29.38	47.41	44.43	30.29	299.16
1964	12.07	1.13	24.67	28.25	20.12	20.16	17.70	2.93	29.38	47.41	43.61	48.94	296.43
1965	3.22	1.13	20.93	31.38	19.99	21.89	41.37	11.46	29.38	47.41	42.85	28.94	299.99
1966	3.52	1.17	20.93	32.01	17.73	23.42	26.75	11.73	29.38	47.41	44.43	52.20	310.75
1967	3.22	1.32	24.74	27.73	17.73	20.16	21.82	7.72	29.38	47.41	44.43	51.62	297.34
1968	3.22	1.34	28.98	28.10	17.73	20.16	26.99	11.73	29.38	47.36	41.31	45.65	302.01
1969	5.71	1.19	24.60	27.73	23.29	24.39	22.07	11.73	29.38	47.41	44.43	52.20	314.19
1970	4.73	1.35	20.93	31.68	17.73	34.66	39.31	11.73	29.38	47.41	44.43	52.20	334.99
1971	6.60	1.43	23.42	28.03	21.39	26.79	40.30	11.73	29.38	47.41	25.58	32.49	294.60
1972	8.04	1.58	20.93	27.73	17.84	20.16	21.60	2.93	26.70	44.99	44.43	47.64	284.64
1973	5.09	1.30	25.15	27.73	17.73	21.41	28.53	11.41	29.38	47.27	41.86	50.42	307.34
1974	3.22	1.26	22.73	30.17	17.73	23.50	26.21	3.83	28.96	45.43	33.18	51.03	287.36
1975	4.83	1.13	20.93	27.73	17.73	20.16	18.04	2.93	29.25	47.41	44.43	47.40	282.09
1976	5.73	1.17	22.59	27.73	17.73	21.17	17.75	6.91	27.90	47.41	44.43	34.71	275.35
1977	4.13	1.72	26.64	28.32	19.42	20.16	44.99	11.49	29.37	47.41	44.43	45.79	323.92
1978	3.22	1.30	21.19	29.42	17.73	20.16	27.34	6.35	29.38	47.41	44.43	52.20	300.18
AVERAGE	6.23	1.39	23.54	30.33	19.49	22.77	28.37	9.13	29.18	47.19	41.85	45.20	304.46

รูปที่ 4.11 ตัวอย่างของข้อมูลออก(กรณีที่ 7.)-ความต้องการน้ำชลประทาน,ล้าน ม.^{3}

ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT, THAILAND
LAM DOM NOI PROJECT CROP PATTERN P2 & PENMAN CASE 21 COMPUTER CENTER
DEMAND MODEL 5

DIVERSION DEMAND IN CUBIC METERS PER SECOND

WATER YEAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	ANNUAL
1952	1.904	0.623	9.500	10.356	6.621	9.025	6.694	4.527	10.970	17.134	18.367	13.871	9.089
1953	1.303	0.498	8.078	11.983	8.178	9.070	8.701	2.107	10.970	17.702	18.367	17.507	9.514
1954	3.719	0.526	10.136	12.517	6.621	7.781	14.662	4.527	10.772	17.702	18.367	19.491	10.548
1955	2.566	0.504	8.078	11.056	8.347	10.795	15.979	3.941	10.970	17.702	15.873	15.343	10.082
1956	1.244	0.436	9.520	10.356	9.207	7.781	10.314	4.101	10.970	17.702	18.140	8.666	8.999
1957	1.447	0.697	8.979	13.536	6.621	7.781	13.528	4.527	10.970	17.702	18.367	19.491	10.288
1958	4.916	0.573	9.431	10.834	6.621	8.478	14.630	3.820	10.970	17.702	18.367	19.132	10.433
1959	1.743	0.573	9.613	15.741	10.404	9.901	9.874	4.527	10.970	17.702	18.367	19.480	10.641
1960	3.713	0.518	9.849	11.941	7.713	9.207	8.098	3.644	10.970	17.702	18.357	16.969	9.857
1961	4.010	0.458	9.139	10.356	6.621	9.335	6.658	4.527	10.943	17.702	8.100	18.938	8.921
1962	3.905	0.442	8.470	10.575	6.621	7.781	9.786	4.527	10.970	17.702	18.367	17.646	9.701
1963	4.844	0.615	9.670	14.535	7.732	9.994	6.912	1.660	10.970	17.702	18.367	11.309	9.486
1964	4.659	0.422	9.519	10.550	7.514	7.781	6.610	1.131	10.970	17.702	18.027	18.275	9.399
1965	1.244	0.422	8.078	11.716	7.463	8.445	15.446	4.423	10.970	17.702	17.715	10.806	9.512
1966	1.361	0.439	8.078	11.954	6.621	9.039	9.989	4.527	10.970	17.702	18.367	19.491	9.354
1967	1.244	0.494	9.545	10.356	6.621	7.781	8.150	2.979	10.970	17.702	18.367	19.273	9.428
1968	1.244	0.502	11.182	10.493	6.621	7.781	10.079	4.527	10.970	17.682	17.477	17.045	9.576
1969	2.206	0.445	9.492	10.356	8.596	9.413	8.241	4.527	10.970	17.702	18.367	19.491	9.963
1970	1.825	0.507	8.078	11.829	6.621	13.141	14.678	4.527	10.970	17.702	18.367	19.491	10.622
1971	2.547	0.535	9.038	10.467	7.986	10.338	15.047	4.527	10.970	17.702	10.575	12.130	9.341
1972	3.104	0.591	8.078	10.356	6.663	7.781	8.066	1.131	9.970	16.799	18.367	17.788	9.026
1973	1.966	0.487	9.705	10.356	6.621	8.263	10.654	4.402	10.970	17.651	17.304	18.825	9.745
1974	1.244	0.473	8.771	11.264	6.621	9.068	9.786	1.476	10.813	16.982	13.716	19.056	9.112
1975	1.863	0.444	8.078	10.356	6.521	7.781	6.737	1.131	10.922	17.702	18.367	17.699	8.945
1976	2.231	0.438	8.717	10.356	6.621	8.171	6.629	2.668	10.420	17.702	18.367	12.960	8.731
1977	1.594	0.643	10.290	10.574	7.252	7.781	16.799	4.433	10.967	17.702	18.367	17.097	10.271
1978	1.244	0.486	8.177	10.985	6.621	7.781	10.209	2.450	10.970	17.702	18.367	19.491	9.518
AVERAGE	2.403	0.511	9.084	11.324	7.277	8.788	10.480	3.526	10.897	17.618	17.301	16.876	9.652

รูปที่ 4.12 ตัวอย่างของข้อมูลออก(กรณีที่ 7.)-ความต้องการน้ำชลประทาน,$ม^3$/วินาที

ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT, THAILAND
LAM SOOK NOI PROJECT CROP PATTERN P2 & PENMAN

CASE 21

COMPUTER CENTER
DEMAND MODEL 6

ACCUMULATED DEMAND IN MILLION CUBIC METERS

WATER YEAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR
1952	4.9	6.6	31.2	58.9	76.7	100.1	118.0	129.7	159.1	205.0	249.4	286.6
1953	290.0	291.3	312.2	344.3	366.2	389.7	413.1	418.5	447.9	495.3	539.7	586.6
1954	596.3	597.7	624.0	657.5	675.2	695.4	734.7	746.4	775.3	822.7	867.1	919.3
1955	926.0	927.3	948.3	977.9	1000.2	1028.2	1071.0	1081.0	1110.3	1157.8	1196.2	1237.3
1956	1240.5	1241.7	1266.3	1294.1	1315.7	1338.9	1366.5	1377.2	1406.5	1454.0	1497.8	1521.1
1957	1524.8	1526.7	1549.9	1586.2	1603.9	1624.1	1660.3	1672.1	1701.5	1748.9	1793.3	1845.5
1958	1858.3	1859.8	1884.2	1913.3	1931.0	1953.0	1992.2	2002.1	2031.4	2078.9	2123.3	2174.5
1959	2179.1	2180.6	2205.5	2247.7	2275.5	2301.2	2327.7	2339.4	2368.8	2416.2	2460.6	2510.1
1960	2519.7	2521.1	2546.7	2578.6	2599.3	2623.2	2644.9	2654.3	2683.7	2731.1	2775.5	2821.0
1961	2831.4	2832.6	2855.3	2884.0	2901.8	2926.0	2943.8	2955.5	2984.9	3032.3	3051.9	3102.3
1962	3112.5	3113.6	3135.6	3163.9	3181.7	3201.8	3228.0	3239.8	3269.2	3316.6	3361.0	3408.3
1963	3420.8	3422.5	3447.5	3486.5	3507.2	3533.1	3551.6	3555.9	3585.3	3632.7	3677.1	3707.4
1964	3719.5	3720.6	3745.3	3773.6	3793.7	3813.9	3831.6	3834.5	3863.9	3911.3	3954.9	4003.9
1965	4007.1	4008.2	4029.2	4060.5	4080.5	4102.4	4143.8	4155.3	4184.6	4232.1	4274.9	4303.9
1966	4307.4	4308.6	4329.5	4361.5	4379.3	4402.7	4429.4	4441.2	4470.6	4518.0	4562.4	4614.6
1967	4617.8	4619.2	4643.9	4671.6	4689.4	4709.5	4731.4	4739.1	4768.5	4815.9	4860.3	4912.0
1968	4915.2	4916.5	4945.5	4973.6	4991.3	5011.5	5038.5	5050.2	5079.6	5127.0	5168.3	5214.0
1969	5219.7	5220.9	5245.5	5273.2	5296.5	5320.9	5343.0	5354.7	5384.1	5431.5	5475.9	5528.1
1970	5532.9	5534.2	5555.2	5586.9	5604.6	5638.7	5678.0	5689.7	5719.1	5766.5	5810.9	5863.1
1971	5869.7	5871.2	5894.6	5922.6	5944.0	5970.8	6011.1	6022.9	6052.2	6099.7	6125.2	6157.7
1972	6165.8	6167.4	6188.3	6216.0	6233.9	6254.1	6275.7	6278.6	6305.3	6350.3	6394.7	6442.4
1973	6447.5	6448.8	6473.9	6501.7	6519.4	6540.8	6569.4	6580.8	6610.2	6657.4	6699.3	6749.7
1974	6752.9	6754.2	6776.9	6807.1	6824.9	6848.4	6874.6	6878.4	6907.4	6952.8	6986.0	7037.1
1975	7041.9	7043.1	7064.0	7091.8	7109.5	7129.7	7147.7	7150.7	7179.9	7227.3	7271.8	7319.2
1976	7324.9	7326.1	7348.7	7376.5	7394.2	7415.4	7433.1	7440.0	7468.0	7515.4	7559.8	7594.5
1977	7598.6	7600.4	7627.0	7655.3	7674.8	7694.9	7739.9	7751.4	7780.8	7828.2	7872.6	7918.4
1978	7921.7	7923.0	7944.2	7973.6	7991.3	8011.5	8038.8	8045.2	8074.6	8122.0	8166.4	8218.6

รูปที่ 4.13 ตัวอย่างของข้อมูลออก(กรณีที่ 7.)-ผลรวมสะสมของความต้องการน้ำชลประทาน,ล้าน ม.^{3}

ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT, THAILAND
LAM DOM NOI PROJECT CROP PATTERN P2 & PENMAN CASE 21 COMPUTER CENTER
DEMAND MODEL 7

RETURN FLOW IN MILLION CUBIC METERS

WATER YEAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	ANNUAL
1952	5.15	0.20	15.50	30.16	51.70	67.80	69.13	0.14	9.10	13.29	12.33	21.59	296.15
1953	7.91	0.58	41.90	17.31	25.90	67.14	39.41	3.82	9.10	12.59	12.33	16.99	255.03
1954	1.53	0.43	10.90	14.20	48.25	115.77	9.02	0.14	9.09	12.59	12.33	14.48	249.09
1955	3.12	0.54	30.93	22.82	24.80	39.05	6.96	1.14	9.10	12.59	15.18	19.73	186.02
1956	11.76	0.99	15.25	35.49	17.85	111.67	20.68	0.76	9.10	12.59	12.58	44.82	293.60
1957	7.24	0.10	21.25	10.47	36.48	99.95	11.41	0.14	9.10	12.59	12.33	14.48	235.59
1958	0.07	0.30	16.36	24.99	44.50	75.80	9.08	1.17	9.10	12.59	12.33	14.94	221.29
1959	5.88	0.30	14.31	6.63	12.59	53.98	25.60	0.14	9.10	12.59	12.33	15.76	169.56
1960	1.54	0.47	12.74	17.60	28.91	65.14	47.19	1.43	9.10	12.59	12.33	17.67	226.77
1961	1.18	0.87	19.84	30.29	39.98	63.27	75.09	0.14	9.14	12.59	27.55	15.31	295.31
1962	1.31	0.96	25.71	27.52	55.77	136.90	26.57	0.14	9.10	12.59	12.33	15.81	325.78
1963	0.16	0.21	13.92	8.55	25.79	52.03	64.58	5.23	9.10	12.59	12.33	26.34	233.79
1964	0.39	1.76	15.25	27.77	30.20	124.12	83.22	9.54	9.10	12.59	12.71	16.02	342.73
1965	11.71	1.22	42.77	19.13	30.53	76.29	7.77	0.29	9.10	12.59	13.07	27.47	252.00
1966	7.54	0.98	52.31	17.51	38.44	67.60	24.31	0.14	9.10	12.59	12.33	14.48	257.48
1967	12.38	0.62	14.93	33.41	71.58	94.35	46.52	2.41	9.10	12.59	12.33	14.76	325.04
1968	10.91	0.56	7.32	29.32	95.55	154.54	23.30	0.14	9.10	12.61	13.80	17.58	373.78
1969	3.92	0.94	15.60	36.62	21.82	62.13	45.34	0.14	9.10	12.59	12.33	14.48	235.05
1970	5.51	0.52	40.47	18.37	47.87	24.54	8.98	0.14	9.10	12.59	12.33	14.48	194.95
1971	3.16	0.39	20.74	29.58	27.14	44.84	8.38	0.14	9.10	12.59	21.77	24.61	201.49
1972	2.29	0.26	55.29	34.98	35.72	89.19	47.60	8.87	10.55	13.71	12.33	15.64	327.47
1973	4.85	0.69	13.69	43.52	39.06	78.96	18.18	0.32	9.10	12.65	13.54	15.32	249.95
1974	20.28	0.77	23.09	21.49	65.08	67.17	26.57	5.66	9.23	13.48	17.64	15.03	285.65
1975	5.33	0.95	41.39	31.22	38.86	128.85	67.24	8.47	9.17	12.59	12.33	16.75	373.21
1976	3.86	0.98	23.55	33.33	45.73	80.31	79.98	2.87	9.90	12.59	12.33	22.86	328.33
1977	6.57	0.17	9.98	27.53	21.69	112.99	5.71	0.27	9.11	12.59	12.33	17.51	246.71
1978	9.68	0.69	28.29	23.52	70.59	96.82	21.85	3.19	9.10	12.59	12.33	14.48	303.19
AVERAGE	5.75	0.65	23.83	24.86	40.96	83.38	34.06	2.11	9.21	12.69	13.69	18.57	269.82

รูปที่ 4.14 ตัวอย่างของข้อมูลออก(กรณีที่ 7.)-ปริมาณน้ำเหลือระบาย,ล้าน ม.^{3}