

การศึกษาความต้องการใช้น้ำชลประทานเพื่อการเพาะปลูกข้าว
กรณีศึกษาโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้

ปริญญานิพนธ์

ของ

รุจิندا ภูระย้า

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์

กรกฎาคม 2550

การศึกษาความต้องการใช้น้ำชลประทานเพื่อการเพาะปลูกข้าว
กรณีศึกษาโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้

บทคัดย่อ

ของ

รุจิณดา ภูระย้า

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์

กรกฎาคม 2550

รุจินดา ภูระยา. (2550). การศึกษาความต้องการใช้น้ำชลประทานเพื่อการเพาะปลูกข้าว กรณีศึกษาโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้. ปริญญาานิพนธ์ วท.ม.(ภูมิศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: ดร.สัญญา สราภิรมย์, อาจารย์ เสวตฉัตร ศรีสุรัตน์.

การศึกษาดูความต้องการใช้น้ำชลประทานเพื่อการเพาะปลูกข้าว กรณีศึกษาโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้ศึกษา ตลอดระยะเวลาการเพาะปลูกข้าวในช่วงการทำนาปีและนาปรัง มีจุดมุ่งหมายในการศึกษาความผันแปรความต้องการใช้น้ำชลประทาน เพื่อสามารถนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการบริหารจัดการการให้น้ำชลประทานที่เหมาะสมในแต่ละช่วงเวลาการเจริญเติบโตของต้นข้าว ซึ่งจะสามารถช่วยในการเพิ่มการผลิตข้าวและมีปริมาณน้ำที่เหลือจะจากการเพาะปลูกข้าวที่สามารถนำไปใช้ในการทำกิจกรรมด้านอื่น ๆ ของโครงการ ได้อีก

ความต้องการใช้น้ำชลประทานเพื่อการเพาะปลูกข้าว จะคำนวณจากปริมาณฝนใช้การและความต้องการใช้น้ำในการเจริญเติบโตของพืช อัตราการซึมลึกของดินและการเตรียมแปลงสำหรับการเพาะปลูกในพื้นที่ ข้อมูลสถิติน้ำฝนรายสัปดาห์ของสถานีตรวจวัดน้ำฝนที่ซึ่งอยู่รอบพื้นที่ศึกษาได้นำมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการประมาณค่าในช่วง (interpolation) ส่วนความต้องการใช้น้ำของพืชจะหาจากการประมาณค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิงในพื้นที่ศึกษา ข้อมูลอัตราการการซึมลึกของดินจากพื้นที่อ้างอิง ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้สามารถประมาณการความต้องการใช้น้ำชลประทานเพื่อการเพาะปลูกข้าวได้เป็นรายสัปดาห์

ผลจากการศึกษา พบว่า ความต้องการใช้น้ำชลประทานสำหรับการปลูกข้าวในพื้นที่ศึกษา ช่วงการทำนาปีและนาปรัง คือ 689.44 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่และ 1,410.36 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ตามลำดับ ในขณะที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้ได้จัดสรรน้ำชลประทานสำหรับการเพาะปลูกช่วงการทำนาปีและนาปรัง 1,321.76 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่และ 1,931.18 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ตามลำดับ ดังนั้นความแตกต่างในช่วงการทำนาปีคือ 632.34 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่และ 420.82 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ในช่วงการทำนาปรัง

THE STUDY OF IRRIGATION WATER REQUIREMENT FOR RICE CULTIVATION
A CASE STUDY OF RUNGSIT TAI OPERATION AND MAINTENANCE PROJECT

AN ABTRACT
BY
RUJINDA PHURAYA

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Science degree in Geography
at Srinakharinwirot University

July 2007

Rujinda Phuraya. (2007). *The Study of Irrigation water requirement for rice cultivation a case study of Rungsit Tai operation and maintenance project*. Master thesis, M.S. (Geography). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Dr. Sanya Sarapirom, Mr. Sawattachat Srisurat.

Aim of this study is to research on weekly variation of irrigation water requirement of rice cultivation through the growing calendar, both in season and off season. Then, the data can be used to manage the amount of the irrigation water supply which is appropriate to each period of rice growing. This can improve rice product and have water left for other supplies. The amount of irrigation water required by rice is the left over from the balance of effective rainfall amount and water used for evapotranspiration and soil percolation including ground preparation when the growing season starts. Weekly statistic recording data of the rainfall from stations within and surrounding the study area are spatially interpolated using GIS technique. The evapotranspiration is estimated from the amount that is used by the reference crop. Soil percolation is achieved from the reference area. As the result, the requirement of the irrigation water can be estimated weekly.

The result shows that the irrigation water requirement in that year for rice within the study area both in season and off season were 689.44 and 1,410.36 cubic meters per Rai, respectively. While the irrigation project supplied the water for in season and off season 1321.76 and 1931.18 cubic meters per Rai, respectively. Therefore, the amount of surplus water supplied by the project were 632.34 and 420.82 cubic meters per Rai, respectively.

การศึกษาความต้องการใช้น้ำชลประทานเพื่อการเพาะปลูกข้าว
กรณีศึกษาโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้

ปริญญานิพนธ์

ของ

รุจิندا ภูระย้า

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์

กรกฎาคม 2550

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี ทั้งนี้เพราะได้รับความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายฝ่าย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบุคคลดังกล่าว ดังต่อไปนี้

ดร.สัญญา สราภิรมย์ ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ที่ให้คำปรึกษา แนะนำแนวทาง แนวคิดในการวิจัยและตรวจสอบความถูกต้อง ตลอดจนเสนอแนะการแก้ปัญหาต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ในการทำงานวิจัยนี้ อาจารย์เศวตฉัตร ศรีสุรัตน์ ผศ.ดร.วิชัย พันธนะหิรัญและรศ.สุรภี อิงคากุล ที่สละเวลามาเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์และให้ข้อเสนอแนะในการทำปริญญานิพนธ์ คณาจารย์ในภาควิชาภูมิศาสตร์และบัณฑิตวิทยาลัยที่กรุณาให้คำแนะนำและความช่วยเหลือมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณวิภาพร วรสาร และเจ้าหน้าที่ในฝ่ายโครงข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศทุกท่าน ที่ให้โอกาสและความช่วยเหลือมาโดยตลอดในการทำปริญญานิพนธ์

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายจัดสรรน้ำและปรับปรุงระบบชลประทาน โครงส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตได้ทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการทำวิจัย รวมทั้งให้คำปรึกษา แนะนำและช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ

ท้ายที่สุดผู้วิจัยขอขอบพระคุณครอบครัวของผู้วิจัย เพื่อน ๆ และผู้ที่เกี่ยวข้องทุกคนที่อยู่เคียงข้างคอยให้กำลังใจและช่วยเหลือมาตลอดระยะเวลาที่ศึกษาและทำปริญญานิพนธ์นี้

รุจินดา ภูระย้า

สารบัญ

บทที่

หน้า

1	บทนำ.....	
	ภูมิหลัง.....	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	7
	ความสำคัญของการวิจัย.....	7
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	7
	ขอบเขตของการวิจัย.....	8
	ข้อตกลงในการวิจัย.....	8
	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	9
	สมมุติฐานในการวิจัย.....	11
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	
	สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา.....	12
	ปริมาณการใช้น้ำของพืช.....	19
	ปริมาณความต้องการใช้น้ำชลประทานเพื่อการเพาะปลูกข้าว.....	27
	ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	35
	การสำรวจระยะไกล.....	41
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	46
3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	
	ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย.....	49
	เครื่องมือที่ใช้การศึกษา.....	51
	การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	51
	การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	52

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
	การวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำชลประทานสำหรับปลูกข้าว.....	61
	การวิเคราะห์การใช้น้ำในการเพาะปลูกข้าว.....	70
	การวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำชลประทานที่มีอิทธิพลมาจากปริมาณฝนใช้การ..	77
	แผนที่แสดงความต้องการใช้น้ำชลประทาน ปีการเพาะปลูก พ.ศ. 2545/46.....	78
5	สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	84
	การอภิปรายผล.....	87
	ข้อเสนอแนะ.....	89
	บรรณานุกรม.....	92
	ภาคผนวก	
	ภาคผนวก ก สถานีรายชื่อสถานีอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในการศึกษา.....	98
	ภาคผนวก ข การใช้น้ำของพืชอ้างอิงรายเดือนคำนวณด้วยวิธี	
	Penman-Monteith	101
	ภาคผนวก ค เอกสารคำแนะนำการใช้น้ำของข้าวในภาคต่าง ๆ	
	ของประเทศไทย กรมชลประทาน.....	104
	ภาคผนวก ง การหาความต้องการใช้น้ำของข้าว.....	107
	ภาคผนวก จ ข้อมูลปริมาณน้ำฝนและฝนใช้การ.....	110
	ภาคผนวก ฉ ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำจากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้	
	ปีการเพาะปลูก 2545-2546.....	120
	ภาคผนวก ช ผลการวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำชลประทานกับปริมาณ.....	124

สารบัญ (ต่อ)

ภาคผนวก (ต่อ)

ภาคผนวก ซ ภาพจากดาวเทียมแลนแซท (LANDSAT 7 ETM+) บริเวณพื้นที่ศึกษา.	124
ภาคผนวก ฅ ข้อมูลกริดแสดงน้ำชลประทานช่วงนาปีและนาปรัง แบบรายสัปดาห์ จากการศึกษา.....	126
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	141

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	ความต้องการใช้น้ำผิวดินในปี พ.ศ. 2539 และในอนาคต 20 ปี (ปี พ.ศ. 2559) ในกลุ่มน้ำเจ้าพระยาที่ได้มีการศึกษาจากรายงานต่างๆ.....	2
2	ชนิดของข้อมูลที่น่าใช้ในแต่ละวิธีการคำนวณการใช้น้ำของพืช.....	21
3	การใช้น้ำของพืชอ้างอิงรายวัน คำนวณด้วยวิธี Penman-Monteith.....	23
4	ค่าสัมประสิทธิ์ข้าวทกข.	24
5	ปริมาณน้ำที่ใช้เพื่อการเตรียมแปลงในพื้นที่โครงการชลประทานต่าง ๆ ในประเทศไทย	28
6	การหาปริมาณฝนใช้การ กองอุทกวิทยา กรมชลประทาน.....	30
7	การหาปริมาณฝนใช้การของ United States Bureau of Reclamation (USBR).....	31
8	ความสัมพันธ์ระหว่างฝนที่ตกทั้งหมดและฝนใช้การของบริษัท Acres.....	32
9	ปริมาณน้ำที่รั่วซึมในแปลงนาของโครงการต่าง ๆ ในประเทศไทย.....	34
10	รายการรูปแบบข้อมูล มาตรฐานและแหล่งที่มาของข้อมูล.....	52
11	กำหนดแผนการเพาะปลูกแต่ละสัปดาห์.....	55
12	เงื่อนไขในการกำหนดเพื่อหาปริมาณความต้องการน้ำชลประทานในแต่ละสัปดาห์.....	58
13	ความต้องการใช้น้ำชลประทานสำหรับการปลูกข้าวช่วงนาปี.....	61
14	ความต้องการใช้น้ำชลประทานสำหรับการปลูกข้าวช่วงนาปรัง.....	63
15	ความต้องการใช้น้ำของข้าว ช่วงนาปี.....	65
16	ความต้องการใช้น้ำของข้าว ช่วงนาปรัง.....	66
17	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำชลประทาน ช่วงนาปี.....	68
18	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำชลประทาน ช่วงนาปรัง.....	69
19	ปริมาณฝนใช้การ ช่วงนาปี.....	73
20	ปริมาณฝนใช้การ ช่วงนาปรัง.....	75

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	น้ำต้นทุนและความต้องการใช้น้ำทั้งลุ่มน้ำเจ้าพระยา.....	3
2	แผนที่แสดงโครงการชลประทานเจ้าพระยาใหญ่.....	5
3	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	9
4	แผนที่แสดงโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้.....	13
5	แผนที่แสดงพื้นที่ปลูกข้าวช่วงนาปี ปีเพาะปลูก พ.ศ. 2545/46.....	16
6	แผนที่แสดงพื้นที่ปลูกข้าวช่วงนาปรัง ปีเพาะปลูก พ.ศ. 2545/46.....	17
7	แผนการเพาะปลูกข้าวของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้.....	18
8	การใช้น้ำของพืชที่สูญเสียจากพื้นที่เพาะปลูกสู่บรรยากาศในรูปไอน้ำ.....	20
9	การปรับปรุงและพัฒนาสมการของสูตร Penman.....	22
10	ลักษณะการเจริญเติบโตในระยะต่างๆ การดูแลรักษาและวิธีการให้น้ำแก่ข้าว อายุ 120 วัน.....	26
11	ความสมดุลของน้ำในแปลงนา.....	29
12	การรักษาระดับน้ำในแปลงนา.....	32
13	การผสมผสานระบบ Remote Sensing ระบบ GIS และ GPS.....	40
14	ขั้นตอนการศึกษา.....	50
15	ปัจจัยที่เกี่ยวข้องการประเมินหาความต้องการน้ำชลประทาน.....	54
16	ขั้นตอนการประเมินความต้องการใช้น้ำตามปฏิทินการเพาะปลูก.....	56
17	แสดงการเปรียบเทียบการใช้น้ำในการเพาะปลูกข้าวช่วงนาปี.....	70
18	แสดงการเปรียบเทียบการใช้น้ำในการเพาะปลูกข้าวช่วงนาปรัง.....	71
19	แผนที่ฝนใช้การ ช่วงนาปี.....	74
20	แผนที่ฝนใช้การ ช่วงนาปรัง.....	76
21	ความสัมพันธ์การใช้น้ำชลประทานกับปริมาณฝนใช้การ.....	77
22	แผนที่แสดงน้ำชลประทานตลอดฤดูเพาะปลูกนาปี ปีเพาะปลูก พ.ศ. 2545/46.....	79
23	แผนที่แสดงน้ำชลประทานตลอดฤดูเพาะปลูกนาปรัง ปีเพาะปลูก พ.ศ. 2545/46.....	80

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

น้ำเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญที่ใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค และมีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศในทุกด้านไม่ว่าจะเป็นด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรม การท่องเที่ยว ตลอดจนการพัฒนาในด้านสังคม วัฒนธรรม และด้านอื่นๆ โดยเฉพาะเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งที่จะทำให้เกิดผลผลิตทางด้านการเกษตร โดยเฉพาะรูปแบบระบบน้ำชลประทาน เป็นปัจจัยที่จะทำให้ผลผลิตทางเกษตรได้ผลอย่างสม่ำเสมอ (ดิเรก ทองอร่าม. 2529: 2)

ในรอบ 30 ปีที่ผ่านมา บริเวณเขตลุ่มน้ำเจ้าพระยา ได้มีการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจอย่างรวดเร็วประกอบกับในปัจจุบันมีการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร ทำให้ความต้องการใช้น้ำมีปริมาณเพิ่มขึ้นในทุกด้านเช่นกัน จากรายงานของกรมชลประทานในการศึกษาการจัดการน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยาพบว่า ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำเจ้าพระยามีค่าผันแปรอยู่ในช่วงระหว่าง 131.41-638.11 มิลลิเมตรต่อปี โดยมีค่าปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำ 240 มิลลิเมตรต่อปี ประเทศไทยมีปริมาณน้ำให้ใช้เฉลี่ยประมาณ 3,045 ลูกบาศก์เมตรต่อคนต่อปี ซึ่งถือว่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของทวีปเอเชียที่มีปริมาณน้ำให้ใช้เฉลี่ยประมาณ 3,819 ลูกบาศก์เมตรต่อคนต่อปี ในลุ่มน้ำเจ้าพระยามีปริมาณค่าเฉลี่ยประมาณ 1,613 ลูกบาศก์เมตรต่อคนต่อปี และปริมาณน้ำดังกล่าวมากกว่า 85 เปอร์เซ็นต์จะเกิดขึ้นในช่วงฤดูฝนระหว่างเดือนมิถุนายนถึงพฤศจิกายน (สำนักงานทรัพยากรน้ำส่วนพระมหากษัตริย์. 2543: 12)

นอกจากนี้ จากรายงานประจำปีของเดอะ เวิลด์ รีซอร์ส อินสติทิวท์ (The World Resources Institute 1996) ได้กำหนดว่า ถ้าหากประเทศใดมีปริมาณน้ำให้ใช้ต่ำกว่า 1,000 ลูกบาศก์เมตรต่อคนต่อปีถือว่าประเทศนั้นมีปัญหาการขาดแคลนน้ำอย่างเรื้อรัง และถ้ามีปริมาณน้ำให้ใช้ต่ำกว่า 500 ลูกบาศก์เมตรต่อคนต่อปีแล้วถือว่าประเทศนั้นขาดแคลนน้ำอย่างถาวร(แหล่งเดิม: 11) จากอดีตที่ผ่านมา ในเขตลุ่มน้ำเจ้าพระยาได้เริ่มมีปัญหการขาดแคลนน้ำอย่างต่อเนื่อง แต่ยังไม่ประสบปัญหาที่รุนแรง ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากการที่มีปริมาณน้ำสำรองจากเขื่อนเก็บกักน้ำขนาดใหญ่ คือเขื่อนภูมิพล และเขื่อนสิริกิติ์ซึ่งมีปริมาณน้ำเก็บกักไว้อย่างเพียงพอในช่วงภาวะวิกฤติ

ในปัจจุบันมีการพัฒนาและใช้ประโยชน์จากทรัพยากรน้ำในเขตลุ่มน้ำเจ้าพระยาอย่างกว้างขวางเพื่อส่งเสริมกิจกรรมทางการเกษตรและการอุปโภคบริโภค ซึ่งทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมบางประการในพื้นที่ลุ่มน้ำดังกล่าว เช่น รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน การประกอบ

อุตสาหกรรม รูปแบบเกษตรกรรม เป็นต้น นอกจากนี้ การเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของจำนวนประชากรในพื้นที่ก่อให้เกิดความต้องการน้ำในกิจกรรมต่างๆ เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน ทั้งในด้านการอุปโภคและบริโภค โดยเฉพาะอย่างยิ่งกิจกรรมด้านการเกษตรกรรม เช่น การเพาะปลูกพืชในฤดูแล้ง

กรมชลประทาน คาดการณ์ว่า ความต้องการใช้น้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยาสำหรับกิจกรรมทุกด้านรวมกันมีปริมาณถึง 28,000 ล้านลูกบาศก์เมตร ขณะที่ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเพียง 25,570 ล้านลูกบาศก์เมตรโดยประมาณ ซึ่งในปี พ.ศ. 2559 ความต้องการใช้น้ำจะเพิ่มขึ้นเป็น 32,580 ล้านลูกบาศก์เมตร (กรมชลประทาน. 2545: 221) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีมาตรการดำเนินการรองรับในหลายๆ ด้าน ได้แก่ การปรับปรุงประสิทธิภาพของแหล่งเก็บกักน้ำและการกระจายน้ำของโครงการที่มีอยู่แล้ว รวมถึงระบบการจัดการให้มีการใช้น้ำอย่างเกิดประโยชน์สูงสุดโดยให้มีการสูญเสียให้น้อยที่สุด เป็นต้น

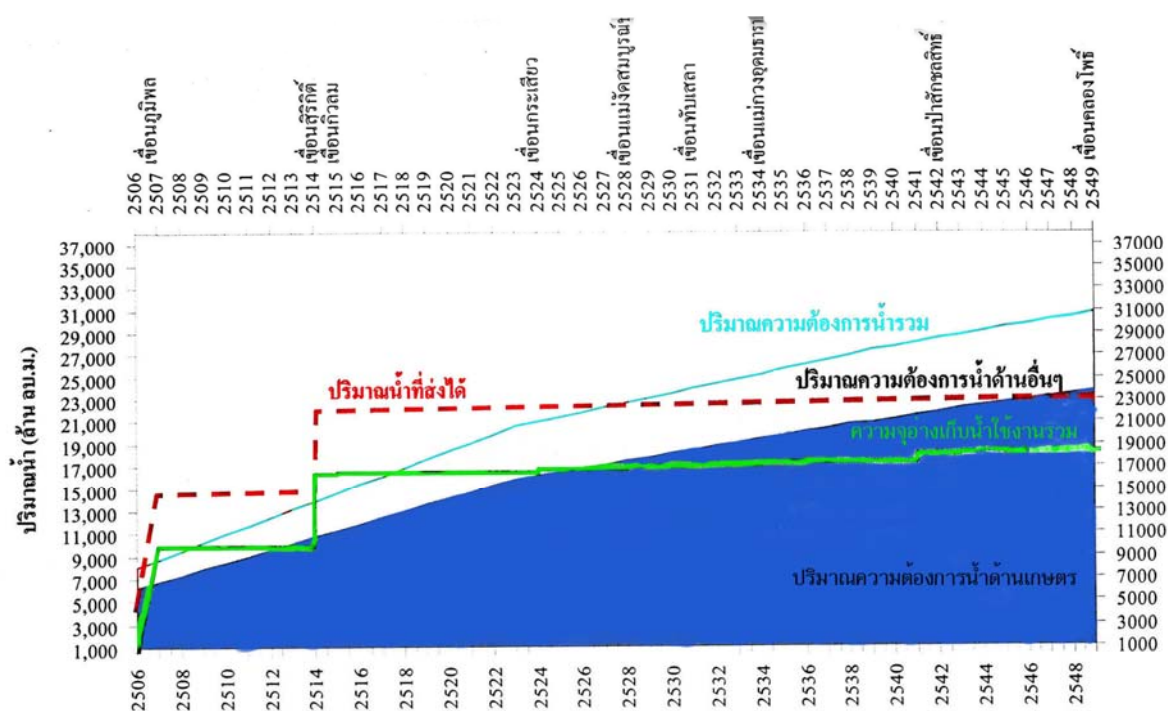
ตาราง 1 ความต้องการใช้น้ำผิวดินในปี พ.ศ. 2539 และในอนาคต 20 ปี (ปี พ.ศ. 2559)

ในลุ่มน้ำเจ้าพระยาที่ได้มีการศึกษาจากรายงานต่างๆ

กิจกรรม การใช้น้ำ	ความต้องการใช้น้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา หน่วย: ล้านลูกบาศก์เมตร					
	ปี พ.ศ. 2539			ปี พ.ศ. 2559		
	กลยุทธ์การ บริหารจัดการ ทรัพยากรน้ำ	กก อิง น่าน	การจัดการ น้ำในลุ่มน้ำ เจ้าพระยา	กลยุทธ์การ บริหารจัดการ ทรัพยากรน้ำ	กก อิง น่าน	การจัดการ น้ำในลุ่มน้ำ เจ้าพระยา
-การเกษตร	21,320	20,067	20,085	24,320	26,610	25,345
-การอุปโภค บริโภค	1,695	1,9925	2,321	3,003	3,549	3,091
-อุตสาหกรรม และท่องเที่ยว	319	739	712	976	1,384	1,570
-ปศุสัตว์	49	-	50	68	-	68
-ผลิตไฟฟ้า	-	-	45	-	-	61
-รักษาสมดุล นิเวศ	3,160	1,261	3,400	3,160	1,261	3,552
รวม	26,543	24,029	26,613	31,527	32,804	33,693

ที่มา : สำนักงานทรัพยากรน้ำส่วนพระมหากษัตริย์. (2543). โครงการจัดทำกรอบและประสานการบริหารจัดการและพัฒนาทรัพยากรน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา. : หน้า 41

จากภาพประกอบ 1 แสดงให้เห็นว่าความต้องการใช้น้ำในกิจกรรมต่าง ๆ ในลุ่มน้ำเจ้าพระยา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2514 ภาคการเกษตรมีการใช้น้ำเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากการปลูกพืชในฤดูแล้งเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความต้องการใช้น้ำในกิจกรรมด้านอื่น ๆ ต่างก็มีความต้องการใช้น้ำเพิ่มมากขึ้นด้วยเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากลุ่มน้ำเจ้าพระยาเป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญด้านการเกษตรและเศรษฐกิจของประเทศ เมื่อปี พ.ศ. 2539 จำนวนประชากรในแถบลุ่มน้ำเจ้าพระยามีประมาณ 23 ล้านคน คิดเป็น 38 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนประชากรทั้งประเทศ และมีพื้นที่ชลประทานประมาณ 15 ล้านไร่ พื้นที่ชลประทาน มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของประเทศอยู่ในบริเวณโครงการเจ้าพระยา(สำนักงานทรัพยากรน้ำส่วน พระมหากษัตริย์. 2543: 53)



ภาพประกอบ 1 น้ำต้นทุนและความต้องการใช้น้ำทั้งลุ่มน้ำเจ้าพระยา

ที่มา : สำนักงานทรัพยากรน้ำส่วนพระมหากษัตริย์. (2543). โครงการจัดทำกรอบและประสานการบริหารจัดการและพัฒนาทรัพยากรน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา. : หน้า 52

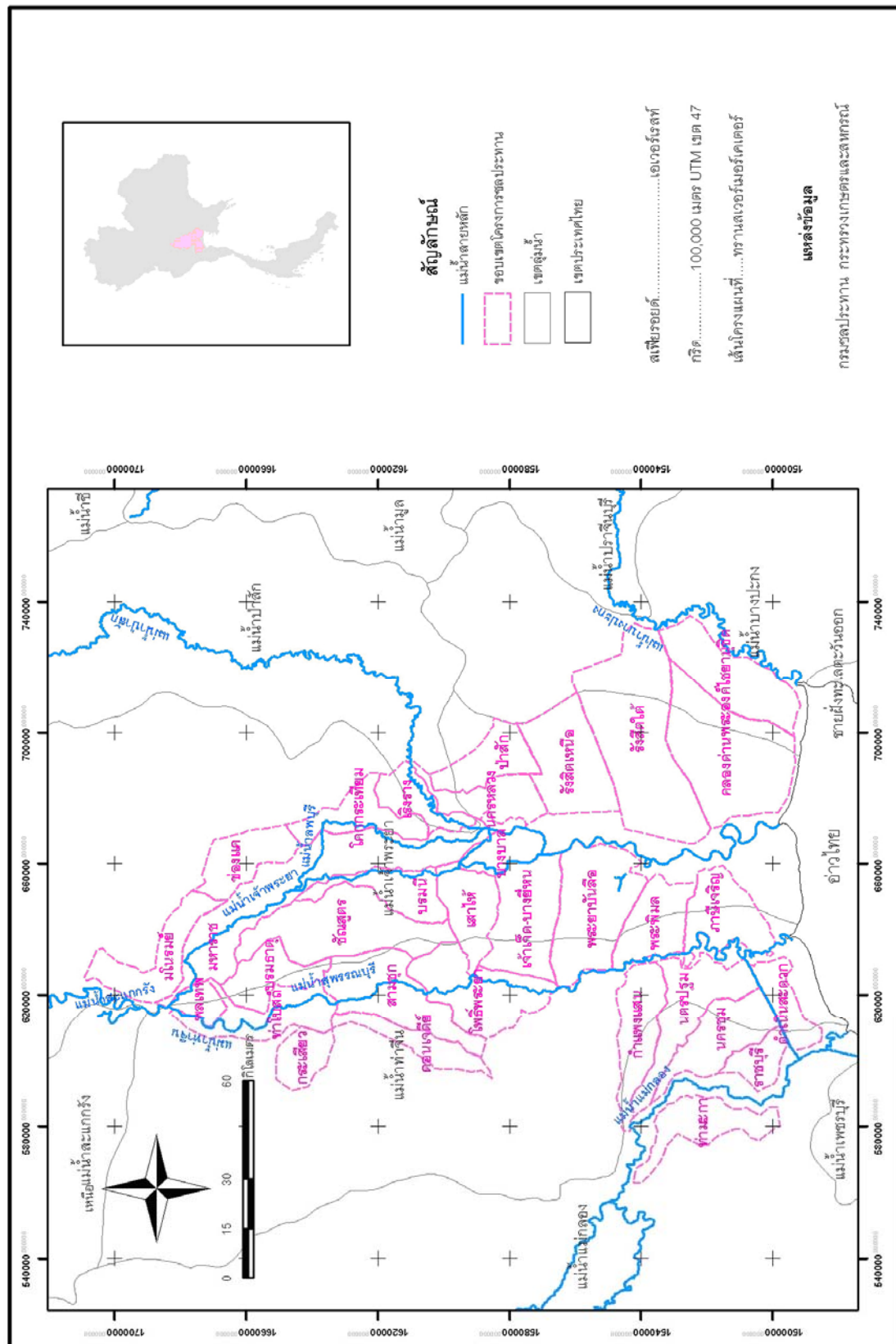
ในแต่ละปีโครงการชลประทานแต่ละแห่งจะทำแผนการจัดการน้ำ โดยคำนึงถึงปัจจัยหลักคือปริมาณน้ำต้นทุนที่มีอยู่ เนื่องจากปริมาณน้ำต้นทุนจะเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดชนิดพืชที่จะเพาะปลูกหรือทำการเกษตรกรรมภายในเขตพื้นที่ชลประทาน ถ้าปริมาณน้ำต้นทุนมีจำนวนมาก

เพียงพอต่อการเพาะปลูกแล้ว เจ้าหน้าที่ซึ่งประจำในโครงการชลประทานในแต่ละพื้นที่ก็จะแนะนำให้เกษตรกรเพาะปลูกข้าว เนื่องจากข้าวเป็นพืชที่ต้องใช้น้ำจำนวนมากในการเพาะปลูกเมื่อเทียบกับพืชชนิดอื่นๆ แต่หากปริมาณน้ำต้นทุนไม่เพียงพอต่อการเพาะปลูกข้าว เจ้าหน้าที่จะแนะนำให้เกษตรกรเปลี่ยนชนิดพืชที่จะปลูกไปเป็นพืชไร่นาเพราะใช้ปริมาณน้ำในการเพาะปลูกน้อยกว่า

ข้าวถือเป็นพืชเกษตรกรรมหลักที่มีความสำคัญต่อสภาพทางเศรษฐกิจของประเทศ จึงมีการเพาะปลูกกันมากทั้งในฤดูฝน(การทำนาปี)และฤดูแล้ง(การทำนาปรัง) ประกอบกับในปัจจุบันได้มีการพัฒนาพันธุ์ข้าวอายุสั้น จึงทำให้มีการเพาะปลูกกันแพร่หลายมากขึ้นเกินกว่าความสามารถที่จะจัดหาปริมาณน้ำชลประทานตามต้องการมาได้ และมีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเพาะปลูกอย่างรุนแรงในอนาคต เนื่องจากความต้องการน้ำนั้นวันจะเพิ่มมากขึ้นโดยลำดับ ในขณะที่ทรัพยากรน้ำของประเทศที่มีปริมาณจำกัดและค่อนข้างคงที่ ในขณะเดียวกันต้องนำไปใช้เพื่อกิจกรรมอื่น ๆ ด้วย

เนื่องจากข้าวเป็นพืชที่ใช้น้ำในการเพาะปลูกมาก ดังนั้นในการศึกษาต้องใช้สถิติการใช้น้ำของข้าวเป็นข้อมูลหลักในการพิจารณาการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรของประเทศ ด้วยเหตุนี้การทราบถึงเกณฑ์ความต้องการใช้น้ำของข้าวจะก่อให้เกิดประโยชน์คือ เพื่อเป็นข้อมูลในการพิจารณาวางแผนโครงการชลประทาน การจัดสรรน้ำหรือการจัดการเรื่องน้ำ การปรับปรุงระบบการชลประทานที่ก่อสร้างเสร็จแล้ว การเกษตรและด้านอุทกวิทยา เพื่อนำไปใช้ในการพิจารณาการพัฒนาแหล่งน้ำ(ดิเรกทองอร่าม. 2524: 23)

ในบริเวณลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง จัดว่าเป็นแหล่งปลูกข้าวที่สำคัญอีกแห่งหนึ่งของประเทศ โดยเฉพาะทางฝั่งตะวันออกของลุ่มน้ำเจ้าพระยา เป็นพื้นที่ที่อยู่ระหว่างแม่น้ำบางปะกงกับแม่น้ำเจ้าพระยาและอยู่ในเขตของโครงการลุ่มน้ำเจ้าพระยาใหญ่(ภาพประกอบ 2) ซึ่งประกอบด้วยโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารวมทั้งสิ้น 7 โครงการ ได้แก่ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาคลองเพรียว-เส้าให้ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาป่าสักใต้ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษานครหลวง โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตเหนือ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาคลองด่าน โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพระองค์ไชยานุชิต และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้ คิดเป็นพื้นที่รวมประมาณ 2.2 ล้านไร่ ที่ผ่านมาพื้นที่ดังกล่าวต้องอาศัยน้ำชลประทานที่ผันมาจากเขื่อนเจ้าพระยาผ่านเขื่อนพระราม 6 แต่เนื่องจากการใช้น้ำของลุ่มน้ำเจ้าพระยาได้เพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ และมักจะเกิดสภาวะการขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้งเป็นประจำ จึงทำให้ไม่สามารถจัดส่งน้ำมาให้แก่พื้นที่โครงการดังกล่าวซึ่งตั้งอยู่ทางตอนล่างของลุ่มน้ำเจ้าพระยาได้อย่างพอเพียง สำหรับการเพาะปลูกในฤดูแล้ง การทำนาปรังจึงต้องกำหนดเป็นรอบเวรและบางทีก็ต้องงดการทำนาปรัง (กรมชลประทาน. 2546: 98)



ภาพประกอบ 2 แผนที่แสดงโครงการเจ้าพระยาใหญ่

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้ เป็นโครงการชลประทานที่อยู่ทางตอนล่างของกลุ่มน้ำเจ้าพระยา ตั้งขึ้นเพื่อช่วยเหลือราษฎรให้มีน้ำใช้ในการอุปโภคบริโภค การเกษตรและอุตสาหกรรมอย่างเพียงพอในพื้นที่ พร้อมทั้งช่วยในการป้องกันและบรรเทาอุทกภัย โดยเฉพาะด้านเกษตรกรรมจะส่งเสริมการปลูกข้าวซึ่งเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศ ปัจจุบันในพื้นที่ได้มีการทำนาปีละหลายครั้งและแพร่หลายขึ้นมาก จนมีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อใช้ในการเพาะปลูกในอนาคต ดังนั้นจึงต้องทำการวางแผนการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การศึกษาเพื่อให้รู้ว่าพืชที่ปลูกมีความต้องการน้ำเท่าใดตามฤดูกาลเพื่อที่จะส่งน้ำไปให้พืชในจำนวนที่พอเหมาะที่พืชจะมีผลผลิตดีที่สุด และประหยัดน้ำมากที่สุด(พัชรี แสนจันทร์. 2540: 25) ทั้งนี้เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการใช้ทรัพยากรน้ำ

โดยปกติทางโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้ เป็นโครงการชลประทานที่จะคำนวณหาความต้องการใช้น้ำชลประทานในการทำการเกษตรภายในพื้นที่ชลประทาน โดยคำนวณจากค่าชลภาวะของโครงการและพิจารณาจากแบบสอบถามการสำรวจข้อมูลจากเกษตรกร ซึ่งจะทำให้ทราบข้อมูลความต้องการใช้น้ำในรูปแบบข้อมูลเชิงสถิติ โดยขาดการพิจารณาและวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงพื้นที่ ดังนั้นในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์(Geographic Information Systems: GIS) และการสำรวจระยะไกล(Remote Sensing: RS) เข้ามาช่วยในการศึกษา เนื่องจากระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เป็นระบบที่มีความสามารถในการรวบรวม จัดเก็บ วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลในเชิงพื้นที่ได้ดี นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีด้านอื่น ๆ ได้อีกด้วย สำหรับการสำรวจระยะไกลจะให้ข้อมูลของสภาพสิ่งแวดล้อมที่ปกคลุมพื้นที่ที่มีเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลา อีกทั้งการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการสำรวจระยะไกลเข้ามาช่วยในการหาความต้องการน้ำชลประทานจากความต้องการใช้น้ำของพืชในเชิงพื้นที่สัมพันธ์กับข้อมูลพื้นที่การเพาะปลูกที่เกิดขึ้นจะทำให้ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือและความทันสมัยมากขึ้น และช่วยให้มีการบริหารจัดการการส่งน้ำเพื่อการเกษตรสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์จะหาความต้องการใช้น้ำชลประทานเชิงพื้นที่ โดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ทำการคำนวณหาความต้องการใช้น้ำของข้าวซึ่งเป็นพืชหลักที่ปลูกในพื้นที่และคำนวณหาพื้นที่ทำนาปีและนาปรังของเกษตรกรจากวิธีการสำรวจระยะไกล ทำให้ได้ข้อมูลความต้องการน้ำชลประทานในการเพาะปลูกข้าวภายในพื้นที่ตามช่วงเวลาต่างๆของปี การนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์(GIS) และการสำรวจระยะไกล(RS) มาบูรณาการใช้ร่วมกัน ทำให้การวิเคราะห์หาความต้องการใช้น้ำชลประทานมีผลลัพธ์ใกล้เคียงความเป็นจริงที่เกิดขึ้นในพื้นที่ ซึ่งทำให้ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้อง แม่นยำและน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น เป็นประโยชน์ต่อการนำข้อมูลไปใช้งานต่อเนื่อง

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ ดังนี้

1. เพื่อศึกษาหาปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องการใช้สำหรับปลูกข้าวในเขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสิตใต้ โดยใช้วิธีการคำนวณหาความต้องการใช้น้ำของข้าวในแปลงตลอดฤดูกาลเพาะปลูกโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
2. เพื่อศึกษาปริมาณการใช้น้ำชลประทานตามสภาพความต้องการและกิจกรรมที่เกิดขึ้นเป็นรายสัปดาห์ในพื้นที่ศึกษา
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของความต้องการใช้น้ำชลประทานที่แปรเปลี่ยนตามปริมาณฝนใช้การในปีเพาะปลูก พ.ศ. 2545/46

ความสำคัญของการวิจัย

การวางแผนการใช้ทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ โดยศึกษาว่าจะต้องส่งน้ำให้พืชในปริมาณที่พอเหมาะสมในแต่ละช่วงเวลาของการเจริญเติบโตของพืช เพื่อให้พืชมีผลผลิตที่ดี และเพื่อเป็นการใช้ทรัพยากรน้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งถ้าพบว่ามีปริมาณน้ำที่มากเกินไปเกินความต้องการที่จะใช้ในการเพาะปลูกในแต่ละช่วงเวลาก็สามารถนำน้ำส่วนเกินแจกจ่ายไปยังเกษตรกรที่อยู่นอกเขตโครงการชลประทาน ซึ่งนับว่าเป็นการช่วยเพิ่มพื้นที่ในการทำเกษตรกรรมได้อีกทางหนึ่ง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แผนที่แสดงความต้องการใช้น้ำชลประทานเชิงพื้นที่สำหรับข้าวตลอดฤดูเพาะปลูก เพื่อช่วยในการพิจารณาวางแผนการจัดการน้ำให้เหมาะสมกับปริมาณน้ำต้นทุนที่มีอยู่
2. เป็นแนวทางในการพิจารณาการวางแผนการใช้และการจัดสรรทรัพยากรน้ำเพื่อการวางแผนการเพาะปลูกในฤดูกาลต่อไป
3. เป็นการประหยัดเวลาและงบประมาณในการดำเนินการเมื่อเทียบกับการใช้วิธีทดลองปลูกข้าวจริง
4. เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปใช้คำนวณหาความต้องการใช้น้ำชลประทานสำหรับการเพาะปลูกของพืชชนิดอื่นๆ

ขอบเขตของการวิจัย

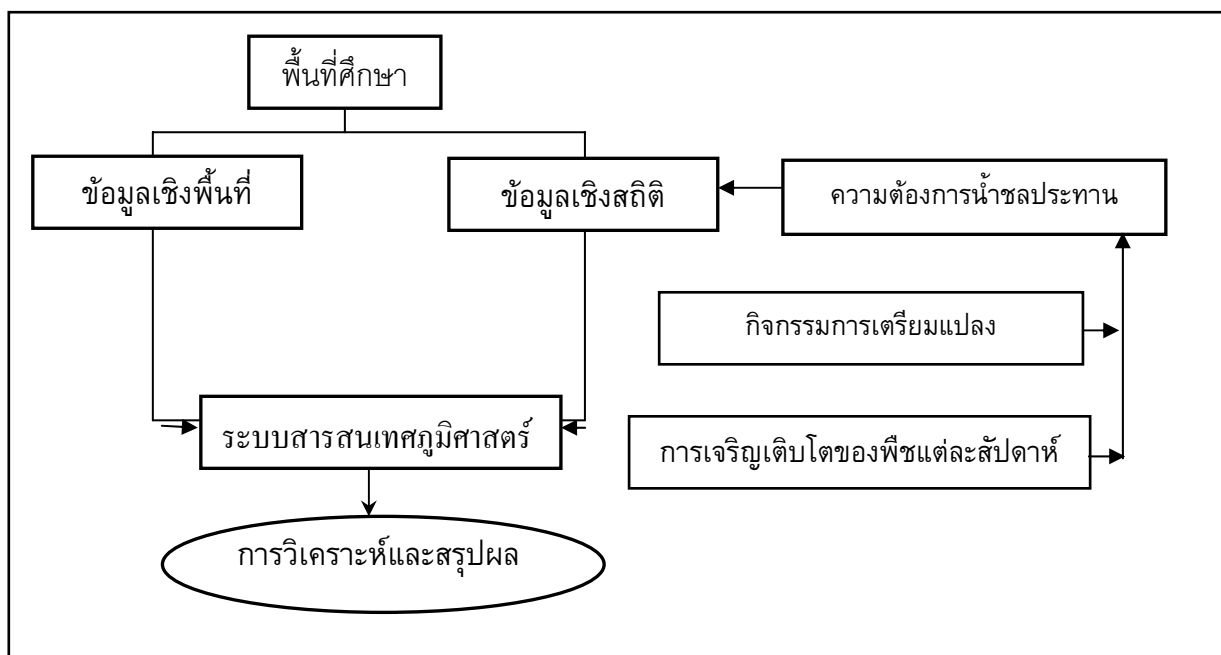
1. พื้นที่วิจัย คือ บริเวณพื้นที่ในเขตของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้ที่มีการทำกิจกรรมทางการเกษตรและส่งน้ำชลประทาน
2. การแบ่งประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษา ประกอบด้วย พื้นที่อยู่อาศัย, พื้นที่แหล่งน้ำและพื้นที่เกษตรกรรม ในที่นี้ จะหมายถึงพื้นที่สำหรับทำนาเนื่องจากเป็นกิจกรรมการเพาะปลูกที่มีการใช้น้ำมากที่สุด ทั้งนี้ เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหาปริมาณความต้องการใช้น้ำ

ข้อตกลงในการวิจัย

1. การคำนวณหาความต้องการใช้น้ำชลประทานในพื้นที่เพาะปลูกมีการคำนวณเป็นรายสัปดาห์
2. กำหนดการเพาะปลูกให้เป็นไปตามปฏิทินการเพาะปลูกของโครงการ โดยเริ่มทำการเพาะปลูกพร้อมกันทั้งพื้นที่
3. ในพื้นที่ที่ศึกษาถือว่าความกว้างและความสูงของคันนามีขนาดเท่ากันทั้งพื้นที่
4. พันธุ์ข้าวที่ปลูกเป็นพันธุ์กข. 7 และมีปริมาณการใช้น้ำเท่ากันทั่วทั้งพื้นที่
5. ในพื้นที่ศึกษามีดินที่มีค่าความชื้นลึกเท่ากันทั้งพื้นที่ศึกษา
6. ไม่มีการสูญเสียน้ำระหว่างการส่งน้ำถึงแปลงนา
7. ข้อมูลที่ใช้มีความน่าเชื่อถือและถูกต้อง

กรอบแนวคิดในการศึกษา

การศึกษาปฏิทินการเพาะปลูกสะท้อนให้เห็นความต้องการใช้น้ำที่สัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของพืชแต่ละสัปดาห์และกิจกรรมการเตรียมแปลง โดยทั่วไปในการศึกษาความต้องการใช้น้ำชลประทานของพืชนั้น ส่วนใหญ่จะอาศัยข้อมูลทางด้านสถิติเป็นหลัก ดังนั้น ผลที่ได้จากการศึกษาจะแสดงในลักษณะข้อมูลเชิงสถิติครอบคลุมทั้งพื้นที่ในภาพรวม ซึ่งถ้าหากมีการนำข้อมูลในลักษณะเชิงพื้นที่มาใช้ร่วมกัน โดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มาช่วยในการวิเคราะห์แล้ว จะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษามีข้อมูลเชิงสถิติกำกับแต่ละพื้นที่ที่มีความต้องการน้ำแตกต่างกัน โดยทำการวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ อีกทั้งสามารถนำเสนอผลการศึกษาที่ได้ในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่ายและนำไปใช้ได้สะดวกยิ่งขึ้น



ภาพประกอบ 3 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **พื้นที่ชลประทาน (Irrigation area)** หมายถึง พื้นที่ดินซึ่งใช้เพาะปลูกพืชในเขตโครงการ ซึ่งจะส่งน้ำชลประทานไปถึงได้ และเป็นพื้นที่ที่นำมาคิดหาปริมาณน้ำที่ต้องส่งไปใช้ทำการชลประทาน
2. **ความต้องการใช้น้ำของพืช (Evapotranspiration or Consumptive Use)** คือ ปริมาณน้ำทั้งหมดที่พืชใช้ในการเจริญเติบโต ประกอบด้วย 2 ส่วนคือปริมาณน้ำที่พืชใช้ในการหล่อเลี้ยงลำต้นและปริมาณน้ำที่สูญเสียจากพื้นที่โดยรอบๆ ต้นพืชในแปลงเพาะปลูกสู่บรรยากาศในรูปของไอน้ำ
3. **ความต้องการน้ำในแปลง (Water Requirement)** คือ ปริมาณความต้องการน้ำของพืชรวมกับปริมาณน้ำที่สูญเสียไปเนื่องจากการซึมลงดิน
4. **ความต้องการน้ำชลประทาน (Irrigation Requirement)** คือ ปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้น้ำในแปลง เมื่อหักเอาจำนวนน้ำฝนและปริมาณน้ำที่สูญเสียทางอื่นอย่างหลักเลี้ยวไม่ได้ออกแล้ว

5. **ความต้องการใช้น้ำชลประทานตลอดฤดูกาลเพาะปลูก** หมายถึง ปริมาณน้ำชลประทานที่ใช้ตั้งแต่การเตรียมแปลงจนพืชเจริญเติบโตจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิตได้
6. **การระเหย (Evaporation)** หมายถึง การระเหยของน้ำบนพื้นผิวโดยธรรมชาติ
7. **การซึมลึก (Percolation)** หมายถึง การไหลซึมของน้ำในช่องว่างระหว่างเมล็ดดินที่เกิดขึ้นจากแรงดึงดูดของโลกหรือการไหลซึมของน้ำที่เกิดจากแรงดึงดูดของโลกเพียงอย่างเดียว
8. **ฝนใช้การ (Effective rainfall)** คือ ส่วนของน้ำฝนที่ตกลงบนพื้นที่เพาะปลูกที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หรือสามารถทดแทนน้ำชลประทานที่จะต้องจัดหาให้แก่พืชที่แปลงเพาะปลูกได้ ในกรณีที่เป็นนาข้าว ฝนที่เป็นประโยชน์ต่อข้าวคือส่วนที่ตกลงมาแล้วยังอยู่ในแปลงนาในระดับที่จะไม่เป็นอันตรายแก่ต้นข้าว
9. **การชลประทานรับน้ำนอง (Inundation Irrigation)** คือ ระบบชลประทานในบริเวณที่น้ำในลำน้ำมีระดับสูงพอที่จะส่งเข้าคลองส่งน้ำได้สะดวกโดยไม่จำเป็นต้องสร้างอาคารทดน้ำใดๆ เพื่อให้ลำน้ำมีระดับน้ำสูงขึ้น
10. **ข้าวไม่ไวแสง (Photoperiod non sensitive rice)** คือ ข้าวที่ออกดอกตามอายุไม่ขึ้นอยู่กับความยาวของเวลากลางวัน เมื่อต้นข้าวมีระยะเวลาการเจริญเติบโตครบตามกำหนด ต้นข้าวก็จะออกดอกทันทีไม่ว่าเดือนนั้นจะมีกลางวันสั้นหรือยาว จึงปลูกได้ตลอดปีถ้ามีน้ำเพียงพอและปลูกได้ผลดีทั้งในฤดูนาปรังและนาปี ข้าวประเภทนี้มีอายุตั้งแต่ประมาณ 110-150 วัน
11. **ชลภาระ (Water duty)** คือ จำนวนน้ำชลประทานที่ส่งเข้าระบบส่งน้ำ ตามปกติคิดเป็นความลึกบนพื้นที่รับน้ำหรือพื้นที่ชลประทาน เช่น ค่าชลภาระ 0.00016 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีต่อไร่ หมายถึง ปริมาณน้ำ 0.00016 ลูกบาศก์เมตรซึ่งส่งไปใน 1 วินาทีใช้ทำการชลประทานในพื้นที่ได้ 1 ไร่ ค่าชลภาระเป็นค่าที่คำนวณได้จากผลการทดลองและการสอบวัดก่อนที่จะกำหนดค่าของชลภาระเพื่อใช้กับโครงการชลประทานที่จะเปิดใหม่ จึงต้องอาศัยผลของการทดลองและการสอบวัดในโครงการนั้นเป็นข้อมูลในการคำนวณ ถ้าไม่มีต้องอาศัยข้อมูลของโครงการชลประทานอื่นที่สร้างเสร็จแล้วหรือข้อมูลจากท้องถิ่นอื่นที่มีสภาพดินฟ้าอากาศใกล้เคียงกับโครงการชลประทานที่จะเปิดใหม่นั้น
12. **ปริมาณน้ำต้นทุน** หมายถึง ปริมาณน้ำผิวดินที่อยู่ในแม่น้ำ ลำธาร ที่เกิดจากน้ำฝนที่ตกลงมาในพื้นที่รับน้ำซึ่งบางส่วนจะสูญเสียไปเนื่องจากจะระเหยกลายเป็นไอน้ำและเมื่อซึมลงสู่ใต้ดินกลายเป็นน้ำใต้ดินและน้ำบาดาล ส่วนที่เหลือก็จะไหลลงสู่แม่น้ำลำธารกลายเป็นน้ำท่า

13. **ค่าสัมประสิทธิ์พืช (Crop Coefficient: Kc)** คือ ปริมาณการใช้น้ำในการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิดตามช่วงอายุการเจริญเติบโต โดยจะไม่ผันแปรไปตามสภาพอากาศ

หมายเหตุ

1. FAO เป็นคำย่อมาจาก FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS

สมมุติฐานในการวิจัย

1. ปริมาณการใช้น้ำต่อไร่ที่กรมชลประทานจัดสรรให้น่าจะมากกว่าปริมาณการใช้น้ำที่แท้จริงของข้าว
2. ปริมาณการใช้น้ำที่กรมชลประทานจัดสรรให้ในแต่ละสัปดาห์มากกว่าปริมาณการใช้น้ำที่แท้จริงของข้าว
3. ความต้องการใช้ปริมาณน้ำชลประทานจะผันแปรไปตามปริมาณฝนใช้การ

บทที่ 2

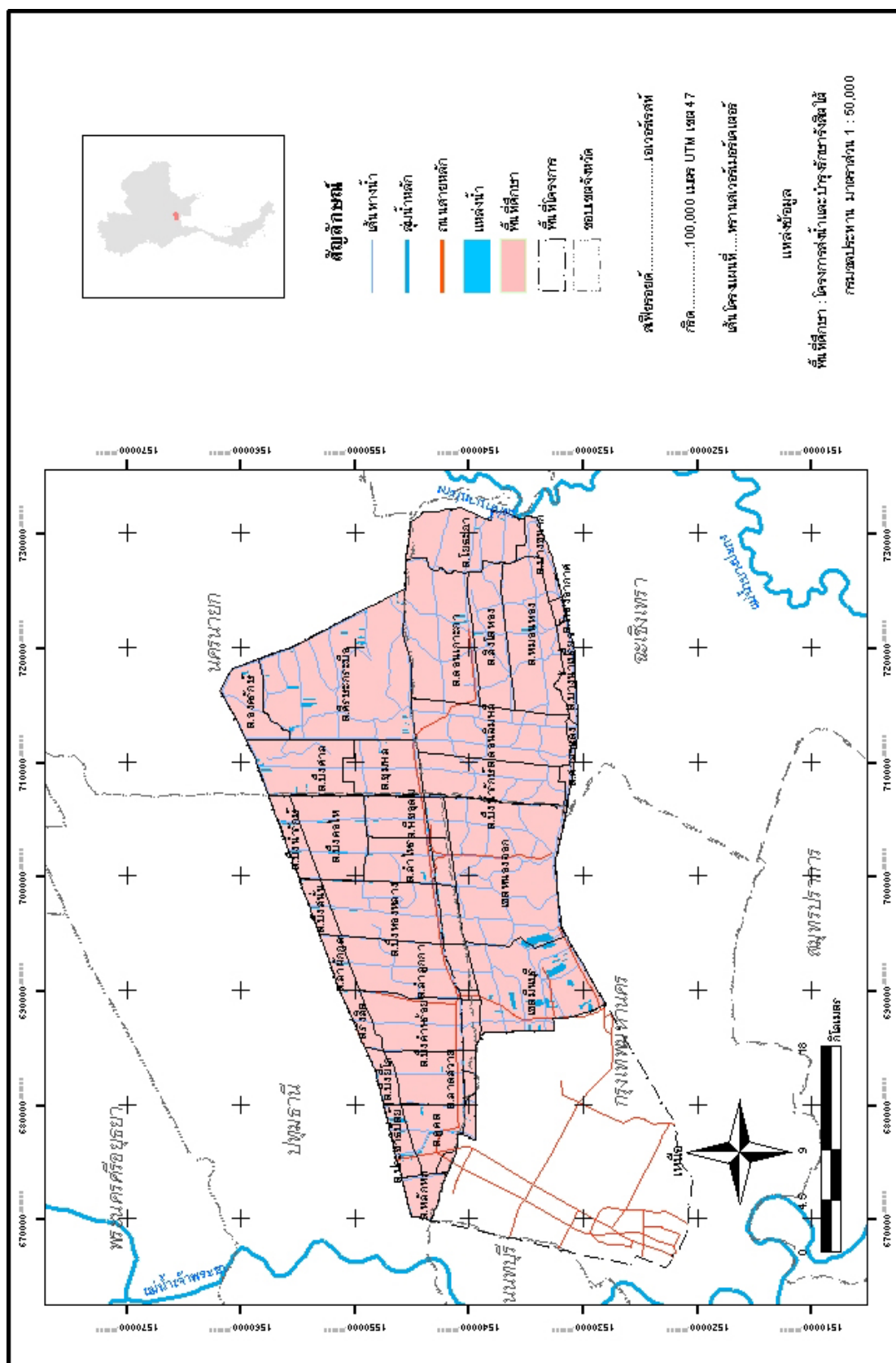
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอ ดังนี้

1. สภาพทั่วไปของพื้นที่วิจัย
2. ปริมาณการใช้น้ำของพืช
3. ความต้องการใช้น้ำชลประทานเพื่อการเพาะปลูกข้าว
4. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
5. การสำรวจระยะไกล
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. สภาพทั่วไปของพื้นที่วิจัย

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้ได้เริ่มทำการก่อสร้างเมื่อปีพุทธศักราช 2419 ในรัชสมัย พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว พระองค์ได้พระราชทานพระบรมราชานุญาตให้บริษัทชุด คลองคูแลนาสยาม ดำเนินการพัฒนารังสิตใต้ เพื่อปรับปรุงพื้นที่ทุ่งหญ้าร้างให้เป็นพื้นที่ที่เหมาะสม แก่การทำเกษตรกรรม โดยบริษัทชุดคลองแลคูนาสยาม ได้ทำการขุดลอกคลองรังสิตประยูรศักดิ์เชื่อม ระหว่างแม่น้ำเจ้าพระยากับแม่น้ำนครนายก และขุดลอก คลองหกวาสายบนกับคลองหกวาสายล่าง ควบคู่กันไปด้วย รวมทั้งมีการก่อสร้าง ประตูน้ำ 3 แห่ง ประกอบด้วยประตูน้ำจุฬาลงกรณ์ เสวภาผ่อง ศรีและประตูน้ำสมบุญ นอกจากนี้ยังได้ขุดคลองแยกชอยจาก คลองสายหลัก 3 สายดังกล่าว เพิ่มอีก 33 สาย ต่อมาเมื่อหมดระยะเวลาสัมปทานแล้วกรมชลประทาน(สมัยนั้นเรียกว่า กรมทดน้ำ) จึงได้รับ มอบกิจการมาดำเนินการต่อ เมื่อปี พ.ศ. 2458 รวมใช้ระยะเวลาในการดำเนินงานทั้งสิ้น 40 ปี (กรม ชลประทาน. 2545: 38) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้ตั้งขึ้นเพื่อช่วยเหลือราษฎรในพื้นที่ให้มี น้ำใช้ในการอุปโภคบริโภค การเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมอย่างเพียงพอ อีกทั้งช่วยในการป้องกัน และบรรเทาปัญหาด้านอุทกภัย โดยได้มีการปรับปรุงระบบชลประทานและขุดคลองเพิ่มเติม รวมทั้งมี การขุดลอกคลองที่ตื้นเขิน เพื่อให้สะดวกแก่การคมนาคมและการเก็บรักษาน้ำ โดยมีพื้นที่ในเขต โครงการรวมทั้งสิ้น 877,000 ไร่ เป็นพื้นที่เพื่อใช้ในการชลประทาน 420,000 ไร่ (ศิริชัย โชติกเสถียร; และคณะ. 2543: 4)



1.1 ลักษณะที่ตั้ง

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้(ภาพประกอบ 4) เป็นโครงการชลประทานประเภทเก็บกักและระบายน้ำ หัวงานของโครงการฯ ตั้งอยู่ที่ ตำบลประชาธิปัตย์ อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี มีอาณาเขตของโครงการครอบคลุมพื้นที่ใน 4 จังหวัด ได้แก่ กรุงเทพมหานคร ในบริเวณพื้นที่เขตหนองจอก ปทุมธานีในบริเวณพื้นที่อำเภอลำลูกกาและธัญบุรี นครนายกในบริเวณพื้นที่อำเภอองครักษ์ และฉะเชิงเทราในบริเวณพื้นที่อำเภอบางน้ำเปรี้ยว

ทิศเหนือ	ติดกับโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตเหนือ
ทิศใต้	ติดกับโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาคลองด่าน
ทิศตะวันออก	ติดกับแม่น้ำนครนายก-บางปะกง
ทิศตะวันตก	ติดกับแม่น้ำเจ้าพระยา

1.2 สภาพภูมิประเทศ

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้ตั้งอยู่ในบริเวณที่ราบลุ่มเจ้าพระยาตอนล่าง ดังนั้นสภาพภูมิประเทศส่วนใหญ่ของโครงการจึงเป็นที่ราบลุ่ม มีระดับพื้นดินโดยเฉลี่ย +1.400 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง พื้นที่ทางทิศตะวันออกเป็นที่ดอนและค่อยๆ ลาดต่ำลงมาทางทิศใต้ ลักษณะดินในพื้นที่แบ่งได้เป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มดินธัญบุรี กลุ่มดินรังสิตและกลุ่มดินบางน้ำเปรี้ยว ซึ่งมีค่าความเป็นกรดเฉลี่ยระหว่าง 4.5 ถึง 5.5 ฤดูฝนจะเริ่มประมาณเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม ฤดูหนาวเริ่มตั้งแต่วันที่เดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ ซึ่งอุณหภูมิจะไม่หนาวจัด

1.3 สภาพเศรษฐกิจและสังคม

ในเขตพื้นที่โครงการฯ มีปัจจัยที่เอื้อต่อการพัฒนาโครงสร้างเศรษฐกิจที่สำคัญคือ ภาคเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรมและภาคพาณิชยกรรม ซึ่งประชาชนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม เช่น ทำนา ทำสวนและเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑลประชาชนจะมีอาชีพรับจ้างในโรงงานอุตสาหกรรมและทำการค้าขาย

1.4 ระบบชลประทานและระบบระบายน้ำ

โครงการมีระบบชลประทานที่ใช้คลองส่งน้ำและคลองระบายน้ำเป็นคลองเดียวกัน เนื่องจากลักษณะสภาพภูมิประเทศเป็นที่ราบมีความลาดชันน้อย จึงทำให้น้ำชลประทานที่ส่งมาจากโครงการตอนบนมีพลังงานไม่เพียงพอที่จะยกระดับให้สูงกว่าพื้นที่การเกษตร ด้วยเหตุนี้ทำให้ระบบชลประทานเป็นไปในรูปแบบการรับน้ำนองหรือเก็บกักน้ำในคลองไว้ใช้เพื่อการเพาะปลูก

พื้นที่สำหรับการส่งน้ำและระบายน้ำ แบ่งเป็น 5 ตอนดังนี้

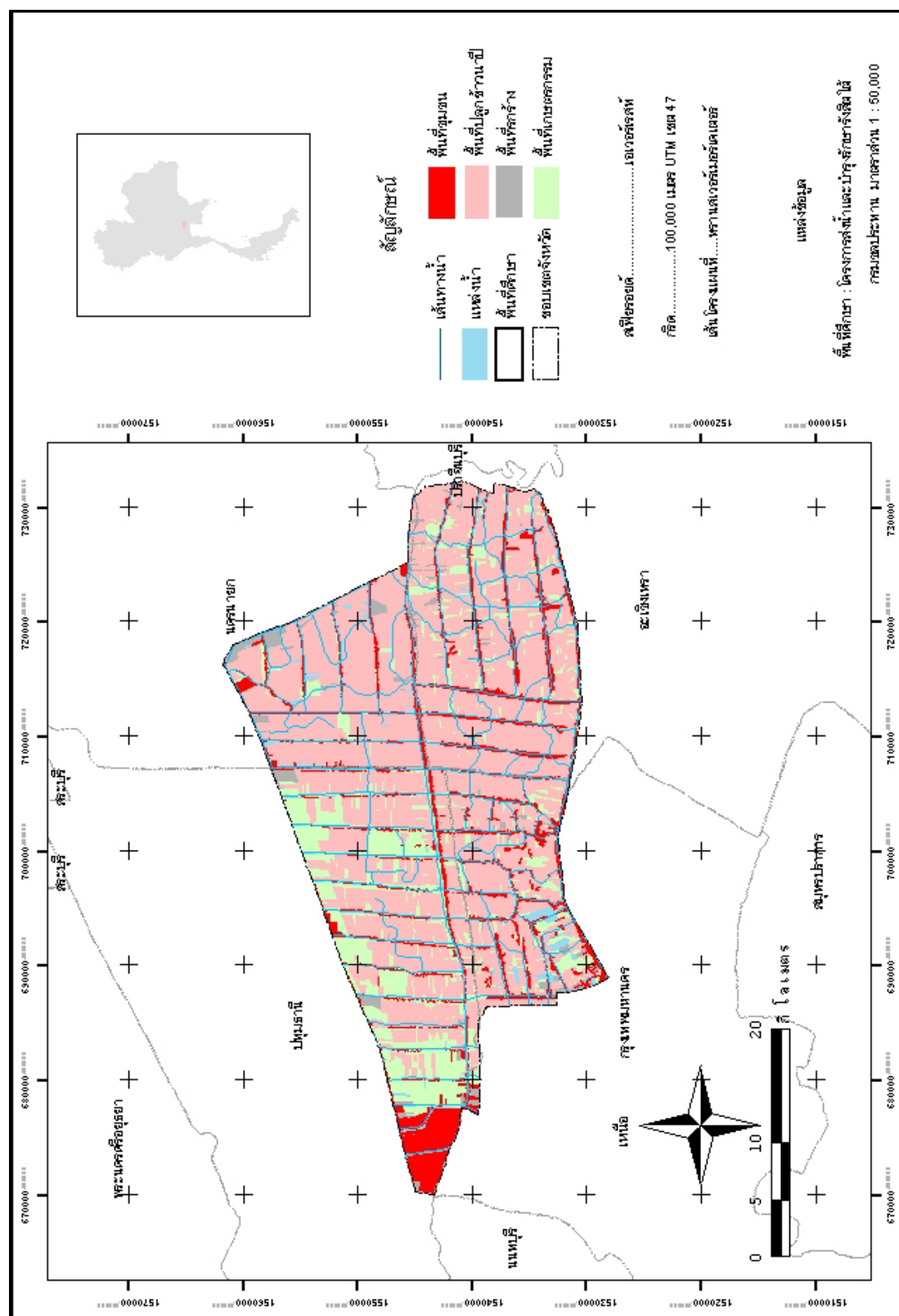
- 1.งานส่งน้ำบำรุงรักษาที่1(รังสิต) อำเภอธัญบุรี อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานีและ
เขตกรุงเทพมหานคร
- 2 งานส่งน้ำบำรุงรักษาที่2(หกวา) เขตอำเภอธัญบุรี อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี
และเขตกรุงเทพมหานคร
3. งานส่งน้ำบำรุงรักษาที่3(หนองจอก) เขตอำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานีและเขต
หนองจอกกรุงเทพมหานคร
- 4 งานส่งน้ำบำรุงรักษาที่4(องครักษ์) เขตอำเภอองครักษ์ จังหวัดนครนายก
5. งานส่งน้ำบำรุงรักษาที่5(สมบรูณ์) เขตอำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา

โครงการฯ มีคลองชลประทานอยู่ในความดูแลและบำรุงรักษาแบ่งเป็นคลองสายหลัก 2 คลอง คือ คลองรังสิตและคลองหกวา เป็นคลองซอยจำนวน 34 คลอง แยกเป็นตารางกระจายไปทั่วพื้นที่โครงการและต่อเชื่อมถึงกันทั้งหมด มีประตูระบายน้ำสามารถบังคับน้ำไว้ในพื้นที่ที่ต้องการได้ แล้วยังสามารถส่งน้ำถ่ายเทไปมาได้ ทำให้โครงการฯซึ่งนอกจากจะช่วยเหลือประชาชนด้านการเกษตรกรรมแล้วยังมีส่วนในช่วยแก้บรรเทาปัญหาด้านอุทกภัยอีกด้วย โดยเฉพาะพื้นที่ของตอนงานบำรุงรักษาที่1 (รังสิต) ซึ่งเป็นพื้นที่ของโครงการฯ ที่อยู่เขตของกรุงเทพมหานครที่มักประสบปัญหาด้านอุทกภัยแทบทุกปี จึงได้มีระบบป้องกันน้ำท่วมโดยการกำหนดให้มีคันกั้นน้ำล้อมรอบและมีประตูระบายน้ำควบคุมการเปิดรับน้ำเข้าริมคันกั้นน้ำ ดังนั้นในพื้นที่ส่วนนี้โครงการฯ จะไม่มีการส่งน้ำเพื่อใช้ในการเกษตรกรรมแต่จะเป็นการดำเนินงานด้านการระบายน้ำแต่เพียงอย่างเดียวและอยู่ภายใต้การทำงานร่วมกันกับสำนักระบายน้ำของกรุงเทพมหานคร

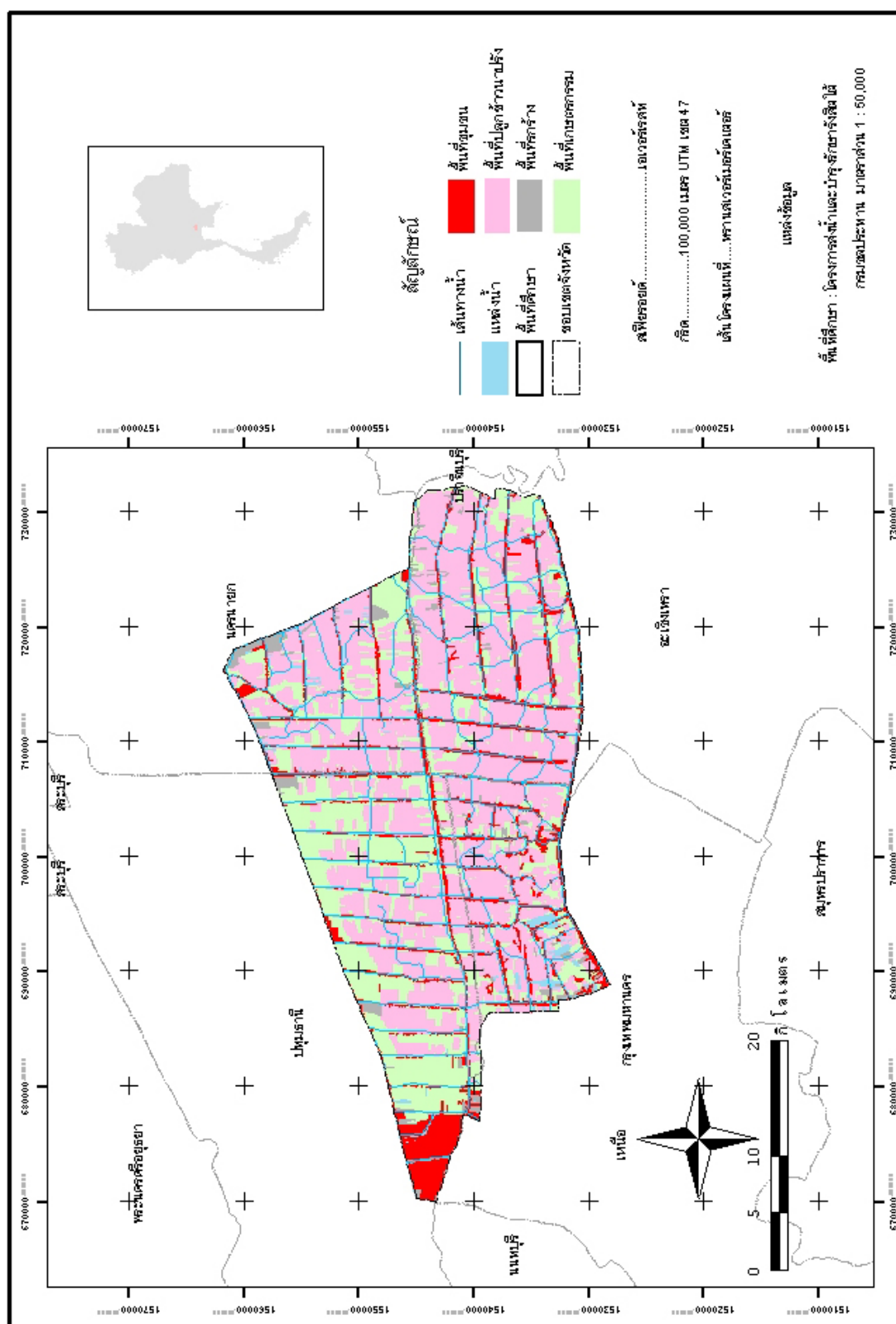
ทางโครงการฯจะใช้วิธีคำนวณความต้องการใช้น้ำในเขตชลประทานแบบอิริเกชันดีมานโมเดล (Irrigation Demand Model) โดยใช้ข้อมูลกิจกรรมการเพาะปลูกในอดีตมาเป็นข้อมูลสำหรับการคำนวณและสรุปเป็นค่าเฉลี่ยชลหาระ 0.000128 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีต่อไร่(ศิริชัย โชติกเสถียร; และคณะ. 2543: 10)

1.5 สภาพการใช้ที่ดิน

เนื่องจากสภาพพื้นที่ในเขตโครงการเป็นที่ราบลุ่มในฤดูฝนจะมีน้ำหลาก จึงเหมาะแก่การทำเกษตรกรรมโดยเฉพาะการปลูกข้าว(ภาพประกอบ 5และ6) แต่ในปัจจุบันเกษตรกรได้ประกอบอาชีพเกษตรด้านอื่นๆ อีก เช่น การเลี้ยงกุ้ง สวนส้ม นาหญ้า ในส่วนพื้นที่บริเวณเขตกรุงเทพมหานคร และ



ภาพประกอบ 5 แผนที่แสดงพื้นที่ปลูกข้าวในปีเพาะปลูก พ.ศ. 2545/46

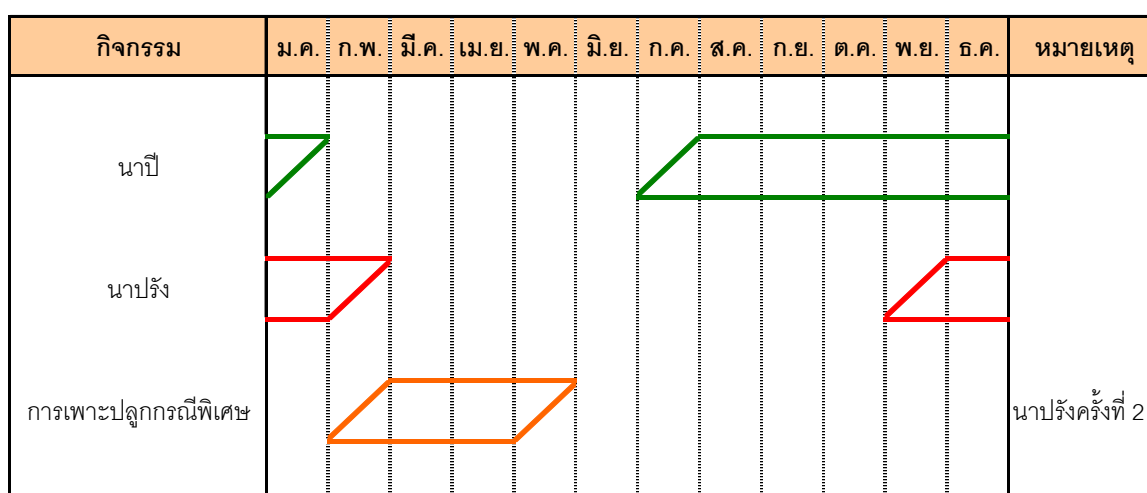


ภาพประกอบ 6 แผนที่แสดงพื้นที่ปลูกข้าวนาปีปีเพาะปลูกพ.ศ. 2545/46

ปริมาณพลได้เปลี่ยนจากการเกษตรไปเป็นที่อยู่อาศัยและโรงงานอุตสาหกรรม การใช้ที่ดินเมื่อ ปี พ.ศ. 2543 สรุปได้ดังนี้ เป็นพื้นที่ที่ใช้ในการทำนาปีรวม 348,500 ไร่ พื้นที่ที่เป็นสวนผลไม้รวม 10,906 ไร่ ทำบ่อเพาะเลี้ยงปลาและกุ้งรวม 23,709 ไร่

วิธีการในการทำนานั้นมีอยู่หลายวิธี แต่ส่วนใหญ่การทำนาในเขตพื้นที่ชลประทานนั้น เกษตรกรจะนิยมปลูกข้าวด้วยวิธีการทำนาหว่านน้ำตาม เนื่องจากลักษณะของพื้นที่เอื้อต่อการควบคุมระดับน้ำในแปลงได้อย่างดีตลอดฤดูการเพาะปลูก ส่วนพันธุ์ข้าวที่เกษตรกรนิยมปลูกกันอย่างแพร่หลายในพื้นที่บริเวณนี้คือข้าวพันธุ์ข. 7 ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวเจ้าที่กรมส่งเสริมการเกษตรได้แนะนำให้ปลูกในเขตที่มีการทำนาชลประทานหรือมีการควบคุมระดับน้ำและสามารถปลูกได้ทั้งการทำนาปีและปรัง เนื่องจากเป็นพันธุ์ข้าวที่ไม่ไวแสงทำให้สามารถปลูกได้ทั้งปี ลักษณะโดยทั่วไปของข้าวพันธุ์ข. 7 คือ ขนาดความสูงของต้นข้าว 115 เซนติเมตร มีระยะเวลาการปลูกในการเก็บเกี่ยว 110–130 วัน สามารถทนดินเปรี้ยวได้พอสมควร ปลูกในสภาพไร้ได้ มีความต้านทานโรคไหม้ปานกลางและโรคขอบใบแห้ง (สัญญาชัย สัตตวัฒนานนท์. 2542: 7-9)

การทำนาปีในพื้นที่จะเริ่มการเพาะปลูกเมื่อเข้าสู่ฤดูฝนประมาณต้นเดือนมิถุนายน การทำนาในช่วงนี้จะได้รับน้ำฝนตั้งแต่มิถุนายนจนถึงตุลาคม การปลูกข้าวนาปีจะใช้น้ำจากน้ำฝนที่ตกลงในพื้นที่ในการเพาะปลูก ปัญหาส่วนใหญ่ที่จะเกิดขึ้นคือปริมาณน้ำที่เกินความต้องการซึ่งโครงการจะต้องระบายน้ำส่วนเกินออกจากพื้นที่เพาะปลูก แต่ทั้งนี้จะต้องคำนึงถึงปริมาณน้ำส่วนที่จะเหลือหลังฤดูกาลเพาะปลูกนาปีด้วย เนื่องจากจะต้องนำน้ำที่เหลือนี้มาใช้ในการเพาะปลูกนาปรังต่อไป



ภาพประกอบ 7 แผนการเพาะปลูกข้าวของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้

ที่มา : โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้. (2545).งานเกษตร

ภาพประกอบ 7 แสดงแผนการเพาะปลูกข้าวของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้ จะพบว่า ทางโครงการฯ ได้กำหนดให้เริ่มฤดูทำนาปีตั้งแต่ในช่วงต้นเดือนกรกฎาคมเป็นต้นไป ซึ่งล่าช้ากว่าปกติ ทั้งนี้เนื่องมาจากพื้นที่ของโครงการฯ อยู่ด้านใต้ของกลุ่มน้ำเจ้าพระยา หากทำการเพาะปลูกพร้อมกันทั้งหมดอาจจะทำให้เกิดปัญหาน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการ ดังนั้นจึงได้กำหนดให้เริ่มการเพาะปลูกข้าวช้ากว่าโครงการชลประทานที่อยู่ด้านบน เพื่อรอรับน้ำจากโครงการชลประทานดังกล่าวที่จะระบายน้ำมาให้หลังจากที่ใช้ในการเพาะปลูกแล้ว

การทำนาปรังจะทำหลังจากการเก็บเกี่ยวข้าวนาปี การทำนาปรังจะเริ่มกันอย่างพร้อมเพรียงระหว่างเดือนตุลาคมและพฤศจิกายน โดยจะใช้น้ำในคลองที่เหลือนในคลอง ซึ่งส่วนใหญ่เมื่อเริ่มนำน้ำมาใช้พร้อมกัน และเมื่อมีปริมาณการใช้น้ำเพิ่มจำนวนมากขึ้นก็จะทำให้น้ำในคลองลดลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นทางโครงการจึงต้องพิจารณาหาน้ำจากแหล่งอื่นมาช่วยเหลือการทำนาปรัง เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำในพื้นที่

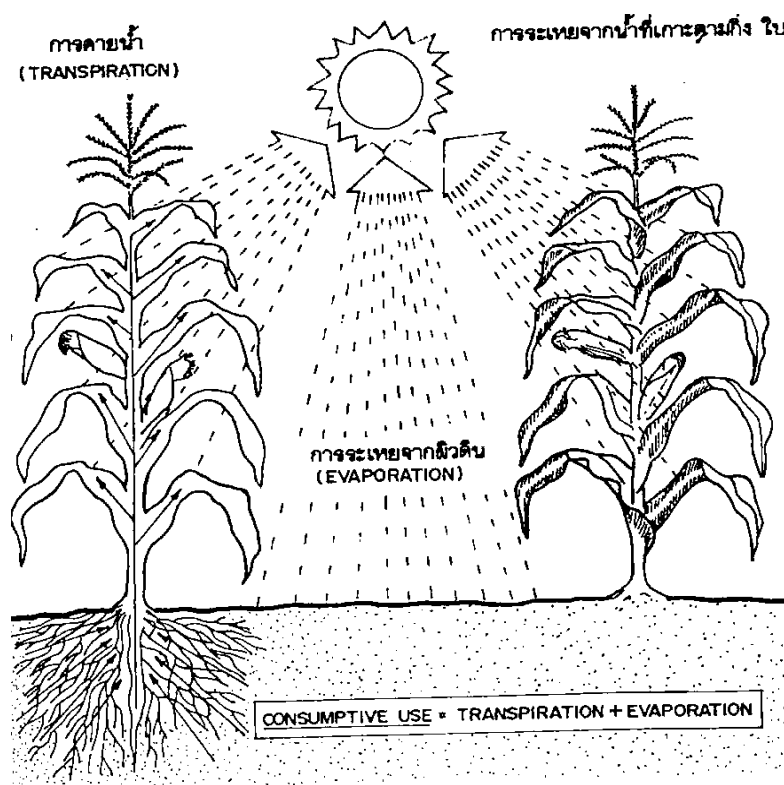
2. ปริมาณการใช้น้ำของพืช(Evapotranspiration หรือ Consumptive Use)

อภิชาติ อนุกุลอำไพและคณะ (2524: 5) ได้อธิบายเกี่ยวกับปริมาณการใช้น้ำของพืชว่าเป็นปริมาณน้ำทั้งหมดที่สูญเสียจากพื้นที่เพาะปลูกสู่บรรยากาศ โดยปริมาณน้ำดังกล่าวจะประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้จริง ๆ กับปริมาณน้ำที่ต้องสูญเสียไปโดยการระเหยจากผิวดินหรือผิวน้ำในแปลงเพาะปลูกนั้น ดังภาพประกอบ 8

1.ปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้จริงคือปริมาณน้ำที่พืชใช้สำหรับหล่อเลี้ยงลำต้นและอวัยวะต่าง ๆ การนำอาหารขึ้นไปบำรุงส่วนต่าง ๆ ของพืชแล้วคายออกทางใบสู่บรรยากาศ เราเรียกว่ากระบวนการนี้ว่า การคายน้ำ(transpiration)

2. ปริมาณน้ำที่ระเหยจากผิวดินบริเวณรอบ ๆ ต้นพืชในขณะที่ให้น้ำหรือมีน้ำขังอยู่ และจากน้ำที่เกาะอยู่ตามใบเนื่องจากฝนหรือการให้น้ำเรียกว่า การระเหย(evaporation)

ซึ่งการสูญเสียปริมาณน้ำในทั้ง 2 ส่วนนี้เป็นสิ่งที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดขึ้นได้ ฉะนั้นจึงนิยมนำมาคิดรวมกันทั้งการใช้น้ำที่พืชต้องการใช้จริงกับที่ระเหยและเรียกรวมว่า อีแวพโททรานสไปเรชัน(Evapotranspiration) (วิบูลย์ บุญยธโรกุล. 2526: 53) เพื่อความสะดวกในการกำหนดการให้น้ำแก่พืช จึงนิยมบอกปริมาณการใช้น้ำเป็นความลึกต่อหน่วยเวลา เช่น มิลลิเมตรต่อวัน หรือนิ้วต่อวัน เป็นต้น(อภิชาติ; และคณะ. 2524: 6)



ภาพประกอบ 8 การใช้น้ำของพืชที่สูญเสียจากพื้นที่เพาะปลูกสู่บรรยากาศในรูปไอน้ำ

ที่มา : วิบูลย์ บุญยธโรกุล. (2526). หลักการชลประทาน. : หน้า 53

ปริมาณการใช้น้ำของพืชสามารถทำการประเมินได้หลายวิธี เช่น การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยการวัดตรง (Crop Evapotranspiration: ETC) การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยการคำนวณจากข้อมูลทางภูมิอากาศ (Potential Evapotranspiration: ETp) เป็นต้น แต่วิธีที่ได้รับความนิยมและนำไปใช้งานในทางปฏิบัติมากกว่าวิธีอื่นคือวิธีการคำนวณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงจากข้อมูลภูมิอากาศ (Reference Crop Evapotranspiration) เนื่องจากสามารถหาข้อมูลต่างๆ ที่จะใช้สำหรับการหาปริมาณการใช้น้ำของพืชได้ง่าย (คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน, 2546: 60)

วิธีการหาการใช้น้ำของพืชอ้างอิงจะหาได้จากการปลูกพืชอ้างอิงซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้ เป็นพืชที่มีลักษณะการเจริญเติบโตได้ดีตลอดปีและมีอัตราการใช้น้ำที่ไม่ขึ้นกับอายุของพืช ซึ่งพืชที่มีคุณสมบัติตรงตามที่กล่าวคือหญ้า โดยทำการปลูกไว้ในดินที่มีความชื้นสูงตลอดเวลาเพื่อไม่มีผลต่อการใช้น้ำ ทำให้อัตราการใช้น้ำของพืชจะขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศเพียงอย่างเดียว ดุร์เรนบอสและพรูอิท ได้ให้คำ

จำกัดความเกี่ยวกับ ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงว่าเป็นปริมาณน้ำที่สูญเสียจากผิวดินในหนึ่งหน่วยเวลาบนพื้นที่เพาะปลูกหญ้าที่มีความสูงประมาณ 8 ถึง 15 เซนติเมตรซึ่งขึ้นปกคลุมพื้นที่อย่างสม่ำเสมอ โดยหญ้านั้นกำลังเจริญเติบโตอยู่ในสภาพที่ไม่ขาดน้ำ(ชูพันธ์ ชมภูจันทร์. 2547:3 อ้างอิงจาก Doorenbos and Pruitt.1977)

เนื่องจากปริมาณการใช้น้ำของพืชนั้นส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ ดังนั้นจึงได้มีการคิดสูตรคำนวณหรือวิธีการหาปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยใช้ข้อมูลจากสภาพภูมิอากาศ โดยแต่ละวิธีการจะใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสูตรที่ใช้ในการคำนวณ บางวิธีต้องใช้ข้อมูลหลายชนิดและมีสูตรในการคำนวณที่ซับซ้อน ในขณะที่บางวิธีมีการคำนวณที่ไม่ยุ่งยากและใช้ข้อมูลไม่กี่ชนิด เช่น สูตรบลานี่ คริดเดิล (Blaney Criddle) จะนำข้อมูลอุณหภูมิมาใช้ในการคำนวณ ส่วนสูตรเรดิเอชัน (Radiation) นอกจากจะให้ข้อมูลอุณหภูมิแล้วยังใช้ข้อมูลรังสีอาทิตย์มาพิจารณาด้วย เป็นต้น ดังในตาราง 2 ที่แสดงให้เห็นถึงชนิดของข้อมูลที่แต่ละวิธีการนำมาใช้ในการคำนวณ

ตาราง 2 ชนิดของข้อมูลที่นำไปใช้ในแต่ละวิธีการคำนวณการใช้น้ำของพืช

วิธีการคำนวณ	อุณหภูมิ	ความชื้น	ความเร็วลม	รังสีอาทิตย์	การระเหย
FAO Blaney Criddle	วัดค่า	ประมาณค่า	ประมาณค่า	ประมาณค่า	
FAO Radiation	วัดค่า	ประมาณค่า	ประมาณค่า	วัดค่า	
FAO Penman	วัดค่า	วัดค่า	วัดค่า	วัดค่า	
Pan Evaporation		ประมาณค่า	ประมาณค่า	ประมาณค่า	วัดค่า

ที่มา : Amir Kassam. (2002). *FAO Methodologies on Crop Water Use and Crop Water Productivity*. (Online).

จากตาราง 2 จะเห็นได้ว่า วิธีการคำนวณด้วยสูตรของเพนแมน(Penman) เป็นวิธีการคำนวณที่รวบรวมข้อมูลสภาพภูมิอากาศคือ อุณหภูมิ ความชื้นของอากาศ ความเร็วลมและรังสีอาทิตย์ ซึ่งมีผลต่อการใช้น้ำทุกชนิดมาอยู่ในสูตรจึงได้ผลการคำนวณที่ใกล้เคียงดีกว่าสูตรอื่นๆ จากสาเหตุดังกล่าวข้างต้นทำให้สูตรเพนแมน(Penman) เป็นที่ยอมรับกันมากกว่าสูตรอื่น ๆ นอกจากนี้ ดิเรก ทองอร่าม และวิบูลย์ บุญยธโรกุล ได้ทำการทดลองและสรุปตรงกันว่า การคำนวณการใช้น้ำของพืชโดยใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศด้วยสูตรเพนแมน(Penman) นั้น ให้ค่าที่เหมาะสมกับประเทศไทยมากกว่าสูตรอื่น (ดิเรก ทองอร่าม. 2525: 44, วิบูลย์ บุญยธโรกุล. 2526: 45)

การคำนวณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงและปริมาณการระเหยและคายน้ำของพืชด้วยวิธีเพนแมน (Penman) ได้รับการปรับปรุงและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ดังแสดงในภาพประกอบ 9 นับตั้งแต่ปี ค.ศ. 1977 ดูร์เรนบอสและพรูอิท (Doorenbos and Pruitt) ได้ปรับวิธีการคำนวณเทอมของลมและความชื้น ต่างไปจากสูตรเดิมและเรียกว่าวิธีการของ FAO modified Penman หรือเรียกสั้นๆ ว่า Modified Penman ต่อมาในปี ค.ศ. 1998 Allen et al. ได้ปรับปรุงวิธี Modified Penman โดยการคำนวณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงให้มีความถูกต้องใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้ยิ่งขึ้น เรียกว่า วิธี FAO Penman Monteith และ FAO ได้แนะนำให้ใช้วิธีนี้เป็นมาตรฐานในการหาปริมาณการใช้น้ำอ้างอิงของพืช โดยรายละเอียด การคำนวณสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จาก FAO Irrigation and Drainage Paper No.56 (Kassam A, Smith M. 2002. online)

Penman equation (Penman, 1948) $ET_o = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} \cdot \underbrace{(R_n - G)}_{\text{radiation balance}} + \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} \cdot \underbrace{f(u) \cdot (e_s - e_a)}_{\text{aerodynamic term}}$ FAO modified Penman equation (Doorenbos & Pruitt, 1977) $ET_o = c \cdot \left[\frac{\Delta}{\Delta + \gamma} \cdot R_n + \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} \cdot f(u) \cdot (e_s - e_a) \right]$ FAO Penman-Monteith equation (Allen et al., 1998) $ET_o = \frac{0.408 \cdot \Delta \cdot (R_n - G) + \gamma \cdot \frac{900}{T + 273} \cdot u_2 \cdot (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma \cdot (1 + 0.34 \cdot u_2)}$

ภาพประกอบ 9 แสดงการปรับปรุงและพัฒนาสมการของสูตรเพนแมน(Penman)

ที่มา : คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน. (2546) *การวางแผนและการออกแบบระบบส่งน้ำชลประทาน* : หน้า 99

สำหรับประเทศไทยนั้น วราวุธ วุฒินิธิชัย(2539: 92-103) ได้นำข้อมูลภูมิอากาศจากสถานีอุตุนิยมวิทยาจำนวน 29 สถานีทั่วประเทศมาคำนวณหาการใช้น้ำของพืชอ้างอิงด้วยวิธี Penman Monteith(ภาคผนวก ข) เพื่อให้ได้ค่าการใช้น้ำอ้างอิงที่เหมาะสมกับประเทศไทย การนำข้อมูลการใช้น้ำของพืชอ้างอิงมาใช้นั้นต้องพิจารณาจากพื้นที่ที่ต้องการศึกษาว่า ในบริเวณดังกล่าวมีสถานี

อุดรนิยมหาวิทยาลัยได้บ้างที่มีการหาการใช้น้ำของพืชอ้างอิงไว้แล้ว ซึ่งถ้าในพื้นที่ศึกษาไม่มีสถานียดังกล่าวก็ให้เลือกใช้ค่าจากสถานีใกล้เคียงที่มีลักษณะภูมิอากาศคล้ายคลึงกับพื้นที่ที่ศึกษา ในทางตรงกันข้าม ถ้าในพื้นที่มีการศึกษามีสถานีที่มีการหาการใช้น้ำของพืชอ้างอิงมากกว่าหนึ่งสถานี ก็ให้ใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยการใช้น้ำของพืชอ้างอิงจากสถานีเหล่านั้น ในการศึกษครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลการใช้น้ำของพืชอ้างอิงจากสถานีสนามบินดอนเมืองเนื่องจากเป็นหนึ่งในสถานีที่ใช้ในการศึกษาอยู่แล้ว โดยนำข้อมูลการใช้น้ำของพืชอ้างอิงรายเดือนมาเฉลี่ยเป็นรายวัน เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาต่อไป

ตาราง 3 การใช้น้ำของพืชอ้างอิงเฉลี่ยรายวัน คำนวณด้วยวิธี Penman Monteith
หน่วย: มิลลิเมตร

เดือน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
สถานีสนามบินดอนเมือง	3.90	4.47	5.1	5.23	4.68	4.47	4.32	4.16	3.87	3.84	3.83	3.78

การคำนวณหาการใช้น้ำของพืชจะต้องคูณปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงด้วยค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช ดังสมการ

สมการการใช้น้ำของพืช (Crop Evapotranspiration : ET_c)

$$ET_c = K_c \times ET_p$$

ET_c คือปริมาณการใช้น้ำของพืช (Crop Evapotranspiration : ET_c)

K_c คือค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop Coefficient : K_c)

ET_p คือการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Potential Evapotranspiration : ET_p)

ดังนั้นถ้าต้องการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืช ณ ช่วงเวลาต่างๆ จึงทำได้โดยการคูณสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (K_c) กับการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_p) ของพื้นที่เพาะปลูกในช่วงเวลานั้น ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้จะหมายถึง ข้าว

2.1 สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าว (Crop Coefficient : K_c)

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช เป็นข้อมูลสำคัญที่จะต้องนำไปใช้ในการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืช เนื่องจากในแต่ละท้องที่มีภูมิอากาศที่แตกต่างกัน ทำให้ปริมาณการใช้น้ำของพืชแตกต่างกันตามสภาพภูมิอากาศของท้องที่นั้นๆ ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงที่คำนวณได้จากสูตรต่างๆจะผันแปรไปตามสภาพอากาศแต่ละแห่งไปด้วย ส่วนค่าสัมประสิทธิ์พืชนั้นสามารถนำไปใช้

ได้ทั่วไปในคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชได้ตามช่วงอายุการเจริญเติบโต เป็นรายสัปดาห์หรือรายเดือนตามความเหมาะสมของชนิดพืช

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าวจึงมีค่าแตกต่างกันตามชนิดของข้าว ระยะเวลาการเจริญเติบโต ซึ่งทางส่วนเกษตรชลประทาน สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทานจัดทำข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าวพันธุ์กข. โดยใช้ข้อมูลของภูมิอากาศ จากสูตรคำนวณ 7 สูตรคือ Modified Penman, Blaney-Criddle, E-pan, Thornthwaite, Hargreaves, Radiation และ Penman Monteith เพื่อใช้ในการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของข้าว ดังตาราง 4 ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์ของข้าวกข. ที่ได้จากวิธี Penman-Monteith ตามที่ FAO ได้แนะนำ

ตาราง 4 ค่าสัมประสิทธิ์ข้าว กข.

หน่วย: มิลลิเมตร

สัปดาห์ที่	ค่าสัมประสิทธิ์ข้าว กข. (Crop Coefficient ; Kc)						
	Modified Penman	Blaney-Criddle	E-pan	Thornthwaite	Hargreaves	Radiation	Penman-Monteith
1	0.90	1.10	1.23	0.76	0.90	1.29	1.03
2	0.94	1.24	1.21	0.85	0.92	1.38	1.07
3	0.98	1.52	1.27	1.06	1.11	1.35	1.12
4	1.13	1.65	1.55	1.14	1.24	1.57	1.29
5	1.21	1.67	1.55	1.12	1.31	1.77	1.38
6	1.27	1.64	1.89	1.07	1.23	1.88	1.45
7	1.32	2.10	1.87	1.39	1.54	1.78	1.50
8	1.30	1.66	1.86	1.09	1.22	1.87	1.48
9	1.26	1.74	1.72	1.15	1.24	1.77	1.42
10	1.21	1.68	1.42	1.19	1.27	1.73	1.34
11	1.11	1.68	1.48	1.17	1.23	1.51	1.23
12	0.85	1.18	1.29	0.81	0.89	1.15	0.94
13	0.75	1.13	1.13	0.78	0.85	0.63	0.86
เฉลี่ย	1.09	1.54	1.49	1.05	1.15	1.53	1.24

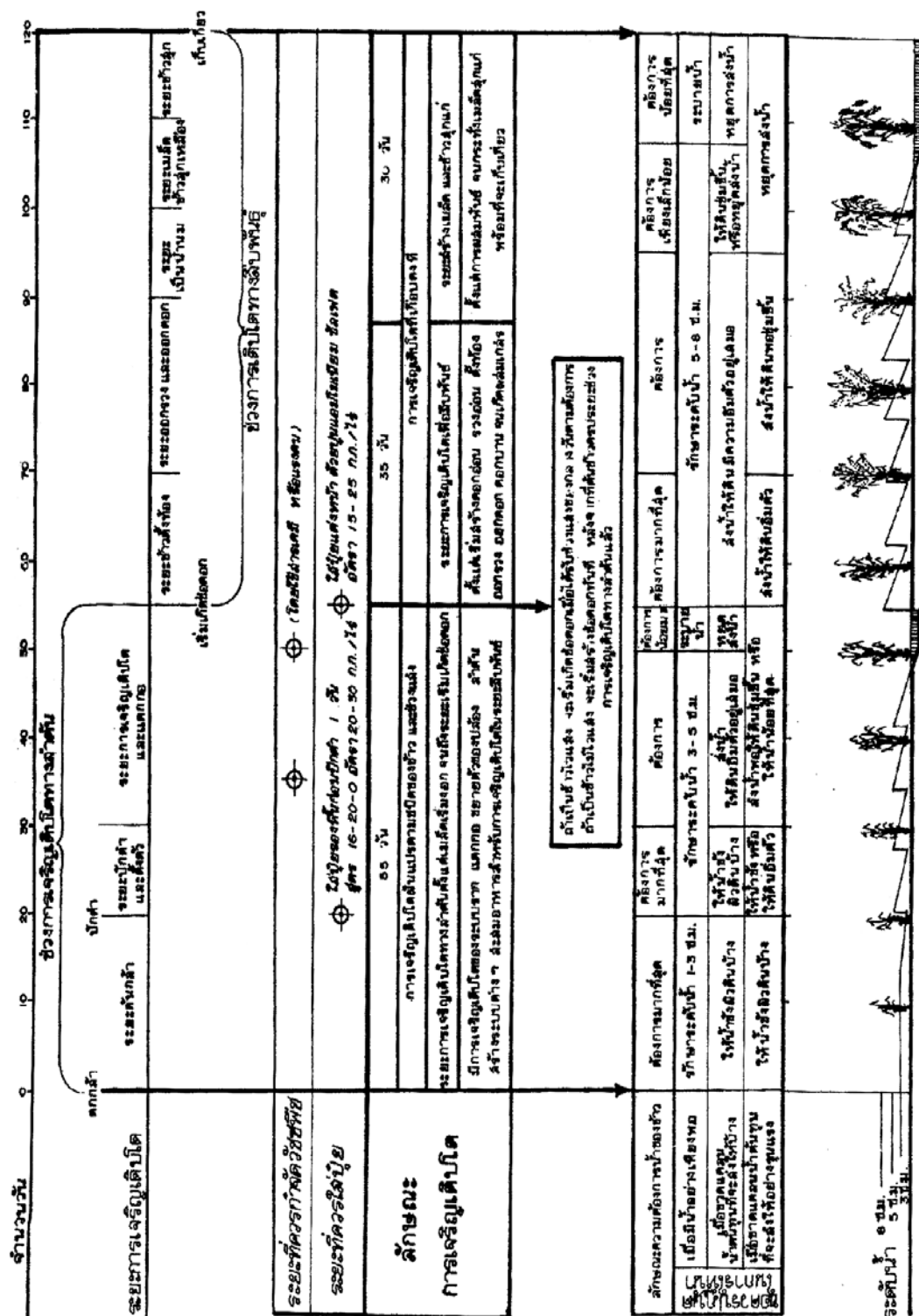
ที่มา : โสภ ชาญเวช. (2546). ค่าสัมประสิทธิ์พืช ของพืช 28 ชนิด กรมชลประทาน. (ออนไลน์).

2.2 ข้อควรพิจารณาในการให้น้ำแก่ข้าว

ในการพิจารณาการส่งน้ำให้ข้าว ควรคำนึงถึงลักษณะความต้องการน้ำของข้าวแต่ละพันธุ์ ระยะการเจริญเติบโตและปริมาณน้ำที่มีอยู่ ในภาพประกอบ 10 จะแสดงให้เห็นถึงลักษณะการเจริญเติบโตในระยะต่างๆ การดูแลรักษาและวิธีการให้น้ำแก่ข้าวอายุ 120 วัน

ระยะที่สำคัญของข้าวคือช่วงระยะที่ข้าวสร้างรวงอ่อนถึงระยะหลังจากที่ข้าวออกดอก 15 วัน เป็นช่วงที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตของข้าวมาก โดยเฉพาะช่วงระยะสร้างรวงเป็นระยะเวลาที่จำเป็นจะต้องรักษาระดับน้ำในแปลงนาไม่ให้ขาดน้ำ เพราะถ้าข้าวขาดน้ำช่วงนี้ จะส่งผลกระทบต่อเมล็ดข้าวทำให้ไม่สมบูรณ์และมีผลผลิตต่ำ(เอกสงวน ชูวิสิฐกุล. 2544: 92) ซึ่งช่วงนี้ข้าวมีอายุประมาณ 55–90 วันและจากเอกสารแนะนำการใช้น้ำของข้าวของส่วนเกษตรชลประทาน(ภาคผนวก ค) พบว่าได้กำหนดจำนวนวันที่ต้องส่งน้ำในการปลูกข้าวไว้ 86 วันแต่ระบุอายุการเก็บเกี่ยวข้าวพันธุ์ข 110 วัน

เนื่องจากการหาปริมาณการใช้น้ำของข้าวในการวิจัยครั้งนี้จะต้องใช้ข้อมูลสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าวซึ่งได้กำหนดไว้เป็นรายสัปดาห์ โดยค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าวจะมีระยะเวลารวม 13 สัปดาห์ดังที่ได้กล่าวไว้ในข้อ 2.1 เมื่อถึงระยะเวลาดังกล่าวข้าวจะมีอายุได้ 91 วัน ซึ่งจะครอบคลุมระยะเวลาที่ข้าวจำเป็นจะต้องใช้น้ำในแปลงพอดี



ภาพประกอบ 10 ลักษณะการเจริญเติบโตในระยะต่างๆ การดูแลรักษาและวิธีการให้น้ำแก่ข้าวอายุ 120 วัน

ที่มา : ดิเรก ทองอร่าม. (2526). ความต้องการนำวัสดุประเภท ๑๑ ใน ๑๑ ประเภทในไทยที่เหมาะสมในการทำงานสุขภาพประชาชน. : หน้า 11

3.ปริมาณความต้องการใช้น้ำชลประทานเพื่อการเพาะปลูกข้าว

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ ในเขตพื้นที่ราบภาคกลางเป็นพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์เหมาะต่อการทำการเกษตรกรรมซึ่งพื้นที่เกษตรกรรมส่วนใหญ่จะเป็นการทำนาข้าวในเขตโครงการชลประทาน ดังนั้นการใช้น้ำชลประทานเพื่อการเกษตรกรรมส่วนใหญ่จึงเน้นไปในการใช้น้ำของข้าวเป็นหลัก อีกทั้งข้าวยังเป็นพืชที่มีความต้องการใช้น้ำในแปลงมากกว่าพืชชนิดอื่น เนื่องจากพันธุ์ข้าวที่ปลูกในประเทศไทยส่วนมากจะเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ที่มีน้ำขัง ดังนั้นในการปลูกข้าวนอกจากจะต้องมีการให้น้ำเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและคายน้ำออกทางใบแล้ว ยังต้องขังน้ำส่วนหนึ่งไว้ในนาข้าวสำหรับทดแทนการระเหยและรั่วซึมลงไปในดินอีกด้วย(ดิเรก ทองอร่าม. 2524: 7-10) ซึ่งปริมาณน้ำที่ข้าวจะได้รับในแปลงเพาะปลูกนั้นจะได้มาจาก 2 ทางคือจากทางน้ำฝนและน้ำชลประทาน

ความต้องการน้ำเพื่อการเพาะปลูกข้าวแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

3.1 ความต้องการน้ำเพื่อการเตรียมแปลง

3.2 ความต้องการน้ำเพื่อการเจริญเติบโตของต้นข้าว

3.1 ความต้องการน้ำเพื่อการเตรียมแปลง

การเตรียมแปลง(Land preparation) การเตรียมแปลงเป็นขั้นตอนมีความสำคัญต่อการเพาะปลูกข้าวเป็นอย่างมาก เป็นขั้นตอนในการปรับพื้นที่เพาะปลูกเพื่อให้ดินมีสภาพที่เหมาะสม เป็นการปรับระดับพื้นนาให้สม่ำเสมอซึ่งจะมีผลต่อการส่งน้ำ การไถบ่ม และยาต่าง ๆ อีกทั้งเป็นการลดการสูญเสียของน้ำ ทำให้ดินเก็บความชื้นได้ดีโดยเฉพาะการคราด การทำเทือก ทำให้การสูญเสียน้ำทางการรั่วซึมลงไปในดินลดลง เป็นต้น

ปริมาณน้ำที่ใช้ในการเตรียมแปลงจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ ปริมาณน้ำที่จะสูญเสียโดยการระเหย การซึมลึกและการซึมข้าง (Percolation and Seepage) สภาพความชื้นในดิน ชนิดของดิน ระยะเวลาในการเตรียมแปลง ซึ่งถ้าหากสามารถลดระยะเวลาในการเตรียมแปลงลงก็จะประหยัดปริมาณน้ำที่ใช้ให้น้อยลงได้ เป็นต้น ความต้องการน้ำที่ใช้ในเตรียมแปลงสำหรับปลูกข้าวโดยทั่วไปจะใช้ปริมาณน้ำรวม 200-350 มิลลิเมตร โดยดิเรก(2526: 30-34)ได้อธิบายถึงการแบ่งปริมาณน้ำในการเตรียมแปลงเป็นส่วนต่าง ๆ ดังนี้

-ปริมาณน้ำที่ทำให้ดินเปียกชุ่มหรืออิมตัว เพื่อความสะดวก ในการไถ ปริมาณ 100-150 มิลลิเมตร ทั้งนี้ขึ้นกับสภาพของดินและความชุ่มชื้นของดิน

-ปริมาณน้ำที่สูญเสียไปโดยการระเหย ประมาณ 30-50 มิลลิเมตร

-ปริมาณน้ำที่สูญเสียไปโดยการรั่วซึมลงไปในดิน ประมาณ 30-70 มิลลิเมตร

-ปริมาณน้ำที่ขังในแปลงนาเพื่อควบคุมวัชพืช ประมาณ 40-80 มิลลิเมตร

ตาราง 5 แสดงปริมาณน้ำที่ใช้เพื่อการเตรียมแปลง ที่ได้มีผู้ที่ทำการศึกษาไว้ในพื้นที่โครงการชลประทานต่าง ๆ ในประเทศไทย

ตาราง 5 ปริมาณน้ำที่ใช้เพื่อการเตรียมแปลงในพื้นที่โครงการชลประทานต่างๆในประเทศไทย

หน่วย: มิลลิเมตร

โครงการ	นาปราง	นาปี
กำแพงแสน	200	200
เจ้าพระยาตอตนบน	255	255
เจ้าพระยาตอตนล่าง	255	230
ดงศรีชัย	270	-
พระองค์ไชยยานุชิต	160	166
เพชรบุรี	300	200
น้ำสวย	200	250
น้ำอูน	-	250
มโนรมย์	350	-
แม่กลอง	190	175
แม่กวัง	230	200
แม่วัง – กิ่วลม	200	200
ลำพระเพลิง	200	300
สามชุก	350	280
หนองหวาย	350	300

ที่มา : ชูพันธ์ ชมภูพันธ์. (2547). วิธีการสำรวจระยะไกลสำหรับประเมินการใช้น้ำในนาข้าว กรณีศึกษาโครงการชลประทานเจ้าพระยาฝั่งตะวันตก. : หน้า 8 และ วัชร เสือดี. (2537). การพัฒนาโปรแกรมจัดสรรน้ำและติดตามประเมินผลการใช้น้ำสำหรับโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสองพี่น้อง. : หน้า 70

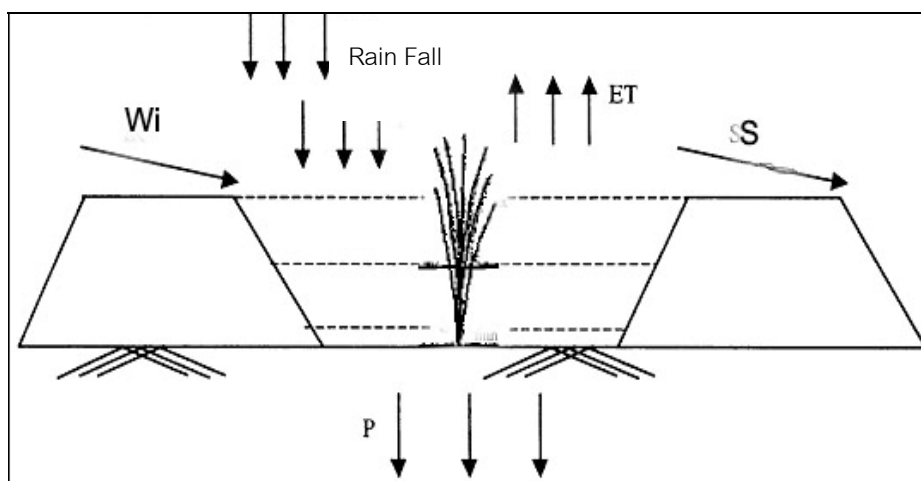
3.2 ความต้องการน้ำเพื่อการเจริญเติบโตของต้นข้าว

ความต้องการน้ำเพื่อการเจริญเติบโตของต้นข้าว จะเกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำที่ต้องสูญเสียไปในระหว่างการเจริญเติบโตซึ่งจะมี 3 ทาง ได้แก่ การระเหย(evaporation) การคายน้ำ(transpiration) และการซึมลงไปในดิน(percolation)

การหาค่าการใช้น้ำสำหรับข้าว จะหาได้จากสมการการสมดุลของน้ำในแปลงนาซึ่งมีตัวแปรต่างๆ ดังแสดงในภาพประกอบ 11 และสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้(วรารุณ วุฒิวิณชัย. 2545: 73)

$$W_i + E_R = E_T + P + S$$

- โดย W_i = ปริมาณน้ำชลประทาน (Irrigation water)
 E_R = ปริมาณฝนใช้การ (Effective rainfall)
 E_T = ปริมาณการใช้น้ำของพืช (Evapotranspiration)
 P = ปริมาณน้ำที่ไหลซึมลงสู่ดิน (percolation)
 S = ปริมาณน้ำรั่วซึมทางด้านข้าง (seepage)



ภาพประกอบ 11 ความสมดุลของน้ำในแปลงนา

ที่มา : สุวัชร ธนุศิษฐ์. (2543). การติดตามและประเมินผลการส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาน้ำคูนโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. : หน้า 36

ในกรณีที่มีแปลงนาที่อยู่ข้าง ๆ มีน้ำขังเหมือนกัน ปริมาณรั่วซึมทางด้านข้างจะมีค่าไม่มาก และโดยทั่วไปจะรวมค่า S และ P เข้าด้วยกันเรียกว่า ปริมาณรั่วซึมในแปลงนา (P_s หรือ P) ดังนั้นจึงเขียนสมการได้ใหม่เป็น

$$W_i = E_T + P_s - E_R \text{ หรือ } W_i = E_T + P - E_R$$

ในกรณีที่มีการใช้น้ำชลประทานเพื่อการอื่นๆ เช่น การเตรียมดินหรือการตกกล้า จะต้องนำปริมาณน้ำส่วนนั้นมารวมอยู่ในค่า W_i ด้วย

3.2.1. ปริมาณฝนใช้การสำหรับข้าว (Effective rainfall)

ปริมาณฝนใช้การสำหรับข้าว คือ น้ำฝนส่วนที่ตกลงมาเก็บกักไว้ในนาโดยไม่ทำให้ระดับน้ำในแปลงสูงขึ้นจนเป็นอันตรายต่อต้นข้าวได้ ซึ่งมีการใช้หลักเกณฑ์หรือมีวิธีการหาแตกต่างกัน โดยดิเรก ทองอร่าม (2526: 57-60) รวบรวมไว้ดังนี้

3.2.1.1. หลักเกณฑ์การหาปริมาณฝนใช้การโดยกองอุทกวิทยา

กองอุทกวิทยาของกรมชลประทานได้พิจารณาหาฝนใช้การในการทำนา โดยคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์จากปริมาณฝนที่ตกประจำวันของเดือนต่างๆ ดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 การหาปริมาณฝนใช้การ กองอุทกวิทยา กรมชลประทาน

เดือน	อัตรา(เปอร์เซ็นต์ของฝนจริง)
เมษายน ถึง กันยายน (ต้นฤดูฝน)	75
ตุลาคม (ปลายฤดูฝน)	65
พฤศจิกายน ถึง ธันวาคม (ต้นฤดูแล้ง)	80
มกราคม ถึง มีนาคม (ฤดูแล้ง)	90

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้วิธีหาปริมาณฝนใช้การของกองอุทกวิทยา กรมชลประทาน เนื่องจากเป็นวิธีที่จัดทำขึ้นในประเทศไทย โดยอาศัยข้อมูลสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการศึกษา

3.3.1.2. หลักเกณฑ์การหาปริมาณฝนใช้การโดย FAO (FAO Formula)

FAO ได้มีเกณฑ์การหาปริมาณฝนใช้การโดยหาจากสมการสำหรับหาฝนใช้การดังนี้

$$ER = (1 - 0.006R) R$$

กำหนดให้ ER คือ ปริมาณฝนใช้การ(มิลลิเมตร)

R คือ ปริมาณฝนที่ตก(มิลลิเมตร)

3.2.1.3.หลักเกณฑ์การหาปริมาณฝนใช้การโดยUnited States Bureau of Reclamation

United States Bureau of Reclamation (USBR) ได้เสนอเกณฑ์การหาปริมาณฝนใช้การดังตาราง

ตาราง 7 การหาปริมาณฝนใช้การของ United States Bureau of Reclamation (USBR)

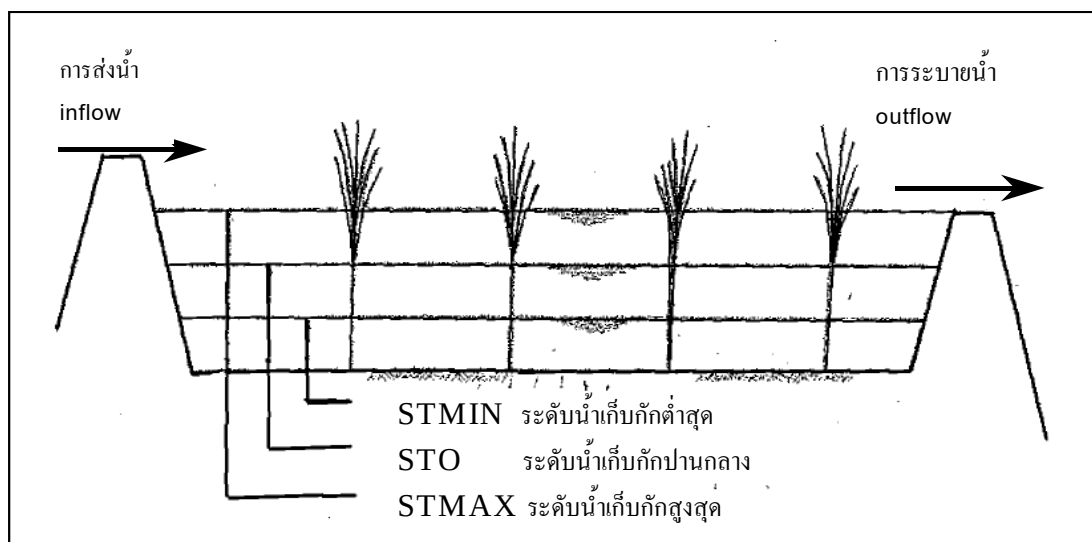
หน่วย: มิลลิเมตร

ปริมาณฝน	ฝนใช้การ	อัตรา(เปอร์เซ็นต์)
0-25	25	100
26-50	49	98
51-75	72	96
76-100	92	92
101-125	107	89
126-150	118	78
ถึง 151	ถึง 118	75

3.2.1.4.หลักเกณฑ์การหาปริมาณฝนใช้การโดยบริษัทที่ปรึกษา Acres International Ltd.

บริษัท Acres International Ltd. ได้รายงานการคำนวณปริมาณฝนใช้การในภาคกลางด้วยวิธี Simulation model โดยแบ่งปริมาณฝนตกในเดือนต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศ สภาพของระดับน้ำที่เก็บกักและการเจริญเติบโตของพืช

โดยการศึกษาเปรียบเทียบหาปริมาณฝนใช้การได้ในแปลงนาข้าว ดังภาพประกอบ 12 ด้วยการกำหนดให้ระดับเก็บกักน้ำในแปลงนาข้าวแตกต่างกัน 3 ระดับ คือระดับต่ำสุด ปานกลางและระดับสูงสุด โดยแบ่งออกเป็น 2 กรณีคือ



ภาพประกอบ 12 การรักษาระดับน้ำในแปลงนา

ที่มา : เฉษฐา แก้วกัลยา. (2533). เอกสารประกอบการสอนเรื่องความต้องการใช้น้ำของพืช. :
หน้า 7

กรณีที่แรก คือการกำหนดให้ระดับเก็บกักน้ำในแปลงนาสูงจากพื้นดินในระดับปานกลาง คือ 100 มิลลิเมตร แล้วจะทำการส่งน้ำให้จนถึงระดับนี้อีกเมื่อระดับน้ำถูกนำไปใช้จนลดลงถึงระดับเก็บกักต่ำสุด คือ 50 มิลลิเมตร โดยยินยอมให้ปริมาณฝนที่ตกลงมาในแปลงสูงขึ้นจนถึงระดับเก็บกักสูงสุดคือ 200 มิลลิเมตร ซึ่งปริมาณน้ำที่เกินกว่าความสามารถในการเก็บกักในระดับนี้จะไหลล้นไปเปรียบเทียบกับกรณีที่สองคือ การกำหนดให้ระดับเก็บกักน้ำในแปลงนาสูงสุด 100 มิลลิเมตร ระดับปานกลาง 80 มิลลิเมตร และระดับต่ำสุด 50 มิลลิเมตร

ตาราง 8 ความสัมพันธ์ระหว่างฝนที่ตกทั้งหมดและฝนใช้การของบริษัท Acres

ปริมาณฝน ประจำเดือน (มิลลิเมตร)	ปริมาณฝนใช้การประจำเดือน (มิลลิเมตร)							
	กรณี 1		กรณี 2		กรณีที่ 3			
	ต.ค.	เดือนอื่น ๆ	ต.ค.	เดือนอื่น ๆ	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	เดือนอื่น ๆ
0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	25	25	25	25	25	25	25	25
50	43	50	50	50	50	50	50	50

ตาราง 8 (ต่อ)

ปริมาณฝน ประจำเดือน (มิลลิเมตร)	ปริมาณฝนใช้การประจำเดือน (มิลลิเมตร)							
	กรณี 1		กรณี 2		กรณีที่ 3			
	ต.ค.	เดือนอื่น ๆ	ต.ค.	เดือนอื่น ๆ	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	เดือนอื่น ๆ
100	58	80	92	100	100	100	100	100
150	71	93	95	126	150	140	120	150
200	82	100	100	135	190	165	120	200
250	84	110	100	147	215	180	120	250
300	84	120	100	156	234	189	120	275
400	84	120	100	160	264	212	120	300
500	84	120	100	160	164	215	120	300

ที่มา: Acres International Limited. (1979). : p.168

กรณีที่ 1 ได้แก่สภาพการทำนาในปัจจุบันซึ่งมีสภาพคันนาที่สามารถเก็บน้ำฝนไว้ในแปลงนาได้น้อยมาก

กรณีที่ 2 ได้แก่สภาพการทำนาในปัจจุบันที่มีสภาพคันนาที่สามารถเก็บน้ำฝนไว้ในแปลงนาสำหรับกะเพาะปลูกได้ในระดับหนึ่ง

กรณีที่ 3 อนาคตถ้ามีการปรับปรุงสภาพแปลงนาและคันนาให้สามารถเก็บน้ำฝนไว้ให้พืชใช้ได้มากที่สุด

เนื่องจากในแปลงนามีความต้องการน้ำชลประทานจำนวนมาก เพราะต้องเผื่อไว้สำหรับการรั่วซึมในแปลงซึ่งไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ไว้ด้วย ตามโดยปกติความต้องการน้ำที่แปลงนามีค่าอยู่ระหว่าง 150–300 มิลลิเมตรต่อเดือน ดังนั้นอาจจะถือว่าฝนที่ตกด้วยอัตราปกติและแผ่กระจายสม่ำเสมอตลอดเดือนรวมกันแล้วไม่เกินความต้องการน้ำสำหรับเดือนนั้น ๆ เป็นฝนใช้การทั้งหมดก็ได้ แต่ข้อกำหนดดังกล่าวจะเป็นจริงได้ เมื่อระดับน้ำในแปลงนาไม่สูงมากในขณะที่ฝนตก เพราะถ้าในนามีน้ำมากอยู่แล้วฝนอาจจะทำให้ระดับน้ำในนาสูงเกินไปจนเป็นอันตรายต่อต้นข้าวได้ ดังนั้นถ้าจะใช้น้ำฝนให้เกิดประโยชน์ได้มากที่สุดแล้วก็ต้องรักษาระดับน้ำในแปลงนาให้ต่ำเท่าที่จำเป็นอยู่เสมอ

3.2.2 ปริมาณน้ำรั่วซึมในแปลงนา (percolation)

ในการพิจารณาปริมาณน้ำที่จะต้องส่งไปให้แปลงปลูกพืชนั้น นอกจากจะเป็นปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้ร่วมกับปริมาณน้ำที่สูญเสียไปเนื่องจากการระเหยจากผิวดินหรือผิวน้ำแล้ว ต้องพิจารณารวมถึงปริมาณน้ำจากการสูญเสียเนื่องจากการซึมลึกลงไปในดินใต้เขตรากพืชด้วย

กองวางแผนโครงการ กรมชลประทานได้กำหนดการรั่วซึมของน้ำในแปลงนา เพื่อเป็นเกณฑ์ในการคำนวณ และออกแบบระบบส่งน้ำของโครงการชลประทานในการจัดทำรายงานความเหมาะสมของโครงการชลประทาน โดยแบ่งเป็นภาคดังนี้ ภาคกลางใช้อัตราการรั่วซึมเท่ากับ 1.0 มิลลิเมตรต่อวัน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือใช้อัตราการรั่วซึมเท่ากับ 2.0 มิลลิเมตรต่อวัน ภาคอื่น ๆ ใช้อัตราการรั่วซึมเท่ากับ 1.5 มิลลิเมตรต่อวัน

สำหรับปริมาณน้ำที่รั่วซึมในแปลงนาของโครงการต่าง ๆ ที่มีผู้ได้กำหนดหรือทำการศึกษาไว้แล้วได้แสดงไว้ในตาราง 9

ตาราง 9 ปริมาณน้ำที่รั่วซึมในแปลงนาของโครงการต่าง ๆ ในประเทศไทย

หน่วย: มิลลิเมตรต่อวัน

โครงการ	ชนิดดิน	อัตราการซึม
กำแพงแสน	ดินเหนียวจัด	1.0
เจ้าพระยา	ดินร่วนปนตะกอน	1.0
มูลบน (นาปี)	ดินเหนียวปนทราย	1.7
แม่กลอง	ดินร่วนปนตะกอน	1.0
แม่ทอง	ดินเนื้อหยาบ	2.0
	ดินปานกลาง	1.3
	ดินเนื้อละเอียด	0.8
แม่วัง - กิ่วลม	ดินร่วนปนทราย	1.4
ลำตะคอง	ดินเนื้อปานกลาง	1.0
สามชุก (นาปรัง)	ดินเหนียว	1.0
บรมธาตุ (นาปี / นาปรัง)	-	0.5 / 1.0
พระยาบันลือ,	-	0.5
พระองค์ไชยยานุชิต		1.9

ตาราง 9 (ต่อ)

โครงการ	ชนิดดิน	อัตราการซึม
ลำพระเพลิง (นาปี)	-	1.04
เพชรบุรี (นาปี / นาปรัง)	-	1.0 / 1.5

ที่มา: ชูพันธ์ ชมภูจันทร์. (2546). วิธีการสำรวจระยะไกลสำหรับประเมินการใช้น้ำในนาข้าว กรณีศึกษาโครงการชลประทานเจ้าพระยาฝั่งตะวันตก. หน้า 8 (อ้างอิงจาก สรศักดิ์. (2533). ; วัชร (2537). ; และทองเปลว.(2541).)

4.ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems : GIS)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic information System) ประกอบด้วยคำ 2 คำ คือ ระบบสารสนเทศ (Information System) และคำว่า ภูมิศาสตร์ (Geographic, Geography) ระบบสารสนเทศเป็นการปฏิบัติการรวบรวมจัดเก็บ แก้ไข ปรับปรุงให้เป็นปัจจุบันและวิเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นขั้นตอน สามารถค้นคืนข้อมูลที่ต้องการได้รวดเร็ว อีกทั้งสามารถนำข้อมูลที่เป็นผลจากการวิเคราะห์ไปใช้ในกระบวนการตัดสินใจของผู้บริหารในการปฏิบัติงาน ส่วนคำว่า ภูมิศาสตร์ หมายถึง ศาสตร์ที่ศึกษาเรื่องราวเกี่ยวกับโลกเชิงพื้นที่ ดังนั้นระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จึงเป็นระบบสารสนเทศที่ออกแบบขึ้นมาเพื่อใช้รวบรวม จัดเก็บ วิเคราะห์ข้อมูลภูมิศาสตร์ รวมทั้งค้นคืนข้อมูลและจัดแสดงผลข้อมูล (สรศรีใจ กลิ่นดาว. 2542: 1-2) ส่วน สิริพร กมลธรรม (2545: 1) ได้ให้ความหมายว่า เป็นระบบของการให้คำตอบเชิงพื้นที่ซึ่งใช้เทคโนโลยีเพื่อดำเนินการในขั้นตอนต่างๆอย่างเป็นระบบ ตั้งแต่การรวบรวม นำเข้าและการจัดเก็บข้อมูล การกำหนดเงื่อนไขสำหรับเลือกใช้ข้อมูล เพื่อนำไปวิเคราะห์หรือสร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่และทำการแสดงผล ซึ่งเป็นการตอบคำถามเชิงพื้นที่ให้แก่ ผู้ใช้ระบบสารสนเทศ

อย่างไรก็ตามได้มีผู้ให้ความหมายแตกต่างกันไปบ้างเช่น บัรริฟ(Burrough. 1986: 6) กล่าวว่า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์คือชุดของเครื่องมือที่ใช้สำหรับการรวบรวมข้อมูล การจัดเก็บ การจัดการข้อมูล การค้นคืนและการแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ในบริเวณต่าง ๆ ส่วน ไรนด์(Rhind. 1989: 28) ได้ให้คำจำกัดความว่าคือระบบคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการจัดการข้อมูลบริเวณต่างๆ บนพื้นผิวโลกภูมิศาสตร์

จึงพอสรุปได้ว่า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์คือ ระบบที่ประกอบด้วยอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ โปรแกรมคำสั่ง ข้อมูลและบุคลากรซึ่งทำงานร่วมกันในการนำเข้า เก็บบันทึกข้อมูล จัดการ วิเคราะห์

และแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อให้ได้ข้อสนเทศสำหรับนำไปใช้เพื่อสำหรับการตัดสินใจ การแก้ไข ปัญหาและการจัดการเชิงพื้นที่

4.1.องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะต้องมีองค์ประกอบ 4 ประการ สรรค์ใจ กลิ่นดาว(2542: 15-16) ได้อธิบายองค์ประกอบไว้ดังนี้

4.1.1. การนำเข้าข้อมูล(Data Input) เป็นการนำข้อมูลที่มีอยู่แล้วเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ข้อมูลภูมิศาสตร์ที่มีอาจอยู่ในรูปแบบที่ ตาราง รูปถ่ายทางอากาศ ภาพจากดาวเทียม เป็นต้น ซึ่งโครงสร้างของข้อมูลอยู่ 2 ประเภท คือ

- ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) หมายถึงข้อมูลที่แสดงตำแหน่งจุดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ของพื้นที่จริง การเก็บข้อมูลชนิดนี้แบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

- ข้อมูลเชิงเส้น (Vector Data) เป็นการเก็บข้อมูลในรูปของจุด (Point) เส้น (Line) และรูปหลายเหลี่ยม (Polygon) ข้อมูลจะเป็นค่าพิกัดต่าง ๆ ที่สามารถอ้างอิงพิกัดภูมิศาสตร์ได้

- ข้อมูลเชิงภาพ (Raster Data) เป็นการเก็บข้อมูลในรูปของกริดเซลล์(Grid Cell) หรือเป็นแถบสี่เหลี่ยมจัตุรัสข้อมูลที่ได้จะเป็นค่าเฉลี่ยของพื้นที่Grid Cell นั้นและแต่ละ Grid จะมีค่าพิกัดที่สามารถอ้างอิงพิกัดภูมิศาสตร์ได้เช่นกัน

- ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ(Attribute Data) หมายถึง ข้อมูลที่ใช้อธิบายรายละเอียดของข้อมูลเชิงพื้นที่ เช่น ชื่อของถนน ความยาวถนน ประเภทของถนน จำนวนผลผลิต ฯลฯ ซึ่งสามารถเรียกว่า ข้อมูลประกอบหรือข้อมูลอรรถาธิบาย

4.1.2. การจัดการข้อมูล(Data Management) เป็นขั้นตอนในการจัดเก็บและแก้ไขข้อมูลจากฐานข้อมูล ให้อยู่ในรูปแบบแฟ้มข้อมูลที่ทำให้สามารถเรียกใช้ได้ โดยมีการจัดการโครงสร้างของข้อมูล การเชื่อมโยงแฟ้มข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ

4.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูล(Data Analysis) เป็นกระบวนการที่ทำให้ได้ข้อมูลสนเทศ ซึ่งต้องวิเคราะห์ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลคุณลักษณะ โดยรวมถึงการจัดลำดับ การแบ่งหมวดหมู่ การทำงานในเชิงเรขาคณิต การจัดการด้านพื้นที่และการวัด การวิเคราะห์ทางสถิติ และการสร้างรูปจำลอง

4.1.4. การแสดงผล(Data Display) เป็นขั้นตอนสุดท้ายในภาคแสดงผล ต้องมีการนำเสนอผลต่อผู้ใช้ในรูปแบบของแผนที่ ตาราง คำบรรยาย รวมทั้งข้อมูลประกอบต่างๆ

4.2 การจำแนกการวิเคราะห์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้มีการพัฒนาด้านเทคนิคก้าวหน้าขึ้นเป็นลำดับก่อให้เกิดฟังก์ชันในการวิเคราะห์ใหม่ๆ ขึ้นมา ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 4 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

4.2.1. กลุ่มการวิเคราะห์เชิงพื้นที่

4.2.2. กลุ่มการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ

4.2.3. กลุ่มการบูรณาการการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่และคุณลักษณะ

4.2.4. กลุ่มการแสดงผล

สำหรับรายละเอียดของแต่ละกลุ่มฟังก์ชัน โดย สรรค์ใจ กลิ่นดาว(2543: 91-119) ได้อธิบายไว้ดังนี้

4.2.1.กลุ่มการวิเคราะห์เชิงพื้นที่(Analysis of the Spatial Data)

ฟังก์ชันนี้มีหน้าที่ในการเปลี่ยนรูป แก้ไขและประเมินความถูกต้องของแฟ้มข้อมูลเชิงพื้นที่ มีความสามารถในการเปลี่ยนรูปข้อมูลดิบ ให้อยู่ในโครงสร้างข้อมูลที่ใช้ภายในระบบและทำการแก้ไขแฟ้มข้อมูลเหล่านั้นได้ทันที นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการเปลี่ยนรูปเพื่อให้ชั้นข้อมูลที่แตกต่างกันในพื้นที่เดียวกันสามารถซ้อนทับกันได้พอดี เช่น ฟังก์ชันการแปลงเชิงเรขาคณิต(Geometric Transformation) เป็นฟังก์ชันที่ในการกำหนดค่าพิกัดให้กับชั้นข้อมูลหรือแผนที่

4.2.2.กลุ่มการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ(Analysis of the Attribute Data)

ฟังก์ชันนี้มีหน้าที่ในการแก้ไข ตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณลักษณะที่จัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล โดยไม่ต้องอาศัยข้อมูลเชิงพื้นที่เข้ามาเกี่ยวข้อง นอกจากนี้ยังสามารถแยกจัดเก็บข้อมูลเชิงคุณลักษณะและข้อมูลเชิงพื้นที่ไว้คนละฐานข้อมูล เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณลักษณะที่มีปริมาณมากๆ ได้ เช่น ฟังก์ชันการแก้ไขข้อมูลเชิงคุณลักษณะ(Attribute Editing)เป็นฟังก์ชันที่มีหน้าที่ในการค้นคืน พิจารณา และเปลี่ยนแปลงข้อมูลเชิงคุณลักษณะรวมทั้งสามารถเพิ่มข้อมูลใหม่และลบข้อมูลเก่าได้ เป็นต้น

4.2.3.กลุ่มบูรณาการ การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่และคุณลักษณะ

(Integrated analysis of spatial and attribute data)

เป็นฟังก์ชันที่มีความสามารถในการวิเคราะห์ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่ และข้อมูลเชิงคุณลักษณะร่วมกัน ซึ่งเป็นจุดเด่นที่ทำให้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แตกต่างจากระบบการทำแผนที่โดยอัตโนมัติ (Automatic Mapping หรือ Computer Aided Drafting System: AM / CAD) เช่น

การค้นคืน จำแนก และการวัดจะมีหน้าที่ในการค้นคืนทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ แต่จะมีเพียงข้อมูลเชิงคุณลักษณะเท่านั้นที่จะถูกเปลี่ยนแปลง ส่วนข้อมูลเชิงพื้นที่จะไม่เปลี่ยนแปลง รวมทั้งจะไม่สร้างข้อมูลเชิงพื้นที่ใหม่

ฟังก์ชันการวัด(Measurement Function) จะมีหน้าที่ในการวัดข้อมูลเชิงพื้นที่เกี่ยวกับการคำนวณระยะระหว่างจุด ความยาวของเส้น พื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม ปริมาตร เป็นต้น ส่วนในโครงสร้างข้อมูลเชิงภาพ การวัดระยะหรือการคำนวณพื้นที่ จะนับจากจำนวนเซลล์คูณด้วยความกว้างของเซลล์ หรือจำนวนเซลล์คูณด้วยพื้นที่เซลล์ ตามลำดับ โดยมีหลักการในการวัดระยะทางคือจะใช้ความกว้างหรือเส้นทะแยงมุมของเซลล์อย่างใดอย่างหนึ่ง

การปฏิบัติการวางซ้อน (Overlay operation) เป็นการนำชั้นข้อมูลตั้งแต่ 2 ชั้นข้อมูลขึ้นไปมาวางซ้อนกันทำให้เกิดชั้นข้อมูลใหม่ที่มีข้อมูลเชิงคุณลักษณะที่ผสมของชั้นข้อมูล 2 ชั้นนั้นเพิ่มขึ้นมาด้วย การวางซ้อนที่ทำให้เกิดการแบ่งแยกรูปหลายเหลี่ยมเดิมขึ้นมาเป็นรูปหลายเหลี่ยมรูปใหม่ที่มีข้อมูลเชิงคุณลักษณะใหม่ การวางซ้อนยังสามารถนำเอาการดำเนินการคำนวณค่าของข้อมูลแต่ละค่าในโครงสร้างข้อมูลเวกเตอร์ โดยการนำหลักคณิตศาสตร์ เช่นนำข้อมูลมาบวก ลบ หารหรือคูณกันเพื่อให้ได้รับผลลัพธ์เป็นแผนที่ชุดใหม่

รูปหลายเหลี่ยมทิสเซน(Thiessen polygon) เป็นวิธีการประเมินข้อมูลในพื้นที่ที่ไม่มีการบันทึกข้อมูล จากข้อมูลของพื้นที่ที่อยู่ใกล้เคียง ซึ่งเชื่อว่ามีค่าความถูกต้องสมบูรณ์ ตามปกติจะใช้วิเคราะห์ข้อมูลภูมิอากาศ เช่นข้อมูลปริมาณฝน เนื่องจากไม่มีสถานีตรวจอากาศกระจายอยู่ทั่วภูมิภาค จึงใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศที่อยู่ใกล้เคียงที่สุดเป็นตัวแทนให้กับพื้นที่นั้น ข้อจำกัดของวิธีนี้คือ การแบ่งพื้นที่ออกเป็นรูปหลายเหลี่ยมทิสเซนนั้น อาจทำให้เกิดรูปเหลี่ยมที่มีรูปร่างที่ไม่สัมพันธ์กับปรากฏการณ์ที่กำลังพิจารณาศึกษา เช่น การพิจารณาค่าปริมาณฝนของจุดที่มีสถานี เมื่อสร้างรูปหลายเหลี่ยมทิสเซนตามตำแหน่งสถานี อาจทำให้เกิดรูปหลายเหลี่ยมทิสเซนที่มีรูปร่างยาวแคบ ซึ่งตามปกติปริมาณฝนจะไม่มีกระจายตามพื้นที่ที่มีรูปร่างยาวแคบเช่นนี้

การประมาณค่าในช่วง(Interpolation) เป็นการประมาณค่าของข้อมูลเชิงคุณลักษณะที่จุดหรือตำแหน่งที่ยังไม่ทราบค่า โดยใช้ค่าที่ทราบของข้อมูลดังกล่าวซึ่งอยู่ข้างเคียง โดยที่ตำแหน่ง

ข้างเคียงนั้นอาจจะกระจายอยู่ห่างเป็นระยะทางเท่าๆกัน ความถูกต้องของการประมาณค่าจะขึ้นอยู่กับจำนวนและการกระจายของเซลล์ที่ทราบค่า รวมทั้งสมการทางคณิตศาสตร์จะจำลองปรากฏการณ์ต่างๆ ได้ถูกต้องเพียงใด เช่น การประมาณค่าอุณหภูมิของอากาศในพื้นที่ราบภาคกลาง ซึ่งคาดว่าน่าจะมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอย่างสม่ำเสมอ ดังนั้นวิธีทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการประมาณค่าช่วงอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งที่ยังไม่ทราบค่า คือการหาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิตามระยะทาง(สูตรค้ำใจ กลิ่นดาว.2542: 114) ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการประมาณค่ามีหลายฟังก์ชัน เช่น ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก(weighted average) ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก(moving average)และคริกิง(kriging)

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้การประมาณค่าในช่วง เพื่อเป็นการประมาณค่าของน้ำฝน ณ บริเวณในพื้นที่ศึกษาและเนื่องจากพื้นที่ศึกษาอยู่ในเขตที่ราบภาคกลางซึ่งไม่มีความแตกต่างในเรื่องลักษณะทางภูมิประเทศ โดยมีตำแหน่งสถานีอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในการศึกษากระจายครอบคลุมพื้นที่ วิธีทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการประมาณค่าช่วงน้ำฝน ณ ตำแหน่งที่ยังไม่ทราบค่า จึงใช้การหาค่าเฉลี่ยของน้ำฝนตามระยะทาง(Inverse Distance Weighed: IDW) (ศิริ คูอาริยะกุล. 2545: 95) โดยวิธีนี้เป็นการประมาณค่า น้ำฝนของจุดต่างๆ โดยถ่วงน้ำหนักระยะห่างระหว่างจุดที่จะประมาณค่ากับจุดอื่นๆ ที่รู้ค่าอยู่ โดยรอบค่าจากจุดที่อยู่ใกล้จะมีอิทธิพลมากกว่าจุดที่อยู่ไกล นอกจากนี้ในการศึกษานี้ยังทำการวิเคราะห์ข้อมูลแบบการปฏิบัติการวางซ้อน(Overlay operation) ของชั้นข้อมูลแต่ละปัจจัย โดยการนำหลักคณิตศาสตร์มาดำเนินการวิเคราะห์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามวัตถุประสงค์

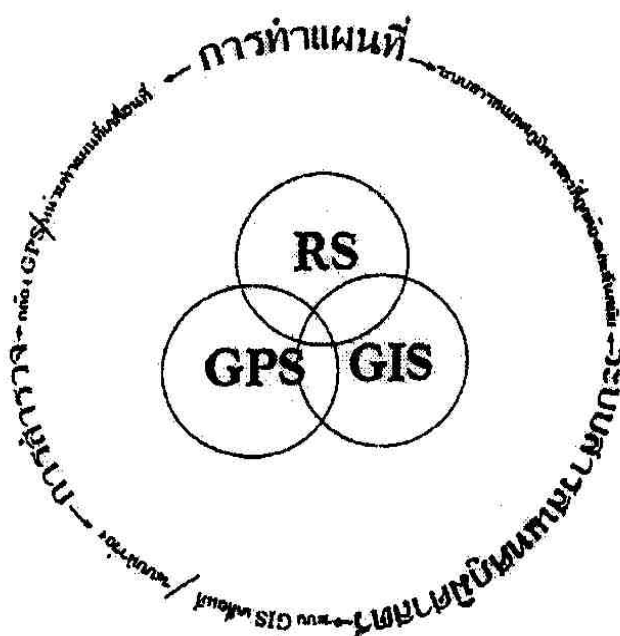
4.2.4 กลุ่มการแสดงผล (Output formation)

เป็นการเตรียมผลการวิเคราะห์เพื่อนำเสนอผลที่ได้จากการวิเคราะห์สามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ ผลการวิเคราะห์ที่อยู่ในรูปตาราง และที่อยู่ในรูปของแผนที่

4.3 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) นับเป็นเทคโนโลยีสารสนเทศแขนงหนึ่งที่มีความเป็นพิเศษ และมีลักษณะเฉพาะตัวที่แตกต่างไปจากระบบสารสนเทศชนิดอื่น ๆ โดยเฉพาะความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูลเชิงพื้นที่ เข้ากับข้อมูลเชิงอรรถาธิบายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบรวมทั้งความสามารถในการวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลเชิงพื้นที่ใน

รูปแบบของแผนที่ ซึ่งเป็นเสมือนตัวแทนอ้างอิงตำแหน่งกับพื้นผิวโลกจริง ซึ่งผู้ใช้งานสามารถนำข้อมูลจากหลากหลายรูปแบบมาทำการวิเคราะห์ร่วมกัน เช่น รูปถ่ายทางอากาศ(Arial photo) ภาพจากดาวเทียม(Satellites Image) หรือข้อมูลจากการสำรวจระยะไกล(Remote Sensing) อื่น ๆ มาวิเคราะห์ร่วมกัน ประกอบกับในปัจจุบันเทคโนโลยีวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็วมีประสิทธิภาพสูง สามารถทำงานได้รวดเร็วมากขึ้น ซึ่งเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ได้แก่ อุปกรณ์และวิธีการหรือโปรแกรมในการนำเข้าข้อมูล ระบบการบันทึกหรือจัดเก็บสำรองข้อมูล ตลอดจนการแสดงผลหรือการส่งออกข้อมูล ความก้าวหน้าทางด้านฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ จะทำให้เกิดผลโดยตรงต่อการใช้และการพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์



ภาพประกอบ 13 การผสมผสานระบบ Remote Sensing ระบบ GIS และ GPS

ที่มา : สมพร สง่างศ์. (2543). รีโมทเซนซิงเบื้องต้นและกรณีศึกษารีโมทเซนซิง. หน้า 30 (อ้างอิงจาก ดาราศรี. (2541).)

การสำรวจและแผนที่(Survey and Mapping) เป็นศาสตร์ในการทำแผนที่โดยการสำรวจภาคสนาม โดยอาศัยความรู้เชิงวิศวกรรมในการใช้เครื่องมือในการสำรวจ และการคำนวณพิกัดภูมิศาสตร์ การถ่ายค่าพิกัดหมุดหลักฐานอ้างอิงไปยังจุดสำรวจต่างๆ และวาดสัญลักษณ์ เส้น และคำอธิบายชื่อเฉพาะนั้น ดังนั้นวิชาการสำรวจและแผนที่จึงมีผลสำคัญต่อการพัฒนาการผลิตแผนที่

การสำรวจระยะไกล(Remote Sensing) เป็นศาสตร์ในการสำรวจข้อมูลพื้นที่ผิวโลก ปรากฏการณ์ต่างๆ ในโลก ซึ่งทำให้เราสามารถวิเคราะห์และแปลภาพที่ได้ออกเป็นสภาพการใช้ที่ดิน บนพื้นผิวโลก หรือทรัพยากรต่างๆ ในโลก ข้อมูลที่ได้เหล่านี้จะเป็นข้อมูลนำเข้าที่สำคัญในระบบ GIS

การสำรวจพิกัดเชิงภูมิศาสตร์(Global Positioning System) เป็นระบบการค้นหาตำแหน่งและ นำทางด้วยดาวเทียม โดยใช้คลื่นความถี่สูง ความยาวคลื่นสั้นจึงมีความเที่ยงตรงสูงและมีดาวเทียม GPS ที่โคจรรอบโลก ทำให้สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกได้ ซึ่ง สามารถนำมาเข้าสู่ระบบ GIS ได้โดยตรง หรืออาจจะนำระบบ GPS เข้ามาประยุกต์ใช้กับการสำรวจ และการทำแผนที่ หรือการสำรวจระยะไกล ในการตริ่หมุดหรือตริ่พิกัดแผนที่ ภาพถ่ายทางอากาศ หรือภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อนำไปเป็นข้อมูลนำเข้าในระบบ GIS

การจัดทำแผนที่ภูมิศาสตร์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้น โดยปกติจะต้องใช้เทคโนโลยี หรือศาสตร์อื่นๆ มาใช้ผสมผสาน(Integrated) เข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและมีความ แม่นยำมากยิ่งขึ้น เช่น วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ การสำรวจและการทำแผนที่ ระบบการจัดการ ฐานข้อมูล การสำรวจระยะไกล และการสำรวจพิกัดเชิงภูมิศาสตร์(Global Positioning System) เป็นต้น ซึ่งบางครั้งในการผสมผสานเทคโนโลยีระหว่างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ การสำรวจระยะไกล และการสำรวจพิกัดเชิงภูมิศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่อาจเรียกได้ว่า Geo-informatics หรือ Geomatics

5. การสำรวจระยะไกล (Remote Sensing)

การสำรวจระยะไกลเริ่มใช้ครั้งแรกในประเทศสหรัฐอเมริกา ในปี ค.ศ. 1960 ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับวิชาโฟโตแกรมเมตรี (photogrammetry) การแปลภาพถ่ายทางอากาศ (photo interpretation) และศาสตร์สาขาอื่นๆ ดังนั้นในช่วงนั้น คำจำกัดความ ริโมทเซนซิง คือ การใช้พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า ในการบันทึกภาพสิ่งที่อยู่โดยรอบ ซึ่งสามารถนำภาพมาทำการแปลความเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่เป็น ประโยชน์ สำหรับสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. (2536: 89) ได้ให้คำจำกัด ว่า เป็น วิทยาศาสตร์และศิลปะของการได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุ พื้นที่หรือปรากฏการณ์จากเครื่องมือบันทึก ข้อมูล โดยปราศจากการเข้าไปสัมผัสวัตถุเป้าหมาย ทั้งนี้อาศัยคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็น สื่อในการได้มาของข้อมูลใน 3 ลักษณะคือ ช่วงคลื่น (Spectral) รูปทรงสัญญาณของวัตถุบนพื้นผิวโลก (Spatial) และการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา (Temporal) ทำให้เราสามารถวิเคราะห์และแปลภาพที่ได้

ออกเป็นสภาพการใช้ที่ดินบนพื้นผิวโลกหรือทรัพยากรต่าง ๆ ในโลก ข้อมูลที่ได้เหล่านี้จะเป็นข้อมูลนำเข้าที่สำคัญในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

การวิเคราะห์ภาพจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากร แบ่งกว้าง ๆ ได้ 2 วิธี คือ

5.1.การแปลภาพด้วยสายตา (Visual Interpretation)

5.2.การวิเคราะห์ภาพด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ (Digital Analysis)

5.1 การแปลภาพด้วยสายตา (Visual Interpretation)

การแปลภาพด้วยสายตาต้องอาศัยความสามารถของผู้ทำการแปล และถือว่าเป็นสิ่งสำคัญที่สุดหากมีความรู้ลักษณะพื้นที่ที่ศึกษา รูปแบบ ลักษณะ สีของวัตถุ ที่ปรากฏในภาพ ตลอดจนกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งธรรมชาติและโดยมนุษย์ที่เป็นไปตามสภาพสิ่งแวดล้อมและระยะเวลาในแต่ละช่วง จะทำให้การแปลภาพมีความถูกต้องและรวดเร็ว โดยทั่วไปการแปลภาพนั้นอาศัยหลักการเดียวกัน โดยเฉพาะองค์ประกอบของการแปลภาพ (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 2536)

5.1.1 .**ความเข้มของสีและสี (Tone/Color)** คือ ระดับความแตกต่างของความเข้มของสีหนึ่ง ๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุ คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของวัตถุ การทำมุมกับแสง ตลอดจนการเรียงตัวของวัตถุ เช่น ป่าไม้ที่มีคลอโรฟิลล์หรือ ความเขียวมากปรากฏสีเข้ม ป่าโปร่งมีสีจาง น้ำลึกปรากฏสีดำหรือเข้ม น้ำตื้น หรือน้ำขุ่นมีสีจาง

5.1.2. **ขนาด(Size)** ขนาดของวัตถุที่ปรากฏในภาพซึ่งสัมพันธ์กับมาตราส่วนของภาพที่ปรากฏในรูปของความยาว กว้าง หรือพื้นที่ เช่น ความแตกต่างระหว่างแม่น้ำและคลอง

5.1.3. **รูปร่าง(Shape)** รูปร่างของวัตถุที่เป็นเฉพาะตัว อาจสม่ำเสมอ (Regular) หรือรูปร่างไม่สม่ำเสมอ (Irregular) เช่น สนามบิน พื้นที่นาข้าว ถนน แม่น้ำ คลองชลประทาน และเขื่อนเก็บกักน้ำ

5.1.4. **เนื้อภาพ(Texture)หรือความหยาบละเอียดของผิววัตถุ** เป็นผลมาจากความสม่ำเสมอของวัตถุที่รวมกันอยู่ เช่น สวนยางพารามีเนื้อภาพละเอียดเนื่องจากมีขนาดความสูงใกล้เคียงกันซึ่งแตกต่างจากพืชไร่และสวนผสม

5.1.5. **รูปแบบ(Pattern)** ลักษณะการจัดเรียงตัวของวัตถุปรากฏเด่นชัดระหว่างความแตกต่างตามธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น แม่น้ำ คลอง กับคลองชลประทาน บ่อ สระน้ำกับเขื่อน

5.1.6. **ความสูงและเงา(Height and Shadow)** เงาของวัตถุมีความสำคัญในการพิจารณาความสูง และมุมของดวงอาทิตย์ เช่น เงาบริเวณเขาหรือหน้าผาเงาของเมฆ

5.1.7. **พื้นที่(Site)** หรือตำแหน่งของวัตถุที่พบตามธรรมชาติ เช่น พื้นที่ป่าชายเลน พบบริเวณชายฝั่งทะเลน้ำท่วมถึง สนามบินอยู่ใกล้แหล่งชุมชน

5.1.8. ความเกี่ยวพัน(Association) วัตถุบางอย่างมีความเกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ เช่น บริเวณที่มีต้นไม้เป็นกลุ่ม ๆ มักเป็นที่ตั้งของหมู่บ้าน ไร่เลื่อนลอยอยู่ในพื้นที่ป่าไม้บนเขา

การแปลภาพเพื่อจำแนกวัตถุได้ดีและถูกต้อง ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น อย่างไรก็ตามหนึ่งหรือหลายอย่างพร้อม ๆ กันไป ตามความยากง่ายและมาตราส่วนที่แตกต่างกันไป ซึ่งอาจไม่แน่นอนเสมอไป รูปร่าง สี ขนาด อาจใช้เป็นองค์ประกอบในการแปลภาพพื้นที่หนึ่งหรือลักษณะหนึ่ง ส่วนอีกบริเวณหนึ่งของพื้นที่เดียวกันอาจจะใช้องค์ประกอบอีกอย่างหนึ่งก็ได้ นอกจากนี้ จำเป็นต้องนำข้อมูลที่ได้รับจากภาพจากดาวเทียมอีก 3 ลักษณะ มาประกอบการพิจารณา คือ

- **ลักษณะการสะท้อนช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของวัตถุ** ซึ่งสัมพันธ์กับความยาวช่วงคลื่นแสงในแต่ละแบน โดยวัตถุต่าง ๆ สะท้อนแสงในแต่ละช่วงคลื่นไม่เท่ากัน ทำให้สีของวัตถุในภาพแต่ละแบน แตกต่างกันในระดับสีขาว-ดำ ซึ่งทำให้สีแตกต่างในภาพสีผสมด้วย

- **ลักษณะรูปร่างของวัตถุที่ปรากฏในภาพแตกต่างตามมาตราส่วน** และรายละเอียดภาพจากดาวเทียม เช่น MSS วัตถุหรือพื้นที่ขนาด 80 ม. X 80 ม. จึงจะปรากฏในภาพ

- **ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของวัตถุตามช่วงเวลา** ที่ดาวเทียมบันทึกภาพให้ประโยชน์ในการติดตามศึกษาเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแบบต่อเนื่อง เช่น LANDSAT บันทึกภาพบริเวณเดิมทุก 16 วัน สามารถติดตามการบุกรุกทำลายป่า การเติบโตของพืชตั้งแต่ปลูกจนถึงการเก็บเกี่ยว ลักษณะการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ทำให้มีความแตกต่างของระดับสีในภาพขาวดำ และภาพสีผสม

5.2 วิเคราะห์ภาพจากดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์

ข้อมูลภาพจากดาวเทียมเป็นข้อมูลเชิงตัวเลข(Digital Image Data) สามารถนำไปวิเคราะห์และประมวลผลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ ซึ่งแต่ละภาพจะครอบคลุมพื้นที่แตกต่างตามชนิดดาวเทียมแต่ละแบน ประกอบด้วยจุดภาพ(Pixel or Picture Element) ขนาดเท่า ๆ กัน เรียงตัวเป็นแถวและแนวขนาดของจุดภาพแตกต่างตามความละเอียดของภาพ คือ ระบบTM ขนาด 30X30 ม. มีจำนวน 35 ล้านจุดภาพ/แบน

การวิเคราะห์ภาพด้วยคอมพิวเตอร์มีหลักคล้ายการวิเคราะห์ด้วยสายตา คือ มีการตรวจดู การบอกลักษณะหรือชนิด การวัดและการแก้ปัญหา(Problem Solving) ขั้นตอนการวิเคราะห์ภาพด้วยคอมพิวเตอร์ สมพร สง่างศ์ (2543: 43-51)ได้อธิบายไว้ดังนี้

5.2.1. การเตรียมข้อมูลเบื้องต้น

การคัดเลือกข้อมูลดาวเทียมในช่วงวัน เวลาและช่วงฤดูกาลที่ต้องการจะศึกษานอกจากนี้ต้องเลือกแบนด์และจำนวนแบนด์ โดยที่ค่าความเข้มของวัตถุในแต่ละแบนด์จะไม่

เหมือนกัน โดย การเลือกใช้แบนด์และจำนวนแบนด์ที่เหมาะสมจะช่วยให้การวิเคราะห์มีความถูกต้อง และใช้เวลาไม่มาก เช่น การศึกษาด้านการใช้ที่ดินปกติจะใช้ 3 หรือ 4 แบนด์ เช่น แบนด์ 2, 3, 4 หรือ แบนด์ 2, 3, 4 และ 5 สำหรับข้อมูล TM เป็นต้น

การแสดงผลภาพเป็นการแสดงผลออกมาทางจอภาพ โดยเรียกข้อมูลซึ่งอยู่ในรูปของตัวเลขมาแสดงเป็นภาพโดยการเปลี่ยนค่าตัวเลขในแต่ละช่วงมาเป็นค่าความเข้มของแสงเป็นภาพขาว-ดำได้พร้อมกัน 3 แบนด์และเมื่อให้ความเข้มของแสงเป็นสีต่างๆ กัน ในแต่ละแบนด์แล้วนำมาซ้อนเข้าด้วยกันทำให้เกิดภาพสีผสมขึ้น (Color Composite) สำหรับภาพสีที่นิยมใช้ คือ ภาพสีผสมเท็จ(False Color Composite) ซึ่งพืชพรรณจะมีสีแดง

5.2.2. การปรุงแต่งข้อมูลให้สมบูรณ์ก่อนการวิเคราะห์

คือ ขบวนการสร้างภาพกลับคืน(Image Restoration) หรือปรับปรุงข้อมูลที่มีข้อบกพร่องในคุณสมบัติต่าง ๆ ให้มีความถูกต้องตรงตามความเป็นจริงและให้มีความละเอียดชัดเจนตามเป้าหมายเพื่อเตรียมพร้อมในการวิเคราะห์ต่อไป

การแก้ระดับความเข้มสีเทา(Radiometric Correction) การปรับแก้ ระดับสีเทาที่อาจผิดพลาดจากอุปกรณ์บันทึกภาพ หรือจากมุมแสงอาทิตย์(Sun Angle) หรือจากการแผ่กระจายพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าผ่านชั้นบรรยากาศ ทำให้ได้ข้อมูลครบถ้วนสมบูรณ์ และเป็นการปรับค่าข้อมูลบริเวณเดียวกัน แต่บันทึกในต่างวันต่างฤดูให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน ประกอบด้วย

-การแก้ความผิดพลาดเชิงเรขาคณิต(Geometric Correction) การบิดเบือนของตำแหน่งในภาพเนื่องจากความผิดพลาดของการโคจรและระบบการบันทึกภาพของดาวเทียมโดยอาศัยจุดโยงยึด ข้อมูลจะได้รับการแก้ไขให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องและสอดคล้องกับตำแหน่งบนผิวโลกตามระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ หรือพิกัด UTM ของแผนที่

-การเน้นคุณภาพข้อมูล(Image Enhancement) การปรับปรุงค่าระดับความเข้มสีเทาของข้อมูลโดยการเลือกวิธีเน้นคุณภาพให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ข้อมูลใหม่ตามที่ต้องการศึกษาทำให้การวิเคราะห์ถูกต้องยิ่งขึ้น โดยทั่วไปนิยมใช้วิธียืดความเข้มสีเทาเดิม อยู่ในช่วงแคบ ๆ ให้กระจายกว้างขึ้นโดยเชิงคณิตศาสตร์ซึ่งทำได้หลายวิธี

5.2.3. การประมวลผลข้อมูล (Processing)

เป็นขั้นตอนการจำแนกประเภทข้อมูล (Classification) จากภาพดาวเทียมโดยทั่วไปแยกได้ 2 ลักษณะ คือ

5.2.3.1. Unsupervised Classification การจำแนกประเภทข้อมูลโดยอาศัยค่าสถิติของการสะท้อนแสงช่วงคลื่นแสงวัตถุต่าง ๆ โดยไม่ใช้ข้อมูลภาคพื้นดินมาช่วยในการจำแนก เรียกว่า Clustering สามารถกำหนดจำนวนกลุ่มประเภทข้อมูล การจำแนกวิธีนี้มักใช้กับพื้นที่ที่ไม่คุ้นเคย

5.2.3.2. Supervised Classification การจำแนกประเภทข้อมูลโดยอาศัยพื้นที่ตัวอย่าง (Training Area) ของข้อมูลภาคพื้นดินเป็นตัวแทนของลักษณะต่าง ๆ ที่ปรากฏในภาพจากดาวเทียม เพื่อคำนวณค่าสถิติ เช่น ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ค่า Covariance Matrix ของแต่ละประเภทข้อมูล ค่าสถิติดังกล่าวเป็นตัวแทนสำหรับการจำแนกประเภทข้อมูลของพื้นที่ทั้งหมด การจำแนกประเภทข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ที่นิยมใช้คือ

- Minimum Distance to Means Classifier การจำแนกประเภทข้อมูล โดยพิจารณาค่าสะท้อนช่วงคลื่นของแต่ละจุดภาพว่ามีความห่างน้อยที่สุดจากค่าจุดศูนย์กลาง (ค่าเฉลี่ย) ของประเภทข้อมูล

- Parallelepiped Classifier การจำแนกประเภทข้อมูลโดยกำหนดช่วงผันแปร (Variance) ของประเภทข้อมูล จากค่าสะท้อนช่วงคลื่นต่ำสุดและสูงสุดภายในพื้นที่ข้อมูล ตัวอย่างแต่ละแบนด์

- Maximum Likelihood Classification การจำแนกประเภทข้อมูลโดยพิจารณาค่า Mean Vector และ Covariance Matrix ของข้อมูลแต่ละประเภท โดยตั้งสมมติฐานว่าแต่ละประเภทข้อมูลมีการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution) แล้วคำนวณค่าความน่าจะเป็น (Probability) ของแต่ละจุดภาพว่าถูกจำแนกในประเภทข้อมูลใด โดยทั่วไปวิธีนี้ให้ความถูกต้องมากที่สุดและใช้เวลาคอมพิวเตอร์มากด้วย

5.2.4. การปรุงแต่งข้อมูล (Post Processing)

การตกแต่งผลการจำแนกประเภทข้อมูล ให้มีความถูกต้องยิ่งโดย ใช้การกรองข้อมูลเพื่อให้มีความต่อเนื่องของประเภทข้อมูลตามความเป็นจริง เช่น พื้นที่นาข้าวปรากฏบนพื้นที่ป่าไม้บนภูเขา จึงควรแทนพื้นที่ดังกล่าวให้ เป็นป่าไม้ทั้งหมด

ขั้นสุดท้ายของขบวนการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ ได้แก่ การเอาผลลัพธ์ออกมา ในรูปของแผนที่ตามมาตรฐานที่ต้องการ ส่วนประกอบที่อาจได้อีกอาจอยู่ในรูปของตารางแสดง เปอร์เซ็นต์ หรือพื้นที่ของแต่ละประเภทของทรัพยากร หรือการใช้ที่ดินที่ได้จากการจำแนกประเภทดังกล่าว

การวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยสายตาและด้วยคอมพิวเตอร์ ต่างก็มีข้อดีและข้อเสียด้วยกัน การที่เลือกวิธีใดวิธีหนึ่ง หรือทั้งสองวิธีพร้อมกันนั้น ก็ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการศึกษาขอบเขต

การศึกษา พื้นที่ที่ต้องการ ศึกษาขนาดเล็กหรือใหญ่ ข้อมูลที่จะใช้ ศึกษาและประกอบการศึกษา เครื่องมือ ที่จะใช้ในการวิเคราะห์และขีดความสามารถของบุคลากรที่จะดำเนินการศึกษา ตลอดจนงบประมาณ และระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา เป็นต้น ถ้าสถานภาพอำนวยความสะดวกใช้วิธีทั้งสองอย่าง ประกอบกันจะทำให้ผลที่ได้มีความถูกต้องและเชื่อถือได้มากกว่า อย่างไรก็ตามในการวิเคราะห์ข้อมูล ดาวเทียมเช่นนี้ ผู้ที่มีประสบการณ์และรู้จักพื้นที่ดีจะมีส่วนให้ได้ผลที่ถูกต้องและเชื่อถือได้มากขึ้น

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันได้มีการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับงานในด้านต่าง ๆ หลายด้าน อาทิเช่น

สมณฑา แก่นทรัพย์และทองกร อินทรไพโรจน์(2540) การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาจัดทำโครงการทางด้านวิศวกรรมชลประทาน โดยใช้โปรแกรม MapInfo ทำการจัดเก็บข้อมูลในการจัดรูปที่ดินใน ตำบลบางซุด จังหวัดชัยนาท ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบรมาธาตุ ซึ่งข้อมูลที่ทำการจัดเก็บจะเน้นในเรื่องของการวางแผนคูส่งและระบายน้ำ นอกจากนี้ ยังรวบรวมและจัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดรูปที่ดิน ได้แก่ ตารางแสดงรายชื่อผู้มีกรรมสิทธิ์ ขนาดของแปลง ในโครงการก่อนและหลังการจัดรูปที่ดิน

ต่อมาสมเกียรติ สีสอง(2542) ใช้โปรแกรม GEOMAX และ MapInfo มาช่วยในการจัดสรรน้ำ การบริหารการใช้น้ำในอ่างเก็บน้ำและการวางแผนการส่งน้ำของโครงการชลประทานชลบุรี การเตือนภัยค่าความเค็มในแม่น้ำบางปะกงของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพระองค์ไชยานุชิต การพิจารณาความเหมาะสมเบื้องต้นโครงการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อชลประทาน และการศึกษาการบริหารงานอ่างเก็บน้ำ โดยได้ทำการเก็บข้อมูลในการวิเคราะห์และการศึกษาในฤดูเพาะปลูกพืชฤดูฝน ปี 2540และฤดูแล้งปี 2540-2541

สุวัธ ธนุศิลป์(2543) ได้การศึกษาติดตามและประเมินผลการส่งน้ำของโครงการและบำรุงรักษาน้ำอุบลโดยใช้โปรแกรม NAGA กับ WASAN 3.0 มาวิเคราะห์ในการส่งน้ำร่วมกัน ผลจากการศึกษาทำให้สามารถติดตามและวิเคราะห์พื้นที่ในการส่งน้ำของโครงการได้เป็นอย่างดี

ฐพันธ์ ชมภูจันทร์(2547) ได้ใช้วิธีการสำรวจระยะไกลมาช่วยในการศึกษาการประเมินการใช้น้ำในนาข้าวบริเวณโครงการชลประทานเจ้าพระฝางตะวันตก โดยใช้วิธีการสำรวจระยะไกลมาช่วยในการวิเคราะห์หาค่าพลังงานรังสีแสงอาทิตย์สุทธิ พลังงานความร้อนในอากาศและดิน พบว่าการใช้น้ำของพืชที่แท้จริงและค่าการใช้น้ำของพืชสูงสุดเฉลี่ยมีค่า 4.0 และ 5.1 มิลลิเมตรต่อวันตามลำดับ ซึ่งให้

ค่าใกล้เคียงกับกับวิธีคำนวณจากข้อมูลภูมิอากาศและทำให้ได้ผลการคำนวณที่ครอบคลุมพื้นที่บริเวณกว้าง

สุพรรณ เสกแก้วเลิศ(2547) การศึกษาการประมาณการใช้น้ำใต้ดินของพื้นที่ชลประทานที่ลุ่มในช่วงฤดูร้อน โดยการทำจำลองข้อมูลน้ำใต้ดินโดยพืชพรรณและระดับการเปลี่ยนแปลงของน้ำใต้ดิน โดยการใช้การสำรวจระยะไกลและ เทคโนโลยี GIS มาใช้ร่วมกัน โดยใช้ภาพจากดาวเทียมแลนด์แซท 5 บริเวณโครงการชลประทาน ใช้วิธีการ Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) และมีการตรวจสอบข้อมูลกับภาคสนาม ในช่วงฤดูร้อน ปี พ.ศ 2546 โดยสร้างความสัมพันธ์ การใช้น้ำใต้ดินกับอายุของต้นข้าว และ อายุของข้าวกับ NDVI จากนั้นนำมาสร้างสมการความสัมพันธ์ใหม่ เป็นความสัมพันธ์อายุของข้าวกับการใช้/ระดับน้ำใต้ดิน

บรูเวอร์(Brouwer. 1999) ศึกษาวิธีหาปริมาณความต้องการน้ำชลประทานในแต่ละเขตของพื้นที่ชลประทานด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม ILWIS คำนวณหาปริมาณความต้องการชลประทานในช่วง 10 วันของช่วงระยะเก็บเกี่ยวพืช เพื่อใช้ในการคำนวณหาปริมาณความต้องการน้ำสูงสุดของพืชแต่ละชนิด จากนั้นนำมาคำนวณหาปริมาณความต้องการใช้น้ำชลประทานทั้งหมด และจัดทำแผนที่ความต้องการใช้น้ำชลประทาน(ปาณัทธ์ เจิมโสง. 2545: 13 อ้างถึงจาก Brouwer L.1999)

ราชานาดารี(Rajbhandari. 1995) ใช้เทคโนโลยี GIS และการสำรวจระยะไกลในการศึกษาการแบ่งเขตพื้นที่ประสพภัยพิบัติดินถล่ม และการทำแผนที่ความเสียหายที่เกิดจากน้ำท่วม กรณีศึกษาบริเวณลุ่มน้ำ Kulekhani ของประเทศเนปาล โดยใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่เกี่ยวข้องเป็นพื้นฐาน วิธีการที่ใช้คือการกำหนดขอบเขตพื้นที่ที่เกิดความเสียหาย โดยใช้ข้อมูลจากอดีตมาคาดการณ์พื้นที่ซึ่งน่าจะเกิดขึ้นในอนาคต ในการทำแผนที่การกระจายตัวของพื้นที่เสี่ยงภัย ใช้เทคนิคการซ้อนทับของข้อมูลจากพื้นที่ที่เกิด ดินถล่มแห่งอื่นที่มีผลมาจากปัจจัยตัวอื่นๆ เช่น ความลาดชัน ทิศทางมุมลาดเอียง การใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นต้น ซึ่งการตัดสินใจจะพิจารณาจากข้อมูลที่ได้จาก ขบวนการซ้อนทับและการสำรวจภาคสนาม วิธีการใช้เทคนิคการซ้อนทับโดยการจัดลำดับความสำคัญและการให้น้ำหนักพื้นที่เสี่ยงภัย ทั้งนี้ การประยุกต์ใช้ GIS ช่วยให้การวิเคราะห์การกระจายตัวของบริเวณที่มีการถล่มของดินโดยการนำชั้นข้อมูลแผนที่ที่ปรากฏและมีผลต่อการเกิดดินถล่มมาซ้อนทับกัน ผลลัพธ์จากการศึกษาซึ่งได้จากการแบ่งเขตพื้นที่ที่ประสพภัยจากดินถล่มและแผนที่แสดงพื้นที่น้ำท่วมถึงนั้น สามารถแสดงให้เห็นระดับความรุนแรง 3 ระดับ คือ สูง กลาง และต่ำ

เดียพ(Diep.1996)ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและรีโมทเซนซิงเป็นเครื่องมือในการศึกษาพัฒนาแหล่งน้ำในเมือง Halong ประเทศเวียดนาม โดยนำแหล่งน้ำผิวดินทั้งหมดมาจัดทำเป็นแผนที่ และทำการปรับปรุงแผนที่ทางน้ำ โดยใช้วิธี digital image processing การวิเคราะห์ด้วยสายตาบนภาพถ่าย

ทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียม Landsat5-TM ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบ ส่วนแผนที่ธรณีวิทยาและแผนที่แสดงรอยเลื่อนของเปลือกโลกและในการจัดทำแผนที่แบ่งเขตพื้นที่แหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อม โดยรอบ ได้ใช้ข้อมูลที่มีการปรับปรุงให้ทันสมัยจากฐานข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง สามารถใช้แผนที่เป็นแนวทางสำหรับการสำรวจแหล่งน้ำใต้ดินในการศึกษาขั้นต่อไป

นาวาซ(Nawaz. 1999) ศึกษาการประเมินผลกระทบทางการเกษตร กรณีสร้างเขื่อน MIRANI ในประเทศปากีสถาน โดยใช้ GIS โครงการเขื่อน MIRANI เป็นเขื่อนที่ก่อสร้างในบริเวณพื้นที่แห้งแล้ง ซึ่งประสบกับอุปสรรคต่างๆ เช่น การละลายของเกลือ การกัดเซาะด้วยแรงลมและน้ำ รวมถึงภัยพิบัติทางธรรมชาติอื่นๆ ที่ล้วนแต่เป็นอุปสรรค ต่อการเจริญเติบโตของพืช การประยุกต์ใช้ GIS เพื่อนำมาประเมินศักยภาพของพื้นที่ การออกแบบการเพาะปลูกที่เหมาะสมกับสภาพของพื้นที่ รวมถึง ความต้องการใช้น้ำของพืช โดยผลจากโครงการนี้ทำให้สามารถกำหนดพื้นที่ปลูกพืชได้ 90 เปอร์เซ็นต์ และสามารถควบคุมความต้องการน้ำของพืชประจำปีที่ปล่อยจากแหล่งเก็บน้ำได้ และสามารถกำหนดพื้นที่มากกว่า 45 เปอร์เซ็นต์ว่าเป็นพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนของสารละลายเกลือที่แผ่กระจายและมีการสะสมในพื้นที่ รวมถึงระบุคุณภาพน้ำใต้ดินที่ต่ำกว่ามาตรฐาน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้มีขั้นตอนตามภาพประกอบ 14 สำหรับการดำเนินการวิจัยจะครอบคลุมถึงสิ่งดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

1. ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

1.1 แผนที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้ กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ มาตราส่วน 1:50,000 พ.ศ. 2527

1.2 แผนที่ภูมิประเทศชุด L7017 มาตราส่วน 1: 50,000 ที่จัดพิมพ์โดยกรมแผนที่ทหาร

หมายเลขระวาง 5136 I เขตหนองจอก ปี พ.ศ. 2534

หมายเลขระวาง 5136 IV จังหวัดนนทบุรี ปี พ.ศ. 2534

หมายเลขระวาง 5137 II อำเภอหนองเสือ ปี พ.ศ. 2536

หมายเลขระวาง 5137 III จังหวัดปทุมธานี ปี พ.ศ. 2532

หมายเลขระวาง 5236 IV อำเภอบางน้ำเปรี้ยว ปี พ.ศ. 2534

หมายเลขระวาง 5237 III จังหวัดนครนายก ปี พ.ศ. 2532

1.3 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซท (LANDSAT 7 ETM+) แนวนว 129 แถว 50 จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ(องค์การมหาชน) วันที่ 10 ธันวาคม พ.ศ. 2545

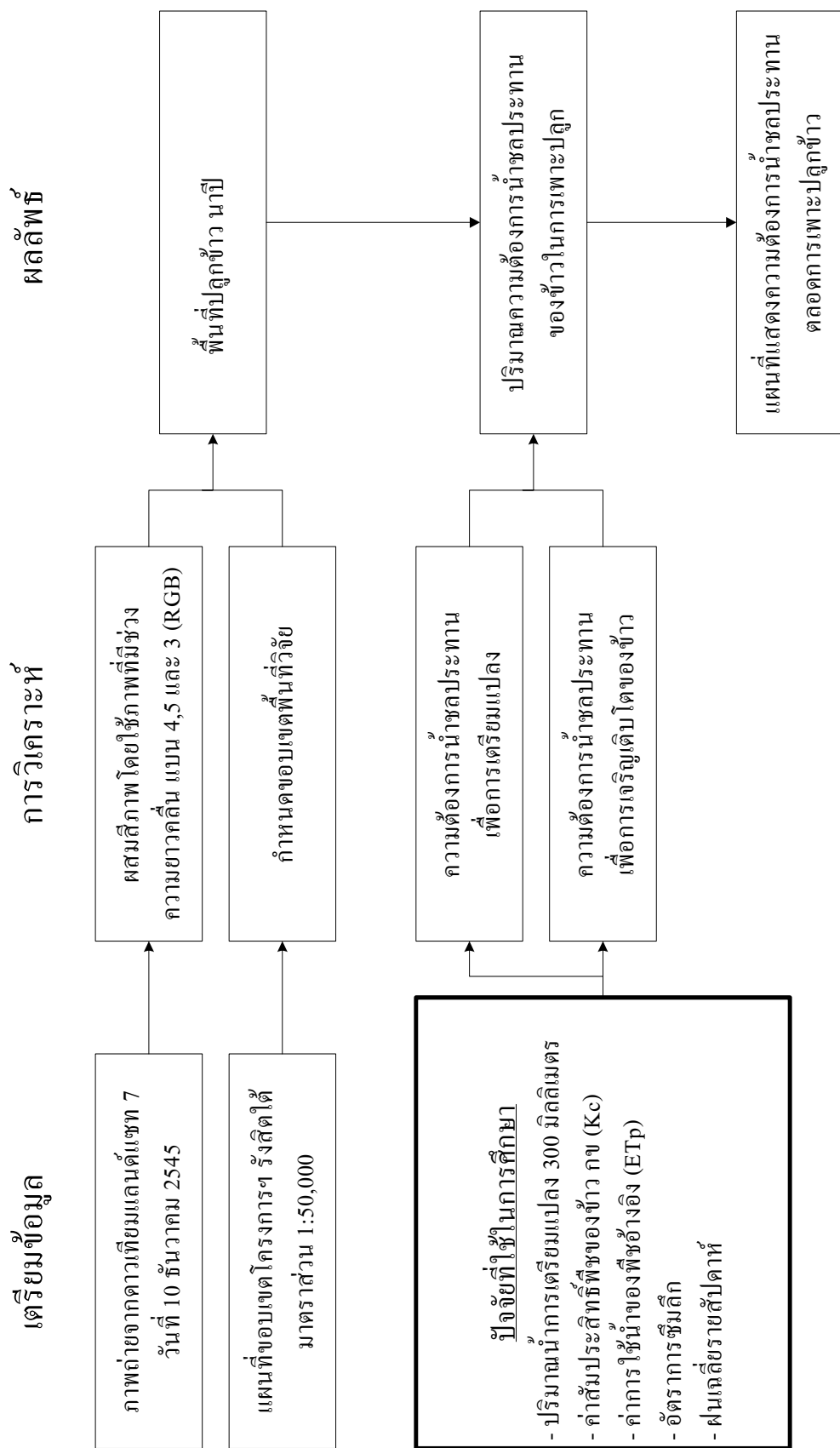
1.4 ข้อมูลพื้นฐานการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน มาตราส่วน 1:50,000 พ.ศ. 2537 และข้อมูลพื้นที่นาปรัง พ.ศ. 2545/46 จาก ส่วนวิเคราะห์สภาพการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

1.5 ข้อมูลการใช้น้ำของพืชอ้างอิง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พ.ศ. 2539

1.6 ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์ข้าวกษ. กรมชลประทาน พ.ศ. 2546

1.7 ข้อมูลปฏิบัติการเพาะปลูกของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้ กรมชลประทาน

1.8 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันจากสถานีอุตุนิยมวิทยา จำนวน 28 สถานี(ภาคผนวก ก) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2517-2546 กรมชลประทาน



ภาพประกอบ 14 ขั้นตอนการศึกษา

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ซอฟต์แวร์ประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศ ENVI Version 3.5 ของบริษัท Research System, Inc

2.2 ซอฟต์แวร์จัดการข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ AutoCAD

2.3 ซอฟต์แวร์จัดการและวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcView 3.2 และ 3D Analyst Spatial Analyst ของบริษัท Environmental Systems Research Institute (ESRI)

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานซึ่งจำเป็นต่อการใช้ในการวิจัยจากหน่วยงานราชการต่างๆ และข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในภาคสนาม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data)

ข้อมูลจากการสำรวจและเก็บรวบรวมจากพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน ฤดูกาลในการทำนา วิธีการทำนา พันธุ์ข้าวที่ใช้ในการปลูก

3.2 ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data)

ได้จากการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย จากหน่วยงานราชการและ สร้างฐานข้อมูลใหม่จากข้อมูลของหน่วยงานราชการ ประกอบด้วย

3.2.1 ข้อมูลแสดงขอบเขตจังหวัด ได้จากแผนที่ภูมิประเทศ L7017 มาตราส่วน 1: 50,000 กรมแผนที่ทหาร ระวัง 5136 I, 5136 IV, 5137 II, 5137 III, 5236 IV และ 5237 III

3.2.2 ข้อมูลแสดงเส้นทางคมนาคม ได้จากแผนที่ภูมิประเทศ L7017 มาตราส่วน 1: 50,000 กรมแผนที่ทหาร ระวัง 5136 I, 5136 IV, 5137 II, 5137 III, 5236 IV และ 5237 III

3.2.3 ข้อมูลแสดงเส้นทางน้ำ ได้จากแผนที่ภูมิประเทศ L7017 มาตราส่วน 1: 50,000 จากกรมแผนที่ทหาร ระวัง 5136 I, 5136 IV, 5137 II, 5137 III, 5236 IV และ 5237 III

3.2.4 ข้อมูลเชิงเลขแหล่งน้ำ ได้จากแผนที่ภูมิประเทศ L7017 มาตราส่วน 1: 50,000 กรมแผนที่ทหาร ระวัง 5136 I, 5136 IV, 5137 II, 5137 III, 5236 IV และ 5237 III

3.2.5 ข้อมูลการใช้ที่ดินจากกรมพัฒนาที่ดินและปรับปรุงข้อมูลการใช้ที่ดินด้วยภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 7 ETM + จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน จำกัด)

3.2.6 ข้อมูลแสดงขอบเขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้

- 3.2.7 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันจากสถานีอุตุนิยมวิทยาจากกรมชลประทาน
- 3.2.8 ข้อมูลการใช้น้ำของพืชอ้างอิง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- 3.2.9 ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์ข้าวกษ กรมชลประทาน
- 3.2.10 ข้อมูลปฏิทินการเพาะปลูกของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้

4. การจัดทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การจัดทำข้อมูล

โดยการรวบรวมและการจัดสร้างฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของพื้นที่วิจัย ซึ่งจำแนกข้อมูลออกเป็น 7 ชั้นข้อมูลพื้นฐานและ 5 ปัจจัยในการประเมินความต้องการใช้น้ำชลประทาน

ตาราง 10 รายการชั้นข้อมูล รูปแบบข้อมูล มาตรฐานและแหล่งที่มาของข้อมูล

	ประเภทข้อมูล	ชื่อ Shape	รูปแบบข้อมูล	มาตรฐาน	แหล่งข้อมูล
1	ขอบเขตพื้นที่วิจัย	Boundary	Polygon	1:50,000	กรมชลประทาน
2	ขอบเขตจังหวัด	Changwat	Polygon	1:50,000	กรมแผนที่ทหาร
3	เส้นทางคมนาคม	Road	Line	1:50,000	กรมแผนที่ทหาร
4	เส้นทางน้ำ	Stream	Line	1:50,000	กรมแผนที่ทหาร
5	แหล่งน้ำ	Water	Polygon	1:50,000	กรมแผนที่ทหาร
6	ตำแหน่งที่ตั้งสถานีอุตุนิยม	Station	Point	1:50,000	กรมชลประทาน
7	ขอบเขตการใช้ที่ดิน	Land_use	Polygon	1:50,000	กรมพัฒนาที่ดินและ ภาพจากดาวเทียม แลทแซท7

4.1.1 ชั้นข้อมูลพื้นฐาน

- ขอบเขตพื้นที่วิจัย (Boundary) โดยการนำแผนที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้ มาตรฐาน 1:50,000 มาสแกนเพื่อแปลงให้เป็นข้อมูลเชิงเลข และทำการปรับเชิงเรขาคณิตโดยอ้างอิงระบบภูมิศาสตร์ UTM Indian 1975 Zone 47N จากนั้นนำเข้าข้อมูลเชิงเส้นโดยวิธีการ

Digitize ขอบเขตของพื้นที่วิจัย ใช้โปรแกรม AutoCAD เพื่อนำเข้าสู่ระบบ GIS โดยใช้ โปรแกรม ArcView

- **ขอบเขตจังหวัด (Changwat_boundary)** นำ แผนที่ภูมิประเทศ L7017 มาตราส่วน 1:50,000 มาสแกนเพื่อแปลงเป็นข้อมูลเชิงเลขและทำการปรับเชิงเรขาคณิตแล้ว นำเข้าข้อมูลเชิงเส้นโดยวิธีการ Digitize ขอบเขตจังหวัด โดยใช้โปรแกรม AutoCAD เพื่อนำเข้าสู่ระบบ GIS โดยใช้ โปรแกรม ArcView

- **เส้นทางคมนาคม (Road)** นำไฟล์ข้อมูลเชิงเลขของแผนที่ภูมิประเทศ L7017 มาตราส่วน 1:50,000 ที่ผ่านการปรับเชิงเรขาคณิตแล้ว มานำเข้าข้อมูลเชิงเส้นโดยวิธีการ Digitize ของเส้นทางคมนาคม. ใช้โปรแกรม AutoCAD เพื่อนำเข้าสู่ระบบ GIS โดยใช้ โปรแกรม ArcView

- **เส้นทางน้ำ (Streams)** นำ File ข้อมูลเชิงเลขของแผนที่ภูมิประเทศ L7017 มาตราส่วน 1:50,000 ที่ทำการปรับเชิงเรขาคณิตแล้ว มานำเข้าข้อมูลเชิงเส้นโดยวิธีการ Digitize ของเส้นทางน้ำใน AutoCAD เพื่อนำเข้าสู่ระบบ GIS โดยใช้ โปรแกรม ArcView

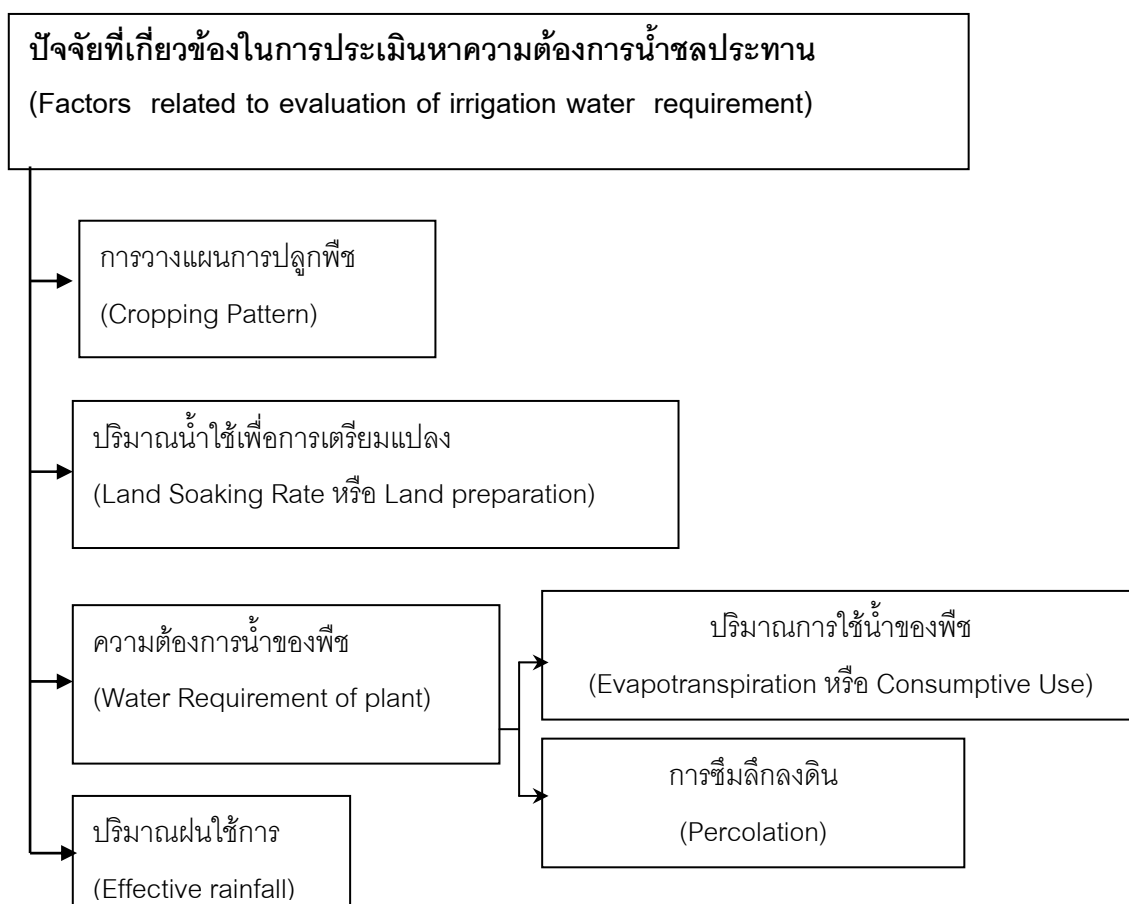
- **แหล่งน้ำ (Water body)** นำ File ข้อมูลเชิงเลขของแผนที่ภูมิประเทศ L7017 มาตราส่วน 1:50,000 ที่ทำการปรับเชิงเรขาคณิตแล้ว มานำเข้าข้อมูลเชิงเส้นโดยวิธีการ Digitize ของแหล่งน้ำโดยใช้โปรแกรม AutoCAD เพื่อส่งออกข้อมูลแหล่งน้ำ สู่ระบบ GIS โดยใช้ โปรแกรม ArcView

- **ตำแหน่งที่ตั้งสถานีวัดน้ำฝน (Rain Station)** นำค่าค่าพิกัดของตำแหน่งที่ตั้งสถานีฝน ซึ่งได้จากการหมวลประทาน มาแปลงค่าพิกัด จากค่าละจิจูดและลองจิจูดให้เป็นค่าพิกัดระบบ UTM Indian 1975 Zone 47 N และเข้าสู่ระบบ GIS โดยใช้ โปรแกรม ArcView

- **ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use)** เป็นข้อมูลซึ่งได้จากการพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2539 มาตราส่วน 1:50,000 (Shape file) และปรับปรุงข้อมูลการใช้ที่ดินให้ทันสมัย โดยการแปลความหมายจากภาพดาวเทียม LANDSAT 7 ETM + ด้วยสายตา โดยใช้เทคนิคการทำภาพสีผสมเท็จสามช่วงคลื่น คือ ช่วงคลื่นที่ 4 ให้เป็นสีแดง (ช่วงคลื่นที่ 4 คือ ช่วงคลื่น near in frared เป็นช่วงคลื่นที่พืชสีเขียวสะท้อนพลังงานมากที่สุด ดังนั้นบริเวณที่มีพืชใบเขียวอยู่ในภาพจะมองเห็นเป็นสีแดง) ช่วงคลื่นที่ 3 ให้เป็นสีเขียว ช่วงคลื่นที่ 5 ให้เป็นสีน้ำเงิน (4R 5G 3B) และด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม Envi โดยใช้วิธีการจำแนกประเภทข้อมูลโดยอาศัยค่าสถิติของการสะท้อนแสงช่วงคลื่นแสงวัตถุต่าง ๆ (Classification) เมื่อได้ทำการการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลกับข้อมูลที่ได้จากการพัฒนาที่ดินแล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้มาแปลงลักษณะของข้อมูลจาก Raster เป็น Vector และนำเข้าสู่ระบบ GIS โดยใช้โปรแกรม ArcView

4.1.2 ปัจจัยในการประเมินหาความต้องการใช้น้ำชลประทาน

จากฐานข้อมูลระบบสารสนเทศที่รวบรวมและเตรียมข้อมูล จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ในแต่ละปัจจัย ทั้งนี้ในบางปัจจัยจะต้องนำข้อมูลในส่วนของตาราง มาใช้ด้วย ดังนี้



ภาพประกอบ 15 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการประเมินหาความต้องการน้ำชลประทาน

ที่มา : ดิเรก ทองอร่าม. (2526). *ความต้องการน้ำชลประทาน ในเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการทำงานชลประทาน*. : หน้า 8

4.1.2.1 การวางแผนการปลูกพืช

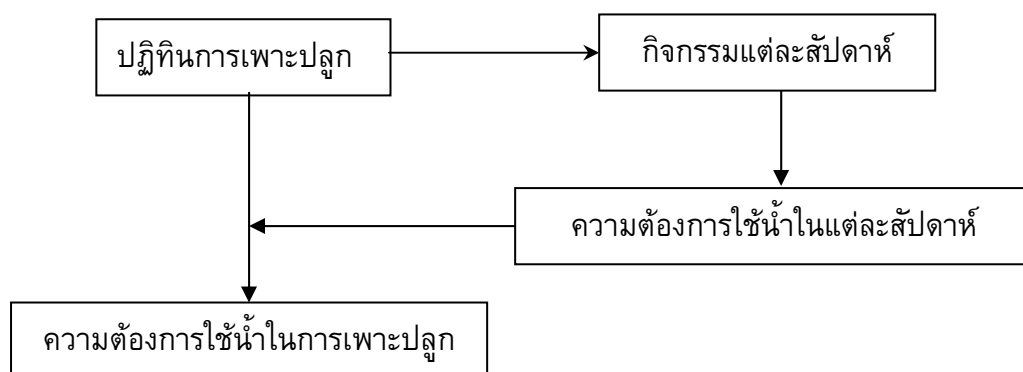
เพื่อกำหนดแผนการเพาะปลูกที่จะเกิดขึ้นในแต่ละสัปดาห์โดยอาศัยข้อมูลปฏิทินการเพาะปลูกของโครงการฯ จากภาพประกอบ 7 ในบทที่ 2 การทำนาในเขตชลประทานจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือช่วงทำนาปีและช่วงทำนาปรัง โดยการทำนาปีจะเริ่มตั้งแต่ต้นเดือนกรกฎาคม และการทำนาปรังจะเริ่มตั้งแต่ต้นเดือนพฤศจิกายน กำหนดให้คิดปริมาณน้ำชลประทานเป็นราย

สัปดาห์ตลอดฤดูกาลเพาะปลูก โดยกำหนดให้วันจันทร์ซึ่งเป็นวันแรกในการทำกิจกรรมต่างๆ ของสัปดาห์ ดังนั้นสัปดาห์ที่ 1 ของกิจกรรมการเพาะปลูกในปีคือ วันที่ 1-7 กรกฎาคม และสัปดาห์ที่ 1 ของการทำนาปรัง คือ วันที่ 4-10 พฤศจิกายน

จากข้อมูลการพิจารณาการให้น้ำ การกำหนดปฏิทินการเพาะปลูกเพื่อคำนวณหาความต้องการปริมาณน้ำของข้าว จะคำนวณหาความต้องการใช้น้ำในการเจริญเติบโตของข้าวโดยจะคำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์ของข้าวซึ่งได้กำหนดไว้ 13 สัปดาห์ ข้าวจะมีอายุ 91 วันรวมกับระยะเวลาที่ใช้ในการเตรียมแปลงอีก 1 สัปดาห์ ดังนั้นจึงกำหนดให้การใช้น้ำชลประทานเท่ากับ 14 สัปดาห์ มีรายละเอียดในตาราง 11 ซึ่งเป็นที่มาของการประเมินความต้องการใช้น้ำในการเพาะปลูกดังภาพประกอบ 16

ตาราง 11 กำหนดแผนการเพาะปลูกแต่ละสัปดาห์

สัปดาห์	นาปี	นาปรัง	กิจกรรม
1	1-7 ก.ค.45	4-10 พ.ย.45	การเตรียมแปลงเพาะปลูก
2	8-14 ก.ค.45	11-17 พ.ย.45	ต้นข้าวเจริญเติบโตอายุ 1 สัปดาห์
3	15-21 ก.ค.45	18-24 พ.ย.45	ต้นข้าวเจริญเติบโตอายุ 2 สัปดาห์
4	22-28 ก.ค.45	25 พ.ย.-1 ธ.ค.45	ต้นข้าวเจริญเติบโตอายุ 3 สัปดาห์
5	29 ก.ค.-4 ส.ค.45	2-8 ธ.ค.45	ต้นข้าวเจริญเติบโตอายุ 4 สัปดาห์
6	5-11 ส.ค.45	9-15 ธ.ค.45	ต้นข้าวเจริญเติบโตอายุ 5 สัปดาห์
7	12-18 ส.ค.45	16-21 ธ.ค.45	ต้นข้าวเจริญเติบโตอายุ 6 สัปดาห์
8	19-25 ส.ค.45	22-29 ธ.ค.45	ต้นข้าวเจริญเติบโตอายุ 7 สัปดาห์
9	26 ส.ค.-1 ก.ย.45	30 ธ.ค. 45-5 ม.ค.46	ต้นข้าวเจริญเติบโตอายุ 8 สัปดาห์
10	2-8 ก.ย.45	6-12 ม.ค.46	ต้นข้าวเจริญเติบโตอายุ 9 สัปดาห์
11	9-15 ก.ย.45	13-19 ม.ค.46	ต้นข้าวเจริญเติบโตอายุ 10 สัปดาห์
12	16-22 ก.ย.45	20-26 ม.ค.46	ต้นข้าวเจริญเติบโตอายุ 11 สัปดาห์
13	23-29 ก.ย.45	29 ม.ค.-2ก.พ.46	ต้นข้าวเจริญเติบโตอายุ 12 สัปดาห์
14	30 ก.ย.-6 ต.ค.45	3-9 ก.พ.46	ต้นข้าวเจริญเติบโตอายุ 13 สัปดาห์



ภาพประกอบ 16 ขั้นตอนการประเมินความต้องการน้ำตามปฏิบัติการเพาะปลูก

4.1.2.2 ความต้องการน้ำเพื่อการเตรียมแปลง

จากแผนการเพาะปลูกได้กำหนดให้สัปดาห์ที่ 1 เป็นกิจกรรมการเตรียมแปลง โดยกำหนดให้ปริมาณน้ำที่ต้องใช้ในการเตรียมแปลง 300 มิลลิเมตร(บุษรา พัฒนาประเสริฐ. 2533: 40) จากข้อมูลดังกล่าวนำมาสร้างชั้นข้อมูลปริมาณน้ำเพื่อการเตรียมแปลง โดย

- จากขอบเขตพื้นที่ศึกษาที่มีลักษณะเป็นรูปปิด(polygon) นำมาสร้างและกำหนดคุณลักษณะ (Attribute) ของข้อมูลปริมาณน้ำเพื่อการเตรียมแปลง
- จากนั้นทำการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เป็นRaster

4.1.2.3 ปริมาณการใช้น้ำของข้าว

ความต้องการใช้น้ำของข้าวแต่ละสัปดาห์ หาได้จาก

$$ET_{rice} = ETp \times Kc$$

ETp คือ การใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ตาราง 3)

Kc คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของข้าวกข.(ตาราง 4)

จากข้อมูลความต้องการใช้น้ำของข้าวแต่ละสัปดาห์ (ตาราง 2 ภาคผนวก ง) นำมาสร้างชั้นข้อมูลปริมาณการใช้น้ำของข้าว โดย

- จากขอบเขตพื้นที่ศึกษาที่มีลักษณะเป็นรูปปิด (polygon) มาสร้างและกำหนดคุณลักษณะ (Attribute) ของข้อมูลการใช้น้ำของข้าว
- จากนั้นทำการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เป็น Raster

4.1.2.4 ปริมาณน้ำการซึมลึกกลงดิน

จากการกำหนดอัตราการรั่วซึมของกรมชลประทาน นำมาคำนวณเป็นรายสัปดาห์ ได้ค่าการรั่วซึมเท่ากับ 7.0 มิลลิเมตร จากข้อมูลดังกล่าวนำมาสร้างชั้นข้อมูลซึมลึกกลงดิน โดย

- จากขอบเขตพื้นที่ศึกษาที่มีลักษณะเป็นรูปปิด (polygon) มาสร้างและกำหนดคุณลักษณะ (Attribute) ของข้อมูลซึมลึกกลงดิน
- จากนั้นทำการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เป็น Raster

4.1.2.5 ปริมาณฝนใช้การ

จากข้อมูลฝนของสถานีอุตุภายในพื้นที่ศึกษาทั้งหมด 28 สถานี (ภาคผนวก ก) โดยแต่ละสถานีจะเก็บข้อมูลน้ำฝนเป็นรายวัน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2517 – 2546

- จากข้อมูลน้ำฝนรายวันนำมาหาปริมาณฝนเฉลี่ยรายสัปดาห์ของแต่ละสถานี โดยกำหนดให้แต่ละสัปดาห์เป็นไปตามปฏิทินการเพาะปลูก นาปี และนาปรัง (ตาราง 11)
- นำปริมาณฝนเฉลี่ยรายสัปดาห์ของแต่ละสถานี(ตาราง 1 ภาคผนวก จ) มาคำนวณหาปริมาณฝนใช้การในแต่ละสัปดาห์ด้วยวิธีของกองอุทกวิทยา ได้ปริมาณฝนใช้การนาปีและนาปรัง (ตาราง 2 ภาคผนวก จ)
- นำค่าข้อมูลปริมาณฝนใช้การที่คำนวณแล้วมาสร้างและกำหนดคุณลักษณะ(Attribute) ของข้อมูลสถานีอุตุนิคมวิทยา โดยแบ่งเป็นชั้นข้อมูลช่วงนาปีและชั้นข้อมูลช่วงนาปรัง
- ทำการประมาณค่าเชิงพื้นที่(Interpolation) ของฝนใช้การแต่ละสัปดาห์ โดยใช้หมวดคำสั่งของโปรแกรมSpatial Analysis เลือกInterpolation Grid โดยวิธีการประมาณค่าเชิงพื้นที่แบบถ่วงด้วยระยะห่าง(Inverse Distance Weighted: IDW) ซึ่งจะได้ผลลัพธ์เป็นชั้นข้อมูลของปริมาณฝนใช้การแบบพื้นผิว โดยข้อมูลที่ได้มีลักษณะเป็นข้อมูลกริด(Raster) ซึ่งกำหนดขนาดของกริดเซลล์เท่ากับ 30 เมตร

4.2. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความต้องการใช้น้ำชลประทาน โดยใช้โปรแกรม ArcView 3.2 Extension Spatial Analyst เป็นการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ โดยใช้หลักเกณฑ์ในการหาความต้องการใช้น้ำชลประทาน

4.2.1 ความต้องการน้ำเพื่อการปลูกข้าว จะแบ่งออกได้เป็น 2 ระยะคือ

4.2.1.1 ความต้องการน้ำชลประทานเพื่อการเตรียมแปลง โดยพิจารณาจากข้อมูลปริมาณน้ำที่ใช้ในการเตรียมแปลง ปริมาณน้ำที่สูญเสียจากการซึมลึกและปริมาณฝนใช้การในสัปดาห์ที่มีการเตรียมแปลงเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

ความต้องการน้ำชลประทานเพื่อการเตรียมแปลง เท่ากับ

(ปริมาณน้ำที่ใช้ในการเตรียมแปลง + ปริมาณน้ำที่สูญเสียจากการซึมลึก) – ปริมาณฝนใช้การ

4.2.1.2 ความต้องการน้ำชลประทานของข้าวแต่ละสัปดาห์ จากข้อมูลความต้องการใช้น้ำของข้าวแต่ละสัปดาห์ ข้อมูลปริมาณน้ำที่สูญเสียจากการซึมลึกและฝนใช้การรายสัปดาห์ มาคำนวณหาความต้องการน้ำชลประทานของข้าวเป็นรายสัปดาห์ เขียนเป็นสมการแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

ความต้องการน้ำชลประทานเพื่อการเจริญเติบโตของข้าว เท่ากับ

ความต้องการใช้น้ำของข้าว + ปริมาณน้ำที่สูญเสียจากการซึมลึก – ปริมาณฝนใช้การ

ตาราง 12 เงื่อนไขในการกำหนดเพื่อหาปริมาณความต้องการน้ำชลประทานในแต่ละสัปดาห์

สัปดาห์	นาปี	
	วันที่	ความต้องการน้ำชลประทานรายสัปดาห์
1	1–7 ก.ค. 45	การเตรียมแปลง+ P - ERสัปดาห์ที่1
2	8–14 ก.ค. 45	ET_{rice} สัปดาห์ที่ 1 + P – ERสัปดาห์ที่2
3	15–21 ก.ค. 45	ET_{rice} สัปดาห์ที่ 2 + P – ERสัปดาห์ที่3
4	22–28 ก.ค. 45	ET_{rice} สัปดาห์ที่ 3 + P – ERสัปดาห์ที่4
5	29 ก.ค.-4 ส.ค. 45	ET_{rice} สัปดาห์ที่ 4 + P – ERสัปดาห์ที่5
6	5-11 ส.ค. 45	ET_{rice} สัปดาห์ที่ 5 + P – ERสัปดาห์ที่6
7	12-18 ส.ค. 45	ET_{rice} สัปดาห์ที่ 6 + P – ERสัปดาห์ที่7
8	19-25 ส.ค. 45	ET_{rice} สัปดาห์ที่ 7 + P – ERสัปดาห์ที่8
9	26 ส.ค.-1 ก.ย. 45	ET_{rice} สัปดาห์ที่ 8 + P – ERสัปดาห์ที่9
10	2-8 ก.ย. 45	ET_{rice} สัปดาห์ที่ 9 + P – ERสัปดาห์ที่10
11	9-15 ก.ย. 45	ET_{rice} สัปดาห์ที่10 + P – ERสัปดาห์ที่11
12	16-22 ก.ย. 45	ET_{rice} สัปดาห์ที่11 + P – ERสัปดาห์ที่12
13	23-29 ก.ย. 45	ET_{rice} สัปดาห์ที่12 + P – ERสัปดาห์ที่13
14	30 ก.ย.-6 ต.ค. 45	ET_{rice} สัปดาห์ที่13 + P – ERสัปดาห์ที่14

ตาราง 12 (ต่อ)

สัปดาห์	นาบั้ง	
	วันที่	ความต้องการน้ำชลประทานรายสัปดาห์
1	4-10 พ.ย. 45	การเตรียมแปลง+ P - ERสัปดาห์ที่1
2	11-17 พ.ย. 45	ET_{rice} สัปดาห์ที่ 1 + P - ERสัปดาห์ที่2
3	18-24 พ.ย. 45	ET_{rice} สัปดาห์ที่ 2 + P - ERสัปดาห์ที่3
4	25 พ.ย.-1 ธ.ค. 45	ET_{rice} สัปดาห์ที่ 3 + P - ERสัปดาห์ที่4
5	2-8 ธ.ค. 45	ET_{rice} สัปดาห์ที่ 4 + P - ERสัปดาห์ที่5
6	9-15 ธ.ค. 45	ET_{rice} สัปดาห์ที่ 5 + P - ERสัปดาห์ที่6
7	16-21 ธ.ค. 45	ET_{rice} สัปดาห์ที่ 6 + P - ERสัปดาห์ที่7
8	22-29 ธ.ค. 45	ET_{rice} สัปดาห์ที่ 7 + P - ERสัปดาห์ที่8
9	30 ธ.ค. 45-5 ม.ค. 46	ET_{rice} สัปดาห์ที่ 8 + P - ERสัปดาห์ที่9
10	6-12 ม.ค. 46	ET_{rice} สัปดาห์ที่ 9 + P - ERสัปดาห์ที่10
11	13-19 ม.ค. 46	ET_{rice} สัปดาห์ที่ 10 + P - ERสัปดาห์ที่11
12	20-26 ม.ค. 46	ET_{rice} สัปดาห์ที่11 + P - ERสัปดาห์ที่12
13	29 ม.ค.-2 ก.พ. 46	ET_{rice} สัปดาห์ที่12 + P - ERสัปดาห์ที่13
14	3-9 ก.พ. 46	ET_{rice} สัปดาห์ที่13 + P - ERสัปดาห์ที่14

4.2.2 การหาความต้องการใช้น้ำชลประทานของข้าว

โดยนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการคำนวณหาความต้องการใช้น้ำชลประทานด้วย โปรแกรม ArcView 3.2 Extension Spatial Analyst เพื่อให้ได้ความต้องการใช้น้ำชลประทานตลอดฤดูกาลเพาะปลูก โดยใช้ข้อกำหนดตามเงื่อนไขตาราง 12

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์

การศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์หาความต้องการใช้น้ำชลประทาน บริเวณพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสิตใต้ โดยใช้วิธีศึกษาจากความต้องการใช้น้ำของพืชเป็นหลัก ซึ่งพืชที่ปลูกส่วนใหญ่ในพื้นที่ที่ศึกษาคือข้าว จึงนำข้าวมาใช้ในการหาความต้องการใช้น้ำชลประทาน เนื่องจากข้าวเป็นพืชที่ต้องใช้น้ำจำนวนมากในการเพาะปลูก ดังนั้นจึงควรจะต้องมีการวางแผนการใช้น้ำในการเพาะปลูก การศึกษาในครั้งนี้ได้กำหนดความต้องการใช้น้ำในการเพาะปลูกเป็นรายสัปดาห์ในฤดูการทำนาปีและนาปรัง ปีเพาะปลูก พ.ศ. 2545/46 ความต้องการใช้น้ำชลประทานเพื่อการปลูกข้าวจะพิจารณาแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะการเตรียมแปลงเพื่อทำการเพาะปลูกและระยะที่ข้าวเจริญเติบโตจนเก็บเกี่ยว

ผลจากการศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อหาความต้องการใช้น้ำชลประทานของข้าวในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสิตใต้ มีดังนี้

1. การวิเคราะห์การใช้น้ำชลประทานสำหรับปลูกข้าว

จากการศึกษาความต้องการใช้ปริมาณน้ำชลประทานสำหรับปลูกข้าวในเขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสิตใต้ ซึ่งมีพื้นที่ 925,489 ไร่ โดยจะเป็นพื้นที่ชลประทาน 575,610.48 ไร่ ซึ่งจะมีการจัดส่งน้ำเพื่อสนับสนุนการทำเกษตรกรรมให้แก่เกษตรกรในพื้นที่ดังกล่าว ในปีเพาะปลูก พ.ศ. 2545/46 ทางโครงการมีพื้นที่ที่ใช้ในการเพาะปลูกข้าวช่วงนาปี 472,904 ไร่ (ภาพประกอบ 5 บทที่ 2) คิดเป็นร้อยละ 51 ของพื้นที่ทั้งหมดและช่วงนาปรัง 391,015 ไร่ (ภาพประกอบ 6 บทที่ 2) คิดเป็นร้อยละ 42 ผลจากการศึกษาพบว่า

ความต้องการใช้น้ำชลประทานตลอดการเพาะปลูกช่วงนาปีในบริเวณพื้นที่ศึกษา มีปริมาณน้ำโดยเฉลี่ย 435.1 มิลลิเมตรหรือ 689.44 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ โดยจำแนกได้ดังนี้ ระยะแรกคือในช่วงระยะการเตรียมแปลงของพื้นที่เพาะปลูกมีความต้องการใช้น้ำชลประทานโดยเฉลี่ย 287.90 มิลลิเมตรหรือ 453.90 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และในระยะที่ข้าวเจริญเติบโตจนเก็บเกี่ยวผลผลิตได้จะมีความต้องการใช้น้ำชลประทานโดยเฉลี่ย 147.20 มิลลิเมตรหรือ 235.54 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ช่วงนาปรังในพื้นที่ศึกษามีความต้องการใช้น้ำชลประทานตลอดการเพาะปลูกโดยเฉลี่ยคือ 880.60 มิลลิเมตรหรือ 1,410.36 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ โดยจำแนกเป็น ระยะในช่วงการเตรียมแปลงมีความต้องการใช้น้ำชลประทาน โดยเฉลี่ย 300.00 มิลลิเมตรหรือ 481.08 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และในระยะที่ข้าว

เจริญเติบโตจนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิตได้มีความต้องการใช้น้ำชลประทานโดยเฉลี่ย 580.60 มิลลิเมตร หรือ 929.28 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่

นำมากำหนดลักษณะของกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในแต่ละสัปดาห์ โดยสัปดาห์แรกของแผนการเพาะปลูกนาปี(1-7 ก.ค.)และนาปรัง(4-10 พ.ย.) คือการเตรียมแปลง ซึ่งเป็นการเตรียมพื้นที่ให้เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกที่จะเริ่มขึ้นในสัปดาห์ถัดไป สัปดาห์ที่ 2 ของแผนการเพาะปลูกจึงจะเริ่มมีการเพาะปลูกข้าวเป็นสัปดาห์ที่ข้าวจะเริ่มเจริญเติบโตมีอายุ 7 วัน ในสัปดาห์นี้จึงจะเริ่มมีความต้องการใช้น้ำของข้าว โดยที่ข้าวจะมีความต้องการใช้น้ำในการเจริญเติบโตตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2-14 ของการเพาะปลูก

1.1 ความต้องการใช้น้ำชลประทานในการเพาะปลูก

จากการจัดทำแผนการเพาะปลูก ประจำปีเพาะปลูก พ.ศ. 2545/46 นำมากำหนดลักษณะของกิจกรรมการเพาะปลูก ที่จะเกิดขึ้นตลอดฤดูกาลเพาะปลูกในแต่ละสัปดาห์ของการทำนาปีและนาปรัง กำหนดให้ฤดูกาลทำนาปี เริ่มตั้งแต่วันที่ 1 ก.ค.45-6 ต.ค. 45 ฤดูกาลทำนาปรังเริ่มตั้งแต่วันที่ 4 พ.ย. 45-9 ก.พ. 46 ตามลำดับ โดยกำหนดให้สัปดาห์แรกของแผนการเพาะปลูกฤดูกาลทำนาปีและนาปรัง คือการเตรียมแปลง ซึ่งเป็นขั้นตอนในการเตรียมพื้นที่ให้เหมาะสมสำหรับการทำการเพาะปลูกที่จะเริ่มขึ้นในสัปดาห์ถัดไป ส่วนสัปดาห์ที่ 2-14 เป็นสัปดาห์ที่มีการเพาะปลูกข้าวโดยมีกิจกรรมตั้งแต่ข้าวเริ่มการเจริญเติบโตจนมีอายุ 91 วัน ซึ่งในช่วงระยะเวลาดังกล่าวจะมีความต้องการใช้น้ำในการเจริญเติบโตของพืชเกิดขึ้นด้วย ผลจากการศึกษาได้ข้อมูลกรดแสดงความต้องการใช้น้ำชลประทานที่แตกต่างกันในเชิงพื้นที่เป็นรายสัปดาห์ช่วงนาปี(ภาพประกอบ 1-7 ภาคผนวก ฉ)และตามตาราง 13 ช่วงนาปรัง(ภาพประกอบ 8-14 ภาคผนวก ฉ)และตามตาราง 14 ตามลำดับ

ตาราง 13 ความต้องการใช้น้ำชลประทานสำหรับการปลูกข้าวช่วงนาปี

สัปดาห์	วันที่	ความต้องการน้ำชลประทาน		
		มิลลิเมตร	ลูกบาศก์เมตร	ลูกบาศก์เมตรต่อไร่
1	1-7 ก.ค.45	287.9	214,653,332.79	453.90
2	8-14 ก.ค. 45	35.8	27,116,303.94	57.34
3	15-21 ก.ค.45	14.5	10,934,019.18	23.12
4	22-28 ก.ค.45	7.4	5,587,304.58	11.81

ตาราง 13 (ต่อ)

สัปดาห์	วันที่	ความต้องการน้ำชลประทาน		
		มิลลิเมตร	ลูกบาศก์เมตร	ลูกบาศก์เมตรต่อไร่
5	29 ก.ค.–4 ส.ค.45	16.4	12,391,232.49	26.20
6	5–11 ส.ค.45	12.0	9,088,024.23	19.22
8	19–25 ส.ค.45	17.9	13,529,921.49	28.61
9	26 ส.ค.–1 ก.ย.45	11.8	8,965,622.43	18.96
10	2–8 ก.ย.45	5.0	3,794,984.91	8.02
11	9–15 ก.ย.45	4.9	3,681,337.05	7.78
12	16–22 ก.ย.45	0	0	0
13	23–29 ก.ย.45	0	0	0
14	30 ก.ย.–6 ต.ค.45	0	0	0
รวม		435.1	326,036,723.76	689.44

ความต้องการใช้น้ำชลประทานสำหรับการปลูกข้าวช่วงฤดูการทำนาปี การทำนาปีเริ่มตั้งแต่วันที่ 1 ก.ค.–6 ต.ค. 45 ผลจากการศึกษาพบว่า ความต้องการใช้น้ำชลประทานในสัปดาห์แรกของการทำนาระหว่างวันที่ 1–7 ก.ค. 45 ซึ่งเป็นกิจกรรมการเตรียมแปลงพื้นที่ มีปริมาณโดยเฉลี่ย 287.9 มิลลิเมตรหรือ 453.90 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ เมื่อพิจารณาความต้องการใช้น้ำชลประทานในระยะเวลาเจริญเติบโตของข้าว โดยเรียงจากสัปดาห์ที่มีความต้องการใช้น้ำชลประทานมากไปน้อยมีดังนี้ คือ ระหว่างวันที่ 8–14 ก.ค. 45 มีปริมาณโดยเฉลี่ย 35.8 มิลลิเมตรหรือ 57.34 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ซึ่งเป็นสัปดาห์ที่ 2 ของการเพาะปลูก รองลงมาคือวันที่ 12–18 ส.ค.45 ปริมาณโดยเฉลี่ย 21.5 มิลลิเมตรหรือ 34.14 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 19–25 ส.ค. 45 ปริมาณโดยเฉลี่ย 17.9 มิลลิเมตรหรือ 28.61 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 29 ก.ค.–4 ส.ค.45 ปริมาณโดยเฉลี่ย 16.4 มิลลิเมตรหรือ 26.20 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 15–21 ก.ค. 45 ปริมาณโดยเฉลี่ย 14.5 มิลลิเมตรหรือ 23.12 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 5–11 ส.ค.45 ปริมาณโดยเฉลี่ย 12.0 มิลลิเมตรหรือ 19.22 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 26 ส.ค.–1 ก.ย. 45 ปริมาณโดยเฉลี่ย 11.8 มิลลิเมตรหรือ 18.96 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 22–28 ก.ค.45 ปริมาณโดยเฉลี่ย 7.4 มิลลิเมตรหรือ 11.81 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 2–8 ก.ย.45 ปริมาณโดยเฉลี่ย 5.0 มิลลิเมตร

หรือ 8.02 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 9-15 ก.ย. 45 ปริมาณโดยเฉลี่ย 4.9 มิลลิเมตรหรือ 7.78 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ตามลำดับ แต่ตั้งแต่วันที่ 16 ก.ย.-6 ต.ค. 45 ปรากฏว่าไม่มีความต้องการใช้น้ำชลประทาน เนื่องจากในช่วงระยะเวลาดังกล่าว มีปริมาณน้ำที่ได้จากฝนที่ตกในพื้นที่ซึ่งมีปริมาณมากพอเพียงต่อการเจริญเติบโตของข้าว ณ ช่วงเวลานั้น จึงทำให้โดยภาพรวมของพื้นที่ศึกษาจะไม่มีความต้องการน้ำชลประทานในระยะดังกล่าว

ตาราง 14 ความต้องการใช้น้ำชลประทานสำหรับปลูกข้าวช่วงนาปรัง

ลำดับ	วันที่	ความต้องการน้ำชลประทาน		
		มิลลิเมตร	ลูกบาศก์เมตร	ลูกบาศก์เมตรต่อไร่
1	4-10 พ.ย.45	300.0	188,110,575.00	481.08
2	11-17 พ.ย.45	27.4	17,193,682.62	43.97
3	18-24 พ.ย.45	33.1	20,726,205.48	53.01
4	25 พ.ย.-1 ธ.ค.45	37.3	23,329,467.81	59.66
5	2-8 ธ.ค.45	42.0	26,273,828.34	67.19
6	9-15 ธ.ค.45	44.8	28,043,785.53	71.72
7	16-21 ธ.ค.45	45.1	28,191,373.20	72.1
8	22-29 ธ.ค.45	44.9	28,086,229.71	71.83
7	16-21 ธ.ค.45	45.1	28,191,373.20	72.1
8	22-29 ธ.ค.45	44.9	28,086,229.71	71.83
9	30 ธ.ค.45-5 ม.ค.46	47.3	29,696,175.00	75.95
10	6-12 ม.ค.46	71.5	44,709,215.67	114.34
11	13-19 ม.ค.46	67.1	42,010,038.27	107.44
12	20-26 ม.ค.46	61.1	38,199,628.17	97.69
13	29 ม.ค.-2 ก.พ.46	26.8	16,755,721.92	42.85
14	3-9 ก.พ.46	32.2	20,143,784.16	51.52
รวม		880.6	551,469,710.88	1,410.36

ความต้องการใช้น้ำชลประทานสำหรับการปลูกข้าวช่วงฤดูการทำนาปรัง การทำนาปรังเริ่มตั้งแต่วันที่ 4 พ.ย. 45– 9 ก.พ. 46 ผลจากการศึกษาพบว่า ความต้องการใช้น้ำชลประทานในสัปดาห์แรกของฤดูการทำนาปรังคือระหว่างวันที่ 4–10 พ.ย. 45 เป็นสัปดาห์ของการเตรียมพื้นที่เพื่อใช้ในการเพาะปลูก ปริมาณโดยเฉลี่ย 300.0 มิลลิเมตรหรือ 481.08 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ส่วนความต้องการใช้น้ำชลประทานในระยะการเจริญเติบโตของข้าว โดยเรียงจากสัปดาห์ที่มีความต้องการใช้น้ำมากไปน้อย ดังนี้ คือ ระหว่างวันที่ 6–12 ม.ค. 46 ปริมาณโดยเฉลี่ย 71.5 มิลลิเมตรหรือ 114.34 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ซึ่งตรงกับสัปดาห์ที่ 10 ของการเพาะปลูก รองลงมาคือวันที่ 13–19 ม.ค. 46 ปริมาณโดยเฉลี่ย 67.1 มิลลิเมตรหรือ 107.44 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 20 –26 ม.ค.46 ปริมาณโดยเฉลี่ย 61.1 มิลลิเมตรหรือ 97.69 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 30 ธ.ค. 45-ม.ค.46 โดยเฉลี่ย 47.3 มิลลิเมตรหรือ 75.95 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 16-21 ธ.ค.45 ปริมาณโดยเฉลี่ย 45.1 มิลลิเมตรหรือ 72.1 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 22-29 ธ.ค. 45 ปริมาณโดยเฉลี่ย 44.9 มิลลิเมตรหรือ 71.83 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 9-15 ธ.ค. 45 ปริมาณโดยเฉลี่ย 44.8 มิลลิเมตรหรือ 71.72 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 2-8 ธ.ค. 45 ปริมาณโดยเฉลี่ย 42.0 มิลลิเมตรหรือ 67.19 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 25 พ.ย.-1 ธ.ค.45 ปริมาณโดยเฉลี่ย 37.3 มิลลิเมตรหรือ 59.66 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 18–24 พ.ย.45 ปริมาณโดยเฉลี่ย 33.1 มิลลิเมตรหรือ 53.01 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 3–9 ก.พ.46 ปริมาณโดยเฉลี่ย 32.2 มิลลิเมตรหรือ 51.52 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 11–17 พ.ย.45 ปริมาณโดยเฉลี่ย 27.4 มิลลิเมตรหรือ 43.97 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 29 ม.ค.–2 ก.พ. 46 ปริมาณโดยเฉลี่ย 26.8 มิลลิเมตรหรือ 42.85 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ตามลำดับ

ในระหว่างฤดูการทำนาจะพบว่า สัปดาห์ที่มีการเตรียมแปลงเพื่อปรับพื้นที่ให้เหมาะสมในการเพาะปลูกนั้น เป็นสัปดาห์ที่มีความต้องการใช้น้ำชลประทานในปริมาณมากกว่าสัปดาห์อื่นๆทั้งในช่วงการทำนาปีและนาปรัง เนื่องจากจะมีความต้องการใช้น้ำเป็นจำนวนมากในการดำเนินการปรับสภาพพื้นที่ โดยการใช้รถไถเดินตามในพื้นที่ให้อ่อนตัวเพื่อสะดวกในการไถ การทำคันดิน เป็นต้น

1.2 ความต้องการใช้น้ำของข้าวในการเจริญเติบโต

การศึกษาความต้องการใช้น้ำชลประทานในครั้งนี้ จะพิจารณาจากความต้องการใช้น้ำของข้าวเป็นหลัก แต่เนื่องจากข้าวต้องใช้น้ำในการเพาะปลูกและเป็นพืชที่ปลูกอยู่ในแปลง ดังนั้นความต้องการใช้น้ำของข้าวจึงมีความแตกต่างจากพืชชนิดอื่นเพราะนอกจากจะมีการสูญเสียปริมาณน้ำไปสู่บรรยากาศ เช่นพืชอื่น ๆ แล้วยังมีปริมาณน้ำอีกส่วนหนึ่งที่ต้องสูญเสียจากการซึมลงดินด้วย ทำให้ในการหาความต้องการใช้น้ำของข้าวจะต้องคำนึงปริมาณการรั่วซึมลงดิน(percolation)ด้วย ดังนั้นซึ่งใน

บางครั้งอาจจะเรียกว่า ความต้องการใช้น้ำของข้าว เป็น ความต้องการใช้น้ำในแปลง (Water Requirement) (ดิเรก 2526: 29) ก็ได้ การหาความต้องการใช้น้ำของข้าว จะต้องใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของข้าวมาพิจารณา โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์ของข้าวที่ได้มีผู้ที่ได้ทำการศึกษาไว้แล้วนั้น ได้กำหนดค่าสัมประสิทธิ์ของข้าวไว้เป็นรายสัปดาห์ รวมระยะทั้งหมด 13 สัปดาห์ ดังนั้นเมื่อนำมาใช้ในการหาความต้องการใช้น้ำของข้าว จะพบว่าต้องดำเนินการให้น้ำแก่ข้าวไปจนกระทั่งข้าวอายุได้ 91 วัน อายุในการเก็บเกี่ยวคือ 120 วัน

เนื่องจากแผนการเพาะปลูกที่กำหนดไว้เป็นรายสัปดาห์ ได้กำหนดให้สัปดาห์แรกคือ การเตรียมแปลง ดังนั้นจึงไม่มีความต้องการใช้น้ำของข้าวในสัปดาห์ดังกล่าว ความต้องการใช้น้ำของข้าวจะเริ่มเกิดขึ้นในสัปดาห์ที่ 2 -14 ของการเพาะปลูก ช่วงฤดูการทำนาปี เริ่มตั้งแต่วันที่ 8 ก.ค.-6 ต.ค. 45 และช่วงการทำนาปรังเริ่มตั้งแต่วันที่ 11 พ.ย. 45-9 ก.พ. 46 ผลจากการศึกษาแสดงในตาราง

ตาราง 15 ความต้องการใช้น้ำของข้าว ช่วงนาปี

สัปดาห์	วันที่	ความต้องการน้ำของข้าว		
		มิลลิเมตร	ลูกบาศก์เมตร	ลูกบาศก์เมตรต่อไร่
2	8-14 ก.ค. 45	38.15	28,863,934.23	61.04
3	15-21 ก.ค. 45	39.36	29,779,173.48	62.97
4	22-28 ก.ค. 45	40.87	30,923,222.55	65.39
5	29 ก.ค.-4 ส.ค. 45	44.56	33,719,786.93	71.30
6	5-11 ส.ค. 45	47.19	35,702,805.31	75.50
7	12-18 ส.ค. 45	49.22	37,245,152.94	78.76
8	19-25 ส.ค. 45	50.68	38,346,829.82	81.09
9	26 ส.ค.-ก.ย. 45	49.67	37,581,406.52	79.47
10	2-8 ก.ย. 45	45.47	34,403,038.46	72.75
11	9-15 ก.ย. 45	43.30	32,763,234.79	69.28
12	16-22 ก.ย. 45	40.32	30,508,504.76	64.51
13	23-29 ก.ย. 45	32.46	24,564,216.48	51.94
14	30 ก.ย.-6 ต.ค. 45	30.14	22,807,283.99	48.23
รวม		551.39	417,208,590.26	882.23

จากการศึกษาความต้องการใช้น้ำของข้าว พบว่า การเพาะปลูกในช่วงฤดูการทำนาปีมีความต้องการใช้น้ำของข้าว รวมโดยเฉลี่ย 551.39 มิลลิเมตรหรือ 882.23 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ สัปดาห์ที่มีความต้องการใช้น้ำมากที่สุดคือวันที่ 19-25 ส.ค. 45 โดยเฉลี่ย 50.68 มิลลิเมตรหรือ 81.09 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ รองลงมาคือ วันที่ 26 ส.ค.-1 ก.ย. 45 โดยเฉลี่ย 49.67 มิลลิเมตรหรือ 79.47 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 12-18 ส.ค. 45 โดยเฉลี่ย 49.22 มิลลิเมตรหรือ 78.76 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 5-11 ส.ค. 45 โดยเฉลี่ย 47.19 มิลลิเมตรหรือ 75.50 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 2-8 ก.ย. 45 โดยเฉลี่ย 45.47 มิลลิเมตรหรือ 72.75 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 29 ก.ค.-4 ส.ค. 45 โดยเฉลี่ย 44.56 มิลลิเมตรหรือ 71.30 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 9-15 ก.ย. 45 โดยเฉลี่ย 43.30 มิลลิเมตรหรือ 69.28 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 22-28 ก.ค. 45 โดยเฉลี่ย 40.87 มิลลิเมตรหรือ 65.39 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 16-22 ก.ย. 45 โดยเฉลี่ย 40.32 มิลลิเมตรหรือ 64.51 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 15-21 ก.ค. 45 โดยเฉลี่ย 39.36 มิลลิเมตรหรือ 62.97 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 8-14 ก.ค. 45 โดยเฉลี่ย 38.15 มิลลิเมตรหรือ 61.04 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 23-29 ก.ย. 45 โดยเฉลี่ย 32.46 มิลลิเมตรหรือ 51.94 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และวันที่ 30 ก.ย.-6 ต.ค. 45 โดยเฉลี่ย 30.14 มิลลิเมตรหรือ 48.23 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ตามลำดับ

ตาราง 16 ความต้องการใช้น้ำของข้าว ช่วงนาปรัง

สัปดาห์	วันที่	ความต้องการน้ำของข้าว		
		มิลลิเมตร	ลูกบาศก์เมตร	ลูกบาศก์เมตรต่อไร่
2	11-17 พ.ย. 45	34.61	21,655,512.45	55.38
3	18-24 พ.ย. 45	35.69	22,326,430.88	57.10
4	25 พ.ย.-1 ธ.ค. 45	36.97	23,130,044.00	59.15
5	2-8 ธ.ค. 45	41.13	25,734,013.28	65.81
6	9-15 ธ.ค. 45	43.51	27,223,872.60	69.62
7	16-21 ธ.ค. 45	45.37	29,210,351.69	72.59
8	22-29 ธ.ค. 45	46.69	29,210,351.69	74.70
9	30 ธ.ค.-4 ม.ค. 46	48.53	30,360,747.81	77.65
10	6-12 ม.ค. 46	72.26	45,209,541.36	115.62
11	13-19 ม.ค. 46	68.59	42,909,249.63	109.74

ตาราง 16 (ต่อ)

สัปดาห์	วันที่	ความต้องการน้ำของข้าว		
		มิลลิเมตร	ลูกบาศก์เมตร	ลูกบาศก์เมตรต่อไร่
12	20-26 ม.ค. 46	63.53	39,746,348.49	101.65
13	29 ม.ค.-2 ก.พ. 46	26.40	16,517,456.01	42.24
14	3-9 ก.พ. 46	33.91	21,214,510.59	54.26
	รวม	597.20	373,620,730.88	955.52

ความต้องการใช้น้ำของข้าวในช่วงฤดูการทำนาปรัง เริ่มตั้งแต่วันที่ 11 พ.ย. 45-9 ก.พ. 46 โดยพบว่า โดยเฉลี่ยข้าวมีความต้องการใช้น้ำ 597.20 มิลลิเมตรหรือ 955.52 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ช่วงระยะเวลาที่ข้าวมีความต้องการใช้น้ำมากที่สุดคือช่วงวันที่ 6-12 ม.ค. 46 โดยเฉลี่ย 72.26 มิลลิเมตร 115.62 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ รองลงมาคือวันที่ 13-19 ม.ค. 46 เฉลี่ย 68.59 มิลลิเมตรหรือ 109.74 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 20-26 ม.ค. 46 โดยเฉลี่ย 63.53 มิลลิเมตรหรือ 101.65 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 30 ธ.ค. 45-5 ม.ค. 46 เฉลี่ย 48.53 มิลลิเมตรหรือ 77.65 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 22-29 ธ.ค. 45 เฉลี่ย 46.69 มิลลิเมตรหรือ 74.70 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 16-21 ธ.ค. 45 เฉลี่ย 45.37 มิลลิเมตรหรือ 72.59 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 9-15 ธ.ค. 45 เฉลี่ย 43.51 มิลลิเมตรหรือ 69.62 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 2-8 ธ.ค. 45 เฉลี่ย 41.13 มิลลิเมตรหรือ 65.81 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 25 พ.ย.-1 ธ.ค. 45 โดยเฉลี่ย 36.69 มิลลิเมตรหรือ 59.15 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 18-24 พ.ย. 45 เฉลี่ย 35.69 มิลลิเมตรหรือ 57.10 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 11-17 พ.ย. 45 เฉลี่ย 34.61 มิลลิเมตรหรือ 55.38 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ วันที่ 3-9 ก.พ. 46 เฉลี่ย 33.91 มิลลิเมตรหรือ 54.26 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และ วันที่ 39 ม.ค.-2 ก.พ. 46 เฉลี่ย 26.40 มิลลิเมตรหรือ 42.24 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ตามลำดับ

1.3 การเปรียบเทียบการใช้น้ำชลประทาน

เมื่อนำผลการศึกษาความต้องการใช้ปริมาณน้ำชลประทานบริเวณพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้ ในระหว่าง ปีเพาะปลูก พ.ศ. 2545/46 โดยใช้วิธีการหาจากความต้องการใช้น้ำของข้าว โดยการศึกษาแบ่งเป็น 2 ช่วงคือช่วงฤดูการทำนาปี เริ่มตั้งแต่วันที่ 1 ก.ค.-6 ต.ค. 45 และฤดูการทำนาปรัง เริ่มตั้งแต่วันที่ 4 พ.ย. 45-9 ก.พ. 46 โดยนำผลที่ได้จากการศึกษามาทำการเปรียบเทียบ

กับข้อมูลปริมาณน้ำที่ทางโครงการฯได้ทำการจัดส่งน้ำให้ในพื้นที่ชลประทานของทางโครงการฯ ในช่วงระยะเวลาเดียวกัน โดยพิจารณาปริมาณน้ำเป็นลูกบาศก์เมตรต่อไร่เพื่อให้สามารถทำการเปรียบเทียบได้ ดังแสดงการเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำชลประทาน ช่วงฤดูการทำนาปี ในตาราง 17 และแสดงการเปรียบเทียบช่วงฤดูการทำนาปรังในตาราง 18 ตามลำดับ

ตาราง 17 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำชลประทาน ช่วงนาปี

หน่วย : ลูกบาศก์เมตรต่อไร่

ลำดับ	วันที่	ผลการศึกษา	การส่งน้ำของโครงการฯ	ความแตกต่าง
1	1-7 ก.ค. 45	453.90	480.96	27.06
2	8-14 ก.ค. 45	57.34	102.24	44.90
3	15-21 ก.ค. 45	23.12	54.56	31.44
4	22-28 ก.ค. 45	11.81	52.16	40.35
5	29 ก.ค.-4 ส.ค. 45	26.20	61.92	35.72
6	5-11 ส.ค. 45	19.22	54.24	35.02
7	12-18 ส.ค. 45	34.46	110.72	76.26
8	19-25 ส.ค. 45	28.61	62.40	33.79
9	26 ส.ค.-1 ก.ย. 45	18.96	52.80	33.84
10	2-8 ก.ย. 45	8.02	91.20	83.18
11	9-15 ก.ย. 45	7.78	50.08	42.30
12	16-22 ก.ย. 45	0	50.24	50.24
13	23-29 ก.ย. 45	0	48.32	48.32
14	30 ก.ย.-6 ต.ค. 45	0	49.92	49.92
รวม		689.44	1,321.76	632.34

จากตารางแสดงการเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำชลประทานของพื้นที่ที่ศึกษา ช่วงฤดูการทำนาปี พบว่า ปริมาณการใช้น้ำตลอดการเพาะปลูกที่ทางโครงการฯได้จัดสรรให้ในพื้นที่ ประจำปี การเพาะปลูก พ.ศ.2545/46 นั้น ช่วงฤดูการทำนาปีมีปริมาณน้ำโดยเฉลี่ย 1,321.76 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ในขณะที่จากการศึกษาปริมาณการใช้น้ำตลอดการเพาะปลูกในช่วงฤดูการทำนาปี มีปริมาณ

โดยเฉลี่ย 689.44 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ สรุปได้ว่า ในช่วงฤดูการทำนาปี มีปริมาณน้ำที่มีความค่าแตกต่างกันเฉลี่ย 632.34 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่

ตาราง 18 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำชลประทาน ช่วงนาปรัง

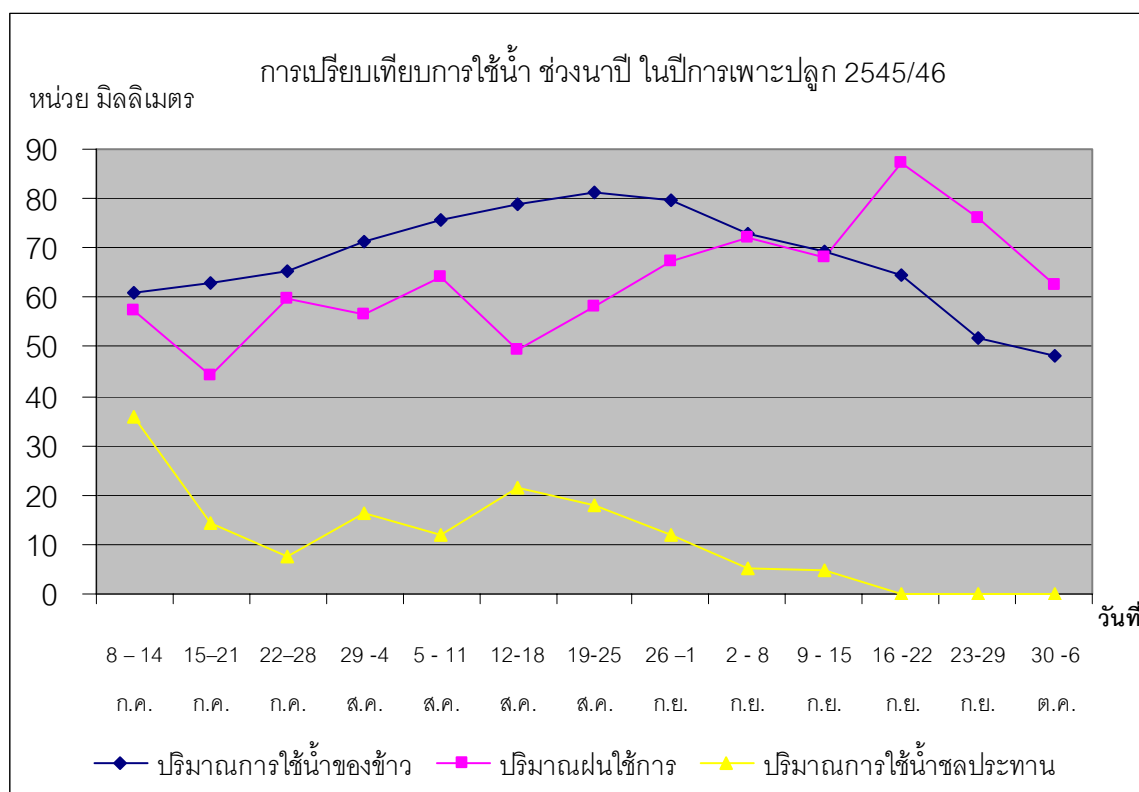
หน่วย : ลูกบาศก์เมตรต่อไร่

ลำดับ	วันที่	ผลการศึกษา	การส่งน้ำของโครงการฯ	ความแตกต่าง
1	4-10 พ.ย. 45	481.08	488.80	7.72
2	11-17 พ.ย. 45	43.97	68.16	24.19
3	18-24 พ.ย. 45	53.01	91.34	38.33
4	25 พ.ย.-1 ธ.ค. 45	59.66	104.80	45.14
5	2-8 ธ.ค. 45	67.19	106.72	39.53
6	9-15 ธ.ค. 45	71.72	110.72	39.00
7	16-21 ธ.ค. 45	72.10	113.76	41.66
8	22-29 ธ.ค. 45	71.83	111.84	40.01
9	30 ธ.ค.45-5 ม.ค. 46	75.95	133.44	57.49
10	6-12 ม.ค. 46	114.34	160.96	46.62
11	13-19 ม.ค. 46	107.44	152.16	55.28
12	20 -26 ม.ค. 46	97.69	144.64	46.95
13	29 ม.ค.-2 ก.พ. 46	42.85	66.56	23.71
14	3-9 ก.พ. 46	51.52	77.28	25.76
รวม		1,410.36	1,931.18	520.83

จากตารางแสดงการเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำชลประทานของพื้นที่ที่ศึกษา ในช่วงฤดูการทำนาปรัง พบว่า ปริมาณการใช้น้ำตลอดการเพาะปลูกที่ทางโครงการฯได้จัดสรรให้ในพื้นที่ประจำปีการเพาะปลูก พ.ศ. 2545/46 นั้น มีปริมาณน้ำโดยเฉลี่ย 1,931.18 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ในขณะที่ปริมาณการใช้น้ำตลอดการเพาะปลูกที่ได้จากการศึกษาในช่วงฤดูการทำนาปรังมีค่าเฉลี่ย 1,410.36 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ สรุปว่า ในช่วงฤดูการทำนาปรัง มีปริมาณน้ำที่มีความค่าแตกต่างกันเฉลี่ย 520.83 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่

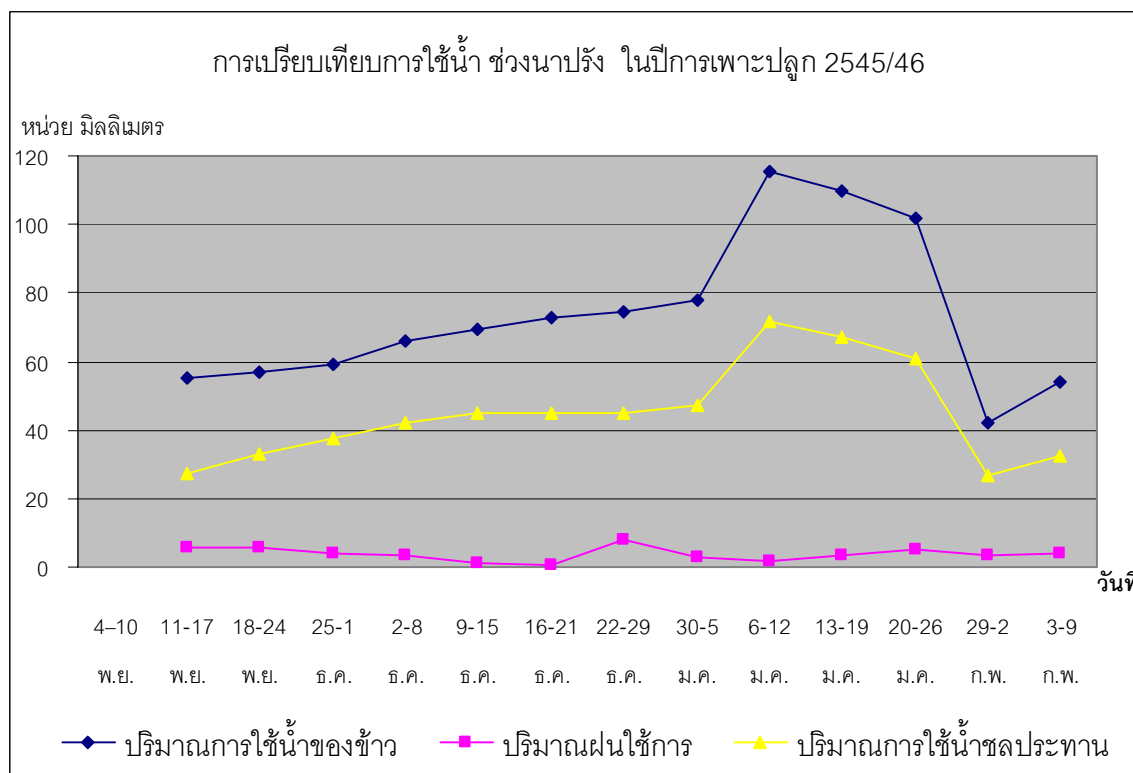
2. การวิเคราะห์การใช้น้ำในการเพาะปลูกข้าว

ตามแผนการเพาะปลูก ที่กำหนดให้กิจกรรมในสัปดาห์แรกของการเพาะปลูกเป็นการเตรียมแปลงนาปีและนาปรังนั้น เพื่อเป็นการเตรียมพื้นที่ให้เหมาะแก่การเพาะปลูกในสัปดาห์ต่อไป ดังนั้นเมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 2 ของแผนการเพาะปลูกจึงเริ่มมีความต้องการใช้น้ำของข้าวในการเจริญเติบโตเกิดขึ้นตามช่วงระยะเวลาของอายุข้าว ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2-14 ของแผนการเพาะปลูก รวมระยะเวลาที่ข้าวใช้ในการเจริญเติบโตของข้าวคือ 13 สัปดาห์ การเปรียบเทียบการใช้น้ำในการเพาะปลูกข้าวจึงวิเคราะห์ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2-14 ของการเพาะปลูก การเพาะปลูกช่วงนาปีตั้งแต่วันที่ 8 ก.ค.-6 ต.ค. 45 และช่วงนาปรังตั้งแต่วันที่ 11 พ.ย.45-9 ก.พ.46 ดังในภาพประกอบ 17 และ 18 ตามลำดับ โดยการพิจารณาใช้ข้อมูลความต้องการใช้น้ำชลประทาน ความต้องการใช้น้ำของข้าว และฝนใช้การ



ภาพประกอบ 17 แสดงการเปรียบเทียบการใช้น้ำในการเพาะปลูกช่วงนาปี

การเพาะปลูกในช่วงฤดูการทำนาปี ซึ่งเริ่มมีความต้องการใช้น้ำชลประทาน ความต้องการใช้น้ำของข้าว และฝนใช้การ พร้อมกันตั้งแต่วันที่ 8 ก.ค.–6 ต.ค.45 เมื่อนำความต้องการใช้น้ำชลประทาน ความต้องการใช้น้ำของข้าวและปริมาณฝนใช้การ มาเปรียบเทียบกันและแสดงในภาพประกอบ 17 จะพบว่า ความต้องการใช้น้ำชลประทานจะมีการเปลี่ยนแปลงและผันแปรไปตามฝนใช้การ ในขณะที่ความต้องการใช้น้ำของข้าวจะเพิ่มขึ้นตามการเจริญเติบโตของข้าวจนอายุ 21 วัน ความต้องการใช้น้ำของข้าวจึงเริ่มมีแนวโน้มที่ลดจำนวนลง จากภาพประกอบจะเห็นได้ว่าปริมาณของฝนใช้การส่งผลกระทบต่อปริมาณความต้องการใช้น้ำชลประทาน โดยในช่วงเวลาที่ฝนใช้การมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นจะส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้น้ำชลประทานให้มีปริมาณลดลง โดยเฉพาะในช่วงวันที่ 16 ก.ย.–6 ต.ค. 45 ความต้องการน้ำชลประทานมีค่าเท่ากับหรือต่ำกว่า 0 เนื่องจากฝนใช้การมีปริมาณสูงกว่าปริมาณน้ำที่ข้าวต้องการใช้ จึงทำให้ในพื้นที่ ไม่มีความต้องการใช้น้ำชลประทาน



ภาพประกอบ 18 การเปรียบเทียบการใช้น้ำในการเพาะปลูกนาปรัง

การเพาะปลูกในช่วงฤดูการทำนาปรัง จะเริ่มมีความต้องการใช้น้ำชลประทาน ความต้องการใช้น้ำของข้าว และฝนใช้การ พร้อมกันตั้งแต่วันที่ 11 พ.ย. 45-9 ก.พ. 46 เมื่อนำความต้องการใช้น้ำชลประทาน ความต้องการใช้น้ำของข้าวและปริมาณฝนใช้การ มาเปรียบเทียบกับและแสดงในภาพประกอบ 18 จะพบว่า ในการเพาะปลูกช่วงฤดูการทำนาปรังนั้น ความต้องการใช้น้ำของข้าวกับความต้องการใช้น้ำชลประทานในการเพาะปลูกมีลักษณะที่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน ตลอดระยะเวลาในการเจริญเติบโตของข้าว ในขณะที่ฝนใช้การในช่วงนี้มีปริมาณน้อยเนื่องจากเป็นช่วงฤดูแล้ง ดังนั้นการเพาะปลูกข้าวในช่วงนาปรังจึงต้องพึ่งพาน้ำจากระบบชลประทานเป็นหลัก เพราะเป็นช่วงระยะเวลาที่ฝนตกน้อยจึงมีฝนใช้การที่จะมาช่วยสนับสนุนปริมาณน้ำในการเพาะปลูกได้น้อย

3. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการใช้น้ำชลประทานกับปริมาณฝนใช้การ

จากผลการศึกษาการใช้น้ำในการเพาะปลูกข้าว โดยการวิเคราะห์จากความต้องการใช้น้ำชลประทาน ความต้องการใช้น้ำของข้าวและฝนใช้การ ทั้งช่วงฤดูการทำนาปีและนาปรัง พบว่า ฝนใช้การส่งผลต่อความต้องการใช้น้ำชลประทานในพื้นที่แบบผกผันกัน เพราะสำหรับข้าวนาปีน้ำชลประทานนำมาช่วยเสริมในกิจกรรมการเพาะปลูกเมื่อน้ำจากฝนใช้การไม่เพียงพอ สำหรับข้าวนาปรังน้ำชลประทานมีบทบาทสำคัญเนื่องจากอยู่ในช่วงที่มีฝนใช้การน้อยมากหรือขาดหายไป

3.1 การศึกษาปริมาณฝนใช้การ

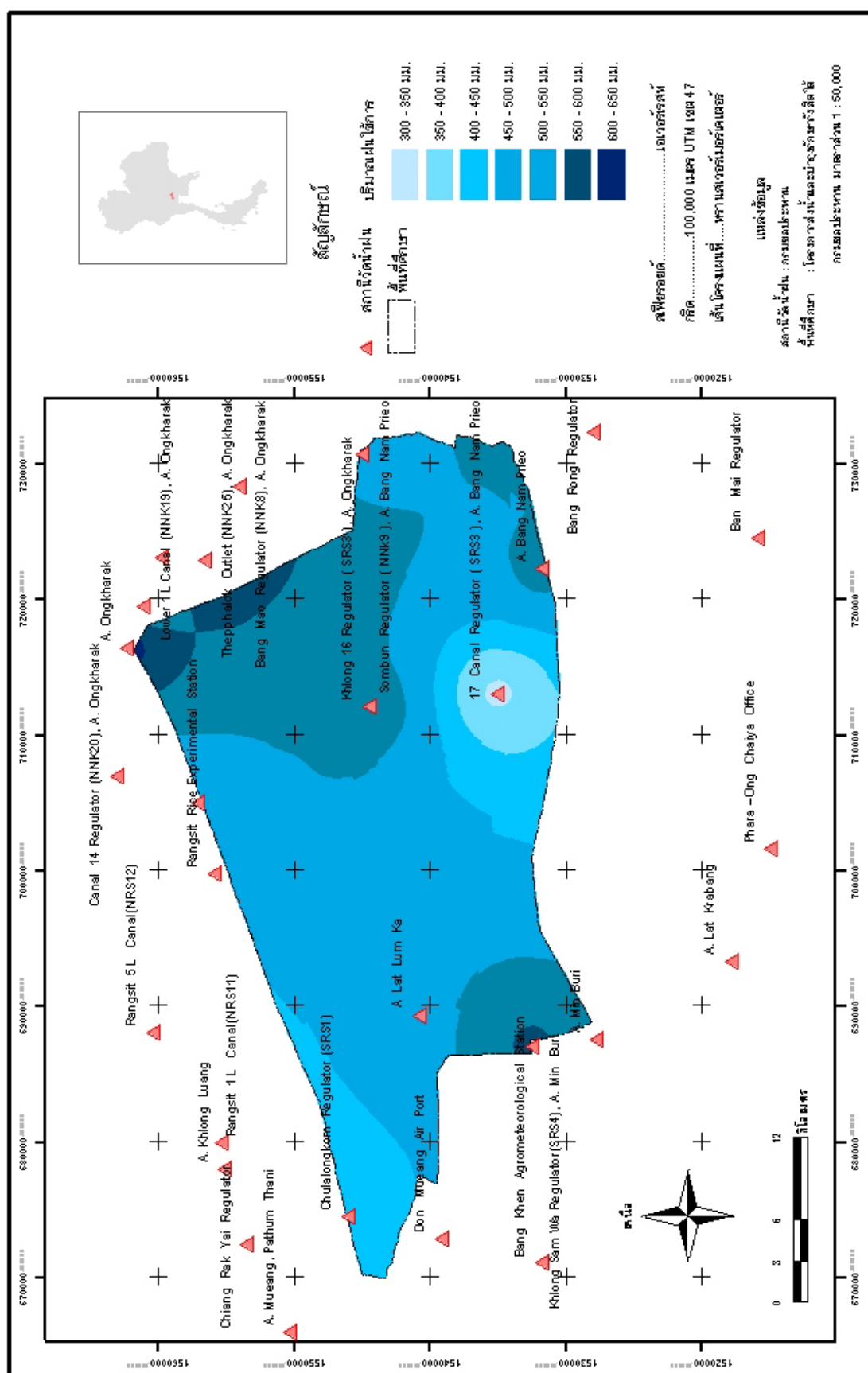
ฝนใช้การเป็นปริมาณน้ำที่มีส่วนช่วยสนับสนุนในกิจกรรมการเพาะปลูกได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังเป็นแหล่งน้ำที่เกิดตามธรรมชาติ ทำให้ต้นทุนในการผลิตมีมูลค่าลดลง ในการเพาะปลูกข้าวให้ได้ผลผลิตที่ดีนั้น จำเป็นต้องมีน้ำเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตอย่างพอเพียง ดังนั้นปริมาณฝนจึงมีส่วนสำคัญต่อการเพาะปลูกข้าว จึงควรให้ความสำคัญกับปริมาณฝนใช้การ เพื่อจะได้นำมาใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกได้เพิ่มขึ้นในอนาคต

ผลจากการศึกษาปริมาณฝนใช้การตลอดฤดูการเพาะปลูก ในช่วงฤดูการทำนาปีตั้งแต่วันที่ 1 ก.ค.-6 ต.ค. 45 และการทำนาปรังตั้งแต่วันที่ 4 พ.ย. 45- 9 ก.พ. 46 ปีเพาะปลูก พ.ศ. 2545 /46 ดังแสดงไว้ในตาราง 19 และ 20 ตามลำดับ

ตาราง 19 แสดงปริมาณฝนใช้การช่วงนาปี ตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม-6 ตุลาคม พ.ศ.2545

สัปดาห์	วันที่	ฝนใช้การ		
		มิลลิเมตร	ลูกบาศก์เมตร	ลูกบาศก์เมตรต่อไร่
1	1-7 ก.ค.45	23.10	17,478,527.22	36.96
2	8-14 ก.ค. 45	32.20	24,364,007.64	51.52
3	15-21 ก.ค. 45	24.90	18,840,490.38	39.84
4	22-28 ก.ค. 45	33.50	25,347,647.70	53.60
5	29 ก.ค.-4 ส.ค. 45	31.70	23,985,684.54	50.72
6	5-11 ส.ค. 45	36.00	27,239,263.20	57.60
7	12-18 ส.ค. 45	27.70	20,959,099.74	44.32
8	19-25 ส.ค. 45	32.80	24,817,995.36	52.48
9	26 ส.ค.-1 ก.ย. 45	37.80	28601226.36	60.48
10	2-8 ก.ย. 45	40.50	30,644,171.10	64.80
11	9-15 ก.ย. 45	38.40	29,055,214.08	61.44
12	16-22 ก.ย. 45	49.00	37,075,663.80	78.40
13	23-29 ก.ย. 45	42.70	32,308,792.74	68.32
14	30 ก.ย.-6 ต.ค. 45	35.10	26,558,281.62	56.16
รวม		485.50	367,276,065.48	776.64

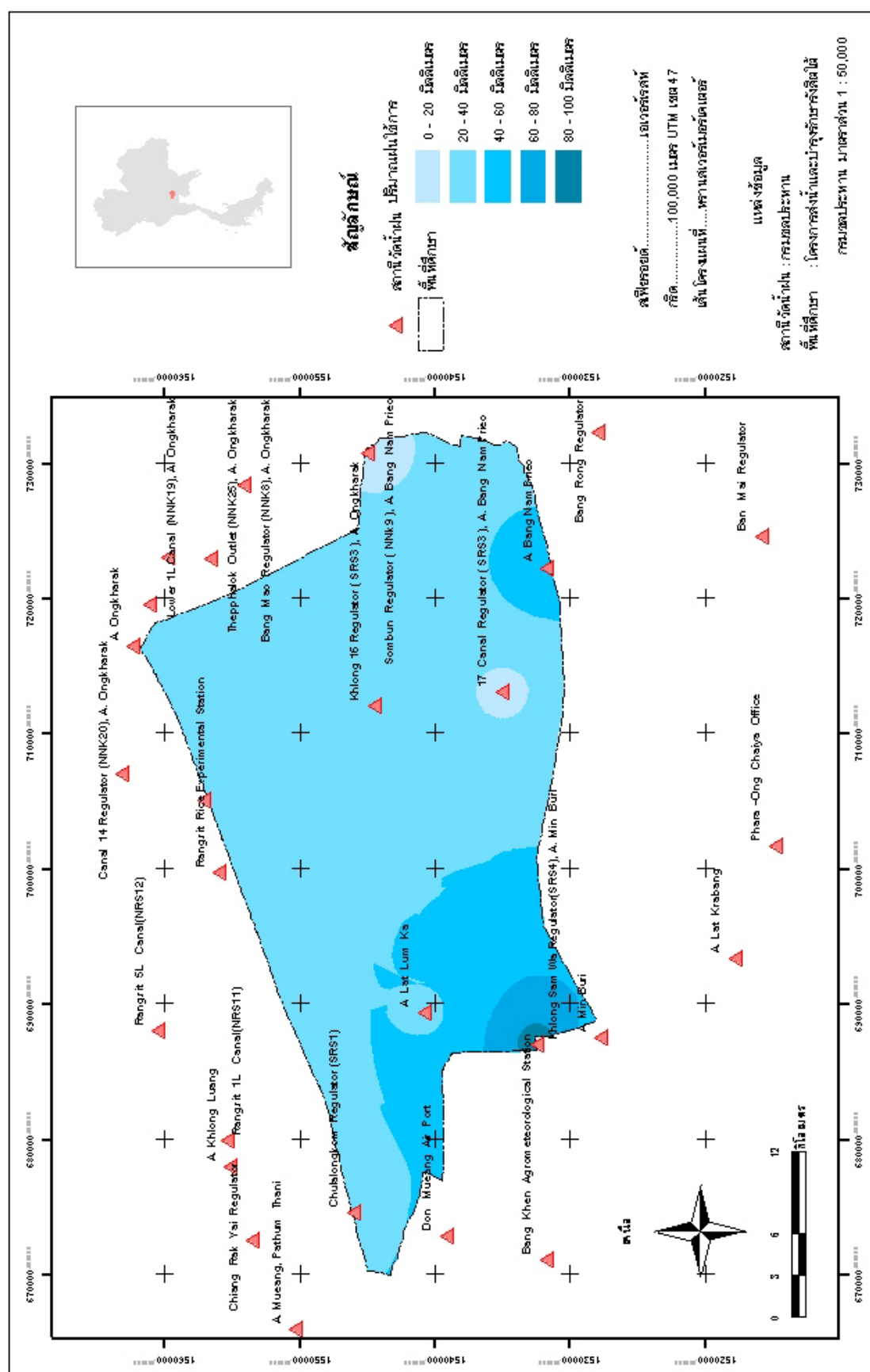
ตั้งแต่วันที่ 1 ก.ค.-6 ต.ค. 45 ในช่วงฤดูการทำนาปี พบว่า ปริมาณฝนใช้การในพื้นที่ศึกษา มีค่าเฉลี่ย 485.50 มิลลิเมตรหรือ 776.64 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ปริมาณฝนใช้การมีมากสุดในวันที่ 16-22 ก.ย. 45 คือ 49.0 มิลลิเมตรหรือ 78.40 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ส่วนช่วงที่ปริมาณฝนใช้การมีน้อยสุด คือวันที่ 1-7 ก.ค. 45 โดยเฉลี่ยคือ 23.10 มิลลิเมตรหรือ 36.96 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ซึ่งเป็นสัปดาห์แรกของการเพาะปลูก การเพาะปลูกช่วงนาปีจะเห็นได้ว่าปริมาณฝนใช้การมีแนวโน้มที่เพิ่มปริมาณขึ้นตอนปลายฤดูการเพาะปลูก เนื่องจากการเพาะปลูกเริ่มเข้าสู่ฤดูฝน การกระจายตัวเชิงพื้นที่ของฝนใช้การในช่วงนาปีแสดงในภาพประกอบ 19



ตาราง 20 แสดงปริมาณฝนใช้การช่วงนาปรัง ตั้งแต่วันที่ 4 พฤศจิกายน พ.ศ.2545-6 ตุลาคม พ.ศ. 2546

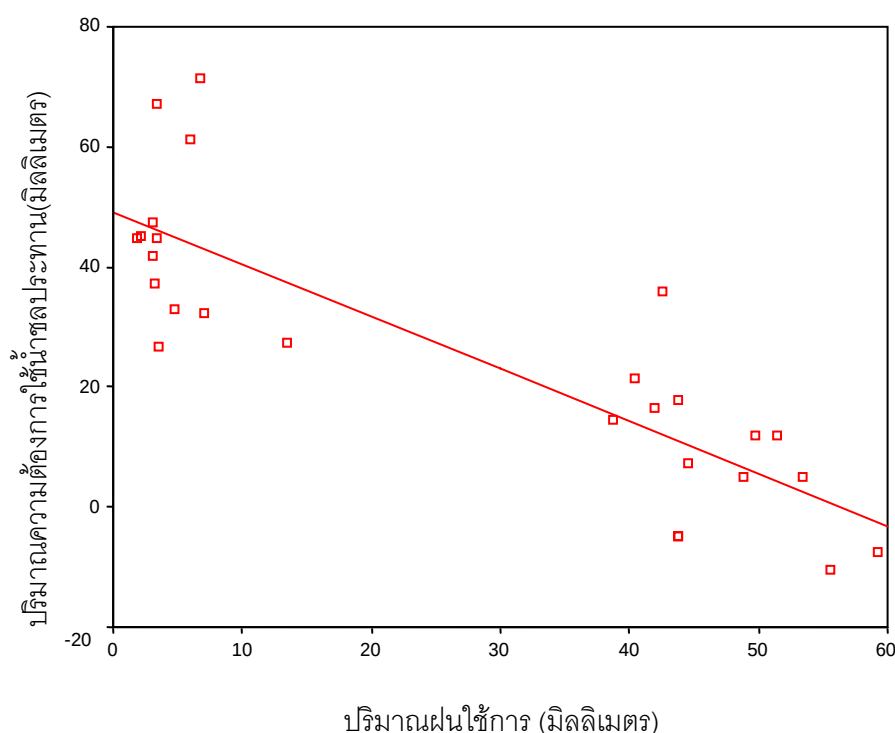
ลำดับ	วันที่	ฝนใช้การ		
		มิลลิเมตร	ลูกบาศก์เมตร	ลูกบาศก์เมตรต่อไร่
1	4-10 พ.ย. 45	7.00	4,379,363.10	11.20
2	11-17 พ.ย. 45	7.20	4,504,487.76	11.52
3	18-24 พ.ย. 45	2.60	1,626,620.58	4.16
4	25 พ.ย.-1 ธ.ค. 45	1.70	1,063,559.61	2.72
5	2-8 ธ.ค. 45	1.50	938,434.95	2.40
6	9-15 ธ.ค. 45	0.50	312,811.65	0.80
7	16-21 ธ.ค. 45	0.30	187,686.99	0.48
8	22-29 ธ.ค. 45	3.50	2,189,681.55	5.60
9	30 ธ.ค. 45-5 ม.ค. 46	1.20	750,747.96	1.92
10	6-12 ม.ค. 46	0.80	500,498.64	1.28
11	13-19 ม.ค. 46	1.40	875,872.62	2.24
12	20 -26 ม.ค.46	2.40	1,501,495.92	3.84
13	29 ม.ค.-2 ก.พ. 46	1.60	1,000,997.28	2.56
14	3-9 ก.พ. 46	1.70	1,063,559.61	2.72
รวม		33.40	20,895,818.22	53.44

การเพาะปลูกนาปรังตั้งแต่วันที่ 4 พ.ย. 45-9 ก.พ. 46 พบว่า ปริมาณฝนใช้การรวมในพื้นที่ศึกษาโดยเฉลี่ยคือ 33.40 มิลลิเมตรหรือ 53.44 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ช่วงที่พบปริมาณฝนมากที่สุดคือ วันที่ 11-17 พ.ย. 45 มีปริมาณโดยเฉลี่ย 7.20 มิลลิเมตรหรือ 11.52 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ส่วนลำดับที่มีปริมาณฝนใช้การน้อยที่สุดคือวันที่ 16-21 ธ.ค.45 มีปริมาณโดยเฉลี่ย 0.30 มิลลิเมตรหรือ 0.48 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ตามลำดับ การกระจายตัวเชิงพื้นที่ของฝนใช้การในช่วงนาปรังแสดงในภาพประกอบ 20



3.2 การวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำชลประทานที่มีอิทธิพลมาจากปริมาณฝนใช้การ

จากการศึกษาความต้องการใช้น้ำชลประทาน และปริมาณฝนใช้การในบริเวณโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้ ปีเพาะปลูก พ.ศ. 2545/46 และเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการใช้น้ำชลประทานกับปริมาณฝนใช้การในพื้นที่ศึกษาให้ชัดเจน จึงดำเนินการโดยการจัดสร้างแผนภาพการกระจายระหว่างข้อมูลความต้องการใช้น้ำชลประทานกับปริมาณฝนใช้การ



ภาพประกอบ 21 แสดงความสัมพันธ์ความต้องการใช้น้ำชลประทานกับปริมาณฝนใช้การ

จากภาพประกอบ ได้แสดงความสัมพันธ์ของความต้องการใช้น้ำชลประทานกับปริมาณฝนใช้การ โดยสามารถแสดงความสัมพันธ์ในรูปแบบสมการได้ ดังนี้

$$\text{สมการคือ } y = -8.70x + 49.082$$

โดยกำหนดให้ Y แทน ปริมาณความต้องการใช้น้ำชลประทาน

X แทน ปริมาณฝนใช้การ

และเมื่อนำมาหาสัมประสิทธิ์การกำหนด(Coefficient of Determination) (แสดงในภาคผนวก ข) จะพบว่ามีค่า $r^2 = 0.714$

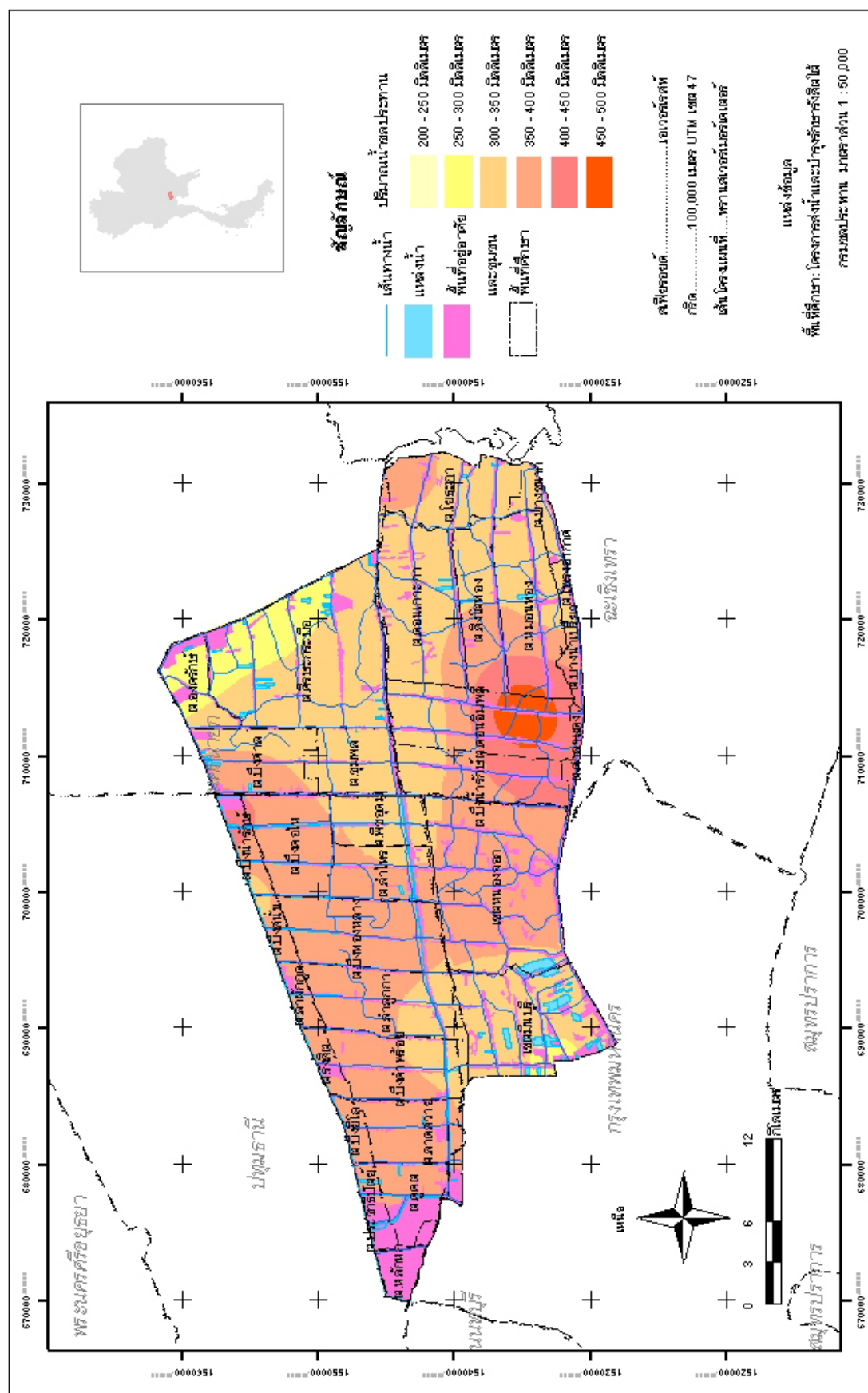
ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ความต้องการใช้น้ำชลประทานนั้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณฝนใช้การอย่างมาก โดยที่ความแปรผันของความต้องการใช้น้ำชลประทานจะเป็นผลต่อเนื่องมาจากปริมาณฝนใช้การซึ่งมีอิทธิพลถึงร้อยละ 71.4 ในการเปลี่ยนแปลงของความต้องการใช้น้ำชลประทาน ที่เหลืออีกร้อยละ 18.6 เป็นผลมาจากอิทธิพลอื่น ๆ เช่น อัตราการซึมลึกกลงดิน ความต้องการใช้น้ำของข้าว การใช้น้ำของพืชอ้อย เป็นต้น ล้วนส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้น้ำชลประทานทั้งสิ้น

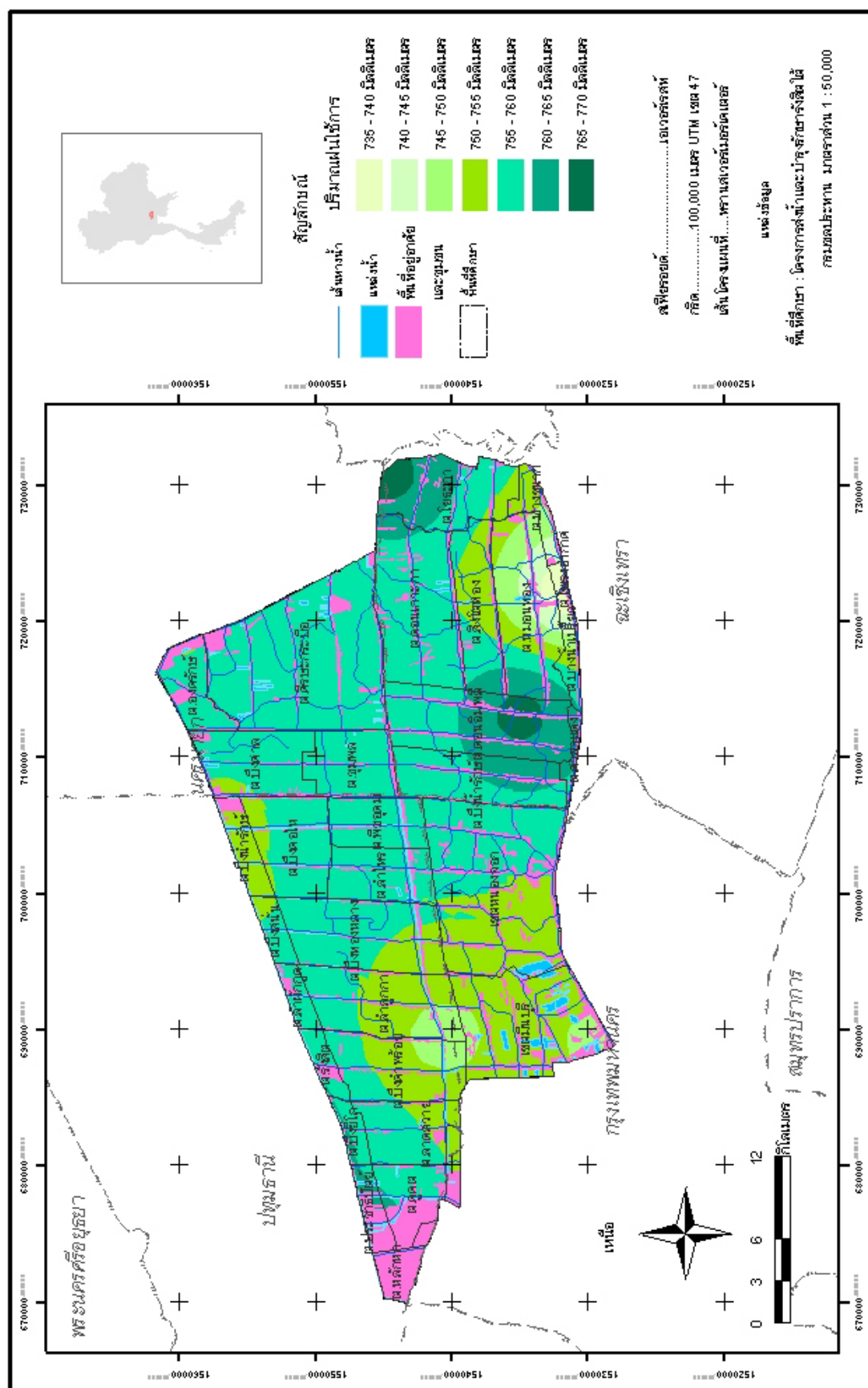
นอกจากนี้ ลักษณะความสัมพันธ์ของความต้องการใช้น้ำชลประทานกับปริมาณฝนใช้การเป็นไปในทิศทางตรงข้ามกัน กล่าวคือเมื่อปริมาณฝนเพิ่มความต้องการใช้น้ำชลประทานจะลดลง ในทางตรงกันข้ามเมื่อ ปริมาณฝนลดลงจะทำให้ความต้องการใช้น้ำชลประทานเพิ่มขึ้น

แผนที่แสดงความต้องการใช้น้ำชลประทาน ปีเพาะปลูก พ.ศ. 2545/46

จากผลการศึกษาการหาความต้องการใช้น้ำชลประทานในการเพาะปลูกข้าวของพื้นที่โครงการน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้ จึงทำให้ได้แผนที่แสดงความต้องการใช้น้ำชลประทานตลอดฤดูกาลเพาะปลูก ปีการเพาะปลูก พ.ศ. 2545/46 ในบริเวณดังกล่าว โดยได้แบ่งเป็นแผนที่แสดงความต้องการใช้น้ำชลประทานตลอดฤดูกาลเพาะปลูก ในช่วงฤดูการทำนาปี ตั้งแต่วันที่ตั้งแต่วันที่ 1 ก.ค.-6 ต.ค. 45 และแผนที่แสดงความต้องการใช้น้ำชลประทานตลอดฤดูกาลเพาะปลูก ในช่วงฤดูการทำนาปรัง คือตั้งแต่วันที่ 4 พ.ย. 45-9 ก.พ. 46 โดยเริ่มตั้งแต่สัปดาห์แรกของการทำเพาะปลูก ไปจนกระทั่งสัปดาห์ที่ 14 ซึ่งเป็นสัปดาห์สุดท้ายของการทำการเพาะปลูก

จากภาพประกอบ 22 ซึ่งเป็นแผนที่แสดงความต้องการใช้น้ำชลประทานตลอดฤดูกาลเพาะปลูก ปีเพาะปลูก พ.ศ. 2545/46 ช่วงฤดูการทำนาปี ตั้งแต่วันที่ตั้งแต่วันที่ 1 ก.ค.-6 ต.ค. 45 นั้น จะพบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ของการเพาะปลูกจะมีความต้องการใช้น้ำชลประทานอยู่ในปริมาณระหว่าง 300-400 มิลลิเมตร แต่มีพื้นที่บางส่วนในบริเวณตำบลบึงน้ำรักษ์ จังหวัดปทุมธานี และบางส่วนซึ่งอยู่ในบริเวณตำบลดอนฉิมพลี ตำบลหมอนทองและตำบลสิงโตทอง จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งในแผนที่แสดงว่า ในบริเวณดังกล่าวมีความต้องการใช้ปริมาณน้ำชลประทานมากกว่าในพื้นที่บริเวณอื่นๆ ของโครงการฯ โดยมีความต้องการใช้น้ำชลประทาน ตั้งแต่ 400 มิลลิเมตรขึ้นไป และบริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่ที่มีปริมาณฝนใช้การ น้อยกว่า 400 มิลลิเมตรซึ่งถือว่าเป็นพื้นที่ที่มีปริมาณฝนใช้การได้น้อยที่สุดในพื้นที่โครงการฯ





ภาพประกอบ 23 แผนที่แสดงน้ำชลประทานตลอดฤดูเพาะปลูกนาปรัง ปีเพาะปลูก พ.ศ. 2545/46

จากภาพประกอบ 23 ซึ่งเป็นแผนที่แสดงความต้องการใช้น้ำชลประทานตลอดฤดูกาลเพาะปลูก ปีเพาะปลูก พ.ศ. 2545/46 ช่วงฤดูการทำนาปรัง ตั้งแต่วันที่ 4 พ.ย. 45–9 ก.พ. 46 จะพบว่าในพื้นที่ทำการเพาะปลูกข้าวจะมีความต้องการใช้น้ำชลประทานในปริมาณที่มากกว่า 735 มิลลิเมตรขึ้นไป โดยมีพื้นที่บริเวณตำบลดอนฉิมพลี ตำบลหมอนทองและตำบลสิงโตทองของจังหวัดฉะเชิงเทราเป็นที่ซึ่งแสดงในแผนที่ว่า ในบริเวณดังมีความต้องการใช้ปริมาณน้ำชลประทานมากกว่าในพื้นที่บริเวณอื่นๆ ของโครงการฯ แต่มีพื้นที่บางส่วนในบริเวณตำบลบึงน้ำรักษ์ จังหวัดปทุมธานี และบางส่วนซึ่งอยู่ในบริเวณตำบลดอนฉิมพลี และตำบลโยธะกาในจังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งในแผนที่แสดงปริมาณความต้องการใช้น้ำชลประทานมากกว่าในพื้นที่บริเวณอื่นๆ ของโครงการฯ ซึ่งในบริเวณดังกล่าวมีความต้องการปริมาณน้ำชลประทาน ตั้งแต่ 765 มิลลิเมตรขึ้นไป และปริมาณฝนใช้การในบริเวณตำบลดอนฉิมพลีและตำบลโยธะกาในจังหวัดฉะเชิงเทราก็มีปริมาณน้อยกว่า 40 มิลลิเมตรซึ่งถือว่าเป็นพื้นที่ที่มีปริมาณฝนใช้การได้น้อยสุดในพื้นที่โครงการฯ

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการทำเกษตรกรรมเป็นอาชีพหลัก พืชเกษตรกรรมหลักที่มีความสำคัญต่อสภาพทางเศรษฐกิจของประเทศคือข้าว ซึ่งมีการเพาะปลูกกันมากทั้งในช่วงฤดูฝน(การทำนาปี)และช่วงฤดูแล้ง(การทำนาปรัง) ประกอบกับในปัจจุบันได้มีการพัฒนาพันธุ์ข้าวที่อายุสั้น จึงทำให้มีการเพาะปลูกกันอย่างแพร่หลายมากขึ้น โดยเฉพาะในเขตพื้นที่ชลประทานซึ่งจัดเป็นแหล่งผลิตข้าวที่สำคัญแห่งหนึ่ง เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีการจัดสรรการให้น้ำในพื้นที่การเพาะปลูกได้สม่ำเสมอและสามารถทำการเพาะปลูกข้าวได้ตลอดทั้งปี จนมีแนวโน้มว่าจะเกินกว่าปริมาณของน้ำชลประทานที่จะสามารถจัดหามาได้ และอาจจะก่อให้เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อใช้ในการเพาะปลูกข้าวอย่างรุนแรงในอนาคต ด้วยเหตุนี้การศึกษาความต้องการใช้น้ำชลประทานในฤดูการเพาะปลูกตามความต้องการใช้น้ำของข้าวอย่างแท้จริง เป็นแนวทางที่จะช่วยในการบริหารจัดการน้ำชลประทานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เพื่อสนับสนุนการเพาะปลูกข้าวและเกษตรกรที่อยู่ในพื้นที่

การศึกษาความต้องการใช้น้ำชลประทานในการเพาะปลูกของพื้นที่โครงการส่งน้ำ และบำรุงรักษารังสิตใต้ นั้น เป็นการหาความต้องการใช้น้ำชลประทานของข้าวซึ่งเป็นพืชหลักที่ปลูกในพื้นที่ โดยได้นำเอาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มาช่วยในการวิเคราะห์ และนำเสนอความต้องการน้ำชลประทานของข้าวในลักษณะเชิงพื้นที่ ซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงความต้องการใช้น้ำชลประทานในพื้นที่สำหรับการเพาะปลูกข้าวทั้งในช่วงนาปีและนาปรัง

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ ดังนี้

1. เพื่อศึกษาความต้องการใช้ปริมาณน้ำชลประทานที่แท้จริงสำหรับปลูกข้าวในเขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้ โดยใช้วิธีการคำนวณหาจากความต้องการใช้น้ำของข้าวในแปลงตลอดฤดูการเพาะปลูก
2. เพื่อศึกษาการใช้ปริมาณน้ำชลประทานตามสภาพความต้องการและกิจกรรมที่เกิดขึ้นเป็นรายสัปดาห์ในพื้นที่ศึกษา
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ความต้องการใช้น้ำชลประทานที่แปรเปลี่ยนตามปริมาณฝนใช้การใน ปีเพาะปลูก พ.ศ. 2545/46

สมมติฐานในการวิจัย

1. ปริมาณการใช้น้ำต่อไร่ที่กรมชลประทานจัดสรรให้น้ำจะมากกว่าปริมาณความต้องการใช้น้ำที่แท้จริงของข้าว
2. ปริมาณการใช้น้ำที่กรมชลประทานจัดสรรให้ในแต่ละสัปดาห์มากกว่าปริมาณการใช้น้ำที่แท้จริงของข้าว
3. ปริมาณความต้องการใช้น้ำชลประทานจะผันแปรไปตามปริมาณฝนใช้การ

ความสำคัญของการวิจัย

การทำวิจัยในครั้งนี้เป็นการวางแผนการใช้ทรัพยากรน้ำให้มีประสิทธิภาพ โดยศึกษาว่าจะต้องส่งน้ำให้พืชในปริมาณที่พอเหมาะเพื่อให้พืชเพียงพอที่จะมีผลผลิตที่ดี และเป็นการประหยัดปริมาณน้ำที่สุดในแต่ละช่วงเวลาของการเจริญเติบโตของพืช ทั้งนี้เพื่อเป็นการใช้ทรัพยากรน้ำที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งถ้ามีปริมาณน้ำที่มากเกินไปเกินความต้องการที่จะใช้ในการเพาะปลูกในแต่ละช่วงเวลา ปริมาณน้ำในส่วนดังกล่าวก็สามารถแจกจ่ายไปยังเกษตรกรที่อยู่นอกเขตโครงการชลประทาน ซึ่งนับเป็นการช่วยเพิ่มพื้นที่ในการทำเกษตรกรรมและเป็นการช่วยเหลือเกษตรกรอีกทางหนึ่ง

วิธีการดำเนินการวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยเป็นข้อมูลที่ได้รับการอนุเคราะห์จากหน่วยงานราชการต่าง ๆ ที่ทำการรวบรวมและเก็บบันทึกไว้ ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลเชิงสถิติ คือ ข้อมูลการใช้น้ำของพืชอ้อยอิง(ภาคผนวก ข) ข้อมูลการใช้น้ำของข้าว (ภาคผนวก ง) ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน (ภาคผนวก จ) ข้อมูลการชิมลึกของดิน เป็นต้น และข้อมูลกายภาพเชิงพื้นที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์หาความต้องการใช้น้ำของพืช โดยมีการกำหนดปัจจัยที่จะใช้ในการศึกษา ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำเพื่อการเตรียมแปลง ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำของข้าว ข้อมูลการสูญเสียน้ำจากการชิมลึกของดิน และข้อมูลปริมาณฝนใช้การ เมื่อเตรียมข้อมูลตามปัจจัยต่าง ๆ แล้ว จึงนำเข้าข้อมูลแล้วสร้างชั้นข้อมูลเชิงเลขของปัจจัยต่าง ๆ ขึ้น นอกจากนี้มีการนำข้อมูลรีโมทเซนซิงมาใช้ในการหาพื้นที่ปลูกข้าวทั้งแบบนาปีและนาปรังในปีเพาะปลูก พ.ศ. 2545/46 จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ทำการซ้อนทับข้อมูลของทุกปัจจัยที่เกี่ยวข้องและกำหนดเงื่อนไขในวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งใช้สมการความต้องการใช้น้ำชลประทานเพื่อการเตรียมแปลง และความต้องการใช้น้ำ

ชลประทานเพื่อการเจริญเติบโตของข้าว โดยจัดทำเป็นรายสัปดาห์ตามปฏิทินการเพาะปลูกทั้งของนาปีและนาปรัง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลจากการศึกษาวิเคราะห์ ทำให้ทราบถึงข้อมูลความต้องการใช้น้ำชลประทานของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้ ปีเพาะปลูก พ.ศ. 2545/46 สามารถวิเคราะห์ประเด็นสำคัญ ได้ดังนี้

1 การวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำชลประทานสำหรับปลูกข้าว

ผลการศึกษาความต้องการใช้ปริมาณน้ำชลประทานสำหรับปลูกข้าวในเขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้โดยใช้วิธีการคำนวณหาจากความต้องการใช้น้ำของข้าวในแปลง พบว่า

บริเวณพื้นที่ศึกษาที่มีความต้องการใช้น้ำชลประทานตลอดการเพาะปลูกช่วงนาปี เริ่มตั้งแต่วันที่ 1 ก.ค.-6 ต.ค. พ.ศ.2545 ความต้องการใช้น้ำชลประทานโดยเฉลี่ย 435.1 มิลลิเมตรหรือ 689.44 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ จำแนกรายละเอียดได้ดังนี้ ช่วงระยะการเตรียมแปลงของพื้นที่เพาะปลูกมีความต้องการใช้น้ำชลประทานโดยเฉลี่ย 287.9 มิลลิเมตรหรือ 453.90 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และระยะที่ข้าวเจริญเติบโตจนเก็บเกี่ยวผลผลิตได้จะมีความต้องการใช้น้ำชลประทานโดยเฉลี่ย 147.20 มิลลิเมตรหรือ 235.54 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ การเพาะปลูกช่วงนาปรังเริ่มตั้งแต่วันที่ 4 พ.ย. พ.ศ. 2545-9 ก.พ. พ.ศ. 2546 ในพื้นที่ศึกษาที่มีความต้องการใช้น้ำชลประทานตลอดการเพาะปลูกโดยเฉลี่ยคือ 880.60 มิลลิเมตรหรือ 1,410.36 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ โดยจำแนกเป็น ระยะในระหว่างการเตรียมแปลงมีความต้องการใช้น้ำชลประทาน โดยเฉลี่ย 300.00 มิลลิเมตรหรือ 481.08 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และในระยะที่ข้าวเจริญเติบโตจนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิตได้มีความต้องการใช้น้ำชลประทานโดยเฉลี่ย 580.60 มิลลิเมตรหรือ 929.28 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่

สรุปว่า จากผลการศึกษา(ตาราง 13 และ14 ในบทที่ 4) ความต้องการใช้น้ำชลประทานตลอดการเพาะปลูกโดยเฉลี่ยช่วงนาปีและนาปรัง คือ 689.44 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่และ 1,410.36 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ตามลำดับ ปริมาณน้ำตลอดฤดูการเพาะปลูกที่ทางโครงการได้จัดสรรให้ในพื้นที่ชลประทาน สำหรับการเพาะปลูกช่วงนาปีและนาปรังคือ 1,321.76 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่และ 1,931.18 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลการศึกษา พบว่า ปริมาณความต้องการใช้น้ำชลประทานที่แท้จริงตลอดการเพาะปลูกช่วงนาปีและนาปรังของข้าวแตกต่างจากปริมาณน้ำชลประทานที่ทางโครงการจัดส่งให้ในปริมาณสูงพอสมควร โดยปริมาณน้ำชลประทานซึ่งทางโครงการ

ได้จัดสรรให้ในพื้นที่ที่มีปริมาณที่มากกว่าความต้องการใช้น้ำที่แท้จริงของข้าว ผลต่างของปริมาณน้ำดังกล่าวในช่วงนาปีโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 632.34 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และในช่วงนาปรังเฉลี่ย 420.82 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ได้กล่าวว่า ปริมาณการใช้น้ำต่อไร่ที่กรมชลประทานจัดสรรให้น้ำจะมากกว่าปริมาณการใช้น้ำที่แท้จริงของข้าว

2. การวิเคราะห์การใช้น้ำชลประทานตามกิจกรรมที่เกิดขึ้น

จากแผนการเพาะปลูก ประจำปีการเพาะปลูก พ.ศ. 2545/46 ของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสีตได้ กำหนดระยะเวลาในการเพาะปลูกไว้ 14 สัปดาห์ โดยให้สัปดาห์แรกเป็นการเตรียมพื้นที่แปลง และตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2-14 เป็นระยะเวลาที่ข้าวใช้ในการเจริญเติบโต ข้าวมีอายุ 13 สัปดาห์หรือ 91 วัน ผลการศึกษาความต้องการใช้ปริมาณน้ำชลประทานสำหรับปลูกข้าว(จากตาราง 15และ16 ในบทที่ 4) พบว่า

2.1 ความต้องการใช้น้ำชลประทานเพื่อการเตรียมแปลงช่วงนาปี ตั้งแต่วันที่ 1-7 ก.ค. 45 คือ 453.90 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่และช่วงนาปรัง ตั้งแต่วันที่ 4-10 พ.ย. 45 ปริมาณน้ำโดยเฉลี่ย 481.08 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำชลประทานเพื่อการเตรียมแปลงเพาะปลูกที่ทางโครงการได้จัดสรรให้สำหรับพื้นที่ชลประทาน สำหรับการเพาะปลูกช่วงนาปีคือ 480.96 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่และช่วงนาปรังคือ 488.80 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ พบว่า ปริมาณน้ำซึ่งทางโครงการได้จัดสรรให้ในพื้นที่จะมีปริมาณที่มากกว่าความต้องการใช้น้ำของข้าว โดยผลต่างของปริมาณน้ำดังกล่าวในช่วงนาปีคือแตกต่างกันเฉลี่ย 27.06 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และในช่วงนาปรังเฉลี่ย 7.72 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่

2.2 ความต้องการใช้น้ำชลประทานระยะที่ข้าวเจริญเติบโตจนเก็บเกี่ยวช่วงนาปี เริ่มตั้งแต่วันที่ 8 ก.ค.-6 ต.ค. 45 ปริมาณโดยเฉลี่ย 235.54 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และช่วงนาปรังเริ่มตั้งแต่วันที่ 11 พ.ย. 45 – 9 ก.พ. 46 ปริมาณโดยเฉลี่ย 1,410.36 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ สำหรับปริมาณน้ำชลประทานที่ทางโครงการได้จัดสรรให้พื้นที่ชลประทานในการเพาะปลูกช่วงนาปีคือ 840.80 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่และช่วงนาปรังคือ 1,442.38 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ เมื่อนำมาเปรียบเทียบจะพบว่า ปริมาณน้ำซึ่งทางโครงการได้จัดสรรให้ในพื้นที่จะมีปริมาณที่มากกว่าความต้องการใช้น้ำของข้าว โดยมีผลต่างของปริมาณน้ำสูงมากในช่วงนาปีคือแตกต่างกันเฉลี่ย 605.28 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่และแตกต่างในระดับปานกลางถึงน้อยสำหรับช่วงนาปรังเฉลี่ย 32.02 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่

จากข้อมูลข้างต้นพบว่า สัปดาห์แรกของการเพาะปลูกข้าวทั้งในช่วงนาปีและนาปรังนั้น ความต้องการใช้น้ำชลประทานในช่วงระยะเวลาดังกล่าวจะมีมากกว่าช่วงเวลาอื่น ๆ ตลอดฤดูการเพาะปลูก

เพราะเป็นการเตรียมแปลงซึ่งเป็นกิจกรรมที่มีจุดประสงค์ในการเตรียมพื้นที่ให้พร้อมสำหรับการเพาะปลูกที่จะเกิดขึ้นในสัปดาห์ต่อไป จึงทำให้ต้องการใช้น้ำปริมาณมากเมื่อเทียบกับความต้องการใช้น้ำชลประทานในสัปดาห์อื่นๆของการเพาะปลูก ทั้งนี้เนื่องจากต้องการใช้น้ำเพื่อทำให้ดินในแปลงนาอ่อนตัวทำให้การไถพื้นที่ การสร้างคันดิน การกำจัดวัชพืช เป็นต้น ทำได้สะดวก ส่วนความต้องการใช้น้ำในระหว่างการเจริญเติบโตของข้าว การเพาะปลูกในช่วงฤดูการทำนาปีจะมีความต้องการใช้น้ำมากที่สุด ในระยะสัปดาห์แรกที่ข้าวมีการเจริญเติบโต ระหว่างวันที่ 8-14 ก.ค. 45 ข้าวมีอายุ 0-7 วัน และช่วงฤดูการทำนาปรัง ระยะเวลาที่ข้าวจะต้องการใช้น้ำมากที่สุดระหว่างวันที่ 6-12 ม.ค. 46 ซึ่งเป็นช่วงที่ข้าวมีอายุ 57-63 วัน

เมื่อทำการเปรียบเทียบกันพบว่า ปริมาณน้ำชลประทานซึ่งทางโครงการได้จัดสรรให้พื้นที่ชลประทานจะมีปริมาณที่มากกว่าความต้องการใช้น้ำของข้าวในแต่ละสัปดาห์ที่ได้จากการศึกษาตลอดระยะเวลาการเพาะปลูก ทั้งในช่วงฤดูการทำนาปีและนาปรัง ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ว่า ปริมาณการใช้น้ำที่กรมชลประทานจัดสรรให้ในแต่ละสัปดาห์มากกว่าปริมาณการใช้น้ำที่แท้จริงของข้าว

3. ความต้องการใช้น้ำชลประทานที่มีอิทธิพลมาจากปริมาณฝนใช้การ

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความต้องการใช้น้ำชลประทานกับปริมาณฝนใช้การ (จากภาพประกอบ 16และ17) พบว่าปริมาณฝนใช้การในพื้นที่ศึกษาช่วงการเพาะปลูกฤดูการทำนาปี ตั้งแต่วันที่1 ก.ค.-6 ต.ค. 45 โดยเฉลี่ย 485.50 มิลลิเมตรหรือ 776.64 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ช่วงฤดูการทำนาปรัง ตั้งแต่วันที่ 4 พ.ย.-9 ก.พ. 46 ปริมาณฝนใช้การโดยเฉลี่ย 33.40 มิลลิเมตรหรือ 53.44 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ แนวโน้มปริมาณฝนใช้การจะเพิ่มมากขึ้นในช่วงปลายฤดูการเพาะปลูกนาปีเนื่องจากจะเข้าสู่ช่วงฤดูฝน ปริมาณของฝนใช้การมีผลต่อความต้องการใช้น้ำชลประทานในการเพาะปลูก ในช่วงฤดูการทำนาปี ปริมาณของฝนใช้การจะส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้ปริมาณน้ำชลประทาน โดยในช่วงเวลาที่ฝนใช้การมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นจะส่งผลให้ความต้องการใช้น้ำชลประทานมีปริมาณลดลง โดยเฉพาะช่วงตั้งแต่วันที่16 ก.ย.- 6 ต.ค. 45 เนื่องจากฝนใช้การมีปริมาณสูงกว่าปริมาณน้ำที่ข้าวต้องการใช้ในการเจริญเติบโต จึงทำให้ในพื้นที่เพาะปลูกไม่มีความต้องการใช้น้ำชลประทานดังนั้น ความต้องการใช้น้ำชลประทานจะมีการเปลี่ยนแปลงและผันแปรไปตามฝนใช้การ ส่วนในช่วงฤดูการทำนาปรัง ปริมาณฝนใช้การจะน้อยมาก จึงทำให้ความต้องการใช้น้ำชลประทานมีลักษณะใกล้เคียงกับความต้องการใช้น้ำของข้าวโดยตรง ซึ่งจะแสดงว่าในฤดูการทำนาปรัง ปริมาณน้ำชลประทานมีความสำคัญต่อการเพาะปลูกเป็นอย่างมาก

ลักษณะความสัมพันธ์ของความต้องการใช้น้ำชลประทานกับปริมาณฝนใช้การเป็นไปในทิศทางตรงข้าม กล่าวคือเมื่อปริมาณฝนใช้การเพิ่มมากขึ้นความต้องการใช้น้ำชลประทานจะลดลง โดยที่ความแปรผันของความต้องการใช้น้ำชลประทาน เป็นผลต่อเนื่องมาจากปริมาณฝนใช้การถึงร้อยละ 71.4 แสดงให้เห็นความต้องการใช้น้ำชลประทานมีความสัมพันธ์กับปริมาณฝนใช้การอย่างมาก ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่กล่าวว่า **ความต้องการใช้ปริมาณน้ำชลประทานจะผันแปรผกผันกับปริมาณฝนใช้การ**

อภิปรายผลวิจัย

1. การอภิปรายผลวิจัยความต้องการใช้น้ำชลประทานสำหรับปลูกข้าว

ผลการศึกษาความต้องการใช้น้ำชลประทานสำหรับปลูกข้าว ในเขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสิตใต้ ประจำปีการเพาะปลูก พ.ศ. 2545/46 โดยใช้วิธีการคำนวณหาจากความต้องการใช้น้ำของข้าวในแปลงพบว่า ความต้องการใช้น้ำชลประทานในการเพาะปลูกข้าวช่วงฤดูการทำนาปีและนาปรัง ที่ได้จากการศึกษามีค่าน้อยกว่าปริมาณน้ำซึ่งทางโครงการจัดสรรให้ในพื้นที่ช่วงนาปีและนาปรัง ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ว่า ปริมาณการใช้น้ำต่อไร่ที่กรมชลประทานจัดสรรให้น่าจะมากกว่าปริมาณการใช้น้ำที่แท้จริงของข้าว

เนื่องจากการศึกษาความต้องการใช้น้ำชลประทานในครั้งนี้ ได้เลือกใช้วิธีการคำนวณหาจากความต้องการใช้น้ำของข้าว โดยมีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อที่จะศึกษาถึงวิธีที่จะใช้ปริมาณน้ำให้เหมาะสมกับความต้องการของข้าวและมีส่วนเกินน้อยที่สุดในการเพาะปลูก ซึ่งแตกต่างจากจุดมุ่งหมายในการจัดสรรน้ำของทางโครงการ ทำให้วิธีที่ใช้ในการหาความต้องการใช้น้ำชลประทานต่างกัน โดยทางโครงการ จะใช้วิธีคำนวณตามแบบจำลองความต้องการใช้น้ำชลประทาน(Irrigation Demand Model) ที่ใช้ข้อมูลกิจกรรมการเพาะปลูกในอดีตมาเป็นข้อมูลสำหรับการคำนวณ(ศิริชัย โชติกเสถียรและคณะ. 2543:10) โดยในประเมินหาความต้องการใช้น้ำของข้าวจะใช้วิธี Modified Penman ในการหาค่าสัมประสิทธิ์ของข้าวกข. และการใช้น้ำของพืชอ้อยอึง แต่ในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการหาความต้องการใช้น้ำของพืช โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของข้าวกข. และการใช้น้ำของพืชอ้อยอึงที่ได้จากวิธี Penman-Monteith ซึ่งเป็นวิธีที่พัฒนามาจากวิธี Modified Penman ในอดีต ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ของข้าวกข. ที่ได้จากวิธีนี้จะมีค่าเท่ากับ 1.09 มิลลิเมตรในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของข้าวกข. ที่หาจากวิธี Modified Penman มีค่าเท่ากับ 1.24 มิลลิเมตร แสดงให้เห็นได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์ของข้าวกข. ที่หาจากวิธี Modified Penman จะให้ค่าที่มากกว่าค่าสัมประสิทธิ์ของข้าว กข. ที่หาจากวิธี Penman-Monteith ซึ่งมีค่าแตกต่างกัน 0.15 มิลลิเมตร ส่วนข้อมูลการใช้น้ำของพืชอ้อยอึงนอกจากจะมาจากการหาที่

แตกต่างกันแล้ว ยังมาจากสถานีที่ต่างกันอีกด้วย โดยทางโครงการจะใช้ข้อมูลอ้างอิงจากสถานีสุพรรณบุรี แต่ในการศึกษาจะใช้อ้างอิงจากสถานีดอนเมือง

2. การอภิปรายผลวิจัยการใช้ปริมาณน้ำชลประทานตามกิจกรรมที่เกิดขึ้นของพื้นที่

จากแผนการเพาะปลูกที่ได้กำหนดระยะเวลาในการเพาะปลูกข้าวไว้ 14 สัปดาห์หรือ 98 วัน โดยกำหนดสัปดาห์แรกเป็นกิจกรรมการเตรียมแปลงในพื้นที่และสัปดาห์ที่ 2 -14 เป็นระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญเติบโตของข้าวรวม 13 สัปดาห์ ข้าวจะมีอายุ 91 วัน โดยกำหนดช่วงฤดูการทำนาปีเริ่มตั้งแต่วันที่ 1 ก.ค.-6 ต.ค. 45 และการทำนาปรังเริ่มตั้งแต่ 4 พ.ย. 45-9 ก.พ. 46 ผลการศึกษาความต้องการใช้น้ำชลประทาน โดยใช้วิธีการคำนวณหาจากความต้องการใช้น้ำของข้าวในแปลง ตามช่วงระยะเวลาดังกล่าว เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการจัดสรรน้ำชลประทานซึ่งทางโครงการได้ดำเนินการส่งไปให้พื้นที่ชลประทานในระยะเวลาเดียวกัน พบว่าความต้องการใช้น้ำชลประทานในการเพาะปลูกข้าวที่ได้จากการศึกษา มีปริมาณน้ำน้อยกว่าที่ทางโครงการจัดสรรให้ในพื้นที่ในแต่ละสัปดาห์ ซึ่งจะสอดคล้องกับสมมุติฐานว่าปริมาณการใช้น้ำที่กรมชลประทานจัดสรรให้ในแต่ละสัปดาห์มากกว่าปริมาณการใช้น้ำที่แท้จริงของข้าว

จากการนำกำหนดการเพาะปลูกและค่าสัมประสิทธิ์เป็นรายสัปดาห์มาใช้ในการคำนวณ จะทำให้ผลการศึกษามีความละเอียดและใกล้เคียงการใช้น้ำของข้าวในแต่ละสัปดาห์ ในขณะที่ทางโครงการจะมีการวางแผนการจัดสรรน้ำเป็นรายเดือน เพื่อให้สามารถทำงานได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากทางโครงการจะต้องคำนึงถึงการจัดสรรน้ำในกิจกรรมอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากการเกษตรกรรมด้วย เช่น ความต้องการใช้น้ำในการอุปโภคและบริโภคภายในพื้นที่ ภารกิจเกี่ยวกับการระบายน้ำเพื่อป้องกันปัญหาน้ำท่วม ภารกิจการป้องกันน้ำทะเลหนุน เป็นต้น ทางโครงการมีหน้าที่จะต้องรักษาระดับน้ำในคลองส่งน้ำให้อยู่ในระดับ 1 เมตรจากตลิ่ง ทั้งนี้เพื่อป้องกันน้ำเสียจากคลองระบายน้ำที่จะไหลเข้ามาสู่คลองส่งน้ำด้วย ด้วยสาเหตุแวดล้อมเหล่านี้จึงทำให้การจัดสรรน้ำของทางโครงการในแต่ละสัปดาห์มีปริมาณที่มากกว่าปริมาณการใช้น้ำของข้าว

3. การอภิปรายผลวิจัยความต้องการใช้น้ำชลประทานที่มีอิทธิพลมาจากปริมาณฝนใช้การ

ผลการวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำชลประทานกับปริมาณฝนใช้การเพื่อหาความสัมพันธ์กันพบว่า ความต้องการใช้ปริมาณน้ำชลประทานและปริมาณฝนใช้การมีความเกี่ยวข้องกัน ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ว่า ความต้องการใช้ปริมาณน้ำชลประทานจะผันแปรแบบผกผันกับปริมาณฝนใช้การ

ความต้องการใช้น้ำชลประทานมีความสัมพันธ์กับปริมาณฝนใช้การในพื้นที่เพาะปลูกอย่างมาก โดยที่ปริมาณฝนใช้การมีอิทธิพลต่อความต้องการใช้น้ำชลประทานประมาณร้อยละ 71.4 ที่เหลืออีกร้อยละ 18.6 เป็นความต้องการใช้น้ำชลประทานที่ได้รับมาจากอิทธิพลอื่น เช่น ความต้องการใช้น้ำของข้าว การใช้น้ำของพืชอ้อย อุตสาหกรรมการชลประทาน เป็นต้น ซึ่งจากวิธีการศึกษาที่ใช้จะแสดงให้เห็นได้เพียงว่า ปริมาณฝนใช้การมีอิทธิพลต่อความต้องการใช้น้ำชลประทาน และมีความสัมพันธ์ในลักษณะที่ความต้องการใช้น้ำชลประทานกับปริมาณฝนใช้การเป็นไปในทิศทางตรงกันข้าม กล่าวคือ เมื่อฝนใช้การเพิ่มปริมาณขึ้นความต้องการใช้น้ำชลประทานจะมีปริมาณลดลง และในทางตรงกันข้าม ถ้าฝนใช้การมีปริมาณลดลงความต้องการใช้น้ำชลประทานจะมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น เพื่อให้เพียงพอกับปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้

การที่เกษตรกรเริ่มฤดูการทำนาในช่วงต้นฤดูฝน หรือที่เราเรียกว่าฤดูการทำนาปีนั้นน่าจะเป็นผลอันเนื่องมาจากปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูฝนซึ่งมีส่วนช่วยเหลือเกษตรกรในการทำนาอย่างมาก ซึ่งช่วงฤดูการทำนาปีจะเห็นได้อย่างชัดเจนถึงความสัมพันธ์เนื่องจากปริมาณฝนที่มีมาก จึงทำให้ปริมาณฝนใช้การมีมากขึ้นตามไปด้วย และบางช่วงเวลาในบางบริเวณของพื้นที่ฝนใช้การจะมีปริมาณมากจนไม่มีความต้องการใช้น้ำชลประทานเลย ซึ่งน้ำชลประทานส่วนที่เหลือสามารถระบายออกจากพื้นที่ของโครงการเพื่อส่งไปยังพื้นที่ที่อยู่บริเวณรอบนอกโครงการได้ อีกทั้งยังเป็นการป้องกันปัญหาน้ำท่วม ที่อาจจะเกิดขึ้นได้เนื่องจากปริมาณน้ำที่มากเกินไปในพื้นที่ จนทำให้พื้นที่เพาะปลูกเกิดความเสียหายขึ้นมาได้ ส่วนในช่วงฤดูการทำนาปรังซึ่งเป็นฤดูแล้ง ปริมาณฝนมีน้อยจึงทำให้ฝนใช้การมีไม่เพียงพอกับการเพาะปลูก ดังนั้นในการเพาะปลูกเกษตรกรจึงจำเป็นต้องพึ่งพาน้ำจากระบบชลประทานหรือจากแหล่งน้ำธรรมชาติเป็นสำคัญ

ข้อเสนอแนะ

แนวทางในการนำไปใช้

ผลศึกษาความต้องการใช้น้ำชลประทานตลอดฤดูการเพาะปลูก ในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้ ปีเพาะปลูก พ.ศ. 2545/46 จะได้แผนที่แสดงความต้องการใช้น้ำชลประทานในตลอดฤดูการเพาะปลูกช่วงฤดูการทำนาปีและช่วงฤดูการทำนาปรัง ซึ่งจะเป็นการแสดงผลข้อมูลปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องการใช้ในการเพาะปลูกตลอดฤดูกาลหรือตลอดระยะเวลา 14 สัปดาห์ของการเพาะปลูก ในรูปแบบลักษณะของแผนที่ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดของโครงการซึ่งทำให้เกิดความเข้าใจและมองเห็นภาพของความต้องการใช้น้ำชลประทานที่แปรเปลี่ยนแตกต่างกันในเชิงพื้นที่ได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ ยังสามารถใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการจัดสรรน้ำในปีการเพาะปลูกต่อไป โดย

พิจารณาตามสภาพพื้นที่ที่มีความต้องการใช้น้ำชลประทาน และจะยิ่งแม่นยำขึ้นถ้าสามารถนำข้อมูลฝนใช้การในขณะนั้นมาเข้าร่วมในการคำนวณ ในพื้นที่ที่มีความต้องการใช้น้ำชลประทานมากเป็นประจำอาจจะต้องมีการวางแผนการใช้น้ำในบริเวณนั้นเป็นพิเศษ เช่น การหาแหล่งน้ำหรือจัดสร้างแหล่งน้ำขึ้นเพื่อช่วยเหลือในการเพาะปลูก เช่น โดยการขุดแนวคลองเพื่อระบายน้ำไปยังพื้นที่ที่ขาดแคลน หรือขุดบ่อสำหรับกักเก็บน้ำในพื้นที่เพิ่มขึ้น ในขณะเดียวกัน สำหรับพื้นที่ที่มีความต้องการใช้น้ำชลประทานน้อยก็ต้องเฝ้าระวัง เพราะถ้ามีปริมาณน้ำมากเกินไปความต้องการก็จะส่งผลให้บริเวณนั้นเกิดน้ำท่วมขัง พื้นที่เกษตรจะได้รับความเสียหายได้ นอกจากนี้ยังสามารถพิจารณาหาความต้องการใช้น้ำชลประทานแยกในแต่ละส่วนของพื้นที่ ตามความต้องการใช้น้ำได้อย่างชัดเจนอีกด้วย

วิธีการและผลการศึกษาในครั้งนี้ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางประยุกต์สำหรับหาความต้องการใช้น้ำชลประทานโดยวิธีหาจากความต้องการใช้น้ำของพืช สำหรับพืชแต่ละชนิดได้ นอกจากนี้วิธีการดังกล่าวยังเป็นการประหยัดเวลาในการปฏิบัติงาน และช่วยลดงบประมาณในงานการสำรวจพื้นที่ลงได้มาก

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. เนื่องจากข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลที่ใช้เฉพาะในแต่ละหน่วยงาน จึงทำให้รูปแบบในการจัดเก็บข้อมูลเป็นแบบเฉพาะ เช่น หน่วยที่ใช้ในการวัดพื้นที่ รูปแบบของข้อมูล เป็นต้น ดังนั้นก่อนนำมาใช้ในการศึกษาจึงต้องนำมาเปลี่ยนหน่วยให้อยู่ในระบบที่เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถวิเคราะห์ได้
2. การคำนวณด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ในบางครั้งมีการปัดเศษทศนิยมของตัวเลขในข้อมูล ซึ่งอาจจะทำให้ค่าที่ได้เป็นค่าโดยประมาณ
3. เนื่องจากบริเวณพื้นที่ที่ศึกษา มีการปลูกข้าวหมุนเวียนทั้งปี (ในรอบ 2 ปี ปลูก 5 ครั้ง) ดังนั้นการกำหนดระยะเวลาช่วงการปลูกข้าวนาปีและนาปรังจึงไม่ชัดเจน

ข้อเสนอแนะงานวิจัยครั้งต่อไป

1. หากสามารถใช้ข้อมูลรีโมทเซนซิงในหลาย ๆ ช่วงเวลาเพื่อหาช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการวิเคราะห์พื้นที่ปลูกข้าวของพื้นที่ จะทำให้สามารถประเมินผลได้ถูกต้องมากขึ้น
2. ถ้ามีการทดลองเก็บข้อมูลในพื้นที่ศึกษาจริงๆ เช่น การปลูกพืชอ้างอิง การหาค่าสัมประสิทธิ์ของข้าว การหาอัตราการซึ่มลึกของดิน เป็นต้น จะทำให้ได้ข้อมูลที่เหมาะสมและถูกต้องที่สุดในการนำมาใช้งาน โดยเฉพาะข้อมูลการซึ่มลึกและข้อมูลการใช้น้ำของพืชอ้างอิง

3. การศึกษาและการวิเคราะห์ในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นการดำเนินการอยู่บนพื้นฐานความถูกต้องของแผนที่ขนาดมาตราส่วน 1: 50,000 ซึ่งถ้ามีการทำศึกษาในแผนที่ที่มีมาตราส่วนใหญ่กว่าก็จะทำให้มีความถูกต้องในเชิงพื้นที่เพิ่มมากขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมลศักดิ์ เกศวายุธ; และ ชาญพิทยา จิมพาลี. (2541). เอกสารเผยแพร่การทำนาในสภาพฝนแล้งหรือฝนทิ้งช่วง. กองส่งเสริมพืชไร่และเกษตรกรรมส่งเสริมการเกษตร. สืบค้นเมื่อ 13 สิงหาคม 2546, จาก <http://web.ku.ac.th/agri/ricefarm/ricefarm.htm>
- กรมพัฒนาที่ดิน (2545). การใช้เทคนิคโรตารีไถและระบบการเกษตรแบบผสมผสานเพื่อประเมินผลผลิตข้าวนาปี 2545 กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมพัฒนาที่ดิน (2546). การใช้เทคนิคโรตารีไถและระบบการเกษตรแบบผสมผสานเพื่อประเมินผลผลิตนาปี 2545/46 กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.
- กรมชลประทาน. (2526). การสัมมนาทางวิชาการเรื่องเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการทำงานชลประทาน. กรุงเทพฯ: กรมชลประทาน.
- (2545). 100 ปีกรมชลประทาน. กรุงเทพฯ: กรมชลประทาน.
- (2546). 101 ปีกรมชลประทาน. กรุงเทพฯ: กรมชลประทาน.
- กัลยา วาณิชปัญษา. (2540). การวิเคราะห์สถิติ: สถิติเพื่อการตัดสินใจ. กรุงเทพฯ: คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน. (2546). การวางแผนและการออกแบบระบบส่งน้ำชลประทาน. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จิราภรณ์ ศรีอดุลย์พันธุ์. (2546). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำชลประทานและเนื้อที่เพาะปลูกข้าวนาปีในเขตคลองส่งน้ำมะขามเฒ่า-อุททองและแม่น้ำสุพรรณ ปีเพาะปลูก 2527/28-2542/43. สืบค้นเมื่อ 29 กรกฎาคม 2546, จาก <http://www.rid.go.th>
- เจษฎา แก้วกัลยา. (2533) เอกสารประกอบการสอนเรื่องความต้องการใช้น้ำของพืช. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน.
- สุนจิ ภูมิไธ; และสมมาตรโรตารีไถซึ่งเสนอให้เอเซีย. (2536). คำบรรยายเรื่องการสำรวจระยะไกล. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
- ชูพันธุ์ ชมภูจันทร์. (2547). วิธีการสำรวจระยะไกลสำหรับการประเมินการใช้น้ำในนาข้าว กรณีศึกษาโครงการชลประทานเจ้าพระยาฝั่งตะวันตก. วิทยานิพนธ์ วศ. ม. (สาขาวิศวกรรมชลประทาน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

- ดิเรก ทองอร่าม. (2524). *โครงการค้นคว้าวิจัยการใช้น้ำชลประทานของพืช*. กองจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา กรมชลประทาน.
- . (2524). *การประเมินหาเกณฑ์การใช้น้ำของข้าวในประเทศไทย ฉบับผู้บริหารที่ 1/2524*. กองจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา กรมชลประทาน.
- บุษรา พัฒนาประเสริฐ. (2533). *การจัดการส่งน้ำประจำสัปดาห์ในพื้นที่โครงการเจ้าพระยาห้วยฝั่งตะวันตกตอนล่าง*. วิทยานิพนธ์ปริญญา วศ.ม. (สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- มนตรี คำชู. (2542). *เอกสารประกอบการสอนวิชาหลักการชลประทาน(วศ ชป 207311)* กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พัชรี แสนจันทร์. (2540). *เกษตรชลประทาน*. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วัชร เสือดี. (2537). *การพัฒนาโปรแกรมจัดสรรน้ำและติดตามประเมินผลการใช้น้ำสำหรับโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสองพี่น้อง*. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- วรารุณณ์ คำบุญเรือง. (2535). *เทคโนโลยีการปลูกข้าว*. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยข้าว.
- วรารุณ วุฒิวนิชย์. (2539). *การคำนวณ ETo ของประเทศไทยโดยวิธี Penman-Monteith*. *วิศวกรรมสาร มก.* 10(29). : 92-103.
- วรารุณ วุฒิวนิชย์. (2545). *การออกแบบระบบชลประทานในไร่นา*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิบูลย์ บุญยธโรกุล. (2518, มกราคม-มิถุนายน). *การหา Potential Evapotranspiration ในประเทศไทยโดยสูตรซึ่งใช้ข้อมูลภูมิอากาศ*. *วิทยาสารเกษตรศาสตร์*. 9(1). : 26-34.
- วิบูลย์ บุญยธโรกุล. (2526). *หลักการชลประทาน*. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- วีระพล แต่สมบัติ. (2528). *หลักอุทกวิทยา*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- วุฒิพงษ์ เตชะดำรงสิน. (2545). *บทบาทของสถิติต่องานวิจัยเกี่ยวกับสังคมไทย*, ในการประชุมวิชาการสถิติประยุกต์ภาคเหนือ ครั้งที่ 4. หน้า 2-10 – 2-15. เชียงใหม่. 2545.
- สมเกียรติ สีสนอง. (2542). *การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในงานชลประทานกรณีศึกษาสำนักงานชลประทานที่ 9*. วิทยานิพนธ์ วศ.ม(สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารีและสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. (2537).

รายงานวิจัยการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการพัฒนาพื้นที่เกษตร ในอำเภอพัฒนา
นิคมและชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี. กรุงเทพฯ: คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

สมพร สง่าวงศ์. (2543). ไร่มิเทนซึ่งเบี่ยงเบนและกรณีศึกษาไร่มิเทนซึ่ง. เชียงใหม่: คณะสังคมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สรวิศ ใจ กลิ่นดาว. (2542). ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์หลักการเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ:
คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สัญญาชัย สัตตวัฒนานนท์. (2542, ตุลาคม-ธันวาคม). การผลิตข้าวนาชลประทานแบบลดต้นทุนการ
ผลิต. วารสารข้าวศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี 12(1) : 7-9.

สิริพร กมลธรรม. (2546). ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เบื้องต้น. สืบค้นเมื่อ 7 ตุลาคม 2546, จาก
<http://www.gistda.or.th>

สุรัช ธนุศิษฐ์. (2543). การติดตามและประเมินผลการส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาน้ำอัน
โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (สาขาวิศวกรรมชลประทาน).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. (2536). การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม. กอง
สำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

สำนักงานทรัพยากรน้ำส่วนพระมหากษัตริย์. (2544) โครงการจัดทำกรอบและประสานการบริหารจัดการ
พัฒนาทรัพยากรน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา รายงานหลัก ตุลาคม 2544.

ไสว วงศ์วุฒิสโร. (2546). ปริมาณการใช้น้ำของข้าว. สืบค้นเมื่อ 29 กรกฎาคม 2546, จาก
www.rid.go.th

ศิริ คูอาริยะกุล. (2545). ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบฝึกหัดการคอมพิวเตอร์ GIS. เชียงใหม่:
ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศิริชัย โชติกเสถียรและคณะ. (2543). เอกสารรายงานเรื่องแนวทางการพัฒนาบริหารจัดการโครงการ
ส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อภิชาติ อนุกุลอำไพ และคณะ. (2524). คู่มือการชลประทานระดับไร่นา. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยี
แห่งเอเชีย.

อัชฌา อระวีพร. (2547, กรกฎาคม-ธันวาคม). การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณเมื่อเกิด
พหุสัมพันธ์. วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง. 13(2). : 11-21.

เอกสงวน ฐวิสิฐกุล. (2544) เทคโนโลยีการผลิตข้าวพันธุ์ดี. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการ
เกษตร.

- โอสถ ชาญเวช. (2546). *ค่าสัมประสิทธิ์พีช(Kc)ของพืช 28 ชนิด*. สืบค้นเมื่อ 29 กรกฎาคม 2546, จาก www.rid.go.th
- Acress International Limited. (1979). *Cho Phraya-Meklong Basin Study Phase 1-Main Report*. Niangara fall. Cannada. p168.
- Burrough P A (1986). *Principles of Geographical Information Systems for Land Resoureces Asscessment*. Clarendon Press, Oxford.
- Nguyen Ngoc Diep. (1996). *The Use of Remote Sensing and GIS for Water Resources Development in Halong City, Vietnam*, Thesis(M.Eng.), Asian Institute of Technology.
- Doorenbos J. ; & W.O. Pruitt, (1977). *Crop water requirements*. *FAO Irrigation and Drainage Paper No.24*. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome. Italy, 144p.
- Kassam A. ; & Smith M. (2002). *FAO Methodologies on Crop Water Use and Crop Water Productivity*. Retrieved October 18, 2003, from www.fao.org.
- Rajbhandar P C. (1995). *Application of GIS and Remote Sensing for Landslide Hazard Zonation and Mapping Disaster Prone Area: a Case Study of the KULEKHANI Watershed of Nepal*. Thesis(M.Eng.). Asian Institute of Technology.
- Rhind D W. (1989). *Why GIS?*. ARC News. :p.28
- Nawaz M. (1999). *Evaluation of Agricultural Impacts of MIRANI DAM (PAKISTAN), Using GIS as a Tool*. Thesis (M.Eng.). Asian Institute of Technology.
- Sarkozy F. (1998, April). *GIS Functions-Interpolation*. Retrieved October 19, 2003. from www.agt.bme.hu.
- Suphan S. (2004). *Use of Remote Sensing and GIS Techniques in Estimating the Subsurface Water Use of Lowland Irrigated Area in the Dry Season*. Thesis(M.Eng.). Asian Institute of Technology.

ภาคผนวก ก
รายชื่อสถานี่อุดมศึกษา

ตาราง แสดงรายชื่อสถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยของกรมชลประทานที่ใช้ในการศึกษา

รหัสสถานี	ละติจูด	ลองจิจูด	ชื่อสถานี
03032	13.845833	101.056667	บางน้ำเปรี้ยว
03070	13.695000	100.865000	สำนักงานพระองค์ไชยา
03150	13.810833	101.149444	ประตุน้ำบางโรง
03160	13.702500	101.076667	ประตุน้ำบ้านใหม่
03190	13.965000	101.136389	ประตุน้ำสมบุญ (NNK9) อ. บางน้ำเปรี้ยว
03200	13.876944	100.971667	ประตุน้ำคลอง 17 (SRS3) อ. บางน้ำเปรี้ยว
22022	14.123333	101.005556	อ.องครักษ์
22050	13.962500	100.963333	ประตุน้ำคลอง 16 (SRS3), อ. องครักษ์
22130	14.047778	101.115000	ประตุน้ำบางเมา (NNK8), อ. องครักษ์
22170	14.099444	101.066389	ประตุน้ำบางอีเล็ก (NNK13), อ. องครักษ์
22230	14.111667	101.033889	ปลายคลอง 11 (NNK19), อ. องครักษ์
22240	14.131111	100.917778	ประตุน้ำคลอง 14 (NNK20), อ. องครักษ์
22290	14.070833	101.064722	ประตูระบายน้ำเทพารักษ์ (NNK25), อ. องครักษ์
31022	13.910556	100.502500	อ. ปากเกร็ด
32012	14.018056	100.536667	อ. เมือง ปทุมธานี
32062	13.930556	100.752778	อ. ลำลูกกา
32072	14.061111	100.648333	อ. คลองหลวง
32082	14.066667	100.850000	สถานีทดลองข้าวรังสิต
32100	13.978889	100.615833	ประตุน้ำจุฬาลงกรณ์ (SRS1)
32180	14.076944	100.899167	ประตุน้ำพระธรรมราชา (NRS10)
32190	14.062778	100.666667	คลองรังสิต 1L (NRS11)
32200	14.108333	100.741944	คลองรังสิต 5L (NRS12)
32250	14.046389	100.597500	ประตุน้ำเชียงรากใหญ่
41032	13.722222	100.788333	อ. ลาดกระบัง

ตาราง (ต่อ)

รหัสสถานี	ละติจูด	ลองจิจูด	ชื่อสถานี
41052	13.812222	100.735000	อ. มีนบุรี
41063	13.916667	100.600000	สนามบินดอนเมือง
41072	13.850000	100.583333	สถานีอุดุนิยมวิทยา บางเขน
41160	13.855000	100.730833	ประตุน้ำคลองสามวา (SRS4), อ. มีนบุรี

ภาคผนวก ข
ตารางแสดงการใช้น้ำของพืชอ้างอิงรายเดือน
คำนวณด้วยวิธี Penman-Monteith

ตาราง แสดงปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_p) รายเดือน ด้วยวิธี Penman-Monteith

หน่วย: มิลลิเมตร

สถานี	ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ย	พ.ค.	มิ.ย	ก.ค	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
ร้อยเอ็ด	103	109	146	150	141	126	128	118	114	121	108	102	1466
อุบลราชธานี	109	113	149	149	139	120	123	114	108	119	115	110	1468
นครราชสีมา	96	103	138	144	138	126	126	119	109	113	101	94	1407
โชคชัย	98	106	136	151	137	123	128	122	113	116	103	84	1417
สุรินทร์	105	111	148	150	140	122	121	115	109	116	107	103	1447
ท่าตูม	93	101	132	149	145	124	123	122	118	121	106	91	1425
นางรอง	100	107	137	151	149	130	135	128	124	121	107	94	1483
นครสวรรค์	108	127	178	184	161	139	133	122	113	117	106	100	1588
สุพรรณบุรี	114	120	161	167	155	139	137	128	117	121	113	113	1585
ลพบุรี	119	123	163	164	148	130	128	120	113	121	118	119	1566
บัวชุม	112	117	151	161	143	118	119	116	108	116	108	98	1467
สถานีน้ำร่อง	132	120	153	152	149	143	137	136	125	125	131	139	1642
กาญจนบุรี	109	118	157	164	149	127	130	124	114	115	108	107	1522
ทองผาภูมิ	92	99	129	143	132	101	107	95	102	106	97	85	1288
กรุงเทพฯ	107	106	136	136	127	115	116	111	100	103	99	100	1356
ดอนมือง	121	125	158	157	145	134	134	129	116	119	115	117	1570
ปราจีนบุรี	120	119	84	110	136	118	121	114	112	124	121	120	1399
อรัญประเทศ	112	117	149	147	138	121	122	116	110	116	108	107	1463
กบิลบุรี	105	114	140	147	129	109	114	108	103	115	112	105	1401
ชลบุรี	123	123	156	157	145	134	134	127	115	120	120	122	1401
เกาะสีชัง	129	123	157	158	151	141	141	136	119	123	130	136	1576
พัทธยา	118	117	150	152	145	141	139	136	116	116	117	126	1644
สัตหีบ	117	118	152	155	148	143	143	136	114	109	113	120	1573
ระยอง	114	121	153	151	145	141	142	134	116	117	113	114	1568
จันทบุรี	109	104	128	129	119	104	107	103	99	108	108	112	1561
คลองใหญ่	121	114	139	138	126	107	110	104	103	111	113	120	1330
เพชรบุรี	109	121	157	158	147	125	127	120	112	113	106	103	1406

ตาราง (ต่อ)

สถานี	ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ย	พ.ค.	มิ.ย	ก.ค	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
ประจวบคีรีขันธ์	114	113	145	150	140	126	130	124	120	118	118	120	1498
หัวหิน	115	119	153	157	142	124	124	117	111	115	112	116	1518
ชุมพร	113	115	144	143	128	114	116	112	111	111	101	108	1505
สุราษฎร์ธานี	111	115	140	135	121	111	116	114	109	107	96	101	1416

ที่มา : วราวุธ วุฒิวิชัย. (2539). การคำนวณ ETo ของประเทศไทยโดยวิธี Penman-Monteith.

วิศวกรรมสาร มก. 10(29) : 102-103.

ภาคผนวก ค

เอกสารคำแนะนำการใช้น้ำของข้าวในภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย
ส่วนเกษตรชลประทาน กรมชลประทาน

เอกสารคำแนะนำการใช้น้ำของข้าวในภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย
ของส่วนเกษตรชลประทาน กรมชลประทาน

ที่	ชื่อพืช/ภาค	อายุ พืช วัน	จำนวน วันที่ ต้องส่ง น้ำ	ค่าการ ระเหย เฉลี่ย มม.	ค่า ET/E KP	การใช้น้ำ ของพืช ต่อวัน มม.	การใช้น้ำของพืช ตลอดอายุ มม. $\text{ม}^3/\text{ไร่}$		หมายเหตุ
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ภาคเหนือ (เฉลี่ย 16 จังหวัด)									
1.	ข้าว กข.	110	86	5.00	1.30	8	668	1,101	วันออก ดอก 23 ต.ค.
2.	ข้าวขาวดอก	110	86	5.00	1.14	7.2	619	990	
3.	มะลิ	110	86	5.00	1.20	7.9	679	1,086	
4.	ข้าวบาสมาติ ข้าวสาลี	110	86	5.00	0.71	3.5	301	482	
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (เฉลี่ย 17 จังหวัด)									
1.	ข้าว กข.	110	86	5.4	1.30	8.52	732.1	1,172.4	
2.	ข้าวขาวดอก	110	86	5.4	1.14	7.66	658.4	1,053.5	
3.	มะลิ	110	86	5.4	1.29	8.47	728.1	1,164.9	
4.	ข้าวบาสมาติ ข้าวสาลี	110	86	5.4	1.71	3.34	329.7	527.6	
ภาคกลาง (เฉลี่ย 17 จังหวัด)									
1.	ข้าว กข.	110	86	5.3	1.30	8.52	732.7	1,155	
2.	ข้าวขาวดอก	110	86	5.3	1.14	7.66	658.4	1,032	
3.	มะลิ	110	86	5.3	1.29	8.48	728.1	1,142	
4.	ข้าวบาสมาติ ข้าวสาลี	110	86	5.3	0.71	3.34	329.7	523	
ภาคตะวันออก (เฉลี่ย 8 จังหวัด)									
1.	ข้าว กข.	110	86	5.3	1.30	7.87	677	1,083	
2.	ข้าวขาวดอก	110	86	5.3	1.14	7.09	609	975	
3.	มะลิ	110	86	5.3	1.29	7.82	673	1,076	

ตาราง (ต่อ)

ที่	ชื่อพืช/ภาค	อายุ พืช วัน	จำนวน วันที่ ต้องส่ง น้ำ	ค่าการ ระเหย เฉลี่ย มม.	ค่าET/E KP	การใช้น้ำ ของพืช ต่อวัน มม.	การใช้น้ำของพืช ตลอดอายุ มม. $\text{m}^3/\text{ไร่}$		หมายเหตุ
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
4.	ข้าวบาสมати ข้าวสาลี	110	86	5.3	0.71	3.48	299	479	
ภาคใต้ (เฉลี่ย 14 จังหวัด)									
1.	ข้าว กข.	110	86	5.00	1.30	8.00	668	1,101	
2.	ข้าวขาวดอก	110	86	5.00	1.14	7.20	619	991	
3.	มะลิ	110	86	5.00	1.20	7.95	684	1,094	
4.	ข้าวบาสมاتي ข้าวสาลี	110	86	5.00	0.71	3.55	305	488	

หมายเหตุ (1) ค่าการใช้น้ำของข้าวอาจเพิ่มขึ้นได้มากกว่านี้ถ้าอายุการเก็บเกี่ยวข้าวยาวนานกว่าที่
แสดงไว้ในตาราง คอลัมน์ที่ (3)

(2) คอลัมน์ที่ (7) รวมค่าประมาณการค่าซึ่มลึก 1.5 มม.ต่อวัน ไว้แล้ว

(3) ข้าวสาลีจัดเป็นพวก Upland หรือ Hill type ซึ่งการให้น้ำพอ ๆ กับการปลูกพืชไร่
คือไม่ต้องส่งน้ำแบบท่วมขัง

ที่มา : ส่วนเกษตรชลประทาน. (2546).เอกสารคำแนะนำการให้น้ำของข้าวในภาคต่าง ๆ ของ
ประเทศไทย. ออนไลน์.

ภาคผนวก ง
การหาความต้องการใช้น้ำของข้าว

การหาความต้องการใช้น้ำของข้าว

1. หาการใช้น้ำของพืชอ้างอิงจากสถานีดอนเมือง ในช่วงฤดูการทำนาปีระหว่างวันที่ 8 ก.ค - 6 ต.ค. พ.ศ. 2545 และช่วงฤดูการทำนาปีระหว่างวันที่ 11 พ.ย. พ.ศ. 2545 – 9 ก.พ. พ.ศ. 2546 โดยแสดงเป็นรายสัปดาห์ ในตาราง 1

ตาราง 1 การใช้น้ำของพืชอ้างอิงสถานีดอนเมือง รายสัปดาห์

หน่วย มิลลิเมตร

สัปดาห์ที่	วันที่	นาปี	วันที่	นาปรัง
1	8-14 ก.ค. 45	30.24	11-17 พ.ย. 45	26.42
2	15-21 ก.ค. 45	30.24	18-24 พ.ย. 45	26.42
3	22-28 ก.ค. 45	30.24	25 พ.ย.-1 ธ.ค. 45	26.77
4	29 ก.ค.-4 ส.ค. 45	29.06	2-8 ธ.ค. 45	26.42
5	5-11 ส.ค. 45	29.13	9-15 ธ.ค. 45	26.42
6	12-18 ส.ค. 45	29.13	16-21 ธ.ค. 45	26.42
7	19-25 ส.ค. 45	29.13	22-29 ธ.ค. 45	26.42
8	26 ส.ค.-1 ก.ย. 45	28.84	30 ธ.ค. 45-5 ม.ค. 46	27.06
9	2-8 ก.ย. 45	27.07	6-12 ม.ค. 46	27.32
10	9-15 ก.ย. 45	27.07	13-19 ม.ค. 46	27.32
11	16-22 ก.ย. 45	27.07	20-26 ม.ค. 46	27.32
12	23-29 ก.ย. 45	27.07	29 ม.ค.-2 ก.พ. 46	28.14
13	30 ก.ย.- 6 ต.ค. 45	26.87	3-9 ก.พ. 46	30.17

2. นำมาคำนวณหาความต้องการใช้น้ำของข้าวแต่ละสัปดาห์ หาได้จาก สูตร

$$ET_{rice} = ET_p \times K_c \text{ ของข้าวพันธุ์กข.}$$

โดยที่ ET_p คือ การใช้น้ำของพืชอ้างอิง

K_c คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของข้าวกข จากตาราง 4 บทที่ 2

จะได้ ข้อมูลความต้องการใช้น้ำของข้าวในแต่ละสัปดาห์ ตั้งต้นข้าวเจริญเติบโตอายุ 1 สัปดาห์ จนถึงข้าวอายุ 13 สัปดาห์ ดังแสดงในตาราง 2 ด้านล่าง

ตาราง 2 ความต้องการใช้น้ำของต้นข้าวรายสัปดาห์ ตั้งแต่วัยอายุ 1 – 13 สัปดาห์

หน่วย มิลลิเมตร

ต้นข้าวอายุ สัปดาห์	วันที่	นาปี	วันที่	นาปรัง
1	8-14 ก.ค. 45	31.17	11-17 พ.ย. 45	27.61
2	15-21 ก.ค. 45	32.38	18-24 พ.ย. 45	28.69
3	22-28 ก.ค. 45	33.89	25 พ.ย.-1 ธ.ค. 45	29.97
4	29 ก.ค.-4 ส.ค. 45	39.04	2-8 ธ.ค. 45	34.13
5	5-11 ส.ค. 45	40.85	9-15 ธ.ค. 45	36.51
6	12-18 ส.ค. 45	42.22	16-21 ธ.ค. 45	38.37
7	19-25 ส.ค. 45	43.68	22-29 ธ.ค. 45	39.69
8	26 ส.ค.-1 ก.ย. 45	42.67	30 ธ.ค. 45-5 ม.ค. 46	41.53
9	2-8 ก.ย. 45	38.47	6-12 ม.ค. 46	65.26
10	9-15 ก.ย. 45	36.30	13-19 ม.ค. 46	61.59
11	16-22 ก.ย. 45	34.55	20-26 ม.ค. 46	56.53
12	23-29 ก.ย. 45	25.30	29 ม.ค.-2 ก.พ. 46	19.40
13	30 ก.ย.- 6 ต.ค. 45	23.14	3-9 ก.พ. 46	26.91

ภาคผนวก จ

ข้อมูลปริมาณน้ำฝนและปริมาณฝนใช้การ

ตาราง 1 ปริมาณน้ำฝนรายสัปดาห์ของแต่ละสถานี

หน่วย มิลลิเมตร

ช่วงนาปี (1 ก.ค. 6 ต.ค.)															
สถานี	1 – 7 ก.ค.	8–14 ก.ค.	15–21 ก.ค.	22–28 ก.ค.	29-4 ส.ค.	5-11 ส.ค.	12-18ส.ค.	19-25ส.ค.	26–1ก.ย.	2-8ก.ย.	9-15 ก.ย.	16-22 ก.ย.	23-29 ก.ย.	30- 6ต.ค.	รวม
3032	31.83	46.95	35.47	52.29	48.85	45.43	39.92	54.16	39.71	48.24	53.06	74.28	80.73	42.89	693.81
3070	17.27	45.92	11.66	33.24	37.52	44.95	47.87	12.94	24.94	38.34	38	57.04	62.52	35.26	507.47
3150	25.63	38.94	23.6	49.02	48.08	47.65	37.96	50.16	50.95	53.18	65.39	73.69	82.19	50.52	696.96
3160	20.4	27.56	17.96	34.68	34.35	30.88	21.52	37.16	39.81	38.08	42.57	59.7	63.19	49.96	517.82
3190	38.43	46.34	26.69	40.82	35.4	50.05	41.21	32.93	53.06	48.72	42.48	74.98	63.01	55.04	649.16
3200	22.31	36.3	25.65	33.01	24.41	30.25	23.35	42.76	37.44	41.63	34.94	45.55	44.08	25.46	467.14
22022	42.72	55.95	52.39	57.01	50.25	69.66	53.29	59.41	67.4	65.63	60.15	66.44	82.47	64.51	847.28
22050	24.6	41.78	24.51	59.35	49.09	55.01	38.26	42.87	59.19	54.49	65.11	78.42	56.86	56.99	706.53
22130	48.66	58.28	56.96	52.9	55.47	63.68	56.12	49.59	55.4	68.75	58.25	72.96	75.54	69.94	842.5
22170	27.84	52.26	43.55	47.43	42.33	64.87	44.55	39.45	54.48	50.82	53.63	56.5	80.7	28.62	687.03
22230	39.65	50.98	45.35	58.64	35.04	56.22	33.83	46.46	54.03	53.96	41.83	58.09	56.4	70.48	700.96
22240	28.78	38.48	46.09	48	30.06	52.32	28.94	39.06	40.35	61.01	59.72	57.61	38.25	46.71	615.38
22290	39.73	62.74	47.64	54.25	54.42	61.84	65	53.2	62.3	61.14	48.61	71.2	75.75	75.69	833.51
31022	30.48	30.29	42.13	41.64	48.97	33.13	23.3	46.37	39.41	52.79	46.84	99.82	75.56	74.34	685.07

ตาราง 1 (ต่อ)

สถานี	ช่วงนาปี (1 ก.ค. 6 ต.ค.)														รวม
	1 – 7 ก.ค.	8–14 ก.ค.	15–21 ก.ค.	22–28 ก.ค.	29-4 ส.ค.	5-11 ส.ค.	12-18ส.ค.	19-25ส.ค.	26–1ก.ย.	2-8ก.ย.	9-15 ก.ย.	16-22 ก.ย.	23-29 ก.ย.	30- 6ต.ค.	
32012	15.52	30.82	23.06	23.21	28.67	26.39	21.68	35.82	27.82	42.55	39.38	53.02	54.88	49.3	472.12
32062	35.8	43.89	38.25	30.95	46.95	42.84	32.97	38.23	54.73	60.64	56.71	64.31	68.48	64.86	679.61
32072	23.87	34.78	34.21	31.35	31.06	30.3	28.28	38.95	39.34	53.42	47.72	55.73	66.22	62.19	577.42
32082	25.04	33.78	37.81	37.89	42.29	48.45	30.14	45.44	47.36	60	56.04	66.2	75.53	55.08	661.05
32100	24.72	32	28.48	32.85	30.75	37.74	26.41	28.28	47.07	45.66	46.37	65.31	62.21	60.63	568.48
32180	28.28	36.92	28.34	45.68	41.33	51.04	35.85	49.18	50.65	50.91	41.3	54.96	55.27	62.31	632.02
32190	23.55	26.05	25.91	31.85	24.62	41.61	31.71	36.22	40.37	50.69	39.87	56.96	63.65	65.01	558.07
32200	26.27	34	36.3	26.02	28.69	34.14	24.34	28.31	48.81	46.91	41.62	52.4	58.46	68.44	554.71
32250	20.62	35.94	31.14	27.16	29.77	31.37	26.8	32.47	29.6	47.07	44.38	56.42	61.45	52.72	526.91
41032	20.85	30.35	14.88	25.34	22.66	24.06	33.98	35.54	32.15	33.65	47.45	48.88	48.71	41.38	459.88
41052	39.3	32.33	35.57	40.24	45.53	43.42	44.42	41.3	56.78	55.88	48.82	83.12	78.2	71.5	716.41
41063	33.13	40.35	27.98	30.34	43.03	26.42	30.95	36.18	50.28	51.64	50.51	79.28	70.3	61.79	632.18
41072	33.11	51.1	34.03	43.68	49.31	33.9	29.48	44.13	52.38	57.53	53.32	81.06	71.1	59.42	693.55
41160	39.31	46.36	32.43	53.31	55.96	53.46	44.17	49.29	53.53	71.37	55.07	69.95	83.68	56.88	764.77
เฉลี่ย	29.56	40.77	33.14	40.79	39.82	43.97	35.58	40.92	46.76	52.31	49.26	65.5	66.26	56.35	29.56

ตาราง 1 (ต่อ)

สถานี	ช่วงนาปี (4 พ.ย. - 9 ก.พ.)														รวม
	4-10พ.ย.	11-17พ.ย.	18-24พ.ย.	25-1ธ.ค.	2-8ธ.ค.	9-15ธ.ค.	16-21ธ.ค.	22-29ธ.ค.	30-5 ม.ค.	6-12ม.ค.	13-19ม.ค.	20-26ม.ค.	29-2ก.พ.	3-9ก.พ.	
3032	10.1	11.19	5.86	3.39	1.16	1.09	2.67	1.46	1.27	7.53	2.67	3.79	2.5	7.8	62.48
3070	16.11	18.81	0	0	0	0	1.22	0	0	0	3.08	4.68	0	0	43.9
3150	13.5	7.67	3.39	2.1	3.82	0	0	0.32	0	1.93	0.18	1.9	0.88	0.87	36.56
3160	12.25	7.19	1.93	3.08	2.26	2.18	0.04	0.13	0.53	1.61	0.36	0.99	1.53	0.28	34.36
3190	4.28	8.17	0.72	0.12	1.82	0	0.02	0	0	0.02	0.6	0.35	0.68	0.27	17.05
3200	6.35	5.6	1.13	0.48	0.67	0	0	0	2.12	0.09	0	0	1.49	1.15	19.08
22022	7.24	8.32	1.52	4.25	0.48	0.9	1.1	0	0.46	0.86	2.55	1.1	1.26	2.34	32.38
22050	9.22	5.04	5.46	2.63	1.13	2.21	0	0	2.25	0	1.36	3.53	0.49	1.09	34.41
22130	11.42	12.67	5.49	3.03	8.17	2.33	0.22	0.4	0	0.45	2.87	1.72	4.02	1.21	54
22170	8.67	6.48	2.16	1.45	3.16	1.03	0	0	0.34	1.08	5.27	3.9	1.94	2.69	38.17
22230	5.09	8.98	0.96	2.71	5.96	0.42	0	0	0	0.12	5.24	4.94	1.47	0.44	36.33
22240	4.41	5.44	3.69	2.46	4.47	0	0	0	0	0.97	2.81	0.71	0.41	0	25.37
22290	11.12	7.86	7.5	1.42	1.12	0.66	0	0	0.42	1.02	0	0.96	0.52	2.86	35.46
31022	20.31	19.31	7.29	4.18	1.33	1.6	0	0.47	2.14	3.6	1.19	7.67	1.55	4.36	75

ตาราง 1 (ต่อ)

สถานี	ช่วงนาปี (4 พ.ย. - 9 ก.พ.)														รวม
	4-10พ.ย.	11-17พ.ย.	18-24พ.ย.	25-1ธ.ค..	2-8ธ.ค.	9-15ธ.ค	16-21ธ.ค.	22-29ธ.ค	30-5 ม.ค	6-12ม.ค	13-19ม.ค	20-26ม.ค	29-2ก.พ	3-9ก.พ	
32012	14.02	9.75	2.73	2.91	0	0.88	0	0	0	2.8	1.28	1.74	3.31	0.05	39.47
32062	8.32	13.98	1.05	2.36	2.24	0.2	0	0.45	1.67	0.11	2.21	6.59	3.57	1.97	44.72
32072	10.23	10.4	1.85	2.06	0	2.43	0.29	0.33	0	0.89	0.45	5.31	0.29	3.4	37.93
32082	10.68	11.23	4.95	2.15	0.78	0.21	0.59	0.51	0.27	1	1.19	5.87	2	3.09	44.52
32100	13.07	15.42	2.82	1.9	0.06	0.14	0	0.41	0.31	0.85	1.09	0.01	1.85	0.08	38.01
32180	8.65	7.53	2.78	1.51	4.44	0.54	1.28	1.24	4.41	0.06	0.21	1.42	1.95	1.38	37.4
32190	10.88	0.04	1.1	1.19	0.21	0	0.49	0	0.29	0	0.89	1.4	0	1.58	18.07
32200	11.54	10.24	1.6	1.08	3.2	0	0.23	1.99	0.45	0.04	0.53	0.51	2.35	0	33.76
32250	17.29	14.68	5.18	3.06	4.35	0.93	0.28	0.26	0.56	1.62	0.99	1.27	4.25	2.82	57.54
41032	5.69	3.15	2.8	10.17	0.29	0	0.17	1.84	0	2.07	0	0.14	1.54	1.87	29.73
41052	16.22	18.57	4.12	4.5	1.05	0.17	0	1.59	2.18	0.69	4.13	3.41	4.38	3.62	64.63
41063	13.78	12.78	3.94	4.25	1.76	0.49	0.2	0.85	1.31	1.29	1.82	3.59	4.12	1.92	52.1
41072	15.35	19.44	6.45	3.71	0.82	0.83	0	0.85	0.73	1.52	0.74	3.37	6.36	0.96	61.13
41160	9.47	12.17	3.98	1.72	1.35	0.03	0.34	0	0.63	0	2.98	1.98	2.48	0.27	99.77
เฉลี่ย	10.9	10.43	3.3	2.64	2	0.69	0.33	0.47	0.8	1.15	1.67	2.6	2.04	1.73	42.98

ตาราง 2 ปริมาณน้ำฝนใช้การรายสัปดาห์ของแต่ละสถานี

หน่วย มิลลิเมตร

ช่วงนาปี (1 ก.ค. 6 ต.ค.)															
สถานี	1 – 7 ก.ค.	8–14 ก.ค.	15–21 ก.ค.	22–28 ก.ค.	29-4 ส.ค.	5-11 ส.ค.	12-18ส.ค.	19-25ส.ค.	26–1ก.ย.	2-8ก.ย.	9-15 ก.ย.	16-22 ก.ย.	23-29 ก.ย.	30- 6ต.ค.	รวม
3032	23.87	35.21	26.6	39.22	36.64	34.07	29.94	40.62	29.78	36.18	39.8	55.71	53.63	27.88	509.15
3070	12.95	34.44	8.75	24.93	28.14	33.71	35.9	9.71	18.71	28.76	28.5	42.78	41.53	22.92	371.73
3150	19.22	29.21	17.7	36.77	36.06	35.74	28.47	37.62	38.21	39.89	49.04	55.27	54.6	32.84	510.64
3160	15.3	20.67	13.47	26.01	25.76	23.16	16.14	27.87	29.86	28.56	31.93	44.78	41.98	32.47	377.96
3190	28.82	34.76	20.02	30.62	26.55	37.54	30.91	24.7	39.8	36.54	31.86	56.24	41.86	35.78	476
3200	16.73	27.23	19.24	24.76	18.31	22.69	17.51	32.07	28.08	31.22	26.21	34.16	29.28	16.55	344.04
22022	32.04	41.96	39.29	42.76	37.69	52.25	39.97	44.56	50.55	49.22	45.11	49.83	54.78	41.93	621.94
22050	18.45	31.34	18.38	44.51	36.82	41.26	28.7	32.15	44.39	40.87	48.83	58.82	37.77	37.04	519.33
22130	36.5	43.71	42.72	39.68	41.6	47.76	42.09	37.19	41.55	51.56	43.69	54.72	50.18	45.46	618.41
22170	20.88	39.2	32.66	35.57	31.75	48.65	33.41	29.59	40.86	38.12	40.22	42.38	53.61	18.6	505.5
22230	29.74	38.24	34.01	43.98	26.28	42.17	25.37	34.85	40.52	40.47	31.37	43.57	37.47	45.81	513.85
22240	21.59	28.86	34.57	36	22.55	39.24	21.71	29.3	30.26	45.76	44.79	43.21	25.41	30.36	453.61
22290	29.8	47.06	35.73	40.69	40.82	46.38	48.75	39.9	46.73	45.86	36.46	53.4	50.32	49.2	611.1
31022	22.86	22.72	31.6	31.23	36.73	24.85	17.48	34.78	29.56	39.59	35.13	74.87	50.19	48.32	499.91

ตาราง 2 (ต่อ)

สถานี	ช่วงนาปี (1 ก.ค. 6 ต.ค.)														รวม
	1-7 ก.ค.	8-14 ก.ค.	15-21 ก.ค.	22-28 ก.ค.	29-4 ส.ค.	5-11 ส.ค.	12-18ส.ค.	19-25ส.ค.	26-1ก.ย.	2-8ก.ย.	9-15 ก.ย.	16-22 ก.ย.	23-29 ก.ย.	30- 6ต.ค.	
32012	11.64	23.12	17.3	17.41	21.5	19.79	16.26	26.87	20.87	31.91	29.54	39.77	36.46	32.05	344.49
32062	26.85	32.92	28.69	23.21	35.21	32.13	24.73	28.67	41.05	45.48	42.53	48.23	45.49	42.16	497.35
32072	17.9	26.09	25.66	23.51	23.3	22.73	21.21	29.21	29.51	40.07	35.79	41.8	43.99	40.42	421.19
32082	18.78	25.34	28.36	28.42	31.72	36.34	22.61	34.08	35.52	45	42.03	49.65	50.17	35.8	483.82
32100	18.54	24	21.36	24.64	23.06	28.31	19.81	21.21	35.3	34.25	34.78	48.98	41.33	39.41	414.98
32180	21.21	27.69	21.26	34.26	31	38.28	26.89	36.89	37.99	38.18	30.98	41.22	36.72	40.5	463.07
32190	17.66	19.54	19.43	23.89	18.47	31.21	23.78	27.17	30.28	38.02	29.9	42.72	42.28	42.26	406.61
32200	19.7	25.5	27.23	19.52	21.52	25.61	18.26	21.23	36.61	35.18	31.22	39.3	38.83	44.49	404.2
32250	15.47	26.96	23.36	20.37	22.33	23.53	20.1	24.35	22.2	35.3	33.29	42.32	40.82	34.27	384.67
41032	15.64	22.76	11.16	19.01	17	18.05	25.49	26.66	24.11	25.24	35.59	36.66	32.36	26.9	336.63
41052	29.48	24.25	26.68	30.18	34.15	32.57	33.32	30.98	42.59	41.91	36.62	62.34	51.95	46.48	523.5
41063	24.85	30.26	20.99	22.76	32.27	19.82	23.21	27.14	37.71	38.73	37.88	59.46	46.7	40.16	461.94
41072	24.83	38.33	25.52	32.76	36.98	25.43	22.11	33.1	39.29	43.15	39.99	60.8	47.23	38.62	508.14
41160	29.48	34.77	24.32	39.98	41.97	40.1	33.13	36.97	40.15	53.53	41.3	52.46	55.59	36.97	560.72
เฉลี่ย	22.17	30.58	24.86	30.59	29.86	32.98	26.69	30.69	35.07	39.23	36.94	49.12	44.02	36.63	469.45

ตาราง 1 (ต่อ)

สถานี	ช่วงนาปรัง (4 พ.ย. - 9 ก.พ.)														รวม
	4-10พ.ย.	11-17พ.ย.	18-24พ.ย.	25-1ธ.ค.	2-8ธ.ค.	9-15ธ.ค.	16-21ธ.ค.	22-29ธ.ค.	30-5 ม.ค.	6-12ม.ค.	13-19ม.ค.	20-26ม.ค.	29-2ก.พ.	3-9ก.พ.	
3032	8.08	8.95	4.69	2.71	0.93	0.87	2.14	1.17	1.11	6.78	2.4	3.41	2.25	7.02	52.51
3070	12.89	15.05	0	0	0	0	0.98	0	0	0	2.77	4.21	0	0	35.9
3150	10.8	6.14	2.71	1.68	3.06	0	0	0.26	0	1.74	0.16	1.71	0.79	0.78	29.83
3160	9.8	5.75	1.54	2.46	1.81	1.74	0.03	0.1	0.46	1.45	0.32	0.89	1.38	0.25	27.98
3190	3.42	6.54	0.58	0.1	1.46	0	0.02	0	0	0.02	0.54	0.32	0.61	0.24	13.85
3200	5.08	4.48	0.9	0.38	0.54	0	0	0	1.85	0.08	0	0	1.34	1.04	15.69
22022	5.79	6.66	1.22	3.4	0.38	0.72	0.88	0	0.4	0.77	2.3	0.99	1.13	2.11	26.75
22050	7.38	4.03	4.37	2.1	0.9	1.77	0	0	1.96	0	1.22	3.18	0.44	0.98	28.33
22130	9.14	10.14	4.39	2.42	6.54	1.86	0.18	0.32	0	0.41	2.58	1.55	3.62	1.09	44.24
22170	6.94	5.18	1.73	1.16	2.53	0.82	0	0	0.3	0.97	4.74	3.51	1.75	2.42	32.05
22230	4.07	7.18	0.77	2.17	4.77	0.34	0	0	0	0.11	4.72	4.45	1.32	0.4	30.3
22240	3.53	4.35	2.95	1.97	3.58	0	0	0	0	0.87	2.53	0.64	0.37	0	20.79
22290	8.9	6.29	6	1.14	0.9	0.53	0	0	0.37	0.92	0	0.86	0.47	2.57	28.95
31022	16.25	15.45	5.83	3.34	1.06	1.28	0	0.38	1.86	3.24	1.07	6.9	1.4	3.92	61.98

ตาราง 2 (ต่อ)

สถานี	ช่วงนาปรัง (4 พ.ย. - 9 ก.พ.)														รวม
	4-10พ.ย.	11-17พ.ย.	18-24พ.ย.	25-1ธ.ค..	2-8ธ.ค.	9-15ธ.ค	16-21ธ.ค.	22-29ธ.ค.	30-5 ม.ค	6-12ม.ค	13-19ม.ค	20-26ม.ค	29-2ก.พ	3-9ก.พ	
32012	11.22	7.8	2.18	2.33	0	0.7	0	0	0	2.52	1.15	1.57	2.98	0.05	32.5
32062	6.66	11.18	0.84	1.89	1.79	0.16	0	0.36	1.46	0.1	1.99	5.93	3.21	1.77	37.34
32072	8.18	8.32	1.48	1.65	0	1.94	0.23	0.26	0	0.8	0.41	4.78	0.26	3.06	31.37
32082	8.54	8.98	3.96	1.72	0.62	0.17	0.47	0.41	0.24	0.9	1.07	5.28	1.8	2.78	36.94
32100	10.46	12.34	2.26	1.52	0.05	0.11	0	0.33	0.27	0.77	0.98	0.01	1.67	0.07	30.84
32180	6.92	6.02	2.22	1.21	3.55	0.43	1.02	0.99	3.84	0.05	0.19	1.28	1.76	1.24	30.72
32190	8.7	0.03	0.88	0.95	0.17	0	0.39	0	0.25	0	0.8	1.26	0	1.42	14.85
32200	9.23	8.19	1.28	0.86	2.56	0	0.18	1.59	0.39	0.04	0.48	0.46	2.12	0	27.38
32250	13.83	11.74	4.14	2.45	3.48	0.74	0.22	0.21	0.49	1.46	0.89	1.14	3.83	2.54	47.16
41032	4.55	2.52	2.24	8.14	0.23	0	0.14	1.47	0	1.86	0	0.13	1.39	1.68	24.35
41052	12.98	14.86	3.3	3.6	0.84	0.14	0	1.27	1.9	0.62	3.72	3.07	3.94	3.26	53.5
41063	11.02	10.22	3.15	3.4	1.41	0.39	0.16	0.68	1.14	1.16	1.64	3.23	3.71	1.73	43.04
41072	12.28	15.55	5.16	2.97	0.66	0.66	0	0.68	0.64	1.37	0.67	3.03	5.72	0.86	50.25
41160	7.58	9.74	3.18	1.38	1.08	0.02	0.27	0	0.54	0	2.68	1.78	2.23	0.24	85.08
เฉลี่ย	8.72	8.35	2.64	2.11	1.6	0.55	0.26	0.37	0.7	1.04	1.5	2.34	1.84	1.55	35.52

ภาคผนวก จ
ข้อมูลน้ำชลประทานจากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้
ปีเพาะปลูก พ.ศ. 2545/46

ข้อมูลน้ำชลประทานจากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้ ปีเพาะปลูก พ.ศ. 2545/46

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้ได้ดำเนินการจัดส่งน้ำชลประทานให้แก่พื้นที่ชลประทานของโครงการ ปีเพาะปลูก พ.ศ. 2545/46 สำหรับการเพาะปลูกในช่งนาปี ตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม – 6 ตุลาคม พ.ศ. 2545 ดังแสดงในตาราง 1 และในช่งนาปรัง ตั้งแต่วันที่ 4 พฤศจิกายน พ.ศ. 2545 – 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546 ดังแสดงในตาราง 2 ตามลำดับ

ตาราง 1 ปริมาณการใช้น้ำช่งนาปี

สัปดาห์	วันที่	มิลลิเมตร	ลูกบาศก์เมตร	ลูกบาศก์เมตร/ไร่
1	1 – 7 ก.ค.45	300.60	227447847.70	480.96
2	8-14 ก.ค. 45	63.90	48349692.18	102.24
3	15-21 ก.ค. 45	34.10	25801635.42	54.56
4	22-28 ก.ค. 45	32.60	24666666.12	52.16
5	29 ก.ค.-4 ส.ค. 45	38.70	29282207.94	61.92
6	5-11 ส.ค. 45	33.90	25650306.18	54.24
7	12-18 ส.ค. 45	69.20	52359917.04	110.72
8	19-25 ส.ค. 45	39.00	29509201.80	62.40
9	26 ส.ค.-1 ก.ย. 45	33.00	24969324.60	52.80
10	2-8 ก.ย. 45	57.00	43128833.40	91.20
11	9-15 ก.ย. 45	31.30	23683026.06	50.08
12	16-22 ก.ย. 45	31.40	23758690.68	50.24
13	23-29 ก.ย. 45	30.20	22850715.24	48.32
14	30 ก.ย.- 6 ต.ค. 45	31.20	23607361.44	49.92
รวม		826.10	625,065,425.82	1,321.76

ตาราง 2 ปริมาณการใช้น้ำช่วงนาปรัง

สัปดาห์	วันที่	มิลลิเมตร	ลูกบาศก์เมตร	ลูกบาศก์เมตร/ไร่
1	4-10 พ.ย.45	305.50	191,127,918.15	488.80
2	11-17 พ.ย. 45	42.60	26,651,552.58	68.16
3	18-24 พ.ย. 45	57.09	35,716,834.20	91.34
4	25 พ.ย.-1 ธ.ค. 45	65.50	40,978,326.15	104.80
5	2-8 ธ.ค. 45	66.70	41,729,074.11	106.72
6	9-15 ธ.ค. 45	69.20	43,293,132.36	110.72
7	16-21 ธ.ค. 45	71.10	44,481,816.63	113.76
8	22-29 ธ.ค. 45	69.90	43,731,068.67	111.84
9	30 ธ.ค. 45-5 ม.ค. 46	83.40	52,176,983.22	133.44
10	6-12 ม.ค. 46	100.60	62,937,703.98	160.96
11	13-19 ม.ค. 46	94.64	59,496,775.83	152.16
12	20-26 ม.ค. 46	90.40	56,556,346.32	144.64
13	29 ม.ค.-2 ก.พ. 46	41.60	26,025,929.28	66.56
14	3-9 ก.พ. 46	48.30	30,217,605.39	77.28
รวม		1,206.53	755,121,066.87	1,931.18

ภาคผนวก ช
ผลการวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำชลประทาน
ที่มีอิทธิพลมาจากปริมาณฝนใช้การ

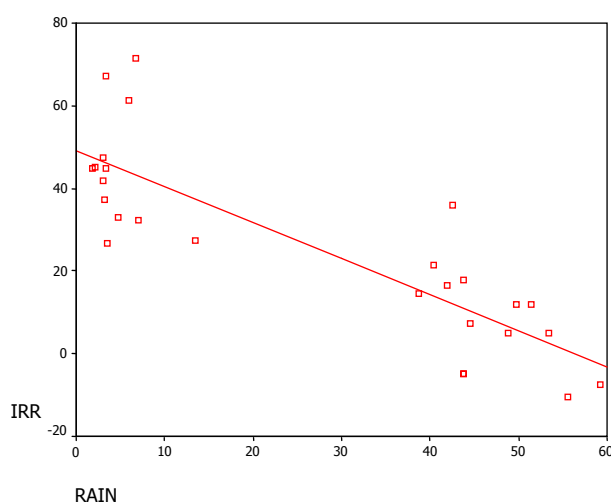
การวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำชลประทานที่มีอิทธิพลมาจากปริมาณฝนใช้การ

การวิเคราะห์เส้นถดถอย

ตัวแปรในการทดสอบดูว่า ตัวแปร 2 ตัวมีความสัมพันธ์กันในลักษณะใด

- ความต้องการใช้น้ำชลประทาน เป็นตัวแปรตาม(Y)
- ปริมาณฝนใช้การ เป็นตัวแปรอิสระ(X)

โดยการสร้างแผนภาพการกระจาย (Scatter Diagram) ระหว่างตัวแปร



ซึ่งภาพการกระจายเราสามารถสร้างเป็นความสัมพันธ์ในรูป

$$Y_i = \alpha + \beta X_i + \epsilon_i$$

ซึ่งสมการดังกล่าวเรียกว่าสมการถดถอยอย่างง่าย

Y_i เป็นค่าของตัวแปรตาม α เป็นค่าของ Y_i เมื่อ X_i เป็นศูนย์ (Y-intercept)

β เป็นค่า Slope ของสมการ, สัมประสิทธิ์ของความถดถอย (Y-intercept)

ϵ_i เป็นค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าจริงกับค่าประมาณของ Y_i

วิธีหาค่า α และค่า β จะประมาณโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมกันมาก โดยมีหลักการคือจะทำให้ผลรวมกำลังสองของความแตกต่างระหว่าง Y_i และ $\hat{Y}_i$ ที่ได้จากการประมาณมีค่าต่ำที่สุดซึ่งสมการประมาณการจะมีรูปแบบดังนี้

$$\hat{Y}_i = a + bX_i$$

a คือค่า Y-intercept เป็นค่าประมาณของ α

b คือค่า Slope เป็นค่าประมาณของ β

$\hat{Y}_i$ คือค่าประมาณการของ Y_i เมื่อตัวแปรอิสระคือ X_i

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	9560.423	1	9560.423	62.317	.000 ^a
	Residual	3835.428	25	153.417		
	Total	13395.85	26			

a. Predictors: (Constant), RAIN

b. Dependent Variable: IRR

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95% Confidence Interval for B		Correlations		
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part
1	(Constant)	49.082	3.780		12.985	.000	41.297	56.867			
	RAIN	-.870	.110	-.845	-7.894	.000	-1.097	-.643	-.845	-.845	-.845

a. Dependent Variable: IRR

$$\text{สมการ คือ } y = -8.70x + 49.082$$

● **ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ** (Coefficient of Determination: R square)

เป็นค่าที่บอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระว่ามีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด (ตัวแปรตามสามารถอธิบายโดยตัวแปรอิสระได้มากน้อยเพียงใด)

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.845 ^a	.714	.702	12.38617	.714	62.317	1	25	.000

a. Predictors: (Constant), RAIN

b. Dependent Variable: IRR

$$r^2 = 0.714$$

คุณสมบัติของค่า r^2

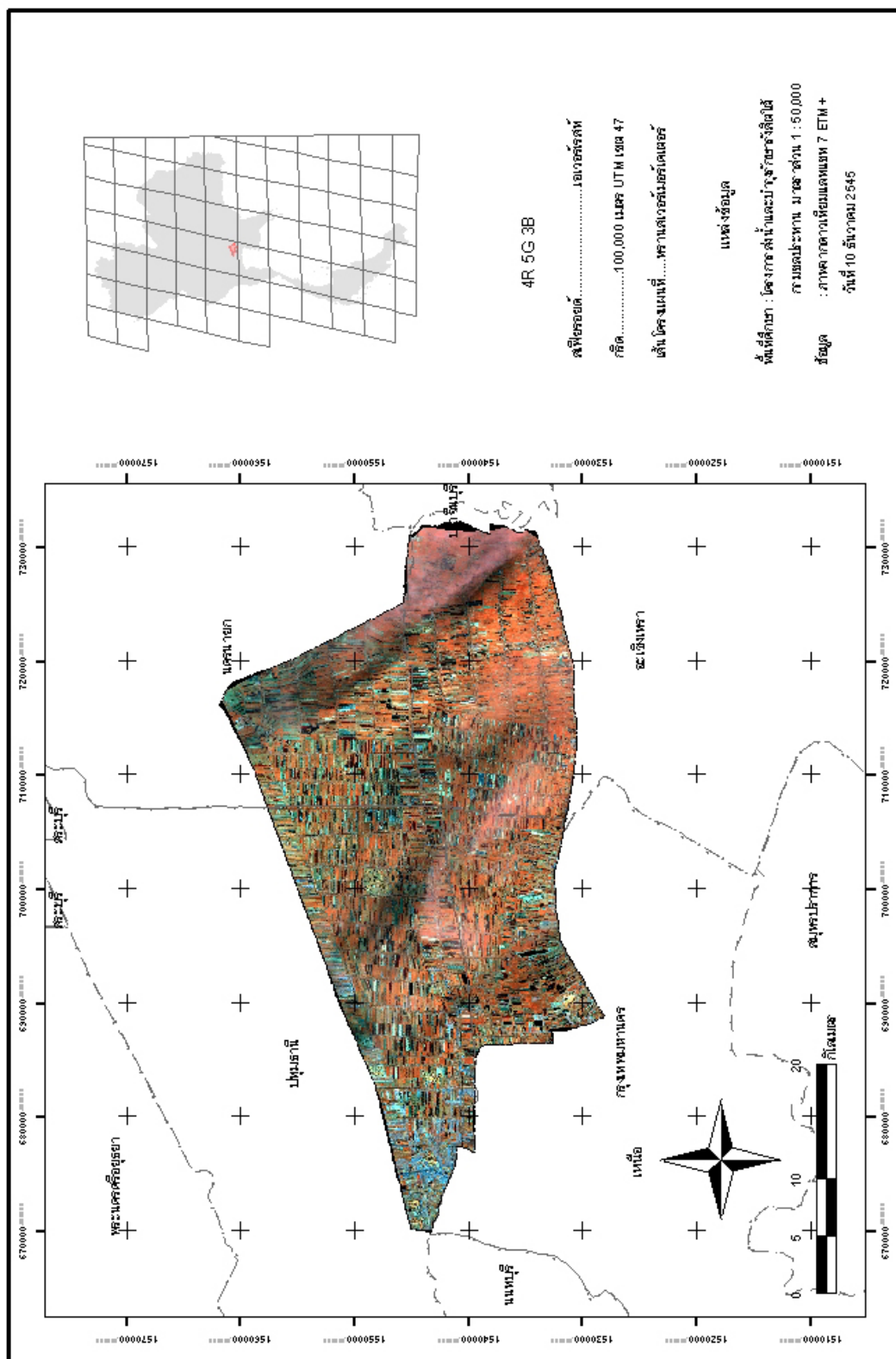
$$1. 0 \leq r^2 \leq 1$$

2. ค่า r^2 แสดงให้ทราบว่าความแปรผันที่เกิดขึ้นใน Y เป็นผลเนื่องมาจาก X ร้อยละเท่าไร

3. ยิ่งค่า r^2 ยิ่งมากหรือเข้าใกล้ 1 แสดงว่า Y และ X มีความสัมพันธ์กันมาก

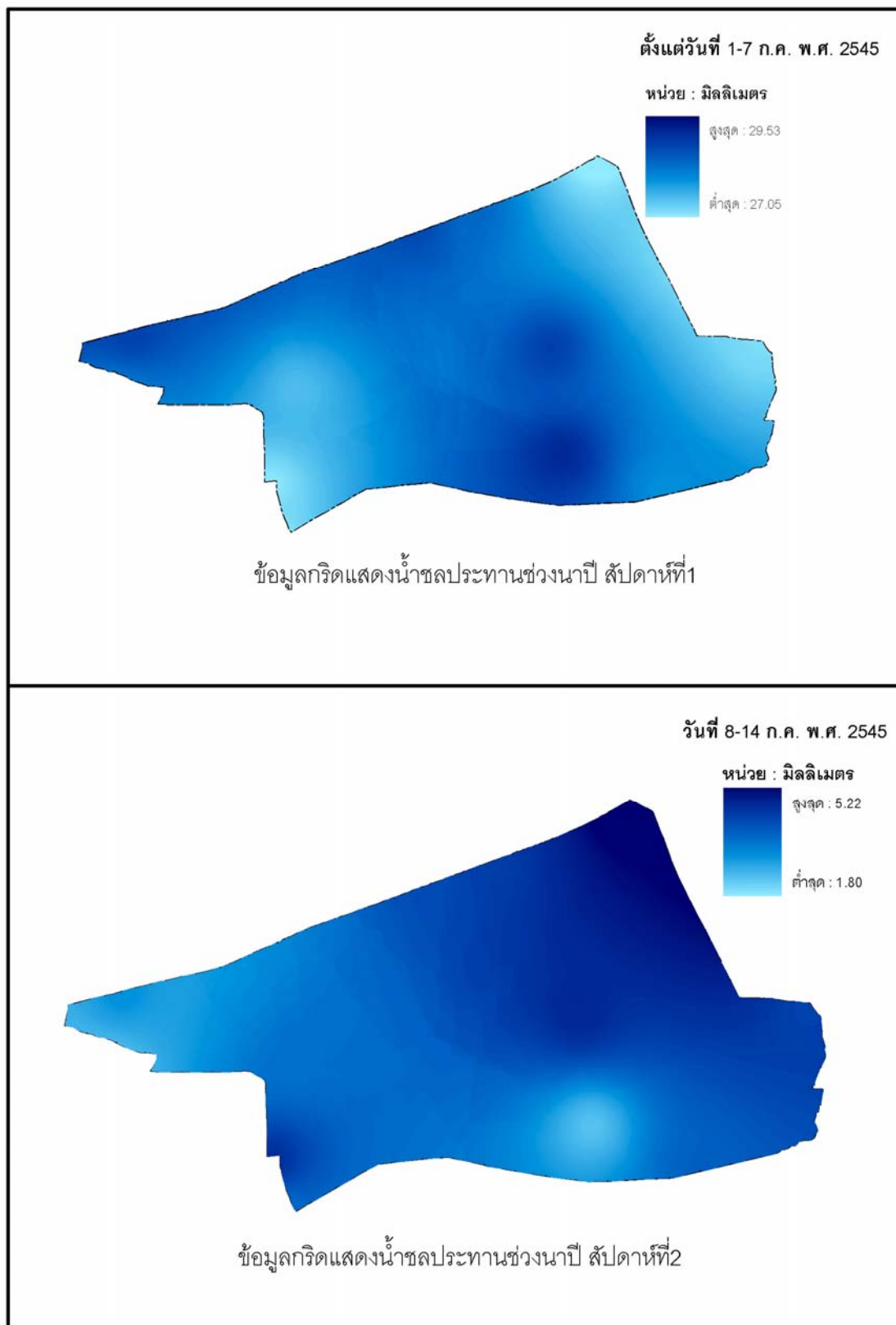
ภาคผนวก ซ

ภาพจากดาวเทียมแลนแซท (LANDSAT 7 ETM+) บริเวณพื้นที่ศึกษา

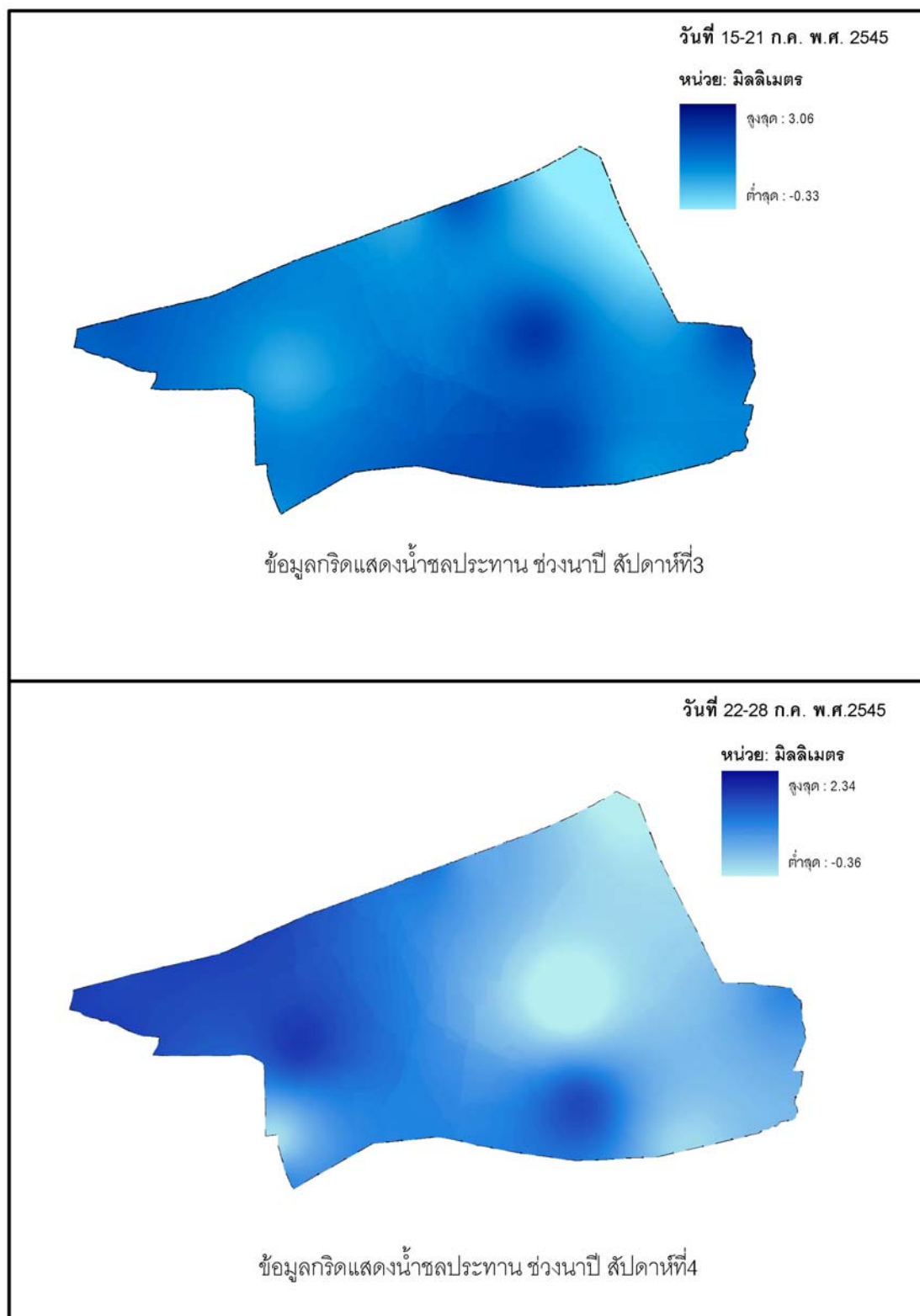


ภาพจากดาวเทียมแผนที่แสดง 7 ETM+ แสดงบริเวณพื้นที่ศึกษา

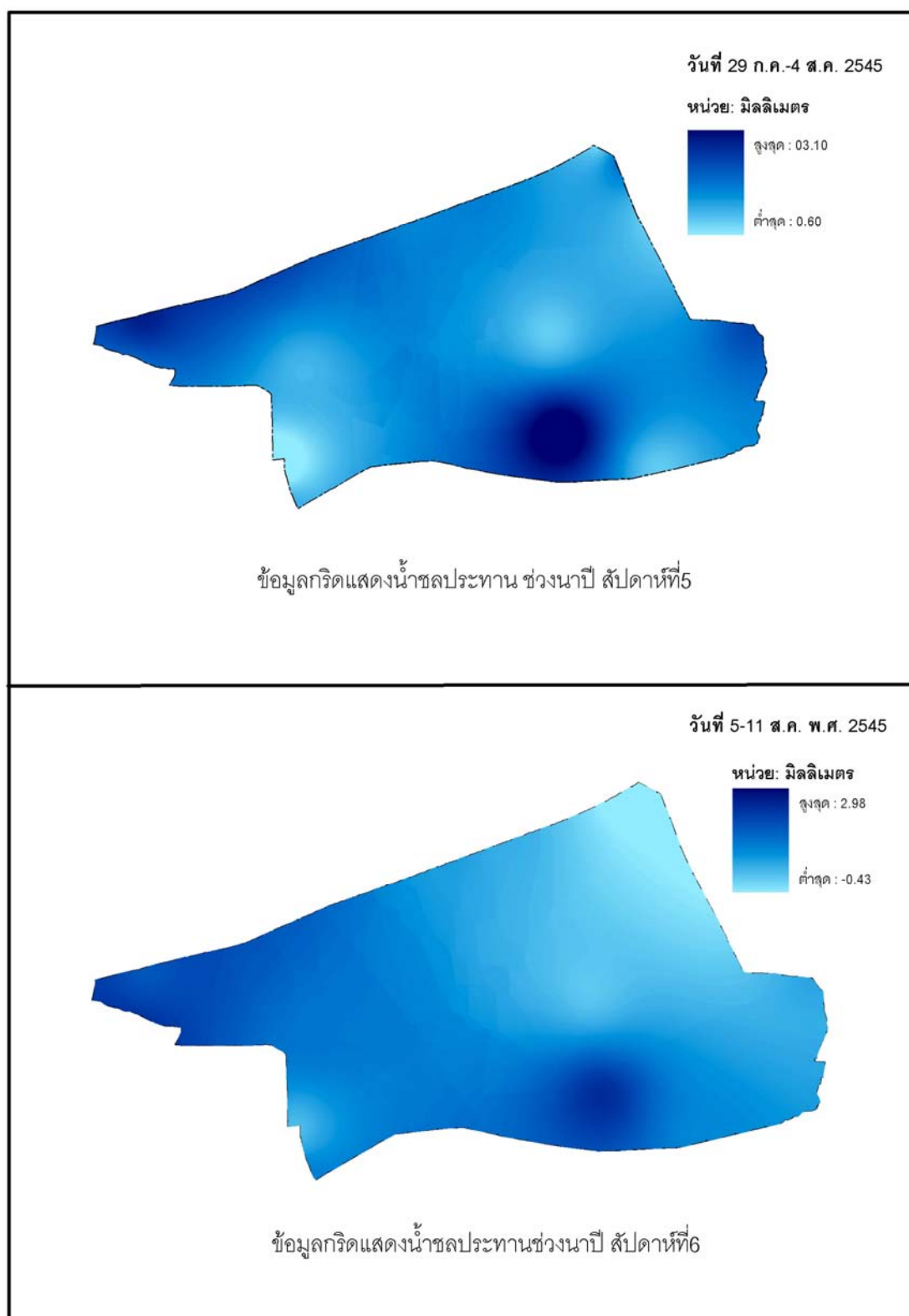
ภาคผนวก ณ
ข้อมูลกริตแสดงน้ำชลประทานช่วงนาปีและนาปรัง
แบบรายสัปดาห์ จากการศึกษา



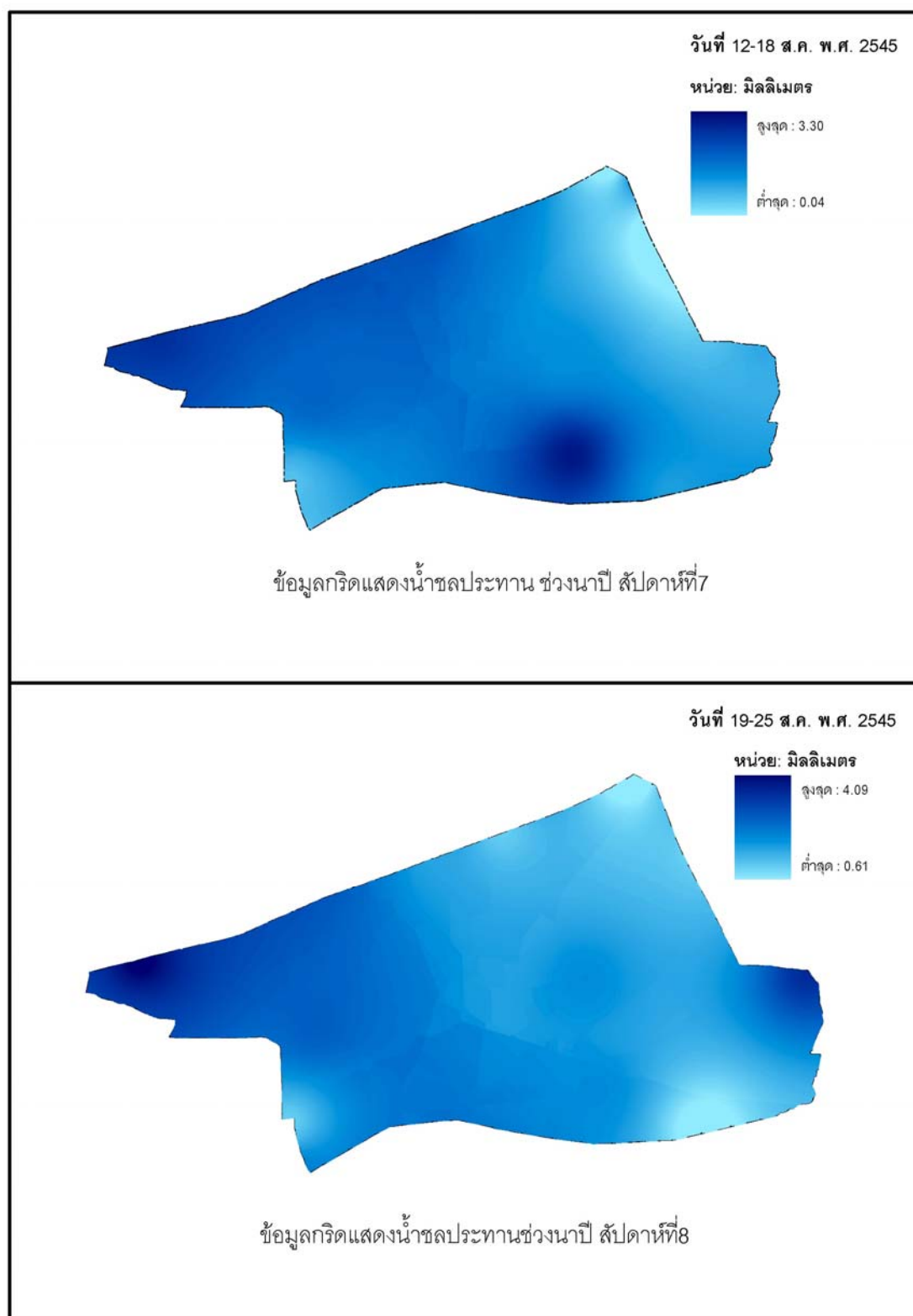
ภาพประกอบ 1 แสดงข้อมูลกริดน้ำชลประทานช่วงนาปี สัปดาห์ที่ 1-2



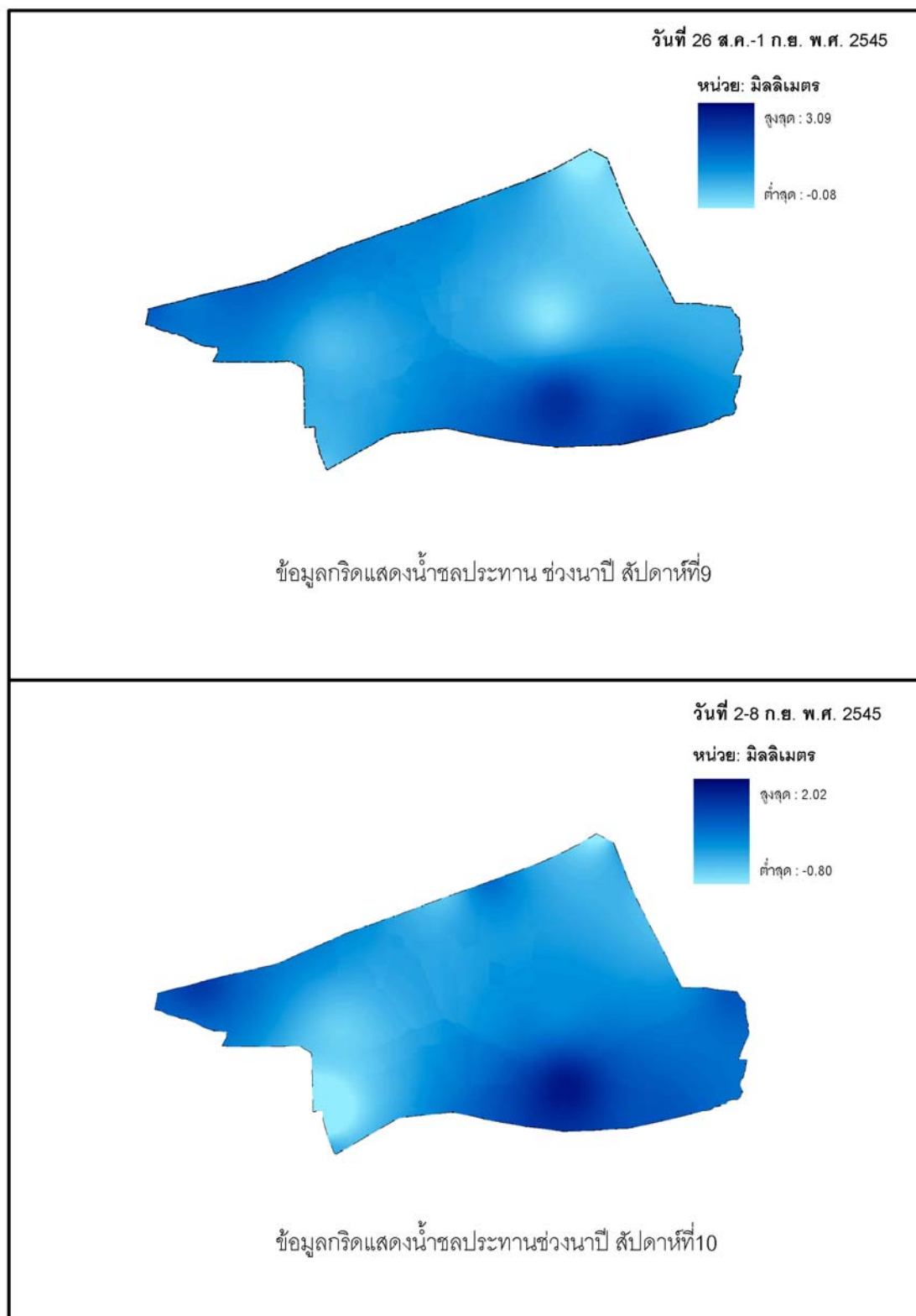
ภาพประกอบ 2 แสดงข้อมูลกริดน้ำชลประทานช่วงนาปี สัปดาห์ที่ 3-4



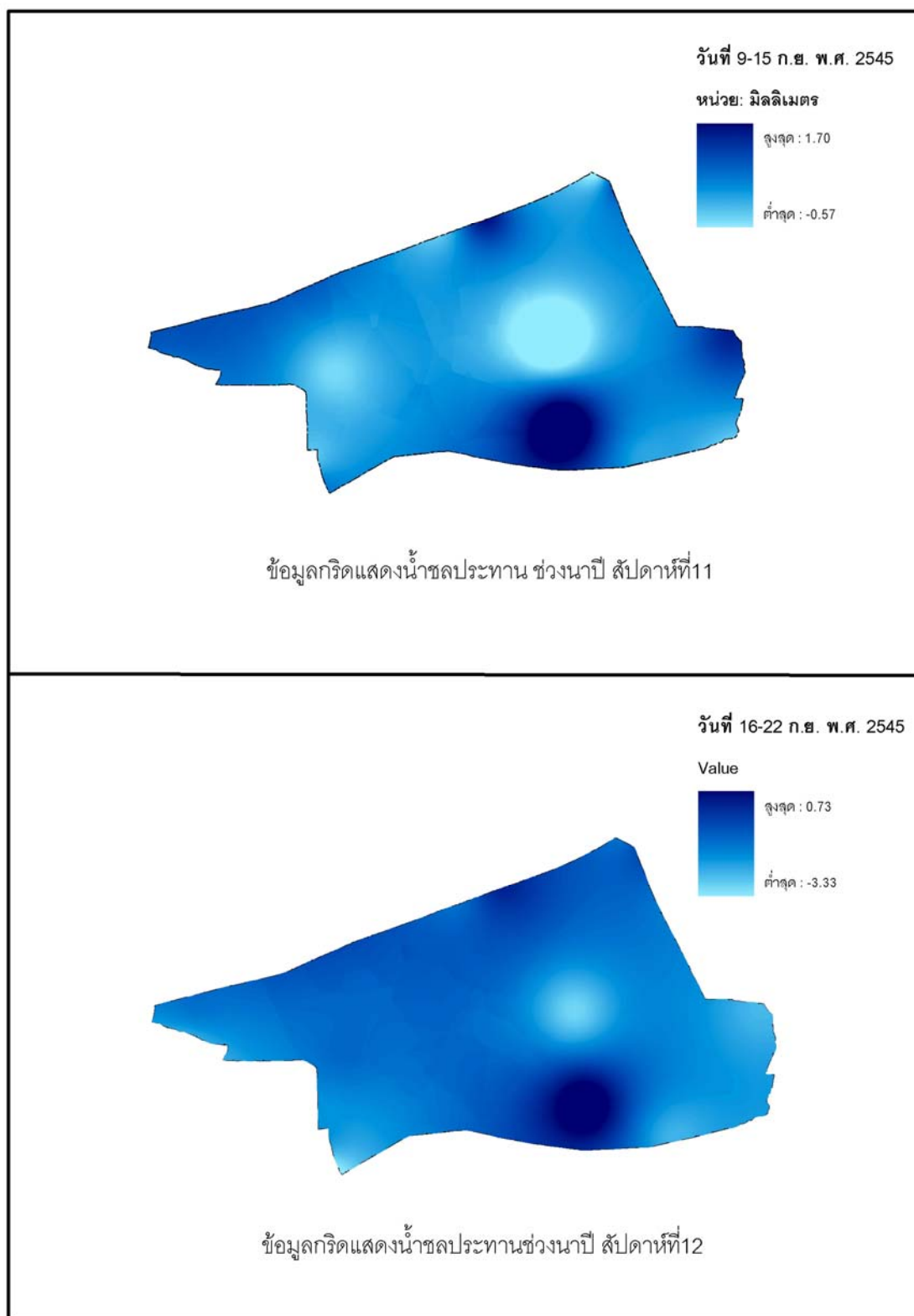
ภาพประกอบ 3 แสดงข้อมูลกริดน้ำชลประทานช่วงนาปี สัปดาห์ที่ 5-6



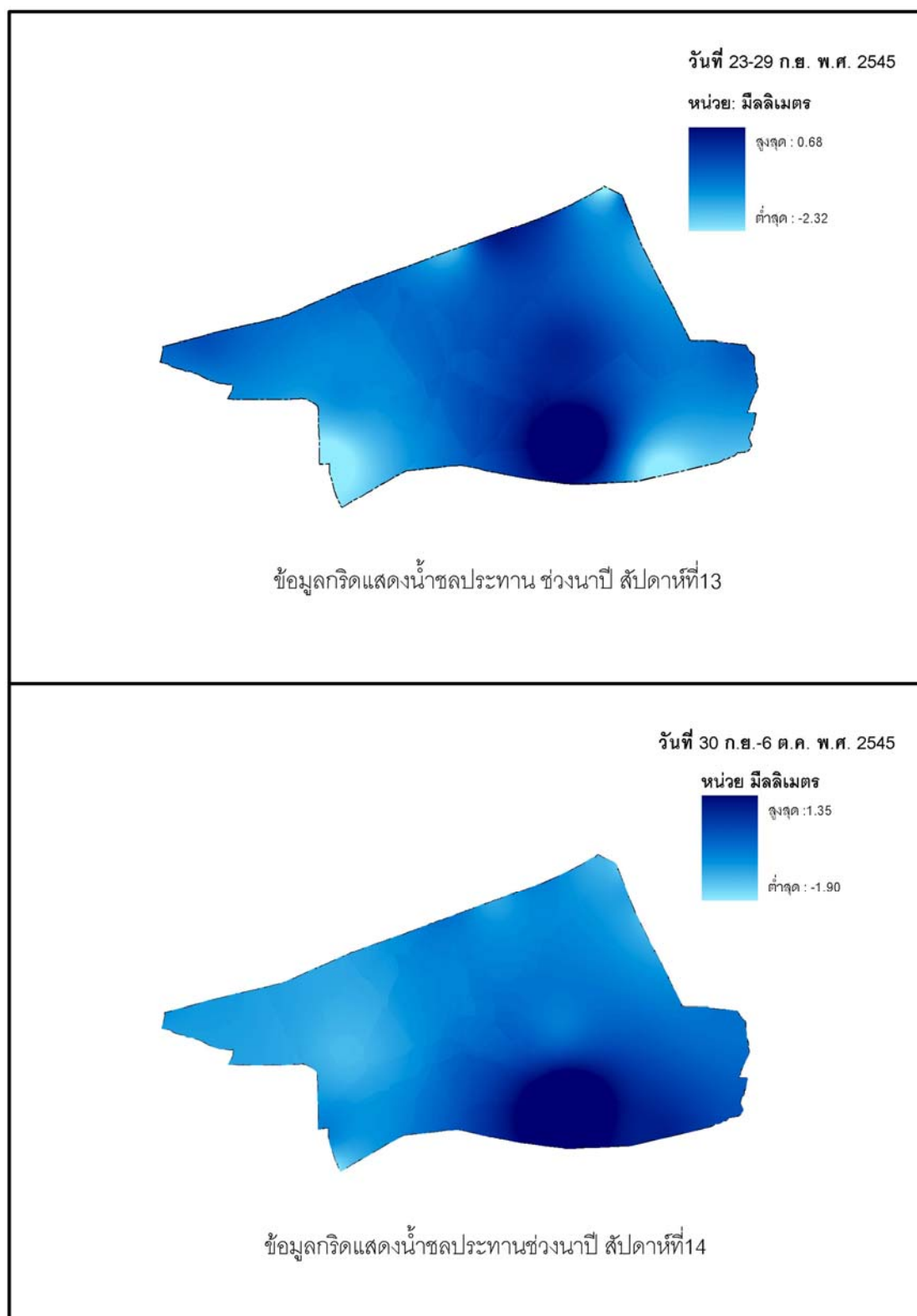
ภาพประกอบ 4 แสดงข้อมูลกริดน้ำชลประทานช่วงนาปี สัปดาห์ที่ 7-8



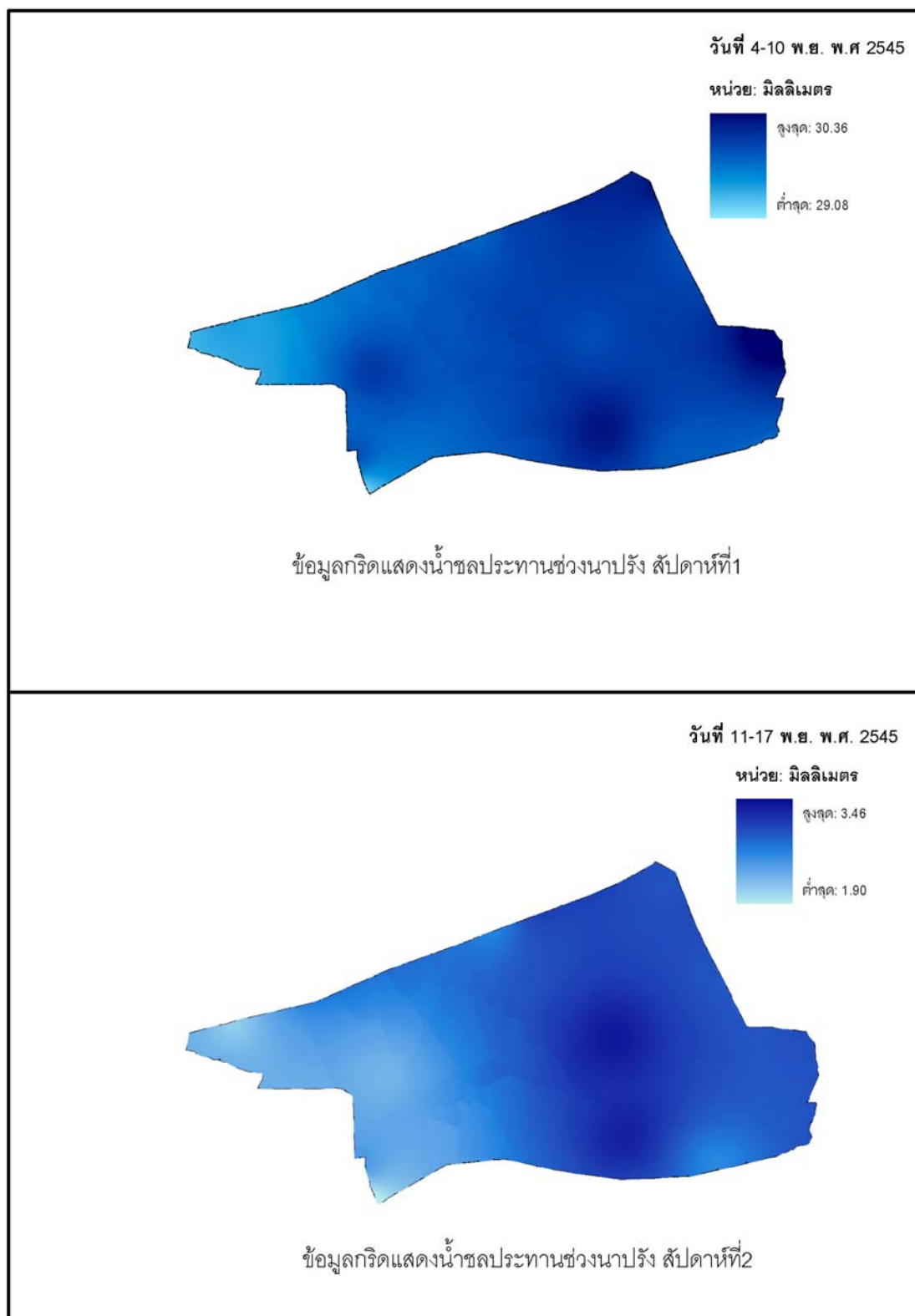
ภาพประกอบ 5 แสดงข้อมูลกริดน้ำชลประทานช่วงนาปี สัปดาห์ที่ 9-10



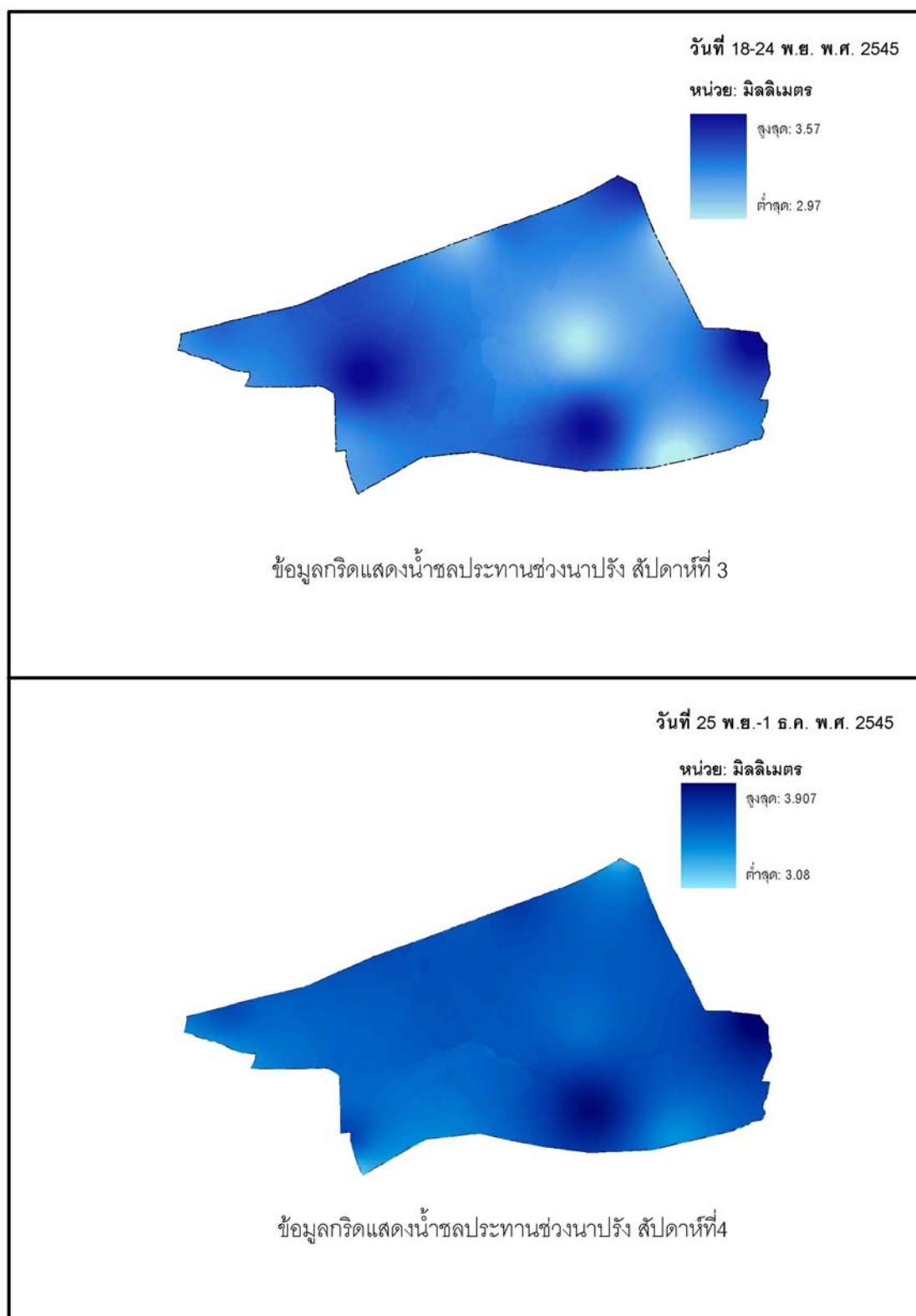
ภาพประกอบ 6 แสดงข้อมูลกริดน้ำชลประทานช่วงนาปี สัปดาห์ที่ 11-12



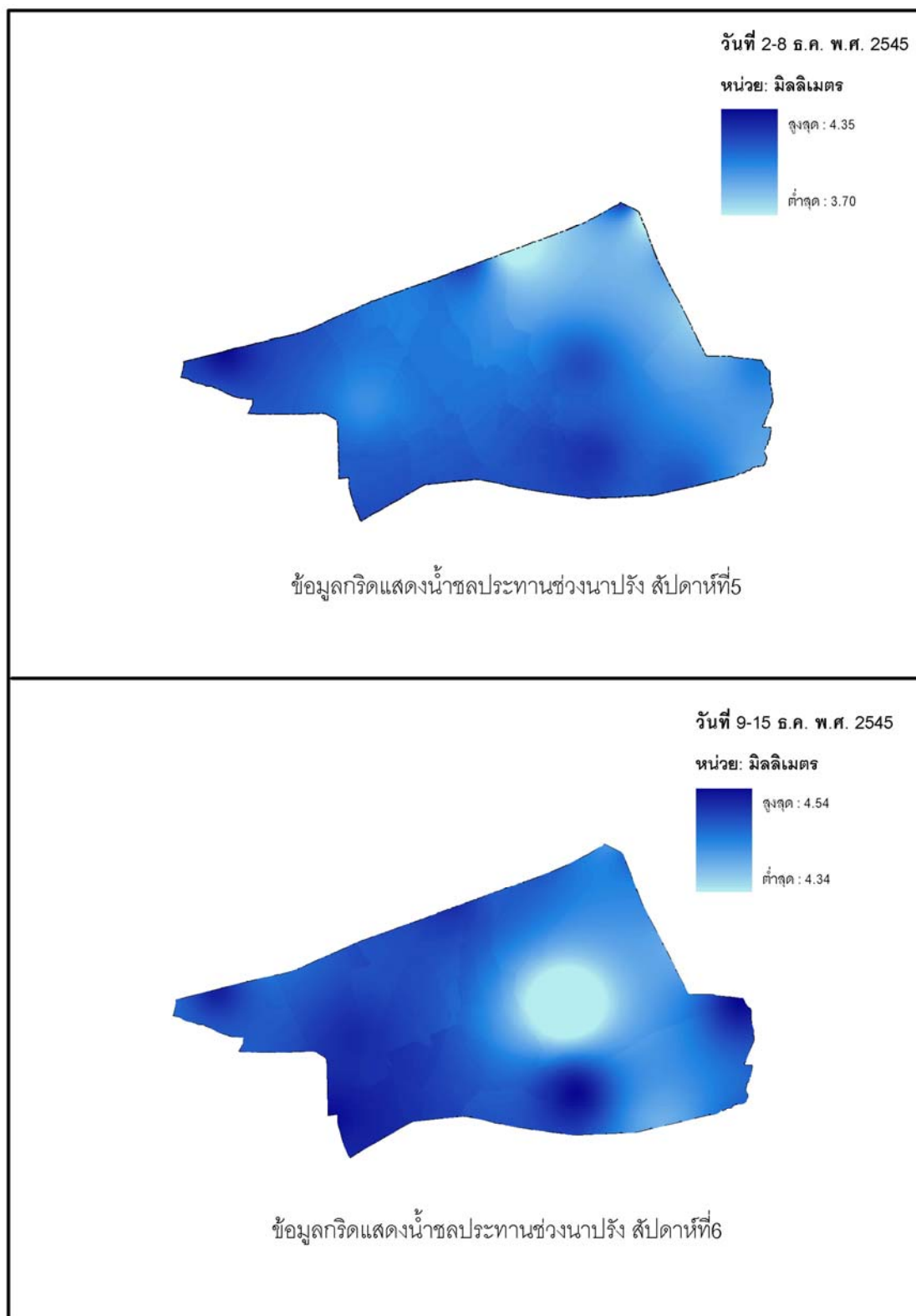
ภาพประกอบ 7 แสดงข้อมูลกริดน้ำชลประทานช่วงนาปี สัปดาห์ที่ 13-14



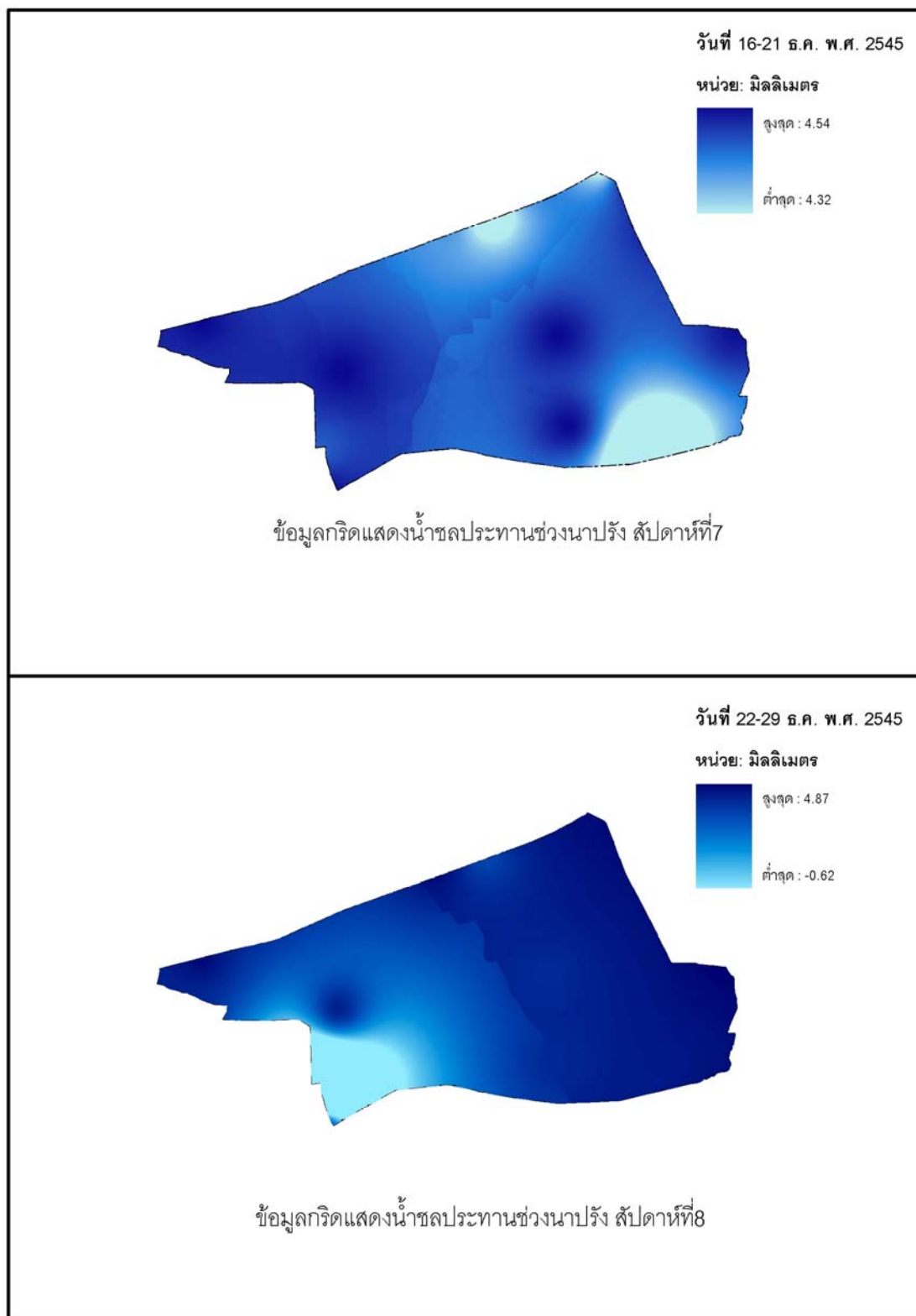
ภาพประกอบ 8 แสดงข้อมูลกริดน้ำชลประทานช่วงนาปรัง สัปดาห์ที่ 1-2



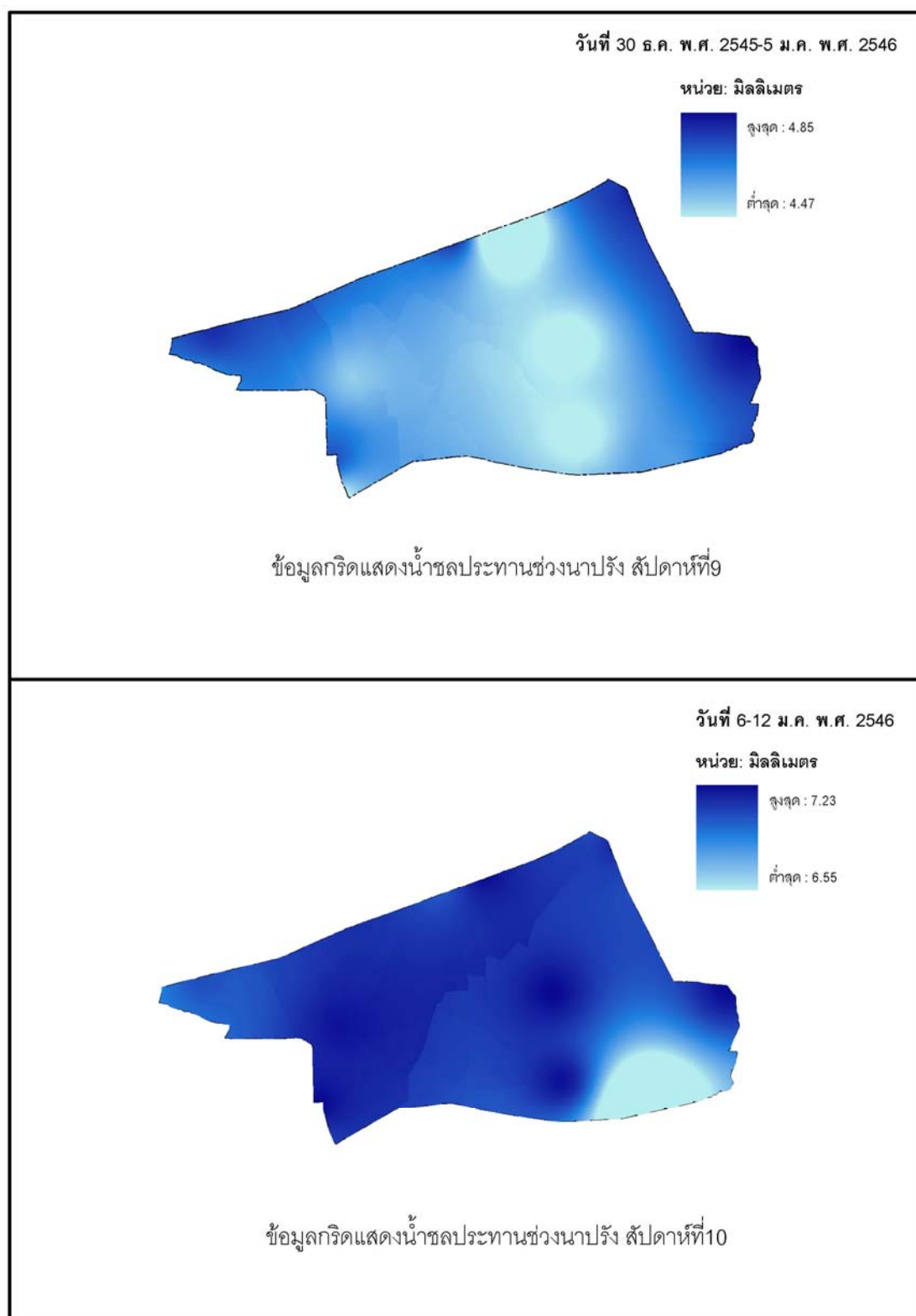
ภาพประกอบ 9 แสดงข้อมูลกริดน้ำชลประทานช่วงนาปรัง สัปดาห์ที่ 3-4



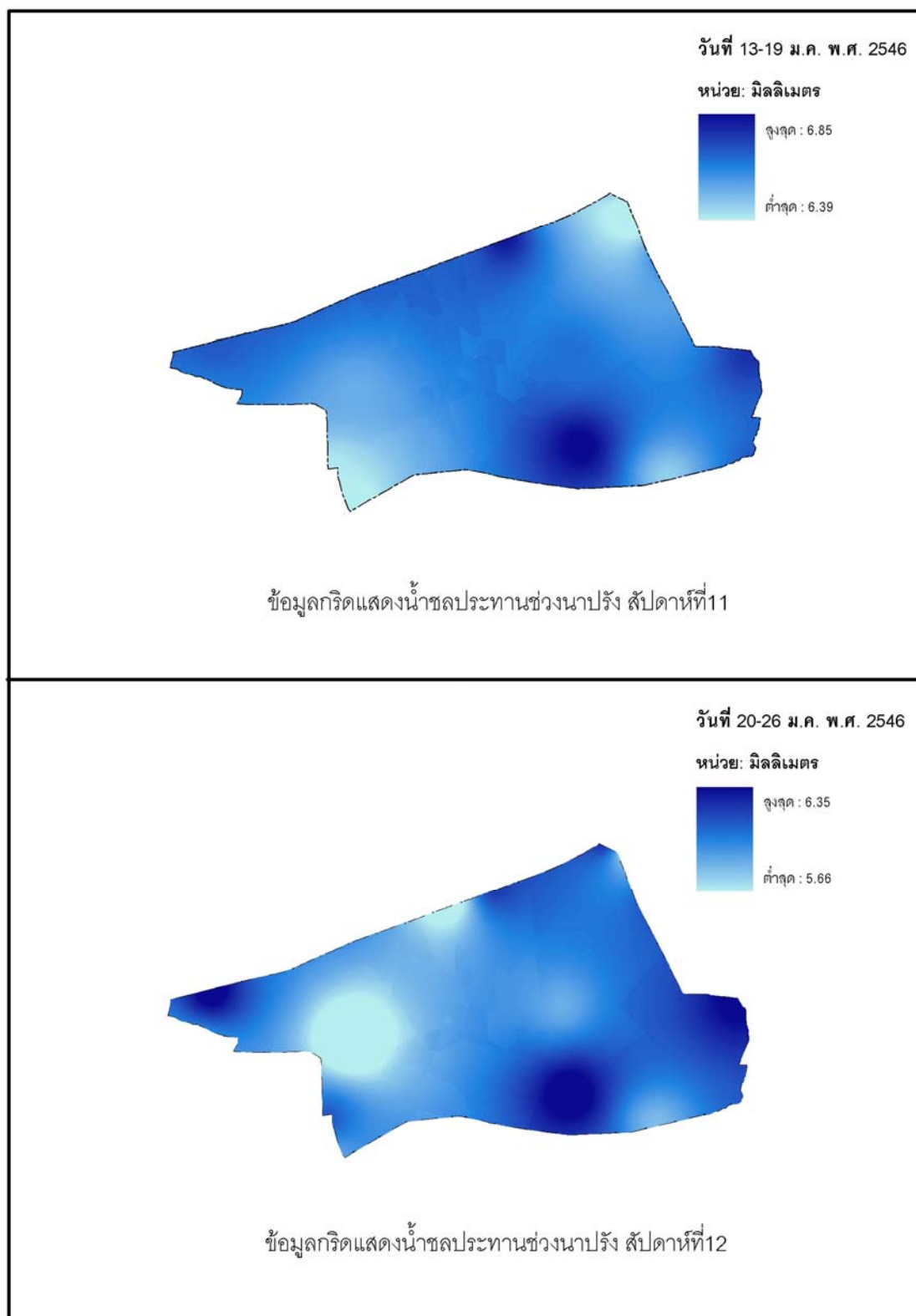
ภาพประกอบ 10 แสดงข้อมูลกริดน้ำชลประทานช่วงนาปรัง สัปดาห์ที่ 5-6



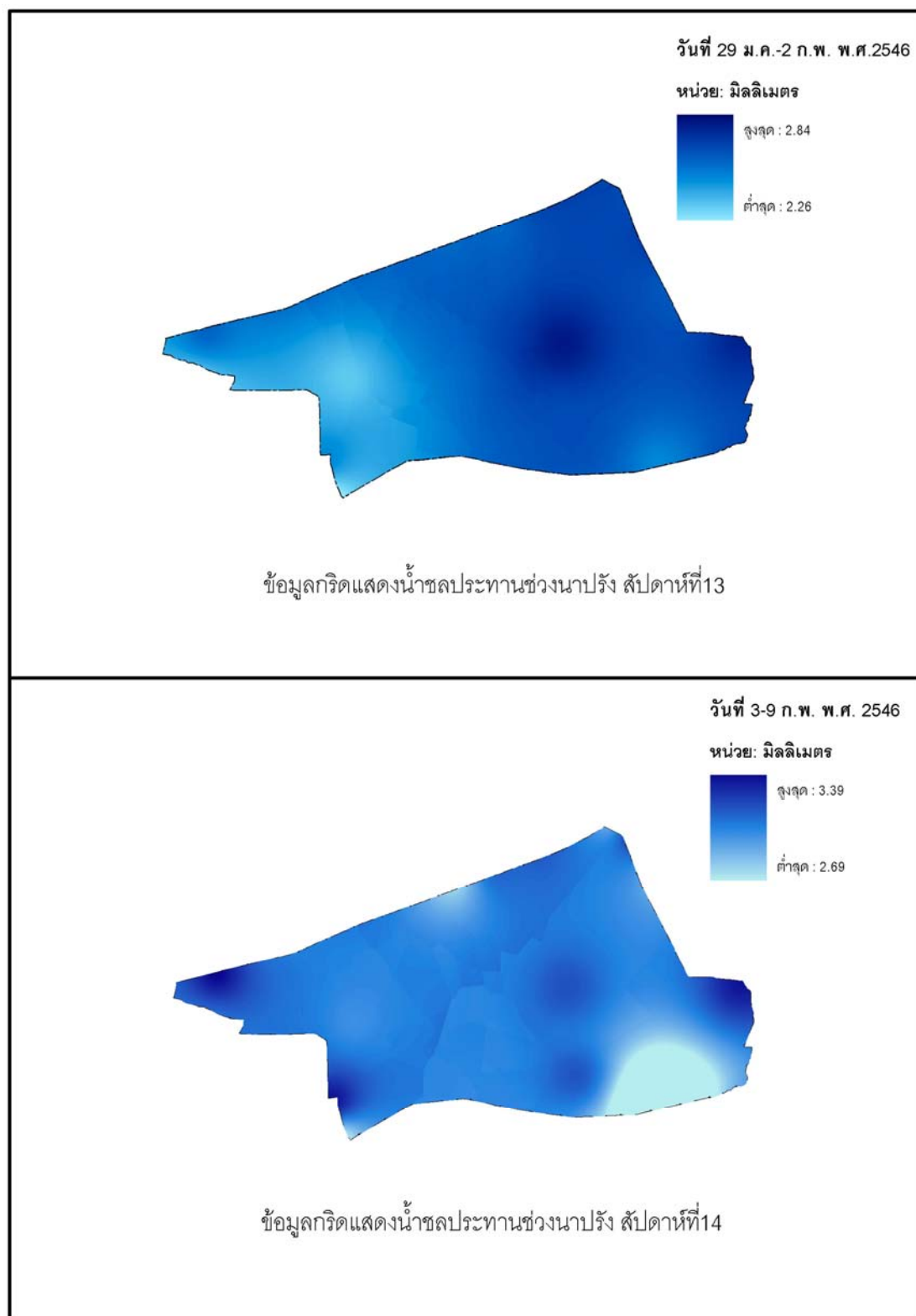
ภาพประกอบ 11 แสดงข้อมูลกริดน้ำชลประทานช่วงนาปรัง สัปดาห์ที่ 7-8



ภาพประกอบ 12 แสดงข้อมูลกริดน้ำชลประทานช่วงนาปรัง สัปดาห์ที่ 9-10



ภาพประกอบ 13 แสดงข้อมูลกริดน้ำชลประทานช่วงนาปรัง สัปดาห์ที่ 11-12



ภาพประกอบ 14 แสดงข้อมูลกริดน้ำชลประทานช่วงนาปรัง สัปดาห์ที่ 13-14

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวรุจินดา ภูระย้า
วันเดือนปีเกิด	24 เมษายน 2516
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	200/1276 หมู่ 1 ถนนติวานนท์ ตำบลบางตลาด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี 11120
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	เจ้าหน้าที่แผนกถ่ายภาพ 6 ว
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	สำนักสำรวจด้านวิศวกรรมและธรณีวิทยา กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2535	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนสาธิตมัธยมวิทยาลัยครูเพชรบุรีวิทยาสงครณ กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2539	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ภูมิศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2550	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ภูมิศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กรุงเทพมหานคร