



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการการพัฒนาระบบฐานข้อมูลและการสร้างแบบจำลอง
ความต้องการน้ำในเขตเมืองและชนบท

โดย นางสาวชฎา ณรงค์ฤทธิ์ และคณะ

30 พฤศจิกายน 2547

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการการพัฒนาาระบบฐานข้อมูล และการสร้างแบบจำลองความต้องการน้ำในเขตเมืองและชนบท

คณะผู้วิจัย

- นางสาวชฎา ณรงค์ฤทธิ์
- นายจรัญธร บุญญานุภาพ
- นางสาวสุตารัตน์ เจียมยังยืน
- นายชนินทร์ อัมพรสถิร
- นายสีใส ยี่สุนแสง

สังกัดคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

ชุดโครงการวิจัยเครือข่ายวิจัยและพัฒนาาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (ครส.)

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

คำนำ

รายงานฉบับนี้เป็นรายงานฉบับสมบูรณ์ของโครงการวิจัย "การพัฒนาระบบฐานข้อมูล และสร้างแบบจำลองความต้องการน้ำในเขตเมืองและชนบท" ซึ่งดำเนินการตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม 2545 ถึง 30 พฤศจิกายน 2547 รวมระยะการดำเนินการทั้งสิ้น 2 ปี โดยการสนับสนุนทุนวิจัยจาก เครือข่ายวิจัยและพัฒนาาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (ครส.) ของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการ วิจัย (สกว.)

เนื้อหาของรายงานแบ่งออกเป็น 8 บท ประกอบด้วยบทที่ 1 ระบบฐานข้อมูลและโครงสร้าง ข้อมูล บทที่ 2 แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงขาดน้ำ บทที่ 3 แบบจำลองสมดุลน้ำ บทที่ 4 แบบจำลองความ ต้องการน้ำเพื่อการเพาะปลูก บทที่ 5 แบบจำลองความต้องการน้ำประปา บทที่ 6 การจัดลำดับการ พัฒนาแหล่งน้ำรายตำบล บทที่ 7 โปรแกรมคำนวณ และบทที่ 8 บทสรุป

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณนักวิชาการทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะที่เป็น ประโยชน์ยิ่งต่อการวิจัย ขอขอบคุณตัวแทนจากหน่วยงานต่างๆ ที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลและ ข้อคิดเห็นที่ทำให้การวิจัยและพัฒนาเป็นไปในทิศทางที่เป็นประโยชน์แก่ผู้ใช้งานมากขึ้น

คณะผู้วิจัย

30 พฤศจิกายน 2547



สารบัญ

	หน้า
คำนำ	i
สารบัญ	ii
สารบัญตาราง	vii
สารบัญภาพ	xiv
รายงานสรุปสำหรับผู้บริหาร	xvii
บทคัดย่อ	xxxi
บทที่ ๑ ระบบฐานข้อมูลโครงสร้างข้อมูล	
1.1 บทนำ	1-1
1.2 ระบบฐานข้อมูล	
1.2.1 ประเภทข้อมูล	1-1
1.2.2 การรวบรวมข้อมูลและแหล่งข้อมูล	1-2
1.2.3 การออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูล	1-3
1.2.4 การสร้างฐานข้อมูล	1-3
1.3 ประเภทของฐานข้อมูล	1-4
1.4 โครงสร้างข้อมูลและพจนานุกรมข้อมูล	1-10
บทที่ 2 แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงขาดแคลนน้ำ	
2.1 บทนำ	
2.1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	2-1
2.1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2-3
2.1.3 ประโยชน์ของการวิจัย	2-3
2.1.4 ขอบเขตของการวิจัย	2-3
2.1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	2-4
2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.2.1 ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับความแห้งแล้ง	2-4
2.2.2 แนวคิดของสถิติจำแนกกลุ่มเพื่อการสร้างแบบจำลอง	2-11
2.3 วิธีการวิจัย	
2.3.1 ฐานข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย	2-13
2.3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	2-14
2.3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	2-14
2.4 ผลการวิเคราะห์พื้นที่และหมู่บ้านเสี่ยงแล้ง	
2.4.1 การสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงแล้งด้วยวิธีผู้เชี่ยวชาญ	2-20
2.4.2 การสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงแล้งด้วยวิธีสถิติการจำแนกกลุ่ม	2-20

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.3 การตรวจสอบความถูกต้อง	2-38
2.4.4 การประเมินเนื้อหาที่ทำการเกษตรที่เสี่ยงขาดแคลนน้ำ	2-40
2.4.5 การประเมินหมู่บ้านเสี่ยงขาดแคลนน้ำด้านการอุปโภคบริโภค	2-41
2.5 การศึกษาพื้นที่เสี่ยงแล้งจากแบบสัมภาษณ์	
2.5.1 ข้อมูลประชากร	2-46
2.5.2 ข้อมูลครัวเรือน	2-46
2.5.3 ข้อมูลสภาพแวดล้อมของหมู่บ้าน	2-53
2.5.4 การใช้น้ำตามวัตถุประสงค์	2-55
2.5.5 ข้อมูลการขาดแคลนน้ำ	2-75
2.5.6 ผลกระทบจากการขาดแคลนน้ำ	2-84
2.5.7 การบรรเทาปัญหาขาดแคลนน้ำ	2-88
2.6 การศึกษาแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการพื้นที่เสี่ยงขาดแคลนน้ำ	
2.6.1 แนวทางการจัดการปัจจัยด้านน้ำฝน	2-93
2.6.2 แนวทางการจัดการปัจจัยด้านศักยภาพน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำ	2-94
2.6.3 แนวทางการจัดการปัจจัยด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ	2-95
2.6.4 แนวทางการจัดการปัจจัยด้านภูมิประเทศและดิน	2-96
บทที่ 3 แบบจำลองสมมูลน้ำ	
3.1 บทนำ	
3.1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	3-1
3.1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3-2
3.1.3 ประโยชน์ของการวิจัย	3-2
3.1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3-2
3.1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	3-3
3.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
3.2.1 ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับวัฏจักรน้ำ	3-4
3.2.2 น้ำในรูปแบบต่างๆ ของวัฏจักรน้ำ	3-6
3.3 วิธีการวิจัย	
3.3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย	3-15
3.3.2 การจัดเตรียมข้อมูล	3-15
3.3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	3-16

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4	ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสมดุลน้ำ	
3.4.1	ปริมาณน้ำฝนและปริมาณการระเหย	3-21
3.4.2	ปริมาณน้ำท่า	3-25
3.4.3	ปริมาณการซึมทั้งหมด	3-31
3.4.4	ปริมาณการซึมลึก	3-32
3.4.5	ปริมาณน้ำในดิน	3-36
3.4.6	แบบจำลองสมดุลน้ำ	3-48
3.4.7	สรุปผลการศึกษาแบบจำลองสมดุลน้ำ	3-52
บทที่ 4	แบบจำลองความต้องการน้ำเพื่อการเพาะปลูก	
4.1	บทนำ	
4.1.1	ที่มาและความสำคัญของปัญหา	4-1
4.1.2	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4-2
4.1.3	ประโยชน์ของการวิจัย	4-3
4.1.4	ขอบเขตของการวิจัย	4-3
4.1.5	นิยามศัพท์เฉพาะ	4-3
4.2	ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
4.2.1	การส่งน้ำชลประทาน	4-3
4.2.2	ปริมาณน้ำที่จะต้องจัดหามาให้แก่พืช	4-7
4.2.3	ฝนใช้การ	4-10
4.2.4	ความหมายของประสิทธิภาพการชลประทาน	4-13
4.2.5	ประสิทธิภาพการชลประทาน	4-15
4.3	วิธีการ	
4.3.1	ฐานข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย	4-18
4.3.2	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	4-19
4.3.3	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	4-19
4.4	ผลการศึกษา	
4.4.1	การประเมินน้ำในดินเพื่อจัดปฏิทินที่เหมาะสมต่อการปลูกพืช	4-23
4.4.2	ข้อมูลทั่วไปและปริมาณฝนใช้การในโครงการฯ พลายชุมพล	4-61
4.4.3	อุปสงค์น้ำชลประทานและประสิทธิภาพการชลประทาน	4-64
4.4.4	การประเมินสถานการณ์อุปสงค์น้ำชลประทาน	4-69
4.4.5	ปัจจัยที่มีผลต่ออุปสงค์น้ำชลประทาน	4-94



สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 แบบจำลองความต้องการน้ำประปา

5.1	การสร้างแบบจำลองความต้องการน้ำประปาในเขตเทศบาลพิษณุโลก	
5.1.1	บทนำ	5-1
5.1.2	วัตถุประสงค์	5-2
5.1.3	ประโยชน์ที่ได้รับ	5-2
5.1.4	ขอบเขตของการวิจัย	5-3
5.1.5	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	5-4
5.1.6	ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์เชิงพื้นที่	5-5
5.1.7	การวิเคราะห์ข้อมูล	5-6
5.1.8	การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความต้องการน้ำประปา	5-10
5.1.9	การสร้างแบบจำลองความต้องการน้ำประปา	5-10
5.1.10	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	5-12
5.2	การประมาณความต้องการน้ำประปาในเขตเมืองของจังหวัดพิษณุโลกและอุตรดิตถ์	
5.2.1	ที่มาและความสำคัญของปัญหา	5-66
5.2.2	วัตถุประสงค์	5-66
5.2.3	ประโยชน์ที่ได้รับ	5-66
5.2.4	ขอบเขตของการวิจัย	5-66
5.2.5	ข้อมูลและวิธีการวิเคราะห์	5-67
5.2.6	ผลการวิเคราะห์	5-68

บทที่ 6 การจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำรายตำบล

6.1	บทนำ	
6.1.1	ที่มาและความสำคัญของปัญหา	6-1
6.1.2	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	6-2
6.1.3	ขอบเขตของการวิจัย	6-2
6.1.4	นิยามศัพท์เฉพาะ	6-4
6.2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6-5
6.3	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	6-15

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

6.4	วิธีดำเนินการ	
6.4.1	การเก็บรวบรวมข้อมูล	6-15
6.4.2	การออกแบบข้อมูล	6-17
6.4.3	การวิเคราะห์ข้อมูล	6-17
6.4.4	การจัดทำแผนที่ลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำ	6-28
6.5	ผลการวิเคราะห์	
6.5.1	ดัชนีอุปสงค์	6-30
6.5.2	ดัชนีอุปทาน	6-50
6.5.3	ผลการวิเคราะห์การลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบล	6-62
6.6	สรุปผลการวิจัย	6-74
บทที่ 7 การพัฒนาโปรแกรม “น่านาน”		
7.1	บทนำ	7-1
7.2	การติดตั้งโปรแกรม Namnan	7-1
7.3	โมดูลต่างๆในโปรแกรม Namnan	7-3
7.4	การเรียกใช้โมดูลในโปรแกรม Namnan	
7.4.1	การเรียกใช้โมดูล DROUGHT	7-4
7.4.2	การเรียกใช้โมดูล WATBUD	7-8
7.4.3	การเรียกใช้โมดูล CROPWAT	7-12
7.4.4	การเรียกใช้โมดูล URBWAT	7-16
7.4.5	การเรียกใช้โมดูล WATMAN	7-17
7.4.6	การเรียกใช้โมดูล WATDEM	7-19
บทที่ 8 บทสรุป		8-1
เอกสารอ้างอิงและบรรณานุกรม		บ-1
ภาคผนวก		ผ-1

สารบัญตาราง

		หน้า
ตาราง 2-1	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรหลายตัวในขนาดพื้นที่ที่ต่างกัน	2-18
ตาราง 2-2	เกณฑ์การจัดระดับการขาดแคลนน้ำของหมู่บ้านที่ได้จากข้อมูล กชช. 2 ค	2-19
ตาราง 2-3	ช่วงค่าตัวแปร ค่าคะแนนตัวแปร และค่าถ่วงน้ำหนักตัวแปร แบบอ้างอิงมาจากผู้เชี่ยวชาญ	2-22
ตาราง 2-4	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามระดับเสียงแล้ง โดยสถิติการจำแนกกลุ่ม	2-33
ตาราง 2-5	เปรียบเทียบช่วงค่าตัวแปรตามระดับคะแนนตัวแปร ที่ใช้ในการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งตามวิธีการประเมินโดยระบบผู้เชี่ยวชาญและการใช้สถิติการจำแนกกลุ่ม	2-34
ตาราง 2-6	ความถูกต้องของแผนที่เสียงแล้งเทียบกับข้อมูล กชช.2ค	2-39
ตาราง 2-7	ความถูกต้องของแผนที่เสียงแล้งเทียบกับข้อมูลแบบสัมภาษณ์	2-39
ตาราง 2-8	เนื้อที่เสี่ยงภัยแล้งจำแนกตามประเภทการใช้ที่ดินวิเคราะห์โดยสถิติการจำแนกกลุ่ม	2-40
ตาราง 2-9	เปรียบเทียบการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงแล้งด้วยวิธีผู้เชี่ยวชาญและสถิติจำแนกกลุ่ม	2-40
ตาราง 2-10	ความถูกต้องของหมู่บ้านเสี่ยงขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภค โดยใช้ข้อมูล กชช. 2 ค ปี 2537, 2539, 2542 และ 2544 เทียบกับการตรวจสอบภาคสนามโดยใช้แบบสัมภาษณ์	2-45
ตาราง 2-11	ความถูกต้องของหมู่บ้านเสี่ยงขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภค โดยใช้ข้อมูล กชช. 2 ค ปี 2544 เทียบกับการตรวจสอบภาคสนามโดยใช้แบบสัมภาษณ์	2-45
ตาราง 2-12	ลักษณะประชากร	2-46
ตาราง 2-13	ข้อมูลครัวเรือน	2-47
ตาราง 2-14	อุปกรณ์เครื่องใช้ และลักษณะนิสัยของครัวเรือน	2-50
ตาราง 2-15	การเก็บสำรวจน้ำใช้ของครัวเรือน	2-52
ตาราง 2-16	ข้อมูลสภาพแวดล้อมของหมู่บ้าน	2-54
ตาราง 2-17	การใช้น้ำตามวัตถุประสงค์	2-55
ตาราง 2-18	การใช้น้ำดื่มบรรจุขวดหรือเกลลอน	2-56
ตาราง 2-19	การใช้น้ำประปา	2-59
ตาราง 2-20	การใช้น้ำฝน	2-63
ตาราง 2-21	การใช้น้ำบาดาล	2-66
ตาราง 2-22	การใช้น้ำจากโครงการชลประทาน	2-69
ตาราง 2-23	การใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดินสาธารณะ	2-73
ตาราง 2-24	ข้อมูลการขาดแคลนน้ำ	2-76
ตาราง 2-25	การขาดแคลนน้ำดื่ม	2-77



สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
ตาราง 2-26	การขาดแคลนน้ำใช้ในครัวเรือน	2-78
ตาราง 2-27	การขาดแคลนน้ำด้านการเกษตร	2-80
ตาราง 2-28	ภาวะการณ์ประสบการขาดแคลนน้ำ	2-82
ตาราง 2-29	ความถี่ในการประสบภาวะขาดแคลนน้ำ	2-84
ตาราง 2-30	ผลกระทบจากการขาดแคลนน้ำดื่ม น้ำใช้ในครัวเรือน น้ำใช้ด้านการเกษตร	2-85
ตาราง 2-31	ผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม	2-86
ตาราง 2-32	ผลการวิเคราะห์ Cross Tab ปัญหาภาวะขาดแคลนน้ำ	2-88
ตาราง 3-1	ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการในการคำนวณสัมประสิทธิ์น้ำท่า	3-17
ตาราง 3-2	ค่า CN แบ่งตามเนื้อดินและสิ่งปกคลุมดิน	3-18
ตาราง 3-3	ค่าการปรับแก้ปริมาณการซึมลึกของสถาบัน ITC และ กรมชลประทาน	3-19
ตาราง 3-4	สัมประสิทธิ์ความพรุนของดินแต่ละชนิด	3-20
ตาราง 3-5	แบบจำลองน้ำในดินที่คำนวณตามลักษณะการซึมลึก	3-21
ตาราง 3-6	ปริมาณน้ำฝน ปริมาณการระเหยจากผิวดิน และปริมาณการระเหยจริงที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	3-24
ตาราง 3-7	เนื้อที่ตามประเภทความลาดชันของพื้นที่	3-26
ตาราง 3-8	ปริมาณน้ำท่า	3-28
ตาราง 3-9	ปริมาณการซึมรายสัปดาห์	3-31
ตาราง 3-10	ตัวอย่างสัปดาห์ที่แสดงปริมาณการซึมลึกที่คิดเป็นร้อยละของน้ำฝนที่เกิดขึ้น	3-34
ตาราง 3-11	ปริมาณการซึมลึก	3-35
ตาราง 3-12	ปริมาณน้ำในดิน	3-38
ตาราง 3-13	การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง	3-39
ตาราง 3-14	ปริมาณน้ำในดินของจังหวัดพิษณุโลก	3-44
ตาราง 3-15	ปริมาณน้ำในดินของจังหวัดอุตรดิตถ์	3-45
ตาราง 3-16	สมมูลน้ำของจังหวัดพิษณุโลก	3-48
ตาราง 3-17	สมมูลน้ำของจังหวัดอุตรดิตถ์	3-50
ตาราง 4-1	ปริมาณการใช้น้ำของพืช	4-20
ตาราง 4-2	แสดงค่าฝนใช้การเมื่อทราบปริมาณฝนทั้งหมด	4-21
ตาราง 4-3	การกระจายของปริมาณน้ำในดินสะสมในพื้นที่เพาะปลูกสัปดาห์ต่าง ๆ	4-26
ตาราง 4-4	ความเหมาะสมของน้ำในดินต่อพื้นที่การปลูกพืชจังหวัดพิษณุโลก	4-37
ตาราง 4-5	ความเหมาะสมของน้ำในดินต่อพื้นที่การปลูกพืชจังหวัดอุตรดิตถ์	4-38



สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตาราง 4-6	เนื้อที่ของดินที่เหมาะสมต่อการปลูกพืช	4-44
ตาราง 4-7	ลักษณะความเหมาะสมของน้ำในดินและดินต่อการปลูกพืช	4-45
ตาราง 4-8	เนื้อที่ของประเภทความเหมาะสมของน้ำในดินและดินต่อการปลูกพืช จ. พิษณุโลก	4-48
ตาราง 4-9	เนื้อที่ของประเภทความเหมาะสมของน้ำในดินและดินต่อการปลูกพืช จ. อุตรดิตถ์	4-52
ตาราง 4-10	แผนและผลการเพาะปลูกพืชฤดูฝนและฤดูแล้ง ปี 2540 - 2545 โครงการส่งน้ำและ บำรุงรักษาพลายชุมพล สำนักชลประทานที่ 3	4-61
ตาราง 4-11	ปฏิทินการเพาะปลูกพืชในเขตพื้นที่โครงการฯ พลายชุมพล	4-63
ตาราง 4-12	ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานสุทธิตามทฤษฎีในช่วงฤดูฝน	4-65
ตาราง 4-13	ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานสุทธิตามทฤษฎีในช่วงฤดูแล้ง	4-67
ตาราง 4-14	ข้อมูลของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์	4-69
ตาราง 4-15	ร้อยละของเกษตรกรจำแนกตามรายได้ของครัวเรือนเกษตรกร	4-71
ตาราง 4-16	ร้อยละของเกษตรกรจำแนกตามพื้นที่ทำนาปี และนาปรังในเขตชลประทาน	4-72
ตาราง 4-17	ร้อยละของเกษตรกรจำแนกตามจำนวนครั้งในการทำนาปีในรอบ 1 ปี	4-73
ตาราง 4-18	ร้อยละของเกษตรกรจำแนกตามปริมาณผลผลิตเฉลี่ยที่ได้จากการทำนาปรัง 1 ครั้ง	4-73
ตาราง 4-19	ร้อยละของเกษตรกรจำแนกตามการใช้ปุ๋ย	4-73
ตาราง 4-20	ร้อยละของเกษตรกรจำแนกตามสาเหตุที่ทำให้ผลผลิตตกต่ำ	4-73
ตาราง 4-21	องค์กรผู้ใช้น้ำชลประทานที่ขึ้นทะเบียนหรือขึ้นบัญชีโครงการชลประทาน	4-74
ตาราง 4-22	แหล่งน้ำที่ใช้ของแต่ละองค์กรผู้ใช้น้ำ	4-75
ตาราง 4-23	สถานภาพการเป็นสมาชิก สภาพการรวมกลุ่ม และการเข้าร่วมกิจกรรมของผู้ใช้น้ำ	4-77
ตาราง 4-24	ร้อยละของครัวเรือนจำแนกตามการใช้ น้ำจากแหล่งน้ำอื่นเพื่อการเพาะปลูก	4-79
ตาราง 4-25	ร้อยละของครัวเรือนจำแนกตามสาเหตุที่ต้องสูบน้ำจากแหล่งอื่น	4-79
ตาราง 4-26	ร้อยละของครัวเรือนจำแนกตามการได้รับการจัดสรรน้ำและการประสบปัญหาการใช้ น้ำชลประทาน	4-80
ตาราง 4-27	ผลผลิต พื้นที่เก็บเกี่ยว พื้นที่เพาะปลูก และอัตราการใช้ปุ๋ย	4-81
ตาราง 4-28	ร้อยละของครัวเรือนที่มีการใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ร่วมกับปุ๋ยธรรมชาติ	4-84
ตาราง 4-29	สถานภาพเศรษฐกิจของครัวเรือนเกษตรกรแยกตามรายคลอง	4-85
ตาราง 4-30	ประเภทการมีส่วนร่วมของครัวเรือนเกษตรกรแยกตามรายคลอง	4-86
ตาราง 4-31	ร้อยละของผู้ประสบปัญหาด้านอุปสงค์น้ำ 1	4-87
ตาราง 4-32	ร้อยละของผู้ประสบปัญหาด้านอุปสงค์น้ำ 2	4-88
ตาราง 4-33	สาเหตุของการประสบปัญหาในการใช้น้ำชลประทาน	4-88

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตาราง 4-34	ปัจจัยด้านอุปสงค์น้ำจำแนกรายคลอง	4-89
ตาราง 4-35	ร้อยละของการใช้น้ำวิทยาศาสตร์ร่วมกับนิยธรรมชาติ	4-89
ตาราง 4-36	ร้อยละของผู้ประสบปัญหาด้านอุปสงค์น้ำ 1	4-92
ตาราง 4-37	ร้อยละของผู้ประสบปัญหาด้านอุปสงค์น้ำ 2	4-93
ตาราง 4-38	ปัญหาการใช้น้ำชลประทาน	4-94
ตาราง 4-39	ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุระหว่างจำนวนผลผลิตต่อไร่ที่ใช้กับจำนวนเนื้อที่ ของพื้นที่ชลประทานตามประเภทที่รับน้ำ	4-95
ตาราง 4-40	ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตต่อไร่ที่ใช้ในพื้นที่โครงการชลประทาน กับปัจจัยด้าน กายภาพ	4-96
ตาราง 4-41	ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตต่อไร่ที่ใช้ในพื้นที่โครงการชลประทาน กับปัจจัยด้าน ชีวเคมี	4-97
ตาราง 4-42	ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตต่อไร่ที่ใช้ในพื้นที่โครงการชลประทาน กับปัจจัยด้าน สังคม	4-98
ตาราง 4-43	ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ อัตราผลผลิตต่อไร่ที่ใช้ในพื้นที่ชลประทานกับ ปัจจัยด้านกายภาพ	4-99
ตาราง 4-44	ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ อัตราผลผลิตต่อไร่ที่ใช้ในพื้นที่ชลประทานกับ ปัจจัยด้านชีวเคมี	4-101
ตาราง 4-45	ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ อัตราผลผลิตต่อไร่ที่ใช้ในพื้นที่ชลประทานกับ ปัจจัยด้านสังคม	4-102
ตาราง 4-46	ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ อัตราผลผลิตต่อไร่ที่ใช้ในพื้นที่ชลประทานกับ ปัจจัยด้านกายภาพ ชีวเคมี และด้านสังคม หลังจากทำการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม	4-103
ตาราง 5-1	จำนวนกลุ่มตัวอย่างประชากรในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปา	5-7
ตาราง 5-2	จำนวน เนื้อที่ และความหนาแน่นของอาคารแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินใน เขตเทศบาลนครพิษณุโลกจากการวิเคราะห์ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ของปี พ.ศ. 2543	5-11
ตาราง 5-3	จำนวนอาคารแต่ละประเภทที่อยู่ห่างจากศูนย์กลางเมืองในแต่ละช่วง	5-13
ตาราง 5-4	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทกับระยะห่างจาก ศูนย์กลางเมืองในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก	5-20
ตาราง 5-5	จำนวนประชากรในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปาตามประเภทอาคารเพื่อการอยู่ อาศัย ในปี 2543	5-21
ตาราง 5-6	เนื้อที่อาคารเพื่อการอยู่อาศัยในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปาในปี 2543	5-22

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตาราง 5-7	จำนวนประชากรในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปาที่ปรับเทียบกับจำนวนประชากรที่รายงานไว้ในปี 2543 – 2545	5-24
ตาราง 5-8	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างจำนวนประชากรที่คำนวณได้จากอัตราการเพิ่มประชากรทุกช่วง 5 ปี 10 ปี และ 15 ปี เทียบกับจำนวนประชากรจริง	5-28
ตาราง 5-9	การพยากรณ์จำนวนประชากรในอนาคต โดยใช้อัตราเพิ่ม ($r = 1.029$) ของประชากรทุกปี ตั้งแต่ ปี 2535 – 2565 โดยวิธีเอกโปเนนเชียล	5-29
ตาราง 5-10	อัตราการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย ปี 2543	5-31
ตาราง 5-11	อัตราการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย ปี 2544	5-32
ตาราง 5-12	อัตราการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย ปี 2545	5-33
ตาราง 5-13	อัตราการใช้น้ำประปาเฉลี่ยของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่ใช่เพื่อการอยู่อาศัย ปี 2543-2545	5-36
ตาราง 5-14	ปริมาณการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการพาณิชย์กรรมปี 2543 – 2545	5-40
ตาราง 5-15	ปริมาณการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอุตสาหกรรม ปี 2543 – 2545	5-41
ตาราง 5-16	ปริมาณการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินของหน่วยงานราชการ ปี 2543 – 2545	5-42
ตาราง 5-17	ปริมาณการใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่น ๆ ปี 2543 – 2545	5-43
ตาราง 5-18	ปริมาณการใช้น้ำประปาเฉลี่ยรวมทั้งพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลกตั้งแต่ปี 2543 – 2545	5-44
ตาราง 5-19	สถานการณ์การใช้น้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยปี 2543 - 2545	5-46
ตาราง 5-20	การคาดประมาณอัตราความต้องการประปาทั้งพื้นที่เทศบาล และในส่วนของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยตามปีเป้าหมาย	5-51
ตาราง 5-21	ปริมาณความต้องการน้ำ อัตราการใช้น้ำ และปริมาณความต้องการน้ำประปาเพื่อการอยู่อาศัยและทั้งพื้นที่เทศบาล	5-52
ตาราง 5-22	ปริมาณความต้องการน้ำประปาในส่วนของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปาตามปีเป้าหมาย	5-54
ตาราง 5-23	ตัวแปรที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความต้องการน้ำประปา	5-56
ตาราง 5-24	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพยากรณ์กับตัวแปรเกณฑ์	5-58
ตาราง 5-25	ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน เมื่อใช้ปริมาณความต้องการน้ำประปาในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกเป็นตัวแปรเกณฑ์	5-65
ตาราง 5-26	ผลการวิเคราะห์อัตราการใช้น้ำประปาในส่วนของ การประปาภูมิภาค	5-68

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตาราง 5-27	จำนวนสถานบริการน้ำประปาแยกตามอำเภอ ภายใต้ความรับผิดชอบของกรม 5-73 อนามัย กรมโยธาธิการ กรมทรัพยากรธรณี และสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท	
ตาราง 5-28	จำนวนสถานบริการน้ำประปาแยกตามตำบล ภายใต้ความรับผิดชอบของกรม 5-74 อนามัย กรมโยธาธิการ กรมทรัพยากรธรณี และสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท	
ตาราง 5-29	การประมาณความต้องการน้ำประปาจากแม่น้ำน่านเพื่อการอุปโภคบริโภค	5-78
ตาราง 6-1	ดัชนีชี้วัด กชช 2 ค ตัวที่มีน้ำหนักสูง	6-11
ตาราง 6-2	ค่าความต้องการน้ำของพืชชนิดต่าง ๆ ในเขตภาคเหนือ	6-19
ตาราง 6-3	ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ดัชนีเศรษฐกิจสังคม 56 ตัวแปร	6-21
ตาราง 6-4	ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการในการคำนวณสัมประสิทธิ์น้ำท่า	6-25
ตาราง 6-5	ค่า CN ที่แบ่งตามชนิดดินและประเภทสิ่งปกคลุมดิน	6-25
ตาราง 6-6	รายละเอียดของภาพถ่ายดาวเทียม	6-27
ตาราง 6-7	ผลการจำแนกข้อมูลดัชนีเสี่ยงแล้งออกเป็น 4 ระดับ โดยใช้สถิติการจำแนกกลุ่ม	6-33
ตาราง 6-8	ผลการจำแนกข้อมูลดัชนีความต้องการน้ำของพืชออกเป็น 4 ระดับ โดยใช้สถิติการ จำแนกกลุ่ม	6-37
ตาราง 6-9	ผลการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ เพื่อสร้างสมการพยากรณ์พหุคูณสำหรับใช้ในการ การกำหนดดัชนีเศรษฐกิจสังคมโดยวิธีสถิติการจำแนกกลุ่ม	6-40
ตาราง 6-10	ผลการจำแนกข้อมูลดัชนีเศรษฐกิจสังคมออกเป็น 4 ระดับ โดยใช้สถิติการจำแนกกลุ่ม	6-47
ตาราง 6-11	ผลการจำแนกข้อมูลดัชนีน้ำท่าออกเป็น 4 ระดับ โดยใช้สถิติการจำแนกกลุ่ม	6-51
ตาราง 6-12	ผลการจำแนกข้อมูลดัชนีน้ำในดินออกเป็น 4 ระดับ โดยใช้สถิติการจำแนกกลุ่ม	6-54
ตาราง 6-13	ผลการจัดลำดับดัชนีแหล่งน้ำออกเป็น 4 ระดับโดยใช้สถิติการจำแนกกลุ่ม	6-57
ตาราง 6-14	ผลการจัดลำดับดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำออกเป็น 4 ระดับ โดยใช้สถิติการ จำแนกกลุ่ม	6-60
ตาราง 6-15	ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีทั้ง 7 ดัชนี กับลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบล	6-62
ตาราง 6-16	ผลการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ เพื่อสร้างสมการพยากรณ์พหุคูณสำหรับใช้ ในการจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบลโดยวิธีสถิติการจำแนกกลุ่ม	6-62
ตาราง 6-17	ผลการจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำออกเป็น 4 ระดับโดยใช้สถิติการจำแนกกลุ่ม	6-64
ตาราง 6-18	ผลการวิเคราะห์ดัชนีทั้ง 7 และลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำของจังหวัดพิษณุโลก	6-67
ตาราง 6-19	ผลการวิเคราะห์ดัชนีทั้ง 7 และลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำของจังหวัดอุตรดิตถ์	6-71



สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพ 2-1	วิธีการคำนวณคะแนนเสี่ยงแล้งของหมู่บ้านจากข้อมูล กชช.2ค	2-18
ภาพ 2-2	แผนที่พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งจากการวิเคราะห์แบบให้ค่าคะแนนโดยอ้างอิงมาจากผู้เชี่ยวชาญ โดยให้ค่าน้ำหนักทุกกลุ่มปัจจัยเท่ากันหมด	2-26
ภาพ 2-3	แผนที่พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งจากการวิเคราะห์แบบให้ค่าคะแนนโดยอ้างอิงมาจากผู้เชี่ยวชาญ โดยให้ค่าน้ำหนักกลุ่มปัจจัยด้านน้ำฝนเท่ากับจำนวนทุกกลุ่มปัจจัยรวมกัน	2-27
ภาพ 2-4	แผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งจากปัจจัยด้านน้ำฝน	2-28
ภาพ 2-5	แผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งจากปัจจัยด้านศักยภาพน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำ	2-29
ภาพ 2-6	แผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งจากปัจจัยด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ	2-30
ภาพ 2-7	แผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งจากปัจจัยด้านสภาพภูมิประเทศและดิน	2-31
ภาพ 2-8	แผนที่พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งจากการวิเคราะห์สถิติจำแนกกลุ่มรวมทุกปัจจัย	2-32
ภาพ 2-9	แผนที่แสดงหมู่บ้านเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำอุปโภคและบริโภคในเขตจังหวัดพิษณุโลกและอุตรดิตถ์	2-43
ภาพ 2-10	แผนที่แสดงหมู่บ้านเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำอุปโภคและบริโภคในเขตจังหวัดพิษณุโลกและอุตรดิตถ์ จากข้อมูล กชช.2ค ปี 2544	2-44
ภาพ 3-1	วัฏจักรของน้ำ (Hydrologic Cycle)	3-5
ภาพ 3-2	การเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำระเหย จากผลการศึกษาของสารสนเทศภูมิศาสตร์ ($P_{(GIS)}$, $E_{(GIS)}$) กับผลการศึกษาของกรมพัฒนาที่ดิน ($P_{(REF)}$, $E_{(REF)}$)	3-22
ภาพ 3-3	ปริมาณน้ำฝนรวมทั้งปี และแต่ละฤดูกาล	3-23
ภาพ 3-4	ปริมาณการระเหยจากผิวดินรวมทั้งปี และแต่ละฤดูกาล	3-24
ภาพ 3-5	ปริมาณการระเหยจริงรวมทั้งปี และแต่ละฤดูกาล	3-24
ภาพ 3-6	ลักษณะความลาดชันของพื้นที่	3-26
ภาพ 3-7	ประเภทการใช้ที่ดินและเนื้อดินที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าโดยวิธี CN (curve number)	3-27
ภาพ 3-8	ปริมาณน้ำท่ารายปี และปริมาณน้ำท่าแต่ละฤดูกาล	3-30
ภาพ 3-9	ปริมาณการซึมลึกที่คำนวณได้จากสมการการซึมลึก 7 แบบ	3-33
ภาพ 3-10	ปริมาณน้ำในดินจากแบบจำลองต่าง ๆ เปรียบเทียบกับค่าอ้างอิงของกรมพัฒนาที่ดิน	3-37
ภาพ 3-11	สมการถดถอยเส้นตรงระหว่างปริมาณน้ำในดินจากแบบจำลองต่าง ๆ กับค่าอ้างอิงของกรมพัฒนาที่ดิน	3-40



สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
ภาพ 3-12	ปริมาณน้ำในดินก่อนการปรับแก้	3-41
ภาพ 3-13	การกระจายตัวของน้ำในดิน	3-47
ภาพ 3-14	การกระจายตัวของน้ำในดินเฉพาะพื้นที่เพาะปลูก	3-47
ภาพ 4-1	ปริมาณการใช้น้ำของพืชในพื้นที่ปลูก	4-24
ภาพ 4-2	การกระจายตัวของปริมาณน้ำในดินสะสมรายสัปดาห์	4-28
ภาพ 4-3	การกระจายตัวของเปอร์เซ็นต์ความชื้นในสัปดาห์ที่ 18 ถึงสัปดาห์ที่ 52	4-33
ภาพ 4-4	ฤดูปลูก และความต้องการน้ำของพืชผัก พืชไร่ และข้าว	4-35
ภาพ 4-5	ความเหมาะสมของน้ำในดินต่อการปลูกพืช	4-39
ภาพ 4-6	พื้นที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืช	4-43
ภาพ 4-7	ลักษณะความเหมาะสมของปริมาณน้ำในดินและดินต่อการปลูกพืช	4-57
ภาพ 4-8	เปอร์เซ็นต์เนื้อที่เพาะปลูกนาปีและนาปรังของโครงการฯ หลายชุมพล	4-62
ภาพ 4-9	พื้นที่เพาะปลูกเฉลี่ยและผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อรายเกษตรกรในพื้นที่โครงการฯ	4-83
ภาพ 4-10	ร้อยละของพื้นที่เก็บเกี่ยวต่อพื้นที่เพาะปลูก	4-83
ภาพ 4-11	อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยต่อพื้นที่ของเกษตรกรแยกรายคลอง	4-91
ภาพ 5-1	กรอบการดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล	5-10
ภาพ 5-2	แบบจำลองความต้องการน้ำประปา	5-11
ภาพ 5-3	แผนที่ขอบเขตและผังเมืองในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก	5-14
ภาพ 5-4	จำนวนอาคารแต่ละประเภทตามระยะทางที่อยู่ห่างจากศูนย์กลางเมือง	5-19
ภาพ 5-5	ร้อยละจำนวนประชากรในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปาซึ่งวิเคราะห์จากฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ปี 2543	5-23
ภาพ 5-6	จำนวนประชากรรวมในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก ระหว่างปี 2525 – 2545	5-25
ภาพ 5-7	จำนวนประชากรที่คำนวณได้จากอัตราการเพิ่มประชากรทุกช่วง 5 ปี 10 ปี และ 15 ปี เทียบกับจำนวนประชากรจริง	5-27
ภาพ 5-8	จำนวนประชากรจากการพยากรณ์โดยวิธีต่างๆ	5-30
ภาพ 5-9	อัตราเฉลี่ยของการใช้น้ำประปาเพื่อการอยู่อาศัยปี 2543 – 2545	5-34
ภาพ 5-10	อัตราการใช้น้ำประปาเฉลี่ยของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยต่อ เนื้อที่ตั้งแต่ปี 2543 – 2545	5-35
ภาพ 5-11	อัตราการใช้น้ำประปาเฉลี่ยของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่ใช่เพื่อการอยู่อาศัยปี 2543- 2545	5-38

สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
ภาพ 5-12	ปริมาณการใช้น้ำประปาเฉลี่ยของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยปี 2543 – 2545	5-39
ภาพ 5-13	สถานภาพการใช้น้ำประปาปี พ.ศ. 2545, 2544 และ 2545	5-48
ภาพ 5-14	ปริมาณความต้องการน้ำประปาจากการพยากรณ์ในส่วนของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย และทั้งพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลก	5-53
ภาพ 5-15	แผนที่ปริมาณความต้องการน้ำปีอนาคตเป้าหมาย พ.ศ. 2545, 2550, 2555 2560 และ 2565	5-55
ภาพ 5-16	ตำแหน่งที่ตั้งและอัตราการใช้ น้ำของสถานีบริการน้ำประปาของการประปาภูมิภาค	5-69
ภาพ 5-17	ตำแหน่งที่ตั้งและอัตราการใช้ น้ำของสถานีบริการน้ำประปาของกรมอนามัย กรมโยธาธิการ กรมทรัพยากรธรณี และสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท (รพช.)	5-69
ภาพ 5-18	ค่าประมาณการใช้น้ำแยกตาม 3 หน่วยงาน (ภาพซ้าย) และแยกตาม 2 จังหวัด (ภาพ ขวา)	5-79
ภาพ 6-1	ขอบเขตของพื้นที่ศึกษา	6-4
ภาพ 6-2	กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย	6-30
ภาพ 6-3	ดัชนีเสี่ยงแล้งก่อนการวิเคราะห์ด้วยสถิติการจำแนกกลุ่ม	6-32
ภาพ 6-4	ระดับดัชนีเสี่ยงแล้งหลังการจำแนกกลุ่มเป็น 4 ระดับ	6-32
ภาพ 6-5	ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีเสี่ยงแล้งในจังหวัดพิษณุโลก	6-34
ภาพ 6-6	ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีเสี่ยงแล้งในจังหวัดอุตรดิตถ์	6-35
ภาพ 6-7	ดัชนีความต้องการน้ำของพืชก่อนการวิเคราะห์ด้วยสถิติการจำแนกกลุ่ม	6-36
ภาพ 6-8	ความต้องการน้ำของพืชหลังการจำแนกกลุ่มเป็น 4 ระดับ	6-36
ภาพ 6-9	ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีความต้องการน้ำของพืชในจังหวัดพิษณุโลก	6-39
ภาพ 6-10	ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีความต้องการน้ำของพืชในจังหวัดอุตรดิตถ์	6-39
ภาพ 6-11	ดัชนีเศรษฐกิจก่อนวิเคราะห์ด้วยสถิติการจำแนกกลุ่ม	6-46
ภาพ 6-12	ดัชนีเศรษฐกิจหลังการจำแนกกลุ่มเป็น 4 ระดับ	6-46
ภาพ 6-13	ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีเศรษฐกิจในจังหวัดพิษณุโลก	6-49
ภาพ 6-14	ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีเศรษฐกิจในจังหวัดอุตรดิตถ์	6-49
ภาพ 6-15	แผนที่ดัชนีน้ำท่าก่อนวิเคราะห์ด้วยสถิติการจำแนกกลุ่ม	6-50
ภาพ 6-16	ดัชนีน้ำท่าหลังการจำแนกกลุ่มเป็น 4 ระดับ	6-50
ภาพ 6-17	ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีน้ำท่าของจังหวัดพิษณุโลก	6-52
ภาพ 6-18	ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีน้ำท่าของจังหวัดอุตรดิตถ์	6-52



สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
ภาพ 6-19	แผนที่ดัชนีน้ำในดินก่อนวิเคราะห์ด้วยสถิติการจำแนกกลุ่ม	6-53
ภาพ 6-20	ดัชนีน้ำในดินหลังการจำแนกกลุ่มเป็น 4 ระดับ	6-53
ภาพ 6-21	ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีน้ำในดินของจังหวัดพิษณุโลก	6-55
ภาพ 6-22	ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีน้ำในดินของจังหวัดอุตรดิตถ์	6-55
ภาพ 6-23	ดัชนีแหล่งน้ำก่อนวิเคราะห์ด้วยสถิติการจำแนกกลุ่ม	6-56
ภาพ 6-24	ดัชนีแหล่งน้ำหลังการจำแนกกลุ่มเป็น 4 ระดับ	6-56
ภาพ 6-25	ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีแหล่งน้ำของจังหวัดพิษณุโลก	6-58
ภาพ 6-26	ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีแหล่งน้ำของจังหวัดอุตรดิตถ์	6-58
ภาพ 6-27	ดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำก่อนวิเคราะห์ด้วยสถิติการจำแนกกลุ่ม	6-59
ภาพ 6-28	ดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำหลังการจำแนกกลุ่มเป็น 4 ระดับ	6-59
ภาพ 6-29	ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำของจังหวัดพิษณุโลก	6-61
ภาพ 6-30	ร้อยละของการจำแนกกลุ่มของดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำของจังหวัดอุตรดิตถ์	6-61
ภาพ 6-31	การจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบลของจังหวัดพิษณุโลก	6-66
ภาพ 6-32	การจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบลของจังหวัดอุตรดิตถ์	6-66
ภาพ 6-33	ผลการจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบล ด้วยวิธีการวิเคราะห์สถิติการจำแนกกลุ่ม	6-67
ภาพ 8-1	ปริมาณความต้องการน้ำของโรงงานอุตสาหกรรม ชุมชน และภาคเกษตรของจังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์	8-2
ภาพ 8-2	ปริมาณความต้องการน้ำของชุมชนตามระยะห่างจากเขื่อนสิริกิติ์	8-3
ภาพ 8-3	ปริมาณการใช้น้ำตามระยะห่างของแม่น้ำน่าน	8-4

การพัฒนาระบบฐานข้อมูลและการสร้างแบบจำลอง ความต้องการน้ำในเขตเมืองและชนบท

(Database System Development and Modeling of Water Demands in Urban and Rural Areas)

สนับสนุนโดย

เครือข่ายวิจัยและพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (ครส.)

งานวิจัยวาระชาติ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

หน้าสรุปโครงการ

1. หลักการและเหตุผล

ในช่วงที่ประเทศไทยมีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจสูง การขยายตัวของที่อยู่อาศัยและอุตสาหกรรมการผลิตและบริการได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วมาก มีการขยายตัวในภาคเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรม ภาคบริการ และ ชุมชนทั้งที่อยู่อาศัยและพาณิชยกรรม ซึ่งล้วนแต่มีผลทำให้ความต้องการน้ำเพิ่มขึ้นทั้งสิ้น พื้นที่ของ 2 จังหวัดในภาคเหนือตอนล่าง ซึ่งได้แก่ อุตรดิตถ์ และ พิษณุโลก เป็นจังหวัดที่มีบริเวณต่อเนื่องกันและใช้น้ำจากแหล่งน้ำหลักๆ เดียวกัน คือ ลุ่มน้ำน่าน ดังนั้น การใช้น้ำของพื้นที่ซึ่งตั้งอยู่ต้นน้ำก็จะมีผลถึงปริมาณน้ำสำหรับพื้นที่ปลายน้ำด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเวลาที่มีน้ำน้อย เช่น ฤดูแล้ง ปัญหาการขาดแคลนน้ำในพื้นที่จะรุนแรงและชัดเจน จนบ่อยครั้งการขาดแคลนน้ำกลายเป็นสาเหตุของความขัดแย้งระหว่างพื้นที่หรือชุมชน

จากเหตุผลข้างต้น ถ้าปล่อยให้การใช้น้ำเป็นไปอย่างไม่มีแบบแผน และไม่มีระบบฐานข้อมูลความต้องการใช้น้ำอย่างชัดเจน ความขัดแย้งในการใช้น้ำจะเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงและหาข้อยุติได้ยาก ในกรณีนี้ งานวิจัยเพื่อพัฒนาระบบฐานข้อมูลและแบบจำลองของความต้องการน้ำในส่วนต่างๆ ของทั้งระบบ จะทำให้มีเครื่องมือที่สามารถประมาณความต้องการน้ำตามสภาวะและเงื่อนไขที่กำหนดได้ และจะช่วยให้สามารถรู้ความต้องการน้ำได้ชัดเจนและประเมินผลกระทบโดยรวมที่อาจจะเกิดขึ้นได้ล่วงหน้า อันจะเป็นประโยชน์มากสำหรับพื้นที่หรือจังหวัดที่ใช้น้ำจากแหล่งร่วมกัน ระบบที่จะพัฒนาขึ้นนี้จึงนับว่าเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการจัดการ การหาข้อยุติข้อตกลง หรือวางแผนล่วงหน้า ที่จะช่วยลดความขัดแย้งหรือปัญหาเรื่องการใช้น้ำได้ก่อนที่จะเกิดขึ้นจริง

2. ขอบเขตและลักษณะของโครงการ

โครงการนี้เป็นงานวิจัยเพื่อพัฒนาระบบฐานข้อมูลและสารสนเทศความต้องการน้ำ และแบบจำลองการใช้น้ำของเมืองและชนบท ซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับเป็นระบบที่สนับสนุนการจัดการทรัพยากรน้ำทางด้านอุปสงค์ (demand side) โดยศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลปฐภูมิและทุติยภูมิทั้งในเขตเมือง (ซึ่งหมายถึงพื้นที่ในเขตเทศบาลนคร เทศบาลเมือง และเทศบาลตำบล) และชนบท (ซึ่งหมายถึงพื้นที่นอกเขตเทศบาล) ครอบคลุมพื้นที่ 2 จังหวัด คือ อุดรดิตถ์ และพิษณุโลก ที่ใช้น้ำผิวดินจากลุ่มน้ำที่เป็นแหล่งเดียวกัน เพื่อนำไปพัฒนาเป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่โดยใช้เทคนิคระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS) แล้วนำมาพัฒนาเป็นแบบจำลองหลักๆ 3 ประเภท คือ แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงแล้ง แบบจำลองสมดุลน้ำ และแบบจำลองความต้องการน้ำในภาคชุมชน อุตสาหกรรม และเกษตรกรรม ของพื้นที่ต่างๆ ทั้งนี้เพื่อเป็นระบบที่สามารถนำไปใช้สนับสนุนการตัดสินใจด้านการจัดการน้ำ โดยระบบที่จะพัฒนาขึ้นนี้ ประกอบด้วยฐานข้อมูลความต้องการน้ำเชิงพื้นที่และแบบจำลองความต้องการน้ำของชุมชน อุตสาหกรรม และการเกษตร ซึ่งฐานข้อมูลและแบบจำลองสามารถนำไปใช้เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจเชิงนโยบาย หรือใช้สังเคราะห์ข้อมูลที่สนับสนุนการบริหารการใช้น้ำทรัพยากรน้ำให้เป็นไปอย่างเหมาะสมในแต่ละพื้นที่ โดยสามารถมองเห็นภาพรวมและผลกระทบที่มีต่อพื้นที่อื่นซึ่งใช้น้ำจากแหล่งเดียวกันด้วย ระบบดังกล่าวนี้สามารถนำเงื่อนไข เช่น ปัจจัยด้านภูมิอากาศ ประเภทการใช้ที่ดิน และการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากร เข้ามาเป็นองค์ประกอบในการประมวลผลได้ด้วย

3. วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 3.1 พัฒนาระบบฐานข้อมูลและสารสนเทศด้านความต้องการน้ำของภาคการผลิตต่างๆ ของชุมชน และ ภาคเกษตรกรรม เพื่อเป็นฐานข้อมูลด้านการบริหารทรัพยากรน้ำ ในระดับนโยบายและปฏิบัติการ เพื่อเป็นแนวทางที่นำไปสู่การลดปัญหาความขัดแย้งของการใช้น้ำระหว่างพื้นที่และกิจกรรมการใช้ที่ดิน
- 3.2 พัฒนาระบบจำลองแบบการใช้น้ำ สำหรับใช้ในระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ที่สามารถประเมินความต้องการน้ำของแต่ละภาคการผลิต ชุมชน กิจกรรมการใช้ที่ดินต่างๆ และภาพรวมของพื้นที่เป้าหมาย (อาจเป็นระดับอำเภอ จังหวัด หรือทั้ง 2 จังหวัด)



4. กลุ่มเป้าหมายที่คาดว่าจะได้รับประโยชน์

ระดับผู้บริหาร ได้แก่ ผู้ว่าราชการจังหวัด กรมชลประทาน คณะกรรมการจัดสรรน้ำ และระดับการจัดการ ได้แก่ องค์การบริหารส่วนตำบล สำนักงานชลประทานเขต สำนักงานส่งเสริมในระดับจังหวัด อำเภอ และเขตเทศบาลนคร เทศบาลเมือง และเทศบาลตำบล

5. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 5.1 ฐานข้อมูลการใช้น้ำในรูปแบบข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) หรือข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (attribute data) ของพื้นที่ 2 จังหวัดเป้าหมาย
- 5.2 แบบจำลองความต้องการใช้น้ำประปาเพื่อการผลิตและการอุปโภคบริโภค และแบบจำลองความต้องการใช้น้ำชลประทานเพื่อการเกษตร
- 5.3 ทราบปัญหา สาเหตุ และแนวทางการจัดการน้ำที่เหมาะสม สำหรับพื้นที่ 2 จังหวัดเป้าหมาย

6. การถ่ายทอดผลงานวิจัยไปสู่ผู้ใช้

- 5.4 จัดประชุมเผยแพร่ผลงานวิจัยแก่ผู้บริหารระดับจังหวัด เพื่อแสดงให้เห็นภาพรวมของการใช้น้ำเชิงพื้นที่ของ 2 จังหวัดเป้าหมาย
- 5.5 จัดอบรมเชิงปฏิบัติการการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับผู้ปฏิบัติเพื่อศึกษาการเรียกใช้ฐานข้อมูลและการปรับปรุงฐานข้อมูลของระบบในแต่ละพื้นที่
- 5.6 เผยแพร่และประชาสัมพันธ์แก่บุคคลที่สนใจผ่านทางสื่อ (Media) ได้แก่ CD-ROM และ Internet โดยผ่านทาง Web site

7. ผลงานวิจัยที่ได้ดำเนินการ

การวิจัยนี้มีระยะดำเนินการ 2 ปี คือ ตั้งแต่ 1 ธันวาคม 2545 ถึง 30 พฤศจิกายน 2547 โดยมีสรุปผลงานวิจัยที่ดำเนินการแล้วดังนี้

7.1 สร้างระบบฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

การวิจัยในส่วนนี้ได้รวบรวมและนำข้อมูลระดับปฐภูมิและทุติยภูมิทั้งในรูปแบบข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ เพื่อจัดสร้างเป็นระบบฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยได้จัดทำตามมาตรฐานโครงสร้างข้อมูลในรูปพจนานุกรมข้อมูล (data dictionary) ตามที่ได้ออกแบบไว้โดยใช้หลักของแบบจำลองเชิงสัมพันธ์ (relational model) เพื่อให้สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในเนื้อหาส่วนต่างๆในโครงการวิจัย



7.2 พัฒนาระบบฐานข้อมูล พัฒนาวิธีการวิเคราะห์ และสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงแล้ง

การวิจัยในส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเกิดภัยแล้งของพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดอุดรดิตถ์และจังหวัดพิษณุโลก ฐานข้อมูลในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งประกอบด้วยตัวแปรสิ่งแวดล้อมทั้งหมด 15 ตัวแปร ซึ่งได้แบ่งเป็น 4 ด้านหลักๆ คือ ด้านน้ำฝน ด้านศักยภาพน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำ ด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ และด้านสภาพภูมิประเทศและดิน สำหรับการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งได้วิเคราะห์เปรียบเทียบวิธีการ 3 วิธี ได้แก่ 1) อาศัยเกณฑ์จากผู้เชี่ยวชาญ (expert system) และ 2) วิธีสถิติจำแนกกลุ่ม (discriminant analysis) สุดท้าย ทั้ง 2 วิธีได้ให้สมการทางคณิตศาสตร์ในการกำหนดระดับเสี่ยงภัยแล้งในทุกพื้นที่ขนาด 40x40 เมตร โดยระดับเสี่ยงภัยแล้งถูกแบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ ไม่เสี่ยง เสี่ยงต่ำ เสี่ยงปานกลาง และเสี่ยงสูง ซึ่งผลที่วิเคราะห์ได้นำมาเปรียบเทียบกับผลการประเมินจากแบบสำรวจจากภาคสนามและแบบสำรวจข้อมูล กชช. 2 ค เพื่อเลือกวิธีการที่ให้ความถูกต้องมากที่สุดในการกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง

ผลการวิจัย พบว่า วิธีสถิติจำแนกกลุ่มสามารถให้ความถูกต้องของพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งมากกว่าวิธีอื่น โดยเมื่อใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ได้จากวิธีสถิติจำแนกกลุ่มซึ่งคำนวณจากตัวแปรทั้ง 15 ตัวแปรสามารถอธิบายความเสี่ยงต่อภัยแล้งของพื้นที่ได้ร้อยละ 95.4 ทั้งนี้พบว่าระดับความเสี่ยงภัยแล้งมีค่าสหสัมพันธ์กับปัจจัยด้านศักยภาพน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำ ($R=0.95$) มากกว่าปัจจัยด้านสภาพภูมิประเทศและดิน ($R=0.92$) ปัจจัยด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ ($R=0.91$) และปัจจัยด้านน้ำฝน ($R=0.88$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ในจำนวนทั้งหมด 15 ตัวแปร มี 4 ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์สูงกับระดับเสี่ยงภัยแล้ง คือ ตัวแปรระยะห่างจากพื้นที่ชลประทาน ศักยภาพชั้นหินให้น้ำ ความสามารถในการให้น้ำของบ่อบาดาล และระยะห่างจากแหล่งน้ำผิวดิน ผลการวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงแล้งได้นำมาประเมินขนาดเนื้อที่ของการใช้ที่ดินในแต่ละอำเภอที่เสี่ยงต่อภัยแล้งสูง ปานกลาง ต่ำ และไม่เสี่ยง

7.3 สร้างแบบจำลองความต้องการน้ำประปา

การวิจัยในส่วนนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับประเมินสถานภาพการใช้น้ำประปาและสร้างแบบจำลองความต้องการน้ำประปาของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย รวมทั้งศึกษาปัจจัยด้านประชากร และการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีอิทธิพลต่อความต้องการน้ำประปา โดยเลือกพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลกในการจำลอง โดยการจำลองความต้องการน้ำประปาจากอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรที่คำนวณได้จากแบบจำลองทาง

คณิตศาสตร์ (Exponential growth formula) และทำการพยากรณ์ความต้องการน้ำประปาตามปี เป้าหมายที่กำหนดไว้ทุก 5 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 – 2565

ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณความต้องการน้ำประปาทั้งหมดของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยในรอบ 3 ปี (พ.ศ. 2543 – 2545) มีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ย 102.20 ± 35.24 ลูกบาศก์เมตร/คน/ปี คิดเป็น 280.00 ± 96.56 ลิตร/คน/วัน และจากการประเมินสถานภาพความต้องการน้ำประปาในแต่ละเขตการให้บริการน้ำประปาพบว่า 6 เขตบริการที่มีปริมาณความต้องการน้ำเกินอัตราการใช้น้ำเฉลี่ย คือ เขตที่ 11 (417.56 ลิตร/คน/วัน) เขตที่ 1 (400.19 ลิตร/คน/วัน) เขตที่ 9 (395.๙7 ลิตร/คน/วัน) เขตที่ 3 (381.95 ลิตร/คน/วัน) เขตที่ 10 (322.00 ลิตร/คน/วัน) และเขตที่ 5 (287.64 ลิตร/คน/วัน) และจากการวิเคราะห์ปัจจัยด้านประชากร เศรษฐกิจ สังคม และการใช้ประโยชน์ที่ดินที่คาดว่าจะมีปัจจัยอิทธิพลต่อความต้องการน้ำประปาในพื้นที่เทศบาลนครพิษณุโลก ในรูปแบบของสมการถดถอยแบบพหุคูณแบบขั้นตอน พบว่ามีกลุ่มตัวแปรพยากรณ์ 3 ตัวที่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ในการพยากรณ์ คือ จำนวนประชากรเฉลี่ยต่อครัวเรือน เนื้อที่ของการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอุตสาหกรรม และจำนวนที่อยู่อาศัยประเภทบ้านแฝด โดยสมการถดถอยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.77 ในส่วนของการคาดการณ์จำนวนประชากรในอนาคตในปี พ.ศ. 2545-2565 นั้น ในการคำนวณค่าอัตราเพิ่มของประชากรจากสมการอัตราเพิ่มของประชากรโดยอาศัยข้อมูลสถิติประชากรปีพ.ศ. 2535-2545 พบว่าเทศบาลนครพิษณุโลกมีอัตราเพิ่มประชากรเท่ากับ 1.02 ซึ่งค่าอัตราเพิ่มของประชากรนี้ได้นำมาเพื่อใช้คำนวณจำนวนประชากรในปีอนาคตเป้าหมาย โดยวิธีการคำนวณด้วยสมการ Exponential growth และโดยวิธีการจำลองด้วยโปรแกรม STELLA ผลการคำนวณพบว่าการทำงานจำนวนประชากร โดยวิธีการจำลองด้วยโปรแกรม STELLA ให้ผลการคำนวณใกล้เคียงกับสถิติจำนวนประชากรปีพ.ศ. 2535-2545 มากกว่าเมื่อเทียบกับวิธีการคำนวณด้วยสมการ Exponential growth โดยผลการคำนวณได้จำนวนประชากรในปี พ.ศ. 2550 พ.ศ. 2555 และ พ.ศ. 2560 เท่ากับ 89,390 94,085 และ 99,026 คน ตามลำดับ

อย่างไรก็ตามจากสถิติสำมะโนประชากรของจังหวัดพิษณุโลก พ.ศ. 2543 พบว่ามีประชากรเขตเทศบาลเพียงร้อยละ 79.4 เท่านั้นที่เกิดในจังหวัดเดียวกับที่อยู่ปัจจุบัน (ที่เหลืออีกร้อยละ 21.6 มีการย้ายถิ่นไปอยู่ที่อื่น) ดังนั้นจึงได้นำค่าร้อยละ 79.4 มาปรับแก้ค่าจำนวนประชากรที่คาดการณ์เพื่อให้ได้จำนวนประชากรสุทธิที่อาศัยอยู่ในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกจริง ดังนั้นเมื่อคำนวณอัตราการใช้น้ำต่อหัวของประชากรสุทธิ จากปริมาณการจำหน่ายน้ำในส่วนของประเภทการใช้ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย พบว่ามีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยตั้งแต่ พ.ศ. 2535-2545 เท่ากับ



296.31 ± 28.44 ลิตรต่อวันต่อคน หรือ 108.15 ± 10.38 ลูกบาศก์เมตร/คน/ปี หรือได้สมการถดถอยเส้นตรงคือ อัตราการใช้น้ำ = $7.2073 \times \text{จำนวนปี} + 253.06$ ($R^2 = 0.72$) อย่างไรก็ตามในการพยากรณ์ความต้องการใช้น้ำในป้อนาคตนั้น ในการวิจัยได้ใช้อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยของข้อมูล 3 ปีล่าสุด (พ.ศ. 2543-2545) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 115.81 ± 3.63 ลูกบาศก์เมตร/คน/ปี เพื่อดำเนินการความต้องการน้ำประปาในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกเพื่อการอยู่อาศัย ผลการจำลองด้วยโปรแกรม STELLA พบว่า ความต้องการน้ำประปาในปี พ.ศ. 2550 พ.ศ. 2555 พ.ศ. 2560 และ พ.ศ. 2565 เท่ากับ 8,323,841 8,761,008 9,221,134 และ 9,705,426 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

7.4 สร้างแบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน

การวิจัยในส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ประเมินประสิทธิภาพการชลประทาน และประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทาน รวมทั้งสร้างแบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน โดยเลือกพื้นที่โครงการชลประทานหลายชุมพลในการจำลอง ในการประเมินประสิทธิภาพการชลประทาน และประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทาน ดำเนินการจากสมการด้านล่างนี้

$$IWD = [CWR - (ER - COR)] * (A / Ef) \text{ (ถ้าฝนตกมากกว่า CRW ให้ IWDnet = 0)}$$

$$IWS = \text{ปริมาณน้ำเฉลี่ยรายสัปดาห์ที่ส่งจริง (m3/sec)} * 0.6048$$

$$IRR_{ef} = [(IWD - GWU) / IWS] * 100$$

$$IWU_{ef} = PRO / (IWS - GWU)$$

เมื่อ IRR_{ef} หมายถึง ประสิทธิภาพการชลประทาน (%)

IWU_{ef} หมายถึง ประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทาน (Kg/m^3)

IWD หมายถึง ปริมาณความต้องการน้ำชลประทาน (mcm)

CRW หมายถึง ปริมาณความต้องการน้ำของพืช (mm.)

ER หมายถึง ปริมาณฝนใช้การ (mm.)

A หมายถึง พื้นที่เพาะปลูกรายโซน (ไร่)

Ef หมายถึง ค่าคงที่ของประสิทธิภาพคลองชลประทาน

GWU หมายถึง ปริมาณน้ำใต้ดินเฉลี่ยที่เกษตรกรสูบใช้ในพื้นที่ (m^3)

IWS หมายถึง ปริมาณน้ำเฉลี่ยรายสัปดาห์ที่จัดส่ง (mcm)

PRO หมายถึง ปริมาณผลผลิต (Kg)

จากค่าประสิทธิภาพการชลประทานการชลประทานและการใช้น้ำชลประทาน ได้นำมาวิเคราะห์สหสัมพันธ์กับข้อมูลคุณลักษณะของพื้นที่และคุณลักษณะของเกษตรกร เช่น ความยาว

คลอง ความหนาแน่นของคลอง ความกว้างยาวของพื้นที่(หรือระยะห่างจากคลอง) จำนวนราย เกษตรกร และระดับการมีส่วนร่วมในการจัดการน้ำ

7.5 แบบจำลองน้ำในดินและการประเมินปฏิทินการเพาะปลูกพืชแบบอาศัย น้ำฝน

การวิจัยในส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการประมาณ ปริมาณน้ำในดินรายสัปดาห์ในรอบปีของทุกพื้นที่ขนาด 40x40 เมตรของจังหวัดพิษณุโลกและ จังหวัดอุตรดิตถ์ โดยอาศัยแบบจำลองสมดุลน้ำ (water balance model) ซึ่งอาศัยหลักสมดุลของ สมการที่ประกอบด้วยตัวแปรหลักๆ 5 ตัว คือ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณการระเหย ปริมาณน้ำท่า ปริมาณการซึมลึก และปริมาณน้ำในดิน ซึ่งปริมาณน้ำในดินที่คำนวณได้มีค่าแตกต่างกันตามการ ผันแปรเชิงพื้นที่ของปริมาณน้ำฝน ปริมาณการระเหย ความลาดชัน และประเภทเนื้อดิน ผลการ วิเคราะห์ปริมาณน้ำในดินรายสัปดาห์ได้นำมาจัดทำในรูปแบบที่ปฏิทินการเพาะปลูกพืชตามความ เหมาะสมของจำนวนสัปดาห์ที่มีปริมาณน้ำในดินเพียงพอและแผนที่ปฏิทินการเพาะปลูกพืชตาม ความเหมาะสมของจำนวนสัปดาห์ที่มีปริมาณน้ำในดินเพียงพอเมื่อพิจารณาพร้อมกับความ เหมาะสมของดินสำหรับการปลูกพืชแต่ละชนิดที่กำหนดไว้ในโปรแกรม Soil View โดยใน การศึกษานี้ได้แบ่งชนิดพืชออกเป็น 4 ประเภทหลักๆ ตามปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืช คือ พืชผัก (vegetable) พืชไร่ (field crops) ข้าวไร่ (upland rice) และข้าวที่ลุ่มต่ำ (lowland rice) ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของปฏิทินการเพาะปลูกพืชรายสัปดาห์ได้นำมาประเมินขนาดเนื้อ ที่การเพาะปลูกในแต่ละประเภทในระดับรายตำบล

จากการศึกษาสมดุลน้ำ โดยใช้แบบจำลองสมดุลน้ำที่ประกอบด้วยตัวแปรหลักคือ น้ำฝน ปริมาณการคายระเหย ปริมาณน้ำท่า ปริมาณการซึมลึก และปริมาณน้ำในดิน สรุปได้ดังนี้

(1) จังหวัดพิษณุโลกมีปริมาณของน้ำฝนเท่ากับ 2,094 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี ซึ่งผลรวมทั้ง จังหวัดเท่ากับ 13,948 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี และจังหวัดอุตรดิตถ์ปริมาณของน้ำฝนเท่ากับ 1,925 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี ซึ่งผลรวมทั้งจังหวัดเท่ากับ 9,395 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี

(2) จังหวัดพิษณุโลกมีปริมาณการระเหย (จากผิวดิน) เท่ากับ 2,540 ลูกบาศก์เมตร/ ไร่/ปี ซึ่งผลรวมของการระเหยทั้งจังหวัดเท่ากับ 16,914 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี สำหรับจังหวัด อุตรดิตถ์มีปริมาณการระเหยเท่ากับ 2,363 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี ซึ่งผลรวมของการระเหยทั้งจังหวัด เท่ากับ 11,534 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี จังหวัดพิษณุโลกมีปริมาณการระเหยจริงเท่ากับ 1,431 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี ซึ่งมีปริมาณรวมทั้งจังหวัดเท่ากับ 9,532 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี จังหวัด



อุตรดิตถ์มีปริมาณการระเหยจริงเท่ากับ 1,275 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี ซึ่งมีปริมาณรวมทั้งจังหวัดเท่ากับ 6,213 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี

(3) จังหวัดพิษณุโลกมีปริมาณน้ำท่าเท่ากับ 515.9 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี มีผลรวมของทั้งจังหวัดเท่ากับ 3,435 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี จังหวัดอุตรดิตถ์มีปริมาณน้ำท่าเท่ากับ 537 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี ผลรวมของทั้งจังหวัดเท่ากับ 2,617 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี

(4) จังหวัดพิษณุโลกมีปริมาณการซึมลึกทั้งหมดเฉลี่ย 247.0 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี มีผลรวมของทั้งจังหวัดเท่ากับ 1,644 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี จังหวัดอุตรดิตถ์มีปริมาณการซึมลึกเฉลี่ย 496.5 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี มีผลรวมของทั้งจังหวัดเท่ากับ 957 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี

(5) จังหวัดพิษณุโลกมีปริมาณน้ำในดินเฉลี่ย 97 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ มีผลรวมของปริมาณน้ำในดินตลอดทั้งปีสำหรับพื้นที่ทั้งหมด เท่ากับ 645 ล้านลูกบาศก์เมตร และเมื่อคิดเฉพาะพื้นที่เพาะปลูกมีปริมาณเฉลี่ย 88 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ มีผลรวมของปริมาณน้ำในดินเท่ากับ 309 ล้านลูกบาศก์เมตร สำหรับปริมาณน้ำในดินจังหวัดอุตรดิตถ์มีปริมาณเฉลี่ย 79 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ มีผลรวมของปริมาณน้ำในดินตลอดทั้งปีสำหรับพื้นที่ทั้งหมด เท่ากับ 384 ล้านลูกบาศก์เมตร และเมื่อคิดเฉพาะพื้นที่เพาะปลูก มีปริมาณเฉลี่ย 37 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ มีผลรวมของปริมาณน้ำในดินเท่ากับ 81 ล้านลูกบาศก์เมตร

การศึกษาปริมาณน้ำในดินสะสมเริ่มต้นคิดจากสัปดาห์ที่ 17 โดยกำหนดให้ปริมาณน้ำที่ดินสะสมสามารถกักเก็บได้ไม่เกินความสามารถอุ้มน้ำได้ของดินโดยกำหนดให้ดินที่ความลึกที่ 50 ดินสามารถกักเก็บน้ำได้สูงสุดร้อยละ 50 ปริมาตรของดินทั้งหมด (การศึกษาค้างนี้ความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินสูงสุดเท่ากับ 400 ลูกบาศก์เมตร/ไร่) ผลการศึกษา พบว่า จังหวัดพิษณุโลกมีปริมาณของน้ำในดินเริ่มเกิดขึ้นในสัปดาห์ที่ 18 ถึง สัปดาห์ที่ 2 (สัปดาห์ที่ 2 ของปีถัดมา) รวมทั้งสิ้น 36 สัปดาห์ ซึ่งสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 17 เป็นช่วงเวลาที่ไม่มีน้ำในดิน มีปริมาณน้ำในดินต่ำสุด คือ 0 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ ปริมาณน้ำในดินสูงสุดเท่ากับ 400 (สัปดาห์ที่ 33 ถึง สัปดาห์ที่ 41) สัปดาห์ที่มีปริมาณน้ำในดินเฉลี่ยสูงสุดคือสัปดาห์ที่ 38 เท่ากับ 75.1 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ มีผลรวมทั้งจังหวัดเท่ากับ 74.4 ล้านลูกบาศก์เมตร รองลงมาคือสัปดาห์ที่ 40 และ 39 เท่ากับ 73.6 และ 73.2 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ และมีผลรวม ตามลำดับ 71.3 และ 75.3 ล้านลูกบาศก์เมตร สำหรับผลการศึกษาปริมาณน้ำในดินสะสมของจังหวัดอุตรดิตถ์พบว่ามีปริมาณของน้ำในดินเริ่มเกิดขึ้นในสัปดาห์ที่ 18 ถึง สัปดาห์ที่ 3 (สัปดาห์ที่ 3 ของปีถัดมา) รวมทั้งสิ้น 37 สัปดาห์ ซึ่งสัปดาห์ที่ 4 ถึงสัปดาห์ที่ 17 เป็นช่วงเวลาที่ไม่มีน้ำในดิน มีปริมาณน้ำในดินต่ำสุด คือ 0 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ ปริมาณน้ำในดินสูงสุดเท่ากับ 400 (สัปดาห์ที่ 34 ถึง สัปดาห์ที่ 40) สัปดาห์ที่มีปริมาณน้ำ



ในดินเฉลี่ยสูงสุดคือสปีดนาห์ที่ 39 เท่ากับ 34.5 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ มีผลรวมทั้งจังหวัดเท่ากับ 75.4 ล้านลูกบาศก์เมตร รองลงมาคือสปีดนาห์ที่ 38 และ 40 เท่ากับ 34.1 และ 32.7 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ และมีผลรวม ตามลำดับ 74.3 และ 71.3 ล้านลูกบาศก์เมตร เมื่อคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ความขึ้นของดิน ผลการศึกษาพบว่า ทั้ง 2 จังหวัด ในสปีดนาห์ที่ 1 ถึงสปีดนาห์ที่ 25 เป็นช่วงที่มีความขึ้นระดับจุดเหี่ยวถาวรทั่วไปส่วนปริมาณความขึ้นที่เป็นประโยชน์ต่อการปลูกพืชจะเริ่มกระจายตัวตั้งแต่สปีดนาห์ที่ 26 ถึงสปีดนาห์ที่ 52 สำหรับสปีดนาห์ที่ 28 ถึงสปีดนาห์ที่ 46 มีความขึ้นระดับความขึ้นสนาม และในสปีดนาห์ที่ 33 ถึงสปีดนาห์ที่ 41 จะมีพื้นที่ที่มีความขึ้นระดับดินอ้อมตัวด้วยน้ำ ซึ่งกระจายตามพื้นที่ส่วนใหญ่ทางด้านทิศใต้ของทั้ง 2 จังหวัด

การวิเคราะห์ความเหมาะสมของปริมาณน้ำในดินต่อการปลูกพืชการครั้งนี้ได้แบ่งปริมาณของน้ำในดิน 4 ระดับตามปริมาณการใช้น้ำของพืช 4 ชนิด พืชผัก พืชไร่ ข้าวไร่ และข้าว ซึ่งเป็นปริมาณความต้องการน้ำของพืชเฉลี่ยต่อสปีดนาห์ และกำหนดให้มีระยะเวลาที่มีปริมาณน้ำในดินต่อเนื่องจนครบอายุเก็บเกี่ยว พบว่า จังหวัดพิษณุโลกมีความเหมาะสมของปริมาณน้ำในดินที่สามารถรองรับการปลูกทั้ง 4 ประเภท พบว่า พืชผักเหมาะสมปลูกตั้งแต่สปีดนาห์ที่ 20 ถึง 46 รวม 26 สปีดนาห์ โดยสปีดนาห์ที่มีพื้นที่เหมาะสมปลูกพืชผักมากที่สุดคือสปีดนาห์ที่ 37 มีพื้นที่ 716,726 ไร่ (จากพื้นที่ปลูกได้จริง 1,359,608 ไร่) พืชไร่เหมาะสมปลูกตั้งแต่สปีดนาห์ที่ 21 ถึง 44 รวม 23 สปีดนาห์ โดยสปีดนาห์ที่มีพื้นที่เหมาะสมปลูกพืชไร่มากที่สุดคือสปีดนาห์ที่ 35 มีพื้นที่ 1,231,965 ไร่ (จากพื้นที่ปลูกได้จริง 1,297,241 ไร่) และข้าวไร่เหมาะสมปลูกตั้งแต่สปีดนาห์ที่ 33 จนถึงสปีดนาห์ที่ 37 รวม 5 สปีดนาห์ โดยสปีดนาห์ที่มีพื้นที่เหมาะสมปลูกข้าวไร่มากที่สุดคือสปีดนาห์ที่ 35 มีพื้นที่ 24,784 ไร่ (จากพื้นที่ปลูกได้จริง 65,276 ไร่) และข้าวเหมาะสมปลูกตั้งแต่สปีดนาห์ที่ 29 จนถึงสปีดนาห์ที่ 38 รวม 13 สปีดนาห์ โดยสปีดนาห์ที่เหมาะสมปลูกข้าวมากที่สุดคือสปีดนาห์ที่ 34 มีพื้นที่ 103,994 ไร่ จังหวัดพิษณุโลกมีความเหมาะสมรวมของพื้นที่ปลูกพืชมากที่สุด ในสปีดนาห์ที่ 35 36 และ 37 คือ 1,513,281 ไร่ , 1,491,927 ไร่ และ 1,480,409 ไร่ ตามลำดับ สำหรับจังหวัดอุดรธานี พบว่า พืชผักเหมาะสมปลูกตั้งแต่สปีดนาห์ที่ 19 ถึง 47 รวม 28 สปีดนาห์ โดยสปีดนาห์ที่มีพื้นที่เหมาะสมปลูกพืชผักมากที่สุดคือสปีดนาห์ที่ 36 มีพื้นที่ 211,836 ไร่ (จากพื้นที่ปลูกได้จริง 396,200 ไร่) พืชไร่เหมาะสมปลูกตั้งแต่สปีดนาห์ที่ 19 ถึง 45 รวม 26 สปีดนาห์ โดยสปีดนาห์ที่มีพื้นที่เหมาะสมปลูกพืชไร่มากที่สุดคือสปีดนาห์ที่ 34 มีพื้นที่ 309,458 ไร่ (จากพื้นที่ปลูกได้จริง 328,202 ไร่) และข้าวไร่เหมาะสมปลูกตั้งแต่สปีดนาห์ที่ 33 จนถึงสปีดนาห์ที่ 36 รวม 4 สปีดนาห์ โดยสปีดนาห์ที่มีพื้นที่เหมาะสมปลูกข้าวมากที่สุดคือสปีดนาห์ที่ 34 มีพื้นที่ 5,516 ไร่ (จากพื้นที่ปลูกได้จริง 18,744 ไร่) และข้าวเหมาะสมปลูกตั้งแต่สปีดนาห์ที่ 26 จนถึงสปีดนาห์ที่ 35 รวม 13 สปีดนาห์ โดยสปีดนาห์ที่



เหมาะสมปลูกข้าวมากที่สุดคือสัปดาห์ที่ 34 มีพื้นที่ 18,067 ไร่ จังหวัดอุดรธานีมีความเหมาะสมรวมของพื้นที่ปลูกพืชมากที่สุดในสัปดาห์ที่ 3 43 ,5 และ 3 6 คือ 497,376 ไร่ ,423,724 ไร่ และ 396,200 ไร่ ตามลำดับ

เมื่อนำปริมาณของน้ำในดินมาหาวิเคราะห์ความเหมาะสมเชิงพื้นที่ร่วมกับความเหมาะสมของดินของโปรแกรม Soil View ผลการศึกษาพบว่าลักษณะความเหมาะสมที่ 1 ถึง 55 เป็นลักษณะที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืชจากปัจจัยของน้ำในดินและคุณสมบัติของดินที่เอื้อต่อการเพาะปลูก ลักษณะที่ 14, 28, 42 และลักษณะที่ 56 พบว่าปัจจัยเกี่ยวกับคุณสมบัติของดินไม่มีความเหมาะสมสำหรับปลูกพืช ลักษณะที่ 57 ถึง 69 พบว่าปัจจัยเกี่ยวกับน้ำในดินไม่มีความเหมาะสมสำหรับปลูกพืช สำหรับลักษณะที่ 70 พบว่าทั้งน้ำในดินและคุณสมบัติของดินไม่มีความเหมาะสมสำหรับปลูกพืช ผลการศึกษา พบว่า จังหวัดพิษณุโลกเหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืชผักตั้งแต่สัปดาห์ที่ 20 ถึง 4 6 รวม 26 สัปดาห์ พืชไร่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 22 ถึง 44 รวม 22 สัปดาห์ ข้าวไร่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 33 จนถึงสัปดาห์ที่ 37 รวม 5 สัปดาห์ และข้าวเหมาะสมต่อการเพาะปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 29 จนถึงสัปดาห์ที่ 38 รวม 9 สัปดาห์ สัปดาห์ที่มีพื้นที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืชมากที่สุดคือสัปดาห์ที่ 35 มีเนื้อที่ 1,380,076 ไร่ รองลงมาคือสัปดาห์ที่ 34 และ 36 มีเนื้อที่ 1,357,386 ไร่ และ 1,349,421 ไร่ ตามลำดับ และสำหรับจังหวัดอุดรธานีมีพื้นที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืชผักตั้งแต่สัปดาห์ที่ 19 ถึง 4 7 รวม 28 สัปดาห์ พืชไร่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 29 ถึง 45 รวม 26 สัปดาห์ ข้าวไร่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 33 จนถึงสัปดาห์ที่ 36 รวม 4 สัปดาห์ และข้าวเหมาะสมต่อการเพาะปลูกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 29 จนถึงสัปดาห์ที่ 39 รวม 10 สัปดาห์ สัปดาห์ที่มีพื้นที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืชมากที่สุดคือสัปดาห์ที่ 34 มีเนื้อที่ 469,820 ไร่ รองลงมาคือสัปดาห์ที่ 35 และ 36 มีเนื้อที่ 394,005 ไร่ และ 369,048 ไร่ ตามลำดับ

ซึ่งพื้นที่เหมาะสมต่อการปลูกพืชจากทั้ง 2 ปัจจัยของจังหวัดพิษณุโลกในสัปดาห์ที่ 35 ซึ่งเป็นสัปดาห์ที่มีเนื้อที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกมากที่สุด มีเนื้อที่ลดลงจากความเหมาะสมต่อการเพาะปลูกจากปัจจัยของน้ำในดินเพียงอย่างเดียว คือจากเนื้อที่ 1,513,281 ไร่ ลดลงเหลือ 1,380,076 ไร่ สำหรับจังหวัดอุดรธานี พบว่า ในสัปดาห์ที่ 34 ซึ่งเป็นสัปดาห์ที่มีเนื้อที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกมากที่สุด มีเนื้อที่ลดลงจากความเหมาะสมต่อการเพาะปลูกจากปัจจัยของน้ำในดินเพียงอย่างเดียว คือจากเนื้อที่ 497,376 ไร่ ลดลงเหลือ 469,820 ไร่

7.6 หนึ่งตำบลหนึ่งแหล่งน้ำ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ดัชนีอุปสงค์และดัชนีอุปทานสำหรับจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำ โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และนำดัชนีที่ได้มาใช้ในการจัดลำดับในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรของแต่ละตำบล ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

การจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบลโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในการวิเคราะห์ดัชนีทั้ง 7 ได้แก่ ดัชนีเสี่ยงแล้ง ดัชนีความต้องการน้ำของพืช ดัชนีเศรษฐกิจสังคม ดัชนีน้ำท่า ดัชนีน้ำในดิน ดัชนีแหล่งน้ำ และดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำ ร่วมกับการใช้วิธีสถิติการจำแนกกลุ่ม (K-Mean Clustering Analysis และ Discriminant Analysis) นั้น พบว่าผลที่ได้จากการวิเคราะห์สามารถอธิบายถึงขีดความสามารถของศักยภาพทั้งทางด้านอุปสงค์ และทางด้านอุปทานที่เกิดขึ้นในแต่ละตำบลได้ โดยการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์ดัชนีทั้ง 7 ดังนั้นลำดับของคะแนนที่เกิดขึ้นจากแต่ละดัชนีจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงศักยภาพในแต่ละด้านที่เกิดขึ้นของระดับตำบล ซึ่งผลการศึกษาสามารถนำไปเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาและการจัดการในอนาคตได้อย่างถูกต้อง ตามสภาพที่เกิดขึ้นจริงในแต่ละพื้นที่ นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ทำให้ได้สมการถดถอยเชิงพหุ ที่สามารถทำนายทั้งลำดับของดัชนีเศรษฐกิจสังคมที่เกิดขึ้น ในระดับตำบลโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากฐานข้อมูลของ กชช 2ค ซึ่งมีการจัดเก็บทุก 2 ปีได้ และยังสามารถทำนายลำดับของการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบลโดย สมการถดถอยเชิงพหุที่ได้จากการวิเคราะห์ ซึ่งมาจากดัชนีทั้ง 7 ดัชนี

ดัชนีอุปสงค์

สำหรับดัชนีอุปสงค์ ซึ่งประกอบไปด้วย ดัชนีเสี่ยงแล้ง ดัชนีความต้องการน้ำของพืช และดัชนีเศรษฐกิจสังคม จะเป็นตัวกำหนดระดับความต้องการน้ำสำหรับพื้นที่เกษตรในแต่ละตำบล

ดัชนีเสี่ยงแล้ง

ระดับของพื้นที่เสี่ยงแล้ง จะเป็นดัชนีหนึ่งที่แสดงให้เห็นถึงสภาพของพื้นที่ที่มีปัญหาทางด้านการขาดแคลนน้ำในระดับตำบล โดยที่สมการสำหรับการวิเคราะห์ดัชนีเสี่ยงแล้งได้มาจาก 4 ปัจจัยด้วยกัน (15 ตัวแปร) ได้แก่ ปัจจัยทางด้านความเสี่ยงแล้งด้านน้ำฝน ด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ ด้านสภาพภูมิประเทศและดิน และด้านศักยภาพน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำ ซึ่งพบว่าในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ มีตำบลทั้งสิ้น 156 ตำบล อยู่ในพื้นที่ จังหวัดพิษณุโลก 93 ตำบล และจังหวัดอุตรดิตถ์ 63 ตำบล อยู่ในระดับเสี่ยงแล้งต่ำมากถึงไม่เสี่ยง จำนวน 62 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 39.74 อยู่ในระดับเสี่ยงแล้งต่ำ จำนวน 72 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 46.15 อยู่ในระดับ

เสียงแล้งปานกลาง จำนวน 19 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 12.18 และอยู่ในระดับเสียงแล้งสูง จำนวน 3 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 1.92

ดัชนีความต้องการน้ำของพืช

สำหรับดัชนีความต้องการน้ำของพืช จะเป็นดัชนีที่แสดงให้เห็นถึงสภาพของพื้นที่ที่มีการเพาะปลูกและมีความต้องการน้ำสำหรับเพาะปลูกพืชในแต่ละพื้นที่ ตัวแปรที่ใช้ ได้แก่ เนื้อที่เพาะปลูกพืชแต่ละชนิด ค่าความต้องการน้ำของพืชชนิดต่างๆ และจำนวนครั้งที่ปลูกในรอบปี ซึ่งพบว่าระดับของดัชนีความต้องการน้ำของพืช ของทั้งจังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ มีตำบลที่มีปริมาณความต้องการน้ำของพืชอยู่ในระดับต่ำมากถึงไม่ต้องการ จำนวน 23 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 14.74 ตำบลที่มีปริมาณความต้องการน้ำของพืชอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 66 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 42.31 ตำบลที่มีปริมาณความต้องการน้ำของพืชอยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 56 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 35.90 และตำบลที่มีปริมาณความต้องการน้ำของพืชอยู่ในระดับที่สูง จำนวน 11 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 7.05

ดัชนีเศรษฐกิจสังคม

ดัชนีเศรษฐกิจสังคมจะเป็นดัชนีที่บ่งชี้ถึงสภาพเศรษฐกิจและสังคม ที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรน้ำและการเกษตร ของแต่ละพื้นที่ โดยดัชนีนี้จะได้มาจากการการคัดเลือกข้อมูล กชช 2ค จึงมีตัวแปรทั้งสิ้น 56 ตัวแปร และได้้นำตัวแปรทั้ง 56 มาวิเคราะห์เพื่อหาสมการถดถอยเชิงพหุสำหรับพยากรณ์ ระดับของดัชนีเศรษฐกิจสังคมที่จะเกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่ของทั้งจังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดอุตรดิตถ์ พบว่ามีตำบลที่มีสภาพของเศรษฐกิจสังคมดีมาก จำนวน 42 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 26.92 ตำบลที่มีสภาพของเศรษฐกิจสังคมดี จำนวน 60 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 38.46 ตำบลที่มีสภาพของเศรษฐกิจสังคมปานกลาง จำนวน 50 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 32.05 และตำบลที่มีสภาพของเศรษฐกิจสังคมต่ำ จำนวน 4 ตำบล คิดเป็น ร้อยละ 2.56

ดัชนีอุปทาน

ในส่วนของดัชนีอุปทาน ซึ่งเป็นดัชนีที่แสดงให้เห็นถึงสภาพของน้ำต้นทุนที่มีอยู่ในแต่ละพื้นที่ ทั้งของจังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ ประกอบไปด้วย ดัชนีน้ำท่า ดัชนีน้ำในดิน ดัชนีแหล่งน้ำ และดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำ

ดัชนีน้ำท่า เป็นดัชนีที่แสดงให้เห็นถึงระดับของปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นของแต่ละพื้นที่ ซึ่งพบว่าระดับของดัชนีน้ำท่า ของทั้งจังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ มีตำบลที่มีปริมาณน้ำท่าอยู่ในระดับต่ำมากถึงไม่มี จำนวน 41 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 26.28 ตำบลที่มีปริมาณน้ำท่าอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 79 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 50.64 ตำบลที่มีปริมาณน้ำท่าอยู่ในระดับปานกลาง



จำนวน 4 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 2.56 และตำบลที่มีปริมาณน้ำท่าอยู่ในระดับที่สูง จำนวน 32 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 20.51

ดัชนีน้ำในดิน เป็นดัชนีที่สามารถบอกถึงระดับของน้ำในดินที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่ ของทั้ง จังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ พบว่ามีตำบลที่มีระดับน้ำในดินต่ำมากถึงไม่มี จำนวน 12 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 7.69 ตำบลที่มีระดับน้ำในดินต่ำ จำนวน 48 ตำบล คิดเป็น ร้อยละ 30.77 ตำบลที่มีระดับน้ำในดินปานกลาง จำนวน 65 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 41.67 และตำบลที่มีระดับน้ำในดินสูง 31 ตำบล คิดเป็น ร้อยละ 19.87

ดัชนีแหล่งน้ำ เป็นดัชนีที่สามารถบอกถึงระดับของร้อยละของแหล่งน้ำที่มีเทียบกับพื้นที่ เกษตรของแต่ละตำบล ซึ่งพบว่ามีตำบลที่มีร้อยละของแหล่งน้ำมาก จำนวน 3 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 1.92 ตำบลที่มีร้อยละของแหล่งน้ำปานกลาง จำนวน 1 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 0.64 ตำบลที่มีร้อยละของแหล่งน้ำน้อย จำนวน 49 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 31.41 และตำบลที่มีร้อยละของแหล่งน้ำต่ำ จำนวน 103 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 66.03

ดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำ เป็นดัชนีที่แสดงให้เห็นถึงค่าเฉลี่ยของระยะห่างจากแหล่งน้ำ จากตำบลถึงแหล่งน้ำที่มีอยู่ และยังสามารถแสดงให้เห็นถึงความศักยภาพของการมีแหล่งน้ำ และการนำน้ำจากแหล่งน้ำไปใช้ประโยชน์ในแต่ละพื้นที่ของจังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ ซึ่งพบว่ามีตำบลที่มีระยะห่างจากแหล่งน้ำน้อย จำนวน 21 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 13.46 ตำบลที่มีระยะห่างจากแหล่งน้ำปานกลาง จำนวน 28 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 17.95 ตำบลที่มีระยะห่างจากแหล่งน้ำมาก จำนวน 103 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 66.03 และตำบลที่มีระยะห่างจากแหล่งน้ำมากที่สุด จำนวน 4 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 2.56

สำหรับการจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำ ซึ่งใช้ค่าผลรวมของระดับของดัชนีทั้ง 7 ดัชนี มาวิเคราะห์และจำแนกกลุ่มโดยใช้วิธีสถิติการจำแนกกลุ่ม ออกเป็น 4 กลุ่มด้วยกัน พบว่าสมการของการลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำที่ใช้ค่ามาตรฐานของดัชนีทั้ง 7 สามารถอธิบายการจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบลได้ถึงร้อยละ 86.2 และดัชนีทั้ง 7 มีค่าทดสอบทางสถิติ t น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 สำหรับพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ พบว่าตำบลที่ไม่ควรได้รับการพัฒนา มีจำนวน 24 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 15.38 ตำบลที่ควรได้รับการพัฒนาระยะหลัง จำนวน 56 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 35.90 ตำบลที่ควรได้รับการพัฒนาระยะปานกลาง จำนวน 56 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 35.90 และตำบลที่ควรได้รับการพัฒนาระยะแรก จำนวน 20 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 12.82



7.6 การพัฒนาโปรแกรมชื่อ “ น้ำน่าน ” สำหรับเรียกใช้และแสดงผลฐานข้อมูล

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจต้องมีย่อประกอบสำคัญ 3 ประการคือ (1) ระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (2) องค์ความรู้ และ (3) ระบบเรียกใช้และแสดงผล จุดเด่นของระบบสนับสนุนการตัดสินใจคือสามารถนำข้อมูลด้านต่าง ๆ มาวิเคราะห์ร่วมกันอย่างบูรณาการ โดยที่ผู้ตัดสินใจสามารถจำลองสถานการณ์หรือตั้งเงื่อนไขของสถานการณ์หรือกำหนดทางเลือกเพื่อคาดคะเนผลที่อาจเกิดขึ้น ในการวิจัยส่วนนี้เป็นการนำฐานข้อมูลและองค์ความรู้จากการวิจัยมาพัฒนาเป็นระบบเรียกใช้ในรูปแบบโปรแกรม “ น้ำน่าน ” ซึ่งผู้ใช้สามารถตั้งเงื่อนไขเพื่อจำลองสถานการณ์ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นภายใต้เงื่อนไขที่เปลี่ยนแปลงไป เพื่อให้สามารถเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของพื้นที่ โปรแกรม น้ำน่าน ประกอบด้วยโมดูลทั้งหมด 6 โมดูล คือ DROUGHT, WATBUD, CROPWAT, URBWAT, WATMAN และ WATDEM โดยแต่ละโมดูลมีเนื้อหาสรุปได้ดังนี้

(1) DROUGHT เป็นโมดูลเรียกใช้ฐานข้อมูลและองค์ความรู้ด้านพื้นที่ขาดแคลนน้ำ

(2) WATBUD เป็นโมดูลเรียกใช้ฐานข้อมูลและองค์ความรู้ด้านงบประมาณน้ำในรูปน้ำฝน น้ำระเหย น้ำท่าผิวดิน น้ำในดิน และน้ำซึมลึก

(3) CROPWAT เป็นโมดูลเรียกใช้ฐานข้อมูลและองค์ความรู้ด้านความต้องการใช้เพื่อการเพาะปลูกพืช

(4) URBWAT เป็นโมดูลเรียกใช้ฐานข้อมูลและองค์ความรู้ด้านความต้องการใช้น้ำเพื่อการประปา

(5) WATMAN เป็นโมดูลเรียกใช้ฐานข้อมูลและองค์ความรู้ด้านการจัดลำดับการพัฒนาแหล่งน้ำรายตำบล โดยพิจารณาจากปัจจัยทางอุปสงค์และอุปทานด้านทรัพยากรน้ำของพื้นที่

(6) WATDEM เป็นโมดูลเรียกใช้ฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอุปสงค์และอุปทานน้ำ

Project Code : RDG46O0002

Project Title : Database System Development and Modeling of Water Demands in Urban and Rural Areas

Investigators : Narongrit C.¹, Boonyanuphap J.¹, Jiamyangyuen S.¹,
Umponstira C.¹, and Yeesoonsang S.¹
¹Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment,
Naresuan University

E-mail Address : chada@nu.ac.th

Project Duration : 1st December 2002 - 30th November 2004

Nowadays, Geographic Information System (GIS) is an effective tool used in administration and management of complex spatial resources. This study, thus, aimed to use GIS for developing spatial database dealing with water demand and supply as well as for spatially modeling urban and agricultural water demands. The study area was Phitsanulok and Uttaradit provinces. These two provinces use the same surface water sources from Sirikit Dam and Nan River. Data dealing with water resources was surveyed, collected, analyzed, and synthesized by using grid data model with 40*40 meters-grid size in GIS.

The main results gained from this research were GIS-based water resource database and computer program, named "Namnan". GIS-based database was divided into 2 main categories; spatial vector-based database and attribute database. These two database categories were stored in relational database structure to facilitate linking and retrieving data between spatial database and attribute database. Database of water resource and management derived from this study were (1) base map database including administrative data, topographic data, soil group and land use data, climatic data, watershed, water source, and stream data, and potentialities of quifer and groundwater well data, and (2) thematic database including water deficit score, water balance equation-based supplies, population and crop-based water demands, weekly suitable crop calendar, and Tambon-based priority of water reservoir development. All



of these databases were finally used to develop Namnan program in order to create a computer-based tool for supporting decision making in administration and management of complex spatial water resources.

Keywords : database system, modeling, water demand, geographic information system





รหัสโครงการ : RDG46O0002

ชื่อโครงการ : การพัฒนาระบบฐานข้อมูลและการสร้างแบบจำลองความต้องการน้ำในเขตเมือง
และชนบท

ชื่อนักวิจัย : นางสาวชฎา ณรงค์ฤทธิ์¹ นายจรรย์ธร บุญญานุภาพ¹ นางสาวสุดารัตน์ เจียมยังยืน¹
นายชนินทร์ อัมพรสศิริ¹ และนายสีใส ยี่สุนแสง¹

¹คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail Address : chada@nu.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : 1 ธันวาคม 2545 ถึง 30 พฤศจิกายน 2547

ในปัจจุบันระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นับเป็นเครื่องมือหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการนำมาใช้ในการบริหารจัดการทรัพยากรเชิงพื้นที่ที่มีลักษณะซับซ้อน โครงการวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายหลักคือนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาจัดทำระบบฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอุปสงค์และอุปทานน้ำ รวมทั้งจำลองเชิงพื้นที่ด้านความต้องการน้ำประปาของประชากรในพื้นที่เมืองและความต้องการน้ำเพื่อการเพาะปลูกในพื้นที่ชนบท พื้นที่ศึกษาคือจังหวัดพิษณุโลกและอุตรดิตถ์ซึ่งใช้แหล่งน้ำผิวดินร่วมกัน คือ เขื่อนสิริกิติ์และแม่น้ำน่าน ในการวิจัยได้สำรวจ รวบรวม วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แบบจำลองข้อมูลกริดขนาด 40*40 เมตร ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ผลการวิจัยหลัก คือ ได้ระบบฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรน้ำและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ชื่อ “น่านาน” ฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ได้สามารถแบ่งเป็น 2 ประเภทหลัก ๆ คือ ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่และฐานข้อมูลคุณลักษณะ ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่จัดเก็บในรูปเวกเตอร์ส่วนฐานข้อมูลคุณลักษณะจัดเก็บในรูปแฟ้มข้อมูลตาราง ทั้งนี้ฐานข้อมูลทั้ง 2 ประเภทถูกจัดเก็บในลักษณะแบบจำลองฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ เพื่อให้สามารถเชื่อมโยงและเรียกค้นค้นระหว่างฐานข้อมูลคุณลักษณะและฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ได้ง่าย ฐานข้อมูลทรัพยากรน้ำและการจัดการที่ได้รับจากโครงการวิจัยนี้ คือ (1) ฐานข้อมูลที่เป็นแผนที่ฐาน อันประกอบด้วย ข้อมูลด้านการปกครอง ข้อมูลภูมิประเทศ ข้อมูลกลุ่มดินและการใช้ที่ดิน ข้อมูลภูมิอากาศ ข้อมูลลุ่มน้ำ แหล่งน้ำและเส้นลำน้ำ และข้อมูลศักยภาพการให้น้ำของชั้นหินให้น้ำและบอบาดาล และ (2) ฐานข้อมูลเฉพาะเรื่อง ประกอบด้วย ระดับขาดแคลนน้ำ อุปทานน้ำตามสมการสมดุลน้ำ อุปสงค์น้ำของประชากรและพืชปลูก ปฏิทินที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกพืชรายสัปดาห์ และลำดับของตำบลที่ควรได้รับการพัฒนาแหล่งน้ำ ฐานข้อมูลทั้งหมดที่ได้ถูกนำมา

พัฒนาเป็นโปรแกรม “น่านาน” เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับสนับสนุนการตัดสินใจด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำเชิงพื้นที่ต่อไป

คำหลัก : ระบบฐานข้อมูล การจำลอง ความต้องการน้ำ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

บทที่ 1

ระบบฐานข้อมูลและโครงสร้างข้อมูล

1.1. บทนำ

ในการจัดทำฐานข้อมูลของโครงการวิจัย “การพัฒนาฐานข้อมูลความต้องการน้ำในเขตเมืองและชนบท” ได้ดำเนินการต่อเนื่องจากงาน “โครงการสำรวจและเก็บข้อมูลสำหรับโครงการวิจัยระบบสนับสนุนการตัดสินใจการจัดการน้ำเพื่อชุมชน” โดยทำการสำรวจและรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อนำมาพัฒนาเป็นระบบฐานข้อมูลด้านทรัพยากรน้ำ สำหรับใช้ในการศึกษาและพัฒนาแบบจำลองความต้องการน้ำและระบบสนับสนุนการตัดสินใจการใช้น้ำในเขตเมืองและชนบท โดยเน้นไปยังพื้นที่เป้าหมายในจังหวัดพิษณุโลกและอุตรดิตถ์ซึ่งใช้แหล่งน้ำผิวดินร่วมกัน คือ เขื่อนสิริกิติ์และแม่น้ำน่าน แนวทางการจัดทำระบบฐานข้อมูลที่จัดทำขึ้น มี 2 รูปแบบ คือ (1) ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งจัดเก็บในรูปแบบแฟ้มข้อมูลเชิงภาพแผนที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และ (2) ฐานข้อมูลเชิงคุณลักษณะ ซึ่งจัดเก็บในรูปแบบแฟ้มข้อมูลตารางที่สามารถเชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงภาพและเรียกใช้ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ผลการสำรวจ เก็บรวบรวม และจัดสร้างฐานข้อมูลที่สามารถเรียกใช้งานในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ทำให้ได้ระบบฐานข้อมูลและโครงสร้างข้อมูลที่สมบูรณ์ สำหรับนำเสนอแก่เครือข่ายวิจัยและพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (ครส.) สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

1.2 การสร้างระบบฐานข้อมูล

1.2.1 ประเภทข้อมูล

ฐานข้อมูลของโครงการวิจัย มีลักษณะเป็นฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS Database) โครงการวิจัยได้จัดแบ่งประเภทข้อมูลต่าง ๆ โดยจัดอยู่ในกลุ่มตามคุณลักษณะของข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกัน เพื่อให้ง่ายต่อการบริหารจัดการข้อมูลที่มีอยู่ในแต่ละชั้นข้อมูลทั้งหมด และเพื่อให้เกิดความสะดวกต่อการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ในแต่ละส่วนตามที่มีการนำเสนอในรูปแบบของการสร้างแบบจำลองข้อมูล โดยฐานข้อมูลที่ถูกสร้างขึ้นจะเป็นฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Database) ที่สามารถเชื่อมโยงกับข้อมูล 2 ฐาน ได้แก่ ฐานข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute Database) และฐานข้อมูลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ (Statistical Database) ทั้งนี้ ฐานข้อมูลทั้ง 3 ส่วนถูกจัดเก็บในลักษณะฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database)



1.2.2 การรวบรวมข้อมูลและแหล่งข้อมูล

ก่อนที่จะมีการรวบรวมข้อมูล และจัดเตรียมฐานข้อมูลทั้งที่เป็นข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานต่าง ๆ ได้มีการศึกษารายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับงานข้อมูลที่โครงการมีความจำเป็นต้องใช้ และควรมีไว้ในฐานข้อมูลของโครงการ จากนั้นได้มีการวางแผน ออกแบบ และสำรวจ พร้อมรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ โดยมีการปรับปรุง และเปลี่ยนแปลงรูปแบบของข้อมูลเพื่อสะดวกต่อการวิเคราะห์ข้อมูล และออกแบบระบบฐานข้อมูล (Database) ที่บรรยายคุณลักษณะของข้อมูลแต่ละชั้นข้อมูลให้ครอบคลุมเนื้อหาที่ศึกษาและทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และปรับปรุงแก้ไขระบบฐานข้อมูลแผนที่ โดยเปรียบเทียบกับแผนที่ฐาน (Base Map) ข้อมูลที่รวบรวมและจัดสร้างมีดังนี้

(1) ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial database) เป็นข้อมูลแผนที่เชิงเลข (Digital Map) ประกอบด้วย

(1.1) ข้อมูลภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุตรดิตถ์ ของกรมแผนที่ทหาร ใช้เป็นแผนที่ (Base map)

(1.2) ข้อมูลขอบเขตการปกครองในระดับจังหวัด อำเภอและตำบล ตามประกาศกระทรวงมหาดไทย

(1.3) ข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งหมู่บ้าน ตามประกาศกระทรวงมหาดไทย

(1.4) ข้อมูลตำแหน่งสถานีตรวจวัดอากาศ โดยใช้ข้อมูลอ้างอิงตำแหน่งทางภูมิศาสตร์จากกรมอุตุนิยมวิทยา นำมาจัดทำเป็นแผนที่แสดงตำแหน่งสถานีตรวจวัดอากาศ

(1.5) ข้อมูลเส้นลำน้ำ

(1.6) ข้อมูลศักยภาพของชั้นหินให้น้ำ ของกอน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม

(1.7) ข้อมูลศักยภาพการให้น้ำใต้ดินของบ่อน้ำพื้นที่ ได้มาจาก กอน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม

(1.8) ข้อมูลแหล่งน้ำผิวดิน

(1.9) ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย จัดทำจากแบบจำลองระดับความสูงของพื้นที่ (Digital Elevation Model) โดยใช้ชุดข้อมูลจุดระดับความสูง (High spot) ระดับชั้นความสูง (Elevation) เส้นลำน้ำ เส้นทางคมนาคม และแหล่งน้ำผิวดิน

(1.10) ข้อมูลเส้นชั้นความสูง

(1.11) ข้อมูลระดับชั้นความสูงและจุดความสูง



(1.12) ข้อมูลความลาดชัน

(1.13) ข้อมูลชุดดิน จากข้อมูลการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมผิวดิน พ.ศ. 2543
จัดทำโดย กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

(1.14) ข้อมูลแสดงขอบเขตพื้นที่ชลประทาน ได้มาจากโครงการเขื่อนนเรศวร
และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล จังหวัดพิษณุโลก จัดทำโดยวิทยาลัยการชลประทาน

(2) ฐานข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute database) เป็นข้อมูลระดับหัตถิภูมิ ซึ่งรวบรวม
จากหน่วยงานที่รับผิดชอบในการจัดเก็บข้อมูล ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน จำนวนวันที่ฝนตก ปริมาณ
น้ำฝนสูงสุดของวัน ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิอากาศ และการคายระเหยของน้ำ รวบรวมข้อมูลจาก
กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีและการสื่อสาร ข้อมูลคุณสมบัติชุดดินและการใช้ประโยชน์
ที่ดิน ได้ข้อมูลจากกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หมู่บ้านประสพภัยแล้งจากข้อมูล
พื้นฐานหมู่บ้าน (กชช.2ค) รวบรวมข้อมูลจากกรมการพัฒนาชุมชน กระทรวงมหาดไทย

1.2.3 การออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูล

ในขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล และจัดเตรียมฐานข้อมูลทั้งที่เป็นข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูล
ทุติภูมิจากหน่วยงานต่าง ๆ เป็นข้อมูลที่มีความหลากหลายอยู่มาก ดังนั้นจึงมีการปรับปรุง และ
เปลี่ยนแปลงรูปแบบของข้อมูลเพื่อสะดวกต่อการวิเคราะห์ข้อมูล โดยได้มีการออกแบบระบบ
ฐานข้อมูล ที่บรรยายคุณลักษณะของข้อมูลแต่ละชั้นข้อมูลให้ครอบคลุมเนื้อหาที่ศึกษาและทำการ
ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และปรับปรุงแก้ไขระบบฐานข้อมูลแผนที่ โดยเปรียบเทียบกับ
แผนที่ฐาน

1.2.4 การสร้างฐานข้อมูล

จากฐานข้อมูลที่ได้รวบรวมและออกแบบ และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเรียบร้อยแล้ว
แล้วสามารถนำมาเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และสร้างฐานข้อมูล โดยมีขั้นตอนดังนี้

(1) สร้าง Project โดยโปรแกรม ArcView GIS เพื่อรองรับฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial
Database) และฐานข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute Database)

(2) นำเข้าฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial database) ของแต่ละปัจจัยที่จะศึกษาโดยนำเข้า
โปรแกรม ArcView GIS แบ่งตามชั้นข้อมูล (Layer) คือ ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ ของกรมแผนที่
ทหาร ใช้เป็นแผนที่พื้นฐาน (Base map) แผนที่ขอบเขตการปกครองในระดับจังหวัด อำเภอและ
ตำบล ตามประกาศกระทรวงมหาดไทย ตำแหน่งที่ตั้งหมู่บ้าน สถานีตรวจวัดอากาศ เส้นลำน้ำ
แหล่งน้ำผิวดิน พื้นที่เขตชลประทาน ตำแหน่งสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า ชั้ินหินให้น้ำใต้ดิน
ความสามารถในการให้น้ำของบ่อน้ำในพื้นที่ ความหนาแน่นของลำน้ำในลุ่มน้ำย่อย ขนาดพื้นที่

ลุ่มน้ำย่อย เส้นชั้นความสูง ระดับชั้นความสูง จุดพิภคความสูง ความลาดชัน ชุดดิน เส้นทางคมนาคม และการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากนั้นตรวจสอบความถูกต้อง สมบูรณ์ของข้อมูลพร้อมทั้งแก้ไขและปรับปรุงให้อยู่ในมาตรฐานของแผนที่เดียวกัน

(3) นำเข้าข้อมูลฐานข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute database) ในโปรแกรม Microsoft Access เช่น ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย จำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ย ปริมาณน้ำฝนสูงสุดของวัน ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิอากาศ การคายระเหยของน้ำ ความลาดชันของพื้นที่ ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน ความสูงต่ำของพื้นที่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ความหนาแน่นของลำน้ำในลุ่มน้ำย่อย ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย พื้นที่เขตชลประทาน แหล่งน้ำผิว ปริมาณน้ำใต้ดินและจำนวนบ่อบาดาล ข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ และข้อมูลการสำรวจโดยแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ จากนั้นทำการแปลงรูปแบบข้อมูล (Convert) ให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลประเภท .dbf เพื่อนำมาใช้ประมวลผลในโปรแกรม ArcView GIS พร้อมทั้งจัดโครงสร้างของตารางเพื่อสร้างความสัมพันธ์ของตารางฐานข้อมูลเชิงพื้นที่และตารางฐานข้อมูลเชิงคุณลักษณะโดยการสร้างความเชื่อมโยงเชิงสัมพันธ์ (Relational) ชนิดหนึ่งต่อหนึ่ง (one-to-one) และหนึ่งต่อหลาย (one-to-many)

1.3 ประเภทของฐานข้อมูล

ฐานข้อมูลที่รวบรวมและจัดทำขึ้น ได้แบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ 1) ระดับมหภาค ได้แก่ ข้อมูลพื้นที่ระดับจังหวัดพิษณุโลก จังหวัดอุตรดิตถ์ และระดับลุ่มน้ำ และ 2) ระดับจุลภาค ได้แก่ พื้นที่เขตเทศบาลนครพิษณุโลกและพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล โดยฐานข้อมูลที่รวบรวมได้ ถูกจัดแบ่งเป็นประเภท (Category) ต่างๆ โดยข้อมูลแต่ละประเภทประกอบด้วย ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ฐานข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute Data) และฐานข้อมูลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ (Statistical Database) ดังต่อไปนี้

(1) Administration คือ ประเภทข้อมูลขอบเขตการปกครอง ที่ตั้ง และข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปกครอง ประกอบด้วย

(1.1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ ได้แก่

- ขอบเขตการปกครองระดับจังหวัด (Province.shp)
- ขอบเขตการปกครองระดับอำเภอ (Amphoe.shp)
- ขอบเขตการปกครองระดับตำบล (Tambon.shp)
- ตำแหน่งที่ตั้งหมู่บ้าน (Village.shp)

(1.2) ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ ใช้ประกอบการวิเคราะห์ข้อมูลและแสดงรายละเอียดต่างๆ ของประเภทข้อมูลขอบเขตการปกครอง ที่ตั้ง ในระดับจังหวัด อำเภอ ตำบล และหมู่บ้าน

ตัวอย่างเช่น จำนวนประชากร (Popxxvil.dbf) รายได้ของประชากร (Incxxvil.dbf) จำนวนประชากรที่ประกอบอาชีพ (Occxxvil.dbf) รายละเอียดดังภาคผนวก

(2) Physiology คือ ประเภทข้อมูลด้านกายภาพ สภาพภูมิประเทศ และข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย

(2.1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ ได้แก่

- เส้นชั้นความสูง (Contour.shp)
- ระดับความสูง (Elevation.shp)
- ลักษณะทางธรณีวิทยา (Geology.shp)
- ประเภทการใช้ที่ดินปี พ.ศ. 25xx (Luxx.shp)
- ระดับความลาดชัน (Slope.shp)
- ชนิดดิน (Soil.shp)

(2.2) ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ รายละเอียดข้อมูลเชิงพื้นที่ของประเภทข้อมูลด้านกายภาพ สภาพภูมิประเทศ ตัวอย่างเช่น ชื่อชนิดเส้นชั้นความสูง (Con_type.dbf) ชื่อสัญลักษณ์ประเภทหิน (Rocktype.dbf) ชื่อสัญลักษณ์ยุคของหิน (Age.dbf) ชื่อสัญลักษณ์ประเภทหน่วยหิน (Symbol.dbf) ประเภทการใช้ที่ดินปี พ.ศ. 25xx (Luxx_t.dbf) ช่วงเปอร์เซ็นต์ระดับชั้นความลาดชัน (Sl_class.dbf) ข้อมูลชุดดิน (Soilname.dbf) ข้อมูลเนื้อดิน (Texture.dbf) เป็นต้น

(3) Hydrology คือ ประเภทข้อมูลด้านอุทกวิทยา แหล่งน้ำ และข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย

(3.1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ ได้แก่

- เส้นลำน้ำ (Stream.shp)
- แหล่งน้ำผิวดิน (Waterbody.shp)
- ชั้นน้ำบาดาล (Aquifer.shp)
- ตำแหน่งบ่อน้ำบาดาล (Well.shp)
- ตำแหน่งสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า (Elecump.shp)
- พื้นที่โครงการชลประทาน (Irrarea.shp)
- ตำแหน่งสถานีอุทกวิทยา (Hydrosta.shp)
- ข้อมูลเขื่อน (Dam.shp)

(3.2) ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ คือ รายละเอียดข้อมูลเชิงพื้นที่ของประเภทข้อมูลด้านอุทกวิทยา แหล่งน้ำ และข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างเช่น ระดับชั้นลำน้ำ

(Str_class.dbf) ความสามารถในการให้น้ำตามชั้นน้ำบาดาล (Aqui_cap.dbf) ความสามารถในการให้น้ำบาดาลแยกรายอำเภอ (Gwtr_cap.dbf) จำนวนบ่อน้ำแยกตามชนิดและประเภทแหล่งน้ำรายตำบล (Well_num.dbf) คำอธิบายประกอบบัญชีบ่อน้ำบาดาล (Wel_site.dbf) ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำท่าต่ำสุดรายเดือน (Hydromin.dbf) ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำท่าสูงสุดรายเดือน (Hydromax.db) ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำท่ารายเดือน (Hydroavg.dbf) ปริมาณน้ำไหลเข้าเขื่อน (Siri_inxx.dbf) ปริมาณน้ำไหลออกจากเขื่อนรายเดือน (Siri_outxx.dbf) ปริมาณน้ำกักเก็บของเขื่อนรายเดือน (Siri_qxx.dbf) เป็นต้น

(4) Meteorology คือ ประเภทข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา และข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย

(4.1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ได้แก่

- ตำแหน่งสถานีตรวจวัดอากาศ (Rainsta.shp)

(4.2) ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ ได้แก่ คือ รายละเอียดข้อมูลเชิงพื้นที่ของประเภทข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา และข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างเช่น ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (Rain_avg.dbf) ค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่ฝนตก (Rain_day.dbf) ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนสูงสุดในวัน (Rain_max.dbf) ค่าการคายระเหยเฉลี่ย 30 ปี (Evap_avg.dbf) ค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดเฉลี่ย 30 ปี (Rh_min.dbf) ค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ย 30 ปี (Rh_max.dbf) ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 30 ปี (Rh_avg.dbf) ค่าอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 30 ปี (Temp_min.dbf) ค่าอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 30 ปี (Temp_max.dbf) ค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 30 ปี (Temp_avg.dbf) เป็นต้น

(5) Watersupply คือ ประเภทข้อมูลการใช้น้ำในเขตเทศบาลเมืองและพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาหลายชุมพล และข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย

(5.1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ได้แก่

- เขตการให้บริการน้ำประปา (Muwzone.shp)
- ขอบเขตการให้บริการน้ำประปา (Muwbound.shp)
- ขอบเขตของพื้นที่โครงการชลประทาน (PLbound.shp)
- โซนในพื้นที่โครงการชลประทาน (PLzone.shp)
- ตอนในโครงการชลประทาน (PLsectio.shp)
- แหล่งกักเก็บน้ำในเขตชลประทาน (PLwbody.shp)
- รายละเอียดคลองชลประทาน (PLcanal.shp)
- รายละเอียดข้อมูลอาคารชลประทาน (PLstr1.shp)
- รายละเอียดอาคารชลประทานและที่ตั้ง (PLstr2.shp)

- ชั้นข้อมูลคลองระบายน้ำและอาคารชลประทาน (PLdrain.shp)
- เส้นลำน้ำในพื้นที่ชลประทาน (PLstr.shp)
- ที่ทำการตอนส่งน้ำ (PLOffice.shp)
- บ้านพักพนักงานประจำเขตโครงการ(PLman.shp)
- พื้นที่ส่งจ่ายน้ำในฤดูฝน (PLlurain.shp)
- พื้นที่ส่งจ่ายน้ำในฤดูแล้ง (PLludry.shp)
- สถานีตรวจวัดอากาศของในพื้นที่โครงการชลประทาน (PLmsta.shp)

(5.2) ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ ได้แก่ รายละเอียดข้อมูลเชิงพื้นที่ของข้อมูลประเภทการใช้น้ำในเขตเทศบาลเมืองและพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล และข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างเช่น เขตการให้บริการน้ำประปา (Muwxz.dbf) ปริมาณน้ำประปาที่ผลิตได้รวม (Muwxz_qut.dbf) ปริมาณการใช้น้ำประปา(Muwxz_pd.dbf) ปริมาณการสูญเสียน้ำรวม(Muwxz_los.dbf) จำนวนประชากรรายเดือนในเขตเทศบาล(Muxx_pop.dbf) สิ่งก่อสร้างของแต่ละตอนชลประทาน (Str_des.dbf) การเพาะปลูกในตอนของโครงการชลประทานช่วงฤดูฝน(PLlu_Rxx.dbf) การเพาะปลูกในตอนของโครงการชลประทานช่วงฤดูแล้ง(PLu_Dxx.dbf) พื้นที่ส่งจ่ายน้ำในฤดูฝน (Plrainxx.dbf) เป็นต้น

(6) Landuse คือ ข้อมูลประเภทการใช้ที่ดินในเขตเทศบาล และข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย

(6.1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ได้แก่

- จำนวนบ้านพักอาศัยในเขตการใช้น้ำประปา (Muxxres.shp)
- โรงแรมที่ตั้งอยู่ในเขตการใช้น้ำประปา (Muxxhot.shp)
- โรงเรียนที่ตั้งอยู่ในเขตการใช้น้ำประปา (Muxxsch.shp)
- โรงพยาบาลที่ตั้งอยู่ในเขตการใช้น้ำประปา (Muxxhos.shp)
- วัดที่ตั้งอยู่ในเขตการใช้น้ำประปา (Muxxtem.shp)
- อาคารพาณิชย์ที่ตั้งอยู่ในเขตการใช้น้ำประปา (Muxxcom.shp)
- หน่วยงานราชการที่ตั้งอยู่ในเขตการใช้น้ำประปา (Muxxgov.shp)
- กิจกรรมการใช้ที่ดินอื่น ๆ ที่ตั้งอยู่ในเขตการใช้น้ำประปา (Muxxoth.shp)

(6.2) ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ ได้แก่ รายละเอียดข้อมูลเชิงพื้นที่ของข้อมูลประเภทการใช้ที่ดินในเขตเทศบาล และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างเช่น รายละเอียดที่อยู่อาศัยในแต่ละหลังคาเรือนในเขตการใช้น้ำประปา (Muxx_res.dbf) รายละเอียดโรงแรมในเขตการใช้น้ำประปา

(Muxx_hot.dbf) รายละเอียดจำนวนผู้เข้าพักในโรงแรมในเขตการใช้น้ำประปา (Guest_xx.dbf) รายละเอียดโรงเรียนในเขตการใช้น้ำประปา (Muxx_sch.dbf) รายละเอียดโรงพยาบาลในเขตการใช้น้ำประปา (Muxx_hos .dbf) รายละเอียดวัดในเขตการใช้น้ำประปา (Muxx_tem .dbf) รายละเอียดอาคารพาณิชย์ในเขตการใช้น้ำประปา (Muxx_com.dbf) รายละเอียดหน่วยงานราชการในเขตการใช้น้ำประปา (Muxx_gov .dbf) รายละเอียดกิจกรรมการใช้ที่ดินอื่น ๆ ในเขตการใช้น้ำประปา (Muxx_oth .dbf) เป็นต้น

(7) ฐานข้อมูลที่ได้จากการวิจัย ในการวิจัยและสร้างแบบจำลองด้วยวิธีวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้ข้อมูลในข้อ (1) ถึง (6) มาวิเคราะห์ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในรูปแบบข้อมูลกริด (Grid) ซึ่งใช้ขนาดพื้นที่ 40x40 เมตร เป็นตัวแทนของแต่ละพื้นที่และถูกแทนค่าด้วยค่าเฉลี่ย ค่าของตัวแปรในสมการของการคำนวณของการวิเคราะห์ในแต่ละส่วนเพื่อให้ได้ค่าเปรียบเทียบรวม และสามารถนำมาวิเคราะห์ร่วมกันได้ในลักษณะขององค์รวมทั้งหมดอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ ในส่วนของการวิเคราะห์เพื่อจัดทำฐานข้อมูลสถิติครั้งนี้ส่วนใหญ่ได้จัดทำข้อมูลให้อยู่ในรูปของฐานข้อมูลค่ามาตรฐาน (Statistic Standardized Database) โดยมีฐานข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติ ดังนี้

(7.1) ฐานข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง

- รหัสหมู่บ้าน
- ระดับความเสี่ยงแล้งของหมู่บ้าน
- สาเหตุความแล้งรวม
- ระดับของความแล้งรวม ในรูปของค่ามาตรฐาน (standardized)

เปรียบเทียบกันในพื้นที่อื่นภายในพื้นที่ 2 จังหวัดที่ศึกษา

- ระดับความแล้งจากกลุ่มปัจจัยด้านน้ำฝน
- ระดับความแล้งจากกลุ่มปัจจัยด้านแหล่งน้ำผิวดิน
- ระดับความแล้งจากกลุ่มปัจจัยด้านน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำ
- ระดับความแล้งจากกลุ่มปัจจัยด้านสภาพภูมิประเทศและดิน

(7.2) ฐานข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ความต้องการน้ำของพืช

- ความต้องการน้ำของพืชในเขตชลประทาน
 - 1) รหัสเขตคลองส่งน้ำชลประทาน
 - 2) Rainfall
 - 3) Effective Rainfall

- 4) Land Preparation
- 5) Percolaion
- 6) Crop Water Requirement
- 7) Evapotranspiration
- 8) Kc

- ความต้องการน้ำของพืชแบบอาศัยน้ำฝน

(7.3) ฐานข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ความต้องการน้ำในเขตเมือง

- ความต้องการน้ำประปาในเขตเทศบาลเมือง

- 1) เขตการส่งน้ำในเขตเทศบาล
- 2) อัตราเพิ่มของประชากรรายเขตการส่งน้ำ
- 3) จำนวนสิ่งปลูกสร้างในเขตการส่งน้ำ
 - ที่พักอาศัย
 - พาณิชยกรรม
 - อุตสาหกรรม
 - ส่วนราชการ
 - อาคารประเภทอื่น ๆ

4) อัตราการใช้น้ำประปาต่อหลังคาเรือน

5) อัตราการใช้น้ำประปาต่อคน

- ความต้องการน้ำประปาในเขตเทศบาลตำบล/อำเภอ (ประปาสวนภูมิภาค)

- 1) จุดบริการน้ำประปา
- 2) จำนวนหลังคาเรือนที่ใช้น้ำประปา
- 3) จำนวนประชากรที่ใช้น้ำประปา
- 4) อัตราการใช้น้ำประปาต่อหลังคาเรือน
- 5) อัตราการใช้น้ำประปาต่อคน

(7.4) ฐานข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์น้ำในดิน

- ขอบเขตการปกครอง
- ขอบเขตประเภทการใช้ที่ดิน
- ประเภทความลาดเทของพื้นที่
- ประเภทของเนื้อดิน

- ปริมาณน้ำฝน จำนวน 52 สัปดาห์
- ปริมาณการระเหยจากผิวดินการระเหย จำนวน 52 สัปดาห์
- ปริมาณการระเหยจริง จำนวน 52 สัปดาห์
- สัมประสิทธิ์น้ำท่า
- ค่าของ Curve Number ในพื้นที่ศึกษา
- ปริมาณน้ำท่า จำนวน 52 สัปดาห์
- ปริมาณการซึมลึก จำนวน 52 สัปดาห์
- สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช จำนวน 52 สัปดาห์
- ปริมาณการใช้น้ำของพืช จำนวน 52 สัปดาห์
- ปริมาณน้ำในดิน จำนวน 52 สัปดาห์
- ปริมาณน้ำในดินสะสม จำนวน 52 สัปดาห์
- ปริมาณน้ำในดินเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความชื้น จำนวน 52 สัปดาห์
- ปฏิทินการเพาะปลูกจากความเหมาะสมของน้ำในดิน
- ปฏิทินการเพาะปลูกจากความเหมาะสมของน้ำในดินและคุณสมบัติของดิน

(7.5) ฐานข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์การพัฒนาแหล่งน้ำรายตำบล

- ขอบเขตการปกครอง
- ระดับค่าดัชนีเสี่ยงแล้ง
- ระดับค่าดัชนีความต้องการน้ำของพืช
- ระดับค่าดัชนีเศรษฐกิจ
- ระดับค่าดัชนีน้ำท่า
- ระดับค่าดัชนีน้ำในดิน
- ระดับค่าดัชนีความต้องการน้ำของพืช
- ระดับค่าดัชนีระยะห่างจากแหล่งน้ำ
- ระดับค่าดัชนีระดับของการพัฒนาแหล่งน้ำระดับตำบล

1.4 โครงสร้างข้อมูลและพจนานุกรมข้อมูล

เพื่อให้เกิดความสะดวกในการนำข้อมูลไปใช้และเกิดเป็นฐานข้อมูลที่เป็นรูปแบบมาตรฐานสามารถนำไปประยุกต์ใช้ต่อไปได้ การศึกษานี้จึงได้จัดทำพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) โดยมี รายละเอียดข้อมูล โครงสร้างข้อมูลและคำอธิบายข้อมูลเชิงคุณลักษณะ ทั้งนี้ได้กำหนดการตั้งชื่อไว้ดังนี้

โดยที่

X คือ รายชื่อจังหวัด

P คือ จังหวัดพิษณุโลก

U คือ จังหวัดอุดรธานี

YY คือ ปี พ.ศ. ของข้อมูลที่ได้รวบรวม

บทที่ 2

แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงขาดแคลนน้ำ

2.1 บทนำ

2.1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ความแห้งแล้ง (Drought) เป็นปัญหาที่ทำให้เกิดภาวะขาดแคลนทรัพยากรน้ำ ซึ่งส่งผลกระทบต่อการผลิตของประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อประเทศเกษตรกรรม สาเหตุสำคัญที่ทำให้ปัญหาความแห้งแล้งของทรัพยากรน้ำเกิดรุนแรงขึ้นนั้น ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของร่องลมมรสุมที่พัดผ่าน ปริมาณน้ำฝนน้อย การกระจายของฝนไม่ทั่วถึง พื้นที่ไม่มีแหล่งกักเก็บน้ำเพียงพอความสามารถที่จะกักเก็บน้ำของดินต่ำ แหล่งกักเก็บน้ำที่มีอยู่ตื้นเขิน การเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา (El Nino and La Nina) รวมถึงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิโดยเฉลี่ยทั่วโลกที่มีแนวโน้มสูงขึ้น (มันทนา พฤกษ์วัน, 2541. เว็บไซต์ สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2542) สาเหตุต่าง ๆ เหล่านี้ทำให้เกิดความแล้ง และกลายเป็นภัยคุกคามในพื้นที่ต่าง ๆ อันส่งผลกระทบต่อทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อมนุษย์ ทั้งทางเศรษฐกิจและสังคม ตั้งแต่ระดับบุคคล ครัวเรือน ชุมชน จนถึงระดับประเทศ สำหรับในประเทศไทย ปัญหาภัยแล้งจากสภาวะฝนแล้งหรือฝนแล้งจัด เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2510, 2511, 2515, 2522, 2537 และ 2541 โดยในปี พ.ศ. 2522 พบว่าฝนทั้งช่วงกลางฤดูฝนยาวนานกว่าปกติ ทำให้เกิดความเสียหายในพื้นที่ภาคเหนือ 1.3 ล้านไร่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 8.5 ล้านไร่ ภาคกลาง 2.6 ล้านไร่ และภาคตะวันออก 2.6 ล้านไร่ ในปี พ.ศ. 2530 ปัญหาภัยแล้งได้สร้างความเสียหายแก่พื้นที่ทางการเกษตรมากกว่า 50 จังหวัด (มานูญ ศรีขจร และอรุณ พงษ์กาญจนะ, 2540) รวมถึงพื้นที่การเกษตรในเขตชลประทาน อันเนื่องมาจากปริมาณน้ำในเขื่อนและอ่างเก็บน้ำอยู่ในระดับต่ำกว่าปกติ ผลจากการประเมินความสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์กรณีเกิดวิกฤตการณ์ภัยแล้งในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาในฤดูแล้งปี พ.ศ. 2537 พบว่า ภัยแล้งได้ก่อให้เกิดความสูญเสียคิดเป็นมูลค่าประมาณ 2,973 ล้านบาท (มนยศ วรรณะภูติ, 2538) และภัยแล้งในปี พ.ศ. 2541 ส่งผลให้ประเทศไทยเกิดความเสียหายมูลค่าประมาณ 8,900 ล้านบาท (บริษัท ศูนย์วิจัยกสิกรไทย จำกัด, 2541. เว็บไซต์)

ประชากรในประเทศไทยส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม โดยเฉพาะการทำนา สถิติการเกษตรของประเทศปีเพาะปลูก 2540/41 รายงานว่า มีเนื้อที่ถือครองทางการเกษตร 132,478,570 ไร่ หรือ ประมาณ 41 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศ ในเนื้อที่ถือครองทางการเกษตรนี้เป็นเนื้อที่นาข้าวถึง 68,292,753 ไร่ หรือ 51 เปอร์เซ็นต์ของเนื้อที่ถือครองทางการเกษตร ให้ผลผลิตประมาณ 20 ล้านตัน มีมูลค่าผลผลิตข้าวที่เกษตรกรขายได้ประมาณ 164 ล้านบาท อย่างไรก็ตาม การทำนาในประเทศไทยยังพึ่งพาน้ำฝนเป็นหลัก ในขณะที่การที่เกิด



ปัญหาโลกร้อนได้ส่งผลให้เกิดภาวะภัยแล้งที่มีแนวโน้มของปัญหาที่เพิ่มขึ้นทุกปี ทั้งระดับความรุนแรง ความถี่ของการเกิดภาวะภัยแล้งที่รุนแรง และการกระจายตัวของพื้นที่ที่ประสบภัยแล้ง ดังนั้นภัยแล้งจึงมีผลกระทบโดยตรงต่อการทำเกษตรกรรมที่ต้องพึ่งพาน้ำฝนเป็นหลัก โดยทำให้พืชขาดน้ำและผลผลิตพืชลดลง อันส่งผลต่อความยากจนและภาวะว่างงานหรือการอพยพของแรงงานภาคเกษตรกรรมในชนบทไปสู่เมือง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่ดีสำหรับเป็นเครื่องมือในการจัดการปัญหาภัยแล้งอย่างยั่งยืน โดยอยู่บนพื้นฐานของการพิจารณาจากเหตุหรือปัจจัยสภาพแวดล้อมที่ก่อให้เกิดปัญหาภัยแล้งและผลกระทบของปัญหาที่เกิดขึ้นซึ่งอาจแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่

เนื่องจากปัญหาภัยแล้งเป็นปัญหาเชิงพื้นที่ ดังนั้นการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ทันสมัยในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่มาประยุกต์ใช้เพื่อการวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงของความแล้งและปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เป็นสาเหตุ จะช่วยเพิ่มความถูกต้องของการวิเคราะห์สถานภาพพื้นที่และเพิ่มประสิทธิภาพของการแสดงผลในภาพรวม ดังนั้นในการศึกษานี้จึงได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยมีเป้าหมายหลักคือ เพื่อนำมาจัดสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงแล้ง โดยเน้นศึกษารายละเอียดของข้อมูล 2 ระดับ คือ พื้นที่ (Polygon) ของตำบล และตำแหน่ง (Point) ของหมู่บ้าน โดยสามารถแสดงค่าระดับความเสี่ยงแล้งที่มีความสอดคล้องกับพื้นที่จริง อันจะเป็นประโยชน์สำหรับใช้ในการวิเคราะห์ภาพรวมที่แท้จริงของพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัด โดยรายละเอียดของข้อมูลสามารถบ่งชี้ได้ว่าในพื้นที่แต่ละไรและหมู่บ้านแต่ละหมู่บ้านมีความเสี่ยงแล้งระดับใด มีปัจจัยสภาพแวดล้อมใดเป็นสาเหตุ ของความเสี่ยงแล้ง ผลที่ได้จากการศึกษาในส่วนนี้ได้นำไปพัฒนาโปรแกรมเรียกใช้และแสดงผลในโปรแกรม “น่านาน” ซึ่งสามารถกำหนดเงื่อนไขหรือจำลองสถานการณ์ที่สามารถมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับความเสี่ยงแล้ง เช่น การเพิ่มลดของปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ และการเปลี่ยนแปลงของระยะใกล้-ไกลจากแหล่งน้ำผิวดิน เป็นต้น ผลของการวิจัยสามารถใช้สำหรับการวางแผนการบริหารจัดการทรัพยากร โดยเฉพาะการจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อบรรเทา ป้องกันและแก้ไขปัญหาภัยแล้งอย่างยั่งยืน เช่น สามารถเป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาในการจัดลำดับความเหมาะสมของการจัดสรรงบประมาณและมาตรการการจัดการภัยแล้งที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ โดยการศึกษาจากสาเหตุและการเกิดผลกระทบ ซึ่งจะนำไปสู่การลดความขัดแย้งในการตัดสินใจด้านความต้องการช่วยเหลือในการพัฒนาทรัพยากรน้ำและความต้องการน้ำโดยเฉพาะในส่วนของการบรรเทาปัญหาภัยแล้งในภาคการผลิตทางการเกษตร หรือความต้องการน้ำในเขตชนบท



2.1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- (1) สร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงแล้งด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
- (2) วิเคราะห์ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เป็นสาเหตุของการเสี่ยงแล้งในแต่ละพื้นที่
- (3) เสนอมาตรการป้องกันและบรรเทาความเสี่ยงแล้งที่เหมาะสมตามปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่

เป็นสาเหตุ

2.1.3 ประโยชน์ของการวิจัย

- (1) ได้สารสนเทศทางภูมิศาสตร์ของปัจจัยเชิงพื้นที่ที่มีผลต่อความเสี่ยงแล้ง
- (2) ได้แบบจำลองระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับประเมินระดับความเสี่ยงแล้งของพื้นที่
- (3) ทราบปัจจัยที่เป็นสาเหตุของการเกิดความเสี่ยงแล้งในแต่ละพื้นที่
- (4) ได้ข้อเสนอแนวทาง รวมถึงมาตรการป้องกันและแก้ไขปัญหาความเสี่ยงแล้ง

2.1.4 ขอบเขตของการวิจัย

(1) พื้นที่ศึกษา ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดอุดรดิตถ์และพิบูลย์โลก โดยแบ่งเนื้อที่ทั้งหมดให้มีรายละเอียดเป็นกริดขนาด 1 ไร่ (หรือ 40*40 เมตร) และหมู่บ้านทั้งหมดในพื้นที่ทั้ง 2 จังหวัด

(2) ตัวแปรที่ใช้วิเคราะห์และสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงแล้ง แบ่งได้ดังนี้

(2.1) ตัวแปรอิสระ แบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่

(2.1.1) ตัวแปรด้านน้ำฝน ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย จำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ย และปริมาณน้ำฝนสูงสุดของวันเฉลี่ย

(2.1.2) ตัวแปรด้านศักยภาพของน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำ ได้แก่ ศักยภาพของชั้นหินให้น้ำใต้ดิน ความสามารถในการให้น้ำของบ่อน้ำ ความหนาแน่นของบ่อน้ำในพื้นที่ ความหนาแน่นของลำน้ำในลุ่มน้ำย่อย และขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย

(2.1.3) ตัวแปรด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ ได้แก่ ระยะห่าง เส้นลำน้ำ ระยะห่างแหล่งน้ำผิวดิน ระยะห่างพื้นที่เขตชลประทาน และระยะห่างสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า

(2.1.4) ตัวแปรด้านภูมิประเทศและดิน ได้แก่ ความลาดชัน ความสูงต่ำ และความสามารถในการระบายน้ำของดิน

(2.2) ตัวแปรตาม ได้แก่ ระดับความเสี่ยงแล้งของหมู่บ้านเสี่ยง



2.1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

(1) ความแห้งแล้ง หมายถึง ภาวะการขาดแคลนน้ำในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งเป็นเวลานาน จนก่อให้เกิดความแห้งแล้งและส่งผลกระทบต่อชุมชน

(2) ความเสี่ยงแล้ง หมายถึง ภาวะเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำของพื้นที่ โดยมีสาเหตุจาก ปัจจัยด้านน้ำฝน ด้านศักยภาพแหล่งน้ำใต้ดิน ด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ และด้านภูมิประเทศ และดิน

(3) พื้นที่เสี่ยงแล้งด้านน้ำฝน หมายถึง พื้นที่เสี่ยงการขาดแคลนน้ำอันเนื่องมาจากปัจจัย ด้านน้ำฝน ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย จำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ย ปริมาณน้ำฝนสูงสุดของวันเฉลี่ย

(4) พื้นที่เสี่ยงแล้งด้านศักยภาพของน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำ หมายถึง พื้นที่เสี่ยงการขาดแคลน น้ำอันเนื่องมาจากปัจจัยทางด้านศักยภาพของน้ำใต้ดิน ได้แก่ ศักยภาพของชั้นหินให้น้ำใต้ดิน ความสามารถในการให้น้ำบาดาล ความหนาแน่นของบ่อน้ำในพื้นที่ ความหนาแน่นของลำน้ำใน ลุ่มน้ำย่อย และขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย

(5) พื้นที่เสี่ยงแล้งด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ หมายถึง พื้นที่เสี่ยงการขาดแคลนน้ำอัน เนื่องมาจากปัจจัยทางด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ ได้แก่ ระยะห่างเส้นลำน้ำ ระยะห่างแหล่งน้ำผิวดิน ระยะห่างพื้นที่เขตชลประทาน และระยะห่างสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า

(6) พื้นที่เสี่ยงแล้งด้านสภาพภูมิประเทศและดิน หมายถึง พื้นที่เสี่ยงการขาดแคลนน้ำอัน เนื่องมาจากปัจจัยทางด้านภูมิประเทศและดิน ได้แก่ ความลาดชัน ความสูงต่ำ และความสามารถ ในการระบายน้ำของดิน

2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยบทนี้ แบ่งเนื้อหาได้ดังนี้ คือ ทฤษฎีและแนวคิด เกี่ยวกับความแห้งแล้ง และหลักการของสถิติการจำแนกกลุ่มเพื่อการสร้างแบบจำลอง

2.2.1 ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับความแห้งแล้ง

ความแห้งแล้ง หมายถึง สภาวะที่ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยหรือน้ำใต้ดิน มีค่าต่ำกว่าปกติ โดย จะเกิดขึ้นชั่วคราว ความแห้งแล้งยังมีความหมายที่ต่างกันออกไป เช่น

สภาวะการขาดน้ำ เป็นความแห้งแล้งในกรณีที่น้ำผิวดินและน้ำใต้ดินที่มีอยู่ลดลงและไม่ เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำ ดังนั้น ความแห้งแล้งในกรณีจึงหมายถึง ปริมาณความต้องการใช้ น้ำมีมากกว่าปริมาณที่น้ำมีอยู่



ภาวะความแห้งแล้ง เกิดจากปัจจัยต่าง ๆ ที่สำคัญได้แก่ ปริมาณฝนร่วนน้อย จำนวนวันที่ฝนตกน้อย สภาวะฝนทิ้งช่วงในฤดูฝน ปริมาณน้ำท่าลดน้อย และการเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อม ปราณี ว่องวิหวัธ (2532) ได้กล่าวว่า สภาวะฝนแล้งคือ การที่ปริมาณฝนมีไม่เพียงพอต่อความต้องการ ตัวแปรด้านฝนจึงนับได้ว่ามีความสำคัญและมีอิทธิพลต่อความแห้งแล้งชัดเจนกว่าข้อมูลอุตุนิยมวิทยาอื่น ๆ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น หรือการระเหยของน้ำ เป็นต้น โดยทั่วไปแล้ว ความแห้งแล้งมีลักษณะการเกิด 3 แบบ คือ

(1) **ความแห้งแล้งเชิงอุตุนิยมวิทยา (Meteorological drought)** เกิดเนื่องจากการมีฝนตกน้อยกว่าปกติหรือมีจำนวนวันที่ฝนตกน้อยผิดปกติเป็นบริเวณกว้างและเป็นระยะเวลานานต่อเนื่องกัน ความแห้งแล้งทางอุตุนิยมวิทยา หมายถึง สภาวะการขาดฝนหรือมีฝนตกต่ำกว่าค่าปกติมาก โดยจะเกิดในระยะเวลาานานกว่าที่ควรจะเป็น และจะเกิดครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง ซึ่งองค์การอุตุนิยมวิทยาโลกใช้อยู่ คือ

- ปริมาณน้ำฝนรวมรายปีต่ำกว่า 60% ของค่าปกติ
- ระยะเวลาการเกิดความแห้งแล้งติดต่อกันตั้งแต่ 2 ปีขึ้นไป
- พื้นที่เกิดความแห้งแล้งมากกว่า 50% ของพื้นที่ทั้งหมด

(2) **ความแห้งแล้งเชิงอุทกวิทยา (Hydrological drought)** เกิดเนื่องจากปริมาณน้ำท่า (ในแม่น้ำลำคลอง หนอง บึง และอ่างเก็บน้ำต่าง ๆ) มีน้อยกว่าระดับปกติ หรือระดับน้ำใต้ดินลดลง

(3) **ความแห้งแล้งเชิงเกษตรกรรม (Agricultural drought)** มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับความแห้งแล้งเชิงอุตุนิยมวิทยาและความแห้งแล้งเชิงอุทกวิทยา จนทำให้เกิดสภาวะที่พืชขาดน้ำซึ่งเกิดเนื่องจากปริมาณฝนรวมและการกระจายตัวของฝนน้อยผิดปกติ การระเหยของน้ำจริง (Actual evapotranspiration) มีมากกว่าศักยภาพการระเหย (Potential evapotranspiration) และความชื้นในดินมีน้อย ทำให้ระดับน้ำใต้ดินและแหล่งน้ำผิวดินลดลง จึงทำให้ผลผลิตการเกษตร (พืชพันธุ์และสัตว์เลี้ยง) ลดน้อยลง

สาเหตุของความแห้งแล้ง

สมิทธ (2534) สรณี และดุขฎี (2524) และกรมอุตุนิยมวิทยา (2533) ได้แบ่งสาเหตุของความแห้งแล้งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

(1) **ความแห้งแล้งที่เกิดจากเหตุการณ์ธรรมชาติ** เป็นความแห้งแล้งที่ยากต่อการควบคุม เนื่องด้วยธรรมชาติได้ถูกคุกคามและเปลี่ยนแปลงด้วยพลังมนุษย์ จนกลายเป็นการทำลายสมดุลของธรรมชาติหรือระบบ ทำให้เกิดความแห้งแล้งเนื่องจากปัจจัยดังนี้

(1.1) **การขาดแคลนน้ำฝน** ฝนที่ตกในประเทศไทยและในเขตแห้งแล้งทั่วไปมีฝนตกเนื่องจากมรสุมและลมพายุ สาเหตุของการขาดแคลนน้ำฝนอาจเป็นเพราะลมมรสุมเริ่มต้นช้า มรสุมสิ้นสุดเร็วกว่าปกติ รวมทั้งพายุที่เคลื่อนที่เข้าสู่ประเทศไทยอาจมีการเปลี่ยนทิศทางหรือมีความเร็วต่ำ อย่างไรก็ตามฤดูกาลและการเปลี่ยนแปลงปรากฏการณ์ของโลก เป็นสาเหตุสำคัญที่ยากต่อการควบคุม

(1.2) **อิทธิพลของลมและอุณหภูมิหรืออากาศ** ในลักษณะที่เคลื่อนที่มีบทบาทสำคัญในการสร้างการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ความชื้น และลักษณะต่างๆ ของภูมิอากาศ การเกิดลมที่มีอัตราความเร็วสูง จะทำให้เกิดการสูญเสียน้ำซึ่งมีผลต่อการเกิดความแห้งแล้ง

(1.3) **ความชื้นในบรรยากาศ** ความชื้นในบรรยากาศเป็นปัจจัยในการเกิดฝนซึ่งเป็นปัจจัยร่วมกับ Condensation Nuclei และกระบวนการควบแน่น การมีความชื้นที่พอเหมาะย่อมเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดฝนได้ บางพื้นที่มีการเปลี่ยนแปลงความชื้นโดยลมแรงหรือลมร้อนจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ ในขณะเดียวกันความชื้นในบรรยากาศเป็นตัวควบคุมอัตราการระเหยน้ำ ถ้าความชื้นมากการระเหยจะน้อย ความแห้งแล้งก็จะเกิดได้ยากกว่าภาวะการระเหยมาก

(1.4) **ความเย็นของน้ำในมหาสมุทร** ในหลักการทางวิทยาศาสตร์บรรยายไว้ว่าโมเลกุลของสารทุกชนิดจะมีการเคลื่อนที่เสมอ อุณหภูมิที่สูงขึ้นการเคลื่อนที่จะเร็วขึ้นด้วย น้ำในมหาสมุทรก็เช่นเดียวกัน โมเลกุลจะมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลา เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นก็จะหนีจากผิวน้ำมหาสมุทรกลายเป็นไอน้ำขึ้นสู่บรรยากาศชั้นบนเนื่องจากความร้อนของโลกเพิ่มขึ้น มีการละลายของน้ำแข็งที่ขั้วโลก ทำให้น้ำอาจจะตกน้อยลงเพราะไม่มีการเกิดไอน้ำตามปกติ อีกกรณีหนึ่งที่อาจเกิดขึ้น คือไอน้ำจากแหล่งน้ำที่ระเหยเคลื่อนที่ผ่านภาวะน้ำทะเลเย็น อาจมีผลทำให้ชะลอหรือหยุดเคลื่อนที่เนื่องจากมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นหรือบางส่วนกลั่นตัวเป็นเมฆหมอก แล้วตกลงสู่ทะเลมหาสมุทรอีก จึงทำให้พื้นที่บนบกแห้งแล้งได้

(1.5) **กิจกรรมของดิน** ดินป่าไม้เป็นดินที่มีชีวิต หมายถึง ดินที่มีกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตทั้งรากพืชเองและสิ่งมีชีวิต หรือสัตว์ในดิน ทำให้ดินมีโครงสร้างที่เอื้อให้น้ำถูกเก็บไว้ในดินได้มาก เพราะมีทั้งช่องว่างขนาดใหญ่ (Micropores) และช่องว่างขนาดเล็ก (Macropores) คละกัน ทำให้น้ำฝนที่ตกลงมาถูกดูดซับไว้ แล้วค่อยถูกปลดปล่อยสู่ลำห้วยลำธารทำให้เกิดความแห้งแล้งได้ อย่างไรก็ตาม ชนิดพืชที่ปกคลุม ความหนาแน่น และภัยที่จะเกิดขึ้น เป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้กิจกรรมของดินเปลี่ยนแปลงไป



(2) ความแห้งแล้งที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ กิจกรรมของมนุษย์มีบทบาทสำคัญที่ทำให้เกิดความแห้งแล้งและสร้างภาวะความสมบูรณ์ของน้ำได้ สาเหตุหลักๆ ที่เกิดจากกิจกรรมมนุษย์มีดังนี้

(2.1) การทำลายป่า ป่าไม้เป็นพืชปกคลุมดินที่ธรรมชาติสร้างเอาไว้ ภายในระบบป่าไม้ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต กิจกรรมตามธรรมชาติของสิ่งเหล่านั้นทำให้ดินมีชีวิตและทำให้ดินสามารถเก็บน้ำได้อย่างมีศักยภาพขึ้น ในป่าดงดิบธรรมชาติดินสามารถดูดซับน้ำไว้แล้วค่อยๆ ปลดปล่อยหล่อเลี้ยงลำธารตลอดปี ถ้าป่าบางชนิดที่มีดินหนา อินทรีย์วัตถุสูงและไม่ถูกรบกวนแล้ว อาจดูดซับน้ำฝนที่ตกลงมาได้มากถึง 300 มม.

(2.2) การทำการเกษตร การเกษตรกรรมที่ผิดวิธีก่อให้เกิดการพังทลายของดิน ซึ่งจะก่อให้เกิดความแห้งแล้งตามมา ผลกระทบที่สำคัญคือทำให้การเก็บกักน้ำในดินมีน้อยลงหรือไม่มีเลย เพราะไม่มีการซึมน้ำผ่านผิวดินลงไปเก็บ นอกจากนี้การใช้สารปราบศัตรูพืช มีผลทำให้ดินตาย หรือไม่มีกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตในดิน ดินจึงเก็บน้ำไม่ได้มากเท่าที่ควรจะเป็น การเลี้ยงสัตว์ นอกเหนือจากปล่อยให้กินหรือทำลายสิ่งปกคลุมดินแล้ว การเหยียบย่ำดินทำให้ดินเกิดการแน่นตัว ทำให้ดินไม่เก็บน้ำ

(2.3) การก่อสร้างและการทำเหมืองแร่ การก่อสร้าง ได้แก่ ถนน การตั้งถิ่นฐานและการทำเหมืองแร่ มีผลต่อการเกิดการชะล้างพังทลาย มีส่วนทำให้แหล่งน้ำตื้นเขินไม่สามารถเก็บน้ำในบริเวณที่ต้องการได้ จึงทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำ

การแบ่งเขตอากาศแบบ Koppen

การแบ่งเขตอากาศแบบ Koppen เป็นวิธีการหนึ่งที่นิยมกันอย่างแพร่หลายโดยใช้ตัวอักษรย่อแทนเขตอากาศกลุ่มสำคัญและใช้ตัวอักษรรอง โดยจะใช้ตัวอักษรย่อแทนเขตอากาศกลุ่มสำคัญ และใช้ตัวอักษรรอง แสดงอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน โดยแบ่งเขตอากาศออกเป็น 5 กลุ่ม และใช้ตัวย่อเป็นภาษาอังกฤษ คือ A, B, C, D, และ E ในประเทศไทยมีเฉพาะกลุ่ม A คือ เขตอากาศแบบร้อน (A-Climate) ซึ่งมีลักษณะสำคัญคือ อุณหภูมิเฉลี่ยของเดือนที่หนาวที่สุดกว่า 18 องศาเซลเซียส ไม่มีฤดูหนาว ปริมาณน้ำฝนมาก ไม่ต่ำกว่า 875 มิลลิเมตรต่อปี อัตราการระเหยของน้ำสูง ตัวอักษรรองที่ใช้ในการแบ่งเขตอากาศ ที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

f = ชุ่มชื้น จะมีฝนตกตลอดปี ไม่มีฤดูแล้ง

m = เป็นอากาศแบบป่าฝน (Rain forest climate) จะมีฤดูฝนที่สั้นอย่างน้อย 1 เดือน ที่มีฝนตกต่ำกว่า 60 มิลลิเมตร เป็นลักษณะเขตอากาศแบบมรสุมที่มีฝนตกในช่วงลมมรสุมพัดผ่าน

w = แห้งแล้งในฤดูหนาว เป็นช่วงที่ได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์น้อยที่สุด



จากตัวอักษร 2 กลุ่มที่กล่าวมาแล้ว เมื่อนำมารวมกันจะได้เขตอากาศที่ปรากฏในประเทศไทย ดังต่อไปนี้

(1) Af = เขตอากาศแบบร้อนชื้น (Tropical rain forest) คือ เดือนที่ฝนตกน้อยที่สุดมากกว่า 60 มิลลิเมตร

(2) Am = เขตอากาศแบบมรสุมร้อน (Tropical forest)

(3) Aw = เขตอากาศแบบซาวันนา (Savanna) จะมีฤดูฝนสลับกับฤดูแล้งอย่างเด่นชัด

สภาวะฝนแล้ง

ฝนแล้งเป็นสภาวะความวิปริตของลมฟ้าอากาศ ฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล ซึ่งแบ่งตามขนาดความรุนแรงของความแห้งแล้ง ดังนี้

(1) สภาวะความแห้งแล้งอย่างเบา มีฝนตกเฉลี่ยไม่ถึงวันละ 1 มิลลิเมตร เป็นระยะยาวต่อเนื่องกันไม่น้อยกว่า 15 วันในฤดูฝน

(2) สภาวะความแห้งแล้งปานกลาง มีฝนตกเฉลี่ยไม่เกินวันละ 0.25 มิลลิเมตร เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 29 วันในฤดูฝน

(3) สภาวะความแห้งแล้งอย่างรุนแรง ฝนไม่ตกเลยต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 15 วันในฤดูฝน

การแบ่งเขตความแห้งแล้ง

เขตแห้งแล้ง (Arid zone) คือพื้นที่ที่มีฝนตกเฉลี่ยต่ำกว่า 100 มิลลิเมตรต่อปี พื้นที่ในเขตแห้งแล้งมีปริมาณฝนตกแตกต่างกันมาก ในพื้นที่ที่เป็นทรายอาจไม่มีพืชขึ้นเลย แต่ในพื้นที่ที่เป็นหิน อาจมีต้นไม้หนาม ไม้พุ่ม และพืชอื่น ๆ ขึ้นอยู่บ้าง ความชุ่มชื้นในดินจึงมีน้อย

เขตกึ่งแห้งแล้ง (Semi-arid zone) คือพื้นที่ที่มีฝนตกเฉลี่ย 100-500 มิลลิเมตรต่อปี จากการที่ปัจจัยด้านน้ำฝนเป็นปัจจัยที่ส่งผลโดยตรงต่อความแห้งแล้ง ดังนั้น ผู้ศึกษา จึงได้นำปัจจัยด้านน้ำฝนมาใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงแล้งในจังหวัดพิษณุโลก

การแบ่งเขตภูมิอากาศของประเทศไทย

กรมอุตุนิยมวิทยา (อ้างโดย มนูญ ศรีษะจร และ อรุณ พงศ์กาญจนะ, 2540) ได้ทำการแบ่งเขตนํ้าฝนของประเทศไทย เกณฑ์การแบ่งใช้ข้อมูลด้านนํ้าฝน อุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และการระเหยของนํ้าที่ใกล้เคียงกัน โดยแบ่งเขตภูมิอากาศของประเทศไทยออกเป็น 5 เขต ดังนี้

(1) ภาคเหนือ แบ่งออกเป็น 2 เขตย่อย คือ



(1.1) ภาคเหนือตอนบน มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,287.2 มิลลิเมตร ได้แก่บริเวณ จังหวัดเชียงราย แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ น่าน ลำปาง และแพร่

(1.2) ภาคเหนือตอนล่าง มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,303.6 มิลลิเมตร ได้แก่บริเวณ จังหวัดอุตรดิตถ์ ตาก พิษณุโลกและเพชรบูรณ์

(2) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แยกเป็นเขตโดยถือเอาเทือกเขาเพชรบูรณ์ที่อยู่ทางตะวันตกกับทิวเขาตงพญาเย็นที่อยู่ทางตะวันตกเฉียงใต้ เขตนี้แบ่งเป็น 2 เขตย่อย คือ

(2.1) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1845.6 มิลลิเมตร ได้แก่ บริเวณจังหวัดหนองคาย เลย อุดรธานี นครพนม สกลนคร มุกดาหาร และขอนแก่น

(2.2) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1297.9 มิลลิเมตร ได้แก่บริเวณจังหวัดร้อยเอ็ด ชัยภูมิ อุบลราชธานี สุรินทร์ และนครราชสีมา

(3) ภาคกลาง ได้แก่บริเวณที่อยู่ตามลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบบริเวณขอบของที่ราบทางตะวันตกและทางตะวันออกเฉียงเหนือ จะเป็นเทือกเขาสูง ปริมาณน้ำฝนที่ตก 4,333.9 มิลลิเมตร

(4) ภาคตะวันออกเฉียงใต้ มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2,221.2 มิลลิเมตร ได้แก่ บริเวณที่อยู่ทางตะวันออกเฉียงใต้ คือ ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกเฉียงใต้

(5) ภาคใต้ ลักษณะเป็นคาบสมุทรแคบ ๆ ที่มีเทือกเขานครศรีธรรมราชและเทือกเขาภูเก็ตเป็นแกนกลางของคาบสมุทร เขตนี้แบ่งเป็น 2 เขตย่อย คือ

(5.1) บริเวณตะวันออกของเขตใต้ มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,897.7 มิลลิเมตร

(5.2) บริเวณตะวันตกของเขตใต้ มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2,938.5 มิลลิเมตร

ทรัพยากรดินกับความแห้งแล้ง

ลักษณะดินในพื้นที่ต่าง ๆ จะแตกต่างกันตามวัตถุดิบกำเนิดดิน ลักษณะภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ ระยะเวลาในการเกิดดิน รวมทั้งปัจจัยชีวภาพอื่น ๆ ดังนั้น คุณสมบัติของดินแต่ละพื้นที่ จึงส่งผลกระทบในการก่อให้เกิดความแห้งแล้งแตกต่างกันออกไป โดยทั่วไปแล้ว การพิจารณาความแห้งแล้งจากทรัพยากรดิน สามารถพิจารณาได้จากความชื้นในดิน ทั้งสภาพที่เป็นน้ำและสภาพน้ำที่อนุภาคของดินยึดไว้ด้วยแรงยึดระดับต่าง ๆ ซึ่งค่าจำกัดความของค่าที่ใช้เกี่ยวกับความชื้นในดิน มีดังนี้

(1) ดินแห้ง (Dry soil) หมายถึง สภาพความชื้นในดินที่ถูกน้ำยึดไว้รอบ ๆ อนุภาค ของดิน ด้วยแรงยึดที่สูงกว่า 15 Bar ซึ่งพืชล้มลุกโดยทั่วไปไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ เมื่อความชื้น

ของดินถึงระดับที่กล่าวนี้ พืชที่ปลูกมักมีอาการเหี่ยวเฉา ชะงักการเจริญเติบโต ยกเว้นพืชทนแล้ง และไม่ยืนต้นที่มีรากลึก

(2) ดินชื้น (Moist soil) หมายถึง สภาพความชื้นที่ดินถูกน้ำยึดไว้ด้วยแรงยึดต่ำกว่า 15 Bar ซึ่งเป็นน้ำในดินที่เรียกว่า Field capacity พืชส่วนใหญ่นำมาใช้ประโยชน์ได้

(3) ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturated soil) หมายถึง สภาพความชื้นของดินที่ช่องว่างในดินมีน้ำขังอยู่เต็ม 100% ในทางทฤษฎี

จากการศึกษาความชื้นของดิน โดยอาศัยปัจจัยเกี่ยวกับสภาพพื้นที่ ระดับน้ำใต้ดิน การระบายน้ำของดิน ปริมาณและการกระจายของฝน รวมทั้งพืชพรรณ สามารถแบ่งระดับความชื้นของดินออกได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

(1) ความชื้นแบบ Aquic พบในบริเวณที่ราบต่ำและที่ราบลุ่มต่าง ๆ ในฤดูฝนมีน้ำขังหรือมีระดับน้ำใต้ดินอยู่ใกล้ผิวดินเป็นระยะเวลานานพอที่จะทำให้เกิดขบวนการเปลี่ยนแปลงของสารเคมีบางอย่าง เช่น เหล็ก แมงกานีส ซึ่งอยู่ในสภาพลดออกซิเจน ทำให้น้ำดำขุ่นของดินเกิดมีสีจุดประ

(2) ความชื้นแบบ Udic พบในบริเวณดินดอน ตั้งแต่อำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ลงไปยังภาคใต้ทั้งหมดและพบในภาคตะวันออกตั้งแต่อำเภอแกลง จังหวัดระยอง ลงไปจนถึงจังหวัดตราด จะเห็นได้ว่า ดินที่มีความชื้นในสภาพนี้พบในบริเวณฝนตกชุก (การกระจายของฝนค่อนข้างดีและสม่ำเสมอ ดังนั้น ดินจะไม่แห้ง) เมื่อนับรวมกันแล้วไม่เกิน 90 วันในรอบปี

(3) ความชื้นแบบ Ustic พบบริเวณดินดอนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ ภาคกลาง ที่ราบสูงตอนกลางและภาคตะวันตก ดินที่มีสภาพความชื้นแบบนี้จะแห้ง นับรวมกันแล้วเกิน 90 วันในรอบปี

ดินที่มีปัญหาความแห้งแล้ง ตามแนวทางของการสำรวจดิน คือดินที่มีความชื้นแบบ Ustic และพอที่จะกล่าวถึงตัวดินเอง คือ ดินทรายและดินลูกรัง

ดินทราย หมายถึง ดินที่มีเนื้อดินตอนบนเป็นดินทราย (Sand) หรือดินทรายร่วน (Loamy sand) และหนากว่า 50 ซม. แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

(1) ดินทรายที่มีเนื้อดินเป็นทรายหรือทรายร่วน หนาเกินกว่า 50 เซนติเมตร แต่ไม่เกิน 1 เมตร

(2) ดินทรายที่มีเนื้อดินเป็นทรายหรือทรายร่วน หนาเกินกว่า 1 เมตร แต่ไม่เกิน 2 เมตร ดินทรายที่มีเนื้อดินเป็นทรายหรือทรายร่วน หนาเกินกว่า 2 เมตร



ส่วนดินลูกรังและดินตื้น หมายถึงดินที่มีชั้นดินลูกรังหรือเศษดินกรวดเกิดขึ้นเป็นชั้นหนา และแน่นจนเป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของพืช และพบภายในความลึก 50 ซม. จากผิวดินบน

จากความแตกต่างกันของคุณสมบัติของดินแต่ละพื้นที่ ซึ่งมีผลต่อการกักเก็บน้ำและความชื้น การระบายน้ำของพื้นที่ และผลทางอ้อมต่อกิจกรรมของการใช้ที่ดินที่ส่งผลต่อการใช้น้ำ ดินจึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการเกิดความแห้งแล้งในพื้นที่แตกต่างกัน

การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงแล้งโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2539 และ 2541 ปัจจุบันเป็นสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สังกัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ภายหลังการปฏิรูประบบราชการเมื่อเดือน ตุลาคม 2545) ได้ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการตัดสินใจกำหนดพื้นที่เสี่ยงแล้ง ในเขตลุ่มน้ำภาคเหนือ ซึ่งได้แก่ ลุ่มน้ำสาละวิน แม่กก ปิง วัง ยม และลุ่มน้ำน่าน โดยปัจจัยที่นำมาพิจารณาได้แก่ เขตชลประทาน จำนวนวันที่ฝนตก ปริมาณน้ำฝนพืชปกคลุมดิน ประวัติข้อมูลในอดีต ปริมาณน้ำท่วม แหล่งน้ำใต้ดิน เนื้อดิน และความลาดชัน สามารถประเมินพื้นที่เสี่ยงแล้งได้ใน 4 ระดับ คือแห้งแล้งมาก ค่อนข้างแห้งแล้ง กึ่งแห้งแล้ง และไม่แห้งแล้ง

โครงการวางระบบเตือนภัยด้านการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (2543) โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ข้อมูลดาวเทียม และระบบพิกัดพื้นผิวโลกมาใช้ในการแบ่งพื้นที่ภัยแล้งออกเป็น 2 ประเภท คือ พื้นที่เกษตรน้ำฝน และพื้นที่เกษตรชลประทาน ปัจจัยที่นำมาพิจารณาคือ ปริมาณน้ำฝนรายเดือน จำนวนวันที่ฝนตกและการกระจายของฝน อัตราการระเหยของน้ำรายเดือน แหล่งน้ำใต้ดิน ความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน ความลาดของพื้นที่ ความหนาแน่นของลำน้ำ และขนาดลุ่มน้ำ ผลการศึกษาได้กำหนดการพื้นที่ภัยแล้งในพื้นที่เกษตรน้ำฝน เป็น 3 ระดับคือ พื้นที่เสี่ยงต่อภัยแล้งรุนแรง พื้นที่เสี่ยงต่อภัยแล้งปานกลาง และพื้นที่เสี่ยงต่อภัยแล้งน้อย ส่วนระดับความรุนแรงของภัยแล้งที่เกิดขึ้นในพื้นที่เกษตรชลประทานแบ่งได้เป็น 5 ระดับ คือ พื้นที่เสี่ยงต่อภัยแล้งสูงมาก พื้นที่เสี่ยงต่อภัยแล้งสูง พื้นที่เสี่ยงต่อภัยแล้งปานกลาง และพื้นที่เสี่ยงต่อภัยแล้งน้อย และพื้นที่ไม่เสี่ยงต่อภัยแล้ง โดยพิจารณาตามร้อยละของการขาดแคลนน้ำในพื้นที่

2.2.2 แนวคิดของสถิติจำแนกกลุ่มเพื่อการสร้างแบบจำลอง

ในการวิเคราะห์ข้อมูล จำเป็นที่จะต้องเข้าใจเกี่ยวกับตัวแปรที่ใช้เพื่อที่จะได้ประโยชน์จากข้อมูลที่มีให้มากที่สุด และทำให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้องด้วย ส่วนหนึ่งที่สำคัญเกี่ยวกับลักษณะของตัว



แปรคือ ระดับของการวัด ตัวแปรส่วนมากมีลักษณะเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ซึ่งสามารถบอกได้ว่าแต่ละกลุ่มห่างกันเท่าใด เช่น ความแตกต่างระหว่างคนที่มีความสูง 150 ซม. และคนที่สูง 140 ซม. คือ 10 ซม. ซึ่งจะมีค่าความแตกต่างเหมือนกับคนที่มีความสูง 210 ซม. และคนที่สูง 200 ซม. ซึ่งการวิจัยทางสังคมศาสตร์ พฤติกรรมศาสตร์ และการวิจัยเชิงสำรวจ นั้นมักจะพบข้อมูลที่มีลักษณะเป็นตัวแปรกลุ่ม (Categories) ซึ่งข้อมูลลักษณะนี้ไม่เหมาะสมที่จะใช้ Model ทางสถิติที่เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณทั่วไป ในกรณีที่ตัวแปรตามมีมาตรวัดในระดับอันดับ (Ordinal) เช่น ความรุนแรงของโรค แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ อ่อน ปานกลาง และรุนแรง จะไม่สามารถบอกได้ว่าความแตกต่างระหว่างกลุ่มอ่อนและปานกลางมีค่าความแตกต่างเหมือนหรือเท่ากับกลุ่มปานกลางและรุนแรงเช่นเดียวกับข้อมูลเชิงปริมาณ อย่างไรก็ตาม การประยุกต์ใช้สถิติการจำแนกกลุ่มข้อมูลหรือตัวแปรเข้ามาช่วยในการแบ่งกลุ่มจะช่วยให้ผลการวิเคราะห์มีความชัดเจนยิ่งขึ้น สถิติที่ถูกนำมาใช้ในการจำแนกกลุ่มมีหลากหลาย ซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์และของการนำไปใช้ประโยชน์ เช่น การวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression Analysis) การวิเคราะห์การจำแนกกลุ่มข้อมูลหรือตัวแปรด้วยเทคนิค Cluster Analysis ซึ่งเป็นการจำแนก หรือแบ่ง Case หรือตัวแปรออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป การจำแนกกลุ่มตัวแปรด้วยเทคนิค Factor Analysis หรือการวิเคราะห์ปัจจัย หรือการวิเคราะห์ตัวประกอบ เป็นเทคนิคที่รวมกลุ่มตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ไว้ในกลุ่มหรือ Factor เดียวกัน เป็นต้น

สำหรับการวิเคราะห์การจำแนกกลุ่มข้อมูลหรือตัวแปรด้วยเทคนิค Cluster Analysis เป็นการจำแนก หรือแบ่ง Case หรือตัวแปรออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป แบ่งเป็น 2 เทคนิคย่อย คือ Hierarchical cluster analysis และ K-means cluster analysis โดย Case ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันจะมีลักษณะที่คล้ายกัน ส่วน Case ที่อยู่ต่างกลุ่มกันจะมีลักษณะที่ต่างกัน โดยที่ตัวแปรที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันมีความสัมพันธ์กันมากกว่าตัวแปรที่อยู่ต่างกลุ่มกัน โดยทั่วไปแล้วการทำ Cluster analysis มักจะใช้จัดกลุ่ม case เพื่อจะเป็นประโยชน์ในงานด้านต่าง ๆ เช่น การตลาด การแพทย์ การปกครอง เป็นต้น

K-means cluster analysis เป็นเทคนิคในการจำแนกตัวแปรออกเป็นกลุ่มย่อย จะใช้เมื่อมีจำนวน Case มาก ต้องมีการกำหนดจำนวนกลุ่มที่แน่นอนไว้ล่วงหน้า โดยเทคนิคนี้จะมีการทำงานหลาย ๆ รอบ (Iteration) โดยในแต่ละรอบจะมีการรวม Case ให้ไปอยู่ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง โดยเลือกกลุ่มที่ Case นั้นมีระยะห่างจากค่ากลางของกลุ่มน้อยที่สุดแล้วนำไปคำนวณค่ากลางของกลุ่มใหม่ ทำอย่างนี้จนค่ากลางของกลุ่มไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งตัวแปรที่นำมาใช้ต้องเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ ที่เป็นชนิดอันดับหรืออัตราส่วน โดยในการจำแนกกลุ่มตัวแปรด้วย เทคนิค



K-means cluster analysis ต้องมีการทำ Standardized ชุดข้อมูลตัวแปรก่อนเสมอ ซึ่งเทคนิคนี้สามารถวิเคราะห์ชุดข้อมูลมากกว่า 200 ชุดขึ้นไปได้ดี

สำหรับการวิเคราะห์สถิติจำแนกกลุ่ม (Discriminant Analysis) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มคน สัตว์ องค์กร หรือสิ่งของ ฯลฯ ออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป ซึ่งในการวิเคราะห์แบบนี้ต้องทราบจำนวนกลุ่มของตัวแปรมาก่อน และ ทราบว่าแต่ละ Case อยู่ในกลุ่มใด (อาจมาจากการวิเคราะห์โดยเทคนิค K-means cluster analysis) จากนั้นนำตัวแปรทั้งหมดมาสร้างสมการแสดงความสัมพันธ์กับตัวแปรตามโดยใช้หลักของการวิเคราะห์ความถดถอย ในมาตรวัดระดับ (Ordinal) เช่น ความรุนแรงของโรค ความรุนแรงของสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งอาจแบ่งเป็น 3 ระดับ เช่น ระดับอ่อน ปานกลาง และ รุนแรง โดยทั่วไป Discriminant มักจะใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์งานด้านธุรกิจ และสังคมศาสตร์ นอกจากการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระว่ามีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใดแล้ว ยังนำความสัมพันธ์ที่ได้มาประมาณค่า หรือพยากรณ์โอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ (ตัวแปรตาม) จากสมการที่สร้างขึ้น โดยการเลือกตัวแปรอิสระที่เหมาะสมเพื่อให้เปอร์เซ็นต์ของความถูกต้องในการพยากรณ์มีค่าสูงสุด (กัลยา วาณิชยบัญชา, 2544)

2.3 วิธีการวิจัย

2.3.1 ฐานข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

(1) ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ ในรูปข้อมูลแผนที่เชิงเลข (Digital Map) ประกอบด้วย แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 แผนที่ขอบเขตการปกครองในระดับจังหวัด อำเภอและตำบลตามประกาศกระทรวงมหาดไทย แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งหมู่บ้านตามประกาศกระทรวงมหาดไทย แผนที่แสดงตำแหน่งสถานีตรวจวัดอากาศ แผนที่แสดงเส้นลำน้ำ แผนที่แสดงศักยภาพของชั้นหินให้น้ำ แผนที่แสดงศักยภาพการให้น้ำใต้ดินของบ่อน้ำพื้นที่ แผนที่แสดงแหล่งน้ำผิวดิน แผนที่แสดงพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย แผนที่แสดงเส้นชั้นความสูง แผนที่แสดงระดับชั้นความสูงและจุดความสูง แผนที่แสดงความลาดชัน แผนที่แสดงชุดดิน และแผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่ชลประทาน

(2) ฐานข้อมูลเชิงคุณลักษณะ เป็นข้อมูลระดับทุติยภูมิ ซึ่งรวบรวมจากหน่วยงานต่างๆ ที่รับผิดชอบในการจัดเก็บข้อมูล ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน จำนวนวันที่ฝนตก ปริมาณน้ำฝนสูงสุดของวัน และข้อมูลพื้นฐานหมู่บ้าน (กชช.2ค)

(3) แบบสัมภาษณ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงแล้งและศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหาเสี่ยงแล้งของชุมชน รายละเอียดดังภาคผนวก 2-1



2.3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

(1) ประชากร

พื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดอุดรธานีมีเนื้อที่ประมาณ 7,838 ตารางกิโลเมตร และมีหมู่บ้านจำนวน 472 หมู่บ้าน และพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดพิษณุโลกมีเนื้อที่ประมาณ 10,815 ตารางกิโลเมตร และมีหมู่บ้านจำนวน 978 หมู่บ้าน

(2) กลุ่มตัวอย่าง

ใช้ข้อมูลจุด (Point) ของหมู่บ้านทั้งหมดในพื้นที่ทั้ง 2 จังหวัด จำนวน 813 หมู่บ้าน และข้อมูลจุดระยะ 1 กิโลเมตรจำนวน 10,649 จุด กระจายทั่วพื้นที่ทั้ง 2 จังหวัด ซึ่งสกัดโดยใช้ Avenue Scripts (ภาคผนวก ค) ตรวจหาค่าตัวแปรเพื่อให้ได้ชุดข้อมูลที่เป็นประชากรตัวอย่างของพื้นที่สำหรับใช้ในการวิเคราะห์ โดยชุดข้อมูลที่เป็นประชากรตัวอย่างมีทั้งหมดทั้ง 15 ตัวแปร และแบ่งออกเป็น 4 ปัจจัย สำหรับใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงแล้งตามสาเหตุปัจจัย ดังนี้

1) ปัจจัยด้านน้ำฝน มีจำนวน 3 ตัวแปร ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย จำนวนวันที่ฝนตก รายปีเฉลี่ย และปริมาณฝนที่ตกสูงสุดในรอบวันเฉลี่ย จากข้อมูลสถิติ 30 ปี (พ.ศ. 2515 - 2544) โดยใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดอากาศจำนวน 145 สถานี ในเขตจังหวัดพิษณุโลก จังหวัดอุดรธานี และจังหวัดใกล้เคียง

2) ปัจจัยด้านอุทกวิทยาและลุ่มน้ำ มีจำนวน 5 ตัวแปร ได้แก่ ความหนาแน่นของบ่อน้ำเฉลี่ย (กชช.2ค.) ความสามารถให้น้ำของหินให้น้ำ (Aquifer) ความสามารถให้น้ำได้ดิน ความหนาแน่นของลำน้ำในลุ่มน้ำย่อย และขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย

3) ปัจจัยด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำผิวดิน มีจำนวน 4 ตัวแปร ได้แก่ ระยะห่างจากเส้นลำน้ำที่ไหลทั้งปี ระยะห่างจากแหล่งน้ำผิวดิน ระยะห่างจากพื้นที่โครงการชลประทานขนาดใหญ่ และระยะห่างจากสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า

4) ปัจจัยด้านภูมิประเทศและดิน มีจำนวน 3 ตัวแปร ได้แก่ ความลาดชันของพื้นที่ ความสูงต่ำของพื้นที่ และสภาพการระบายน้ำของดินจากข้อมูลกลุ่มดิน

2.3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

(1) สร้าง Project โดยโปรแกรม ArcView GIS เพื่อเรียกฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ และฐานข้อมูลเชิงคุณลักษณะขึ้นมามาตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของข้อมูลพร้อมทั้งแก้ไขและปรับปรุงให้อยู่ในมาตรฐานของแผนที่เดียวกัน และสามารถสร้างความสัมพันธ์ของฐานข้อมูลเชิงพื้นที่และตารางฐานข้อมูลเชิงคุณลักษณะโดยการสร้างความเชื่อมโยงเชิงสัมพันธ์ (Relational)



(2) **ทำการประมาณค่าเชิงพื้นที่ (Spatial Interpolation)** ของข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย จำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ย ปริมาณน้ำฝนสูงสุดของวันเฉลี่ย เพื่อให้ได้ค่าประมาณของข้อมูลน้ำฝนที่ครอบคลุมทั่วทั้งจังหวัด การประมาณค่าเชิงพื้นที่ของข้อมูลน้ำฝนใช้กริดขนาด 40x40 ตารางเมตร (1 ไร่)

(3) **ทำพื้นที่กันชน (Buffer)** ของชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่เส้นลำน้ำ แหล่งน้ำผิวดิน พื้นที่เขตชลประทาน และตำแหน่งสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า เพื่อกำหนดค่าระดับของความเสี่ยงจากระยะห่างจากตัวแปรในระยะ 1, 2, 3 และ มากกว่า 3 กิโลเมตร หลังจากนั้นทำการตัด (Clip) ชั้นข้อมูลด้วยแผนที่ขอบเขตของพื้นที่ศึกษา

(4) **แปลง (Convert)** ชั้นข้อมูลแบบเชิงเส้น (Vector Type) ของทุกตัวแปรให้เป็นแบบกริดหรือราสเตอร์ (Raster Type) ที่มีขนาดพื้นที่ 40x40 ตารางเมตร โดยทำการแปลง 2 แบบ คือ 1) แบบการให้ค่าของกริด (Grid Value) ตามค่าข้อมูลจริงของตัวแปรที่มีอยู่ และ 2) แบบการให้ค่าของกริดตามระดับความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งของประเภทข้อมูลตัวแปร ซึ่งมีค่า 1 ถึง 4 ตามระดับความเสี่ยง 4 ระดับ คือ ไม่เสี่ยง/เสี่ยงต่ำมาก (ระดับ 1) เสี่ยงต่ำ (ระดับ 2) เสี่ยงปานกลาง (ระดับ 3) และเสี่ยงสูง (ระดับ 4)

(5) **สร้างข้อมูลจุดให้กระจายทั่วทั้งพื้นที่** ทั้ง 2 จังหวัด โดยระยะห่างระหว่างจุด คือ ทุก 1 กิโลเมตร รวมทั้งหมด 10,649 จุด สำหรับใช้เป็นจุดสุ่มสกัดค่าตัวอย่างข้อมูลสำหรับการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงแล้งในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

(6) **วิเคราะห์ Neighborhood Statistics** โดยการหาค่าเฉลี่ยของชุดข้อมูลในเนื้อที่ 5 ขนาด คือ 1, 9, 25, 49 และ 100 ไร่ เพื่อทดสอบหาค่าตัวแทนชุดข้อมูลที่เป็นตัวแทนของหมู่บ้านที่เป็นจุด จากนั้นทำการสกัดค่าเพื่อการวิเคราะห์ความแปรปรวนชุดข้อมูลตัวแปรหลายตัว (Multivariate Analysis of Variance : MANOVA) (ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตาราง 2-1) จากการตรวจสอบอิทธิพลของใช้ขนาดเนื้อที่กริดต่อชุดข้อมูลตัวแปรปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย จำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ย ปริมาณน้ำฝนสูงสุดใน 1 วัน ระดับความลาดชันของพื้นที่ และระดับชั้นความสูงของพื้นที่ (ตัวแปรอื่นไม่จำเป็นต้องทำการวิเคราะห์หาค่าตัวแทนของจุดหมู่บ้านเนื่องจากมีค่าข้อมูลจุดของหมู่บ้านโดยตรง) โดยใช้สถิติทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มของชุดข้อมูล พบว่า ค่าเฉลี่ยของชุดข้อมูลขนาดเนื้อที่ 1, 9, 25, 49 และ 100 ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ดังนั้น สามารถใช้ชุดข้อมูลใดในการวิเคราะห์ก็ได้ แต่ในการวิจัยนี้จะใช้ชุดข้อมูลค่าเฉลี่ยของตัวแปรในเนื้อที่ 49 ไร่ เป็นตัวแทนของข้อมูลบริเวณหมู่บ้าน ทั้งนี้ เพื่อลดความคลาดเคลื่อนของชุดข้อมูลที่ใช้เป็นตัวแทนของจุดหมู่บ้าน



(7) สกัด (Detect) ข้อมูลจากตัวแปรทั้ง 15 ตัวแปร ใน 4 กลุ่มปัจจัย โดยใช้ข้อมูลจุดของหมู่บ้านจำนวน 813 หมู่บ้าน และข้อมูลจุดทุกระยะ 1 กิโลเมตรจำนวน 10,649 จุด เพื่อให้ได้ชุดข้อมูลที่เป็นกลุ่มตัวอย่างของพื้นที่ในการวิเคราะห์ทางสถิติ ซึ่งชุดข้อมูลทั้ง 2 ชุด ได้แก่

(7.1) ชุดข้อมูลที่เป็นค่าระดับเสี่ยงแล้งตามวิธีผู้เชี่ยวชาญ โดยกำหนดให้ระดับ 1 คือไม่เสี่ยง จนถึงระดับ 4 ซึ่งเสี่ยงมาก

(7.2) ชุดข้อมูลที่เป็นค่าจริงของตัวแปร เพื่อนำมาใช้วิธีการทางสถิติโดยเทคนิคการจำแนกกลุ่ม

๙ (8) วิเคราะห์เชิงพื้นที่และสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงแล้งเชิงพื้นที่ โดยใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งทดสอบวิธีการวิเคราะห์ 2 วิธีการ คือ

(8.1) แบบการให้ค่าคะแนนโดยอ้างอิงมาจากผู้เชี่ยวชาญ โดยอ้างอิงจากโครงการวางระบบเตือนภัยด้านการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ซึ่งจัดทำโดยสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (2543) และสำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (สผ.) กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (ปัจจุบันเปลี่ยนมาเป็น สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สังกัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ภายหลังการปฏิรูประบบราชการเมื่อเดือน ตุลาคม 2545) วิธีนี้พิจารณาตัวแปร 2 ระดับคือ 1) ลำดับความสำคัญของตัวแปรหรือน้ำหนักถ่วงตัวแปร และ 2) ระดับคะแนนข้อมูลของตัวแปร ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ได้แบ่งคะแนนข้อมูลของตัวแปรออกเป็น 4 ระดับคะแนน คือคะแนน 1 ถึง 4 โดยที่ความเสี่ยงในการเกิดแล้งเพิ่มขึ้นตามระดับคะแนน นอกจากนี้ยังให้ค่าน้ำหนักของกลุ่มปัจจัยด้านน้ำฝน ในอีก 2 กรณี คือ 1) ค่าน้ำหนักของกลุ่มปัจจัยเท่ากันหมด และ 2) ให้ค่าน้ำหนักกลุ่มปัจจัยไม่เท่ากัน โดยให้ด้านน้ำฝนมากกว่ากลุ่มปัจจัยอื่นอยู่ 3 เท่า (โครงการวางระบบเตือนภัยด้านการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย, 2543)

(8.2) แบบการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้เทคนิคการจำแนก โดยการแปลงค่าตัวแปรทั้ง 15 ตัวแปรใน 4 ปัจจัยที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ให้อยู่ในค่ามาตรฐาน (Standardized) แล้วตรวจหา (Detect) ค่ามาตรฐานทุก 1 ตารางกิโลเมตร เพื่อนำค่าที่สกัดได้เหล่านี้มาวิเคราะห์ตามหลักสถิติโดยอาศัยหลักการจำแนก K-mean เพื่อจัดกลุ่มข้อมูลในแต่ละปัจจัยออกเป็น 4 กลุ่ม จากนั้นทำการเปลี่ยนรหัสใหม่ (Recoded) ตามความหมายของค่าสถิติของตัวแปรที่ใช้จำแนก จากนั้นใช้หลักการจำแนก Discriminant เพื่อจำแนกอีกครั้งด้วยปัจจัยแต่ละด้าน หลังจากนั้นนำค่าระดับความแล้งที่จำแนกได้ด้วยวิธี Discriminant มาหาความสัมพันธ์กับตัวแปรแต่ละด้าน



พร้อมกับวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น เพื่อให้ได้สมการสำหรับจำแนกพื้นที่เสี่ยงแล้งที่เกิดจากปัจจัยแต่ละด้านและที่เกิดจากผลรวมของทั้ง 4 ปัจจัย

(9) วิเคราะห์หมู่บ้านเสี่ยงแล้ง จากฐานข้อมูล กชช.2ค เพื่อกำหนดระดับเสี่ยงแล้งของหมู่บ้านในพื้นที่ศึกษา โดยวิเคราะห์ค่าความถี่ของการขาดแคลนน้ำดื่ม น้ำใช้ และน้ำเพื่อการเกษตรจากข้อมูลพื้นฐานหมู่บ้าน (กชช.2ค) จำนวน 4 ช่วงเวลา คือ ข้อมูล พ.ศ.2537, 2539, 2542 และ 2544 และใช้เกณฑ์การให้คะแนนดังตาราง 2-2 โดยผลรวมของค่าระดับคะแนนของแต่ละหมู่บ้านจะถูกจำแนกออกเป็นหมู่บ้านเสี่ยงแล้งในแต่ละด้านออกเป็น 4 ระดับ โดยการเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ย (Mean) ของข้อมูลร่วมกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) ของระดับคะแนน ดังนี้

- | | |
|--|------------------------------------|
| คะแนนมากกว่าค่า $\text{mean} + 1 \text{ S.D.}$ | เป็นหมู่บ้านเสี่ยงแล้งระดับสูง |
| คะแนนระหว่างค่า mean ถึง $\text{mean} + 1 \text{ S.D.}$ | เป็นหมู่บ้านเสี่ยงแล้งระดับปานกลาง |
| คะแนนระหว่างค่า $\text{mean} - 1 \text{ S.D.}$ ถึง mean | เป็นหมู่บ้านเสี่ยงแล้งระดับต่ำ |
| คะแนนน้อยกว่าค่า $\text{mean} - 1 \text{ S.D.}$ | เป็นหมู่บ้านไม่เสี่ยงแล้ง |

ภาพ 2-1 ได้สรุปแนวทางในการวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงแล้งด้านน้ำดื่ม น้ำใช้ และน้ำเพื่อการเกษตรจากฐานข้อมูล กชช 2 ค.

(10) ตรวจสอบความถูกต้อง (Accuracy) ของการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงแล้ง โดยการตรวจสอบกับข้อมูล 1) หมู่บ้านขาดแคลนน้ำจากข้อมูล กชช.2ค และ 2) การตรวจสอบภาคสนาม โดยใช้แบบสัมภาษณ์ ซึ่งผลการตรวจสอบจะนำไปสู่การคัดเลือกวิธีวิเคราะห์เชิงพื้นที่และนำมาใช้เป็นแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงแล้ง สำหรับประเมินระดับความเสี่ยงแล้งของพื้นที่ศึกษา

(11) ประเมินเนื้อที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่เสี่ยงแล้ง โดยทำการแปลง (Convert) ข้อมูลแผนที่พื้นที่เสี่ยงแล้งจากชนิดกริดให้อยู่ในรูปข้อมูลเชิงเส้น (Vector) จากนั้นนำข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2543 มาทำการ Overlay Analysis เพื่อหาพื้นที่เสี่ยงแล้งจำแนกตามประเภทการใช้ที่ดินโดยเน้นการใช้ที่ดินสำหรับทำการเกษตร 3 ประเภท คือ พื้นที่ทำนา พื้นที่ทำสวน และพื้นที่ทำไร่



ตาราง 2-2 เกณฑ์การจัดระดับการขาดแคลนน้ำของหมู่บ้านที่ได้จากข้อมูล กชช. 2 ค

ตัวชี้วัด	เกณฑ์การชี้วัด	ระดับ คะแนน
น้ำสะอาด สำหรับดื่ม และบริโภค	จำนวนครัวเรือนที่มีน้ำสะอาดดื่มเพียงพอตลอดปี	
	- ตั้งแต่ร้อยละ 95 ขึ้นไปของครัวเรือนทั้งหมด	1
	- ร้อยละ 63-94 ของครัวเรือนทั้งหมด	2
	- ร้อยละ 50-63 ของครัวเรือนทั้งหมด	3
	- น้อยกว่าร้อยละ 50 ของครัวเรือนทั้งหมด	4
น้ำใช้	จำนวนครัวเรือนที่มีน้ำใช้เพียงพอตลอดปี	
	- มากกว่าร้อยละ 90 ของครัวเรือนทั้งหมด	1
	- ระหว่างร้อยละ 70-90 ของครัวเรือนทั้งหมด	2
	- ระหว่างร้อยละ 50-70 ของครัวเรือนทั้งหมด	3
	- น้อยกว่าร้อยละ 50 ของครัวเรือนทั้งหมด	4
น้ำเพื่อ การเกษตร	ใช้เกณฑ์การทำเกษตรฤดูแล้ง เพื่อทำนาครั้งที่ 2 การปลูกพืชไร่ อายุสั้น พืชไร่อายุยาว และการปลูกพืชอื่น ๆ ดังนี้	
	- เพียงพอสำหรับการทำนาครั้งที่ 2 หรือไม่เพียงพอสำหรับการ ปลูกพืช 1 ประเภท	1
	- ไม่เพียงพอสำหรับการทำนาครั้งที่ 2 และไม่เพียงพอสำหรับการ ปลูกพืช 1 ประเภท หรือ ไม่เพียงพอสำหรับการปลูกพืช 2 ประเภท	2
	- ไม่เพียงพอสำหรับการทำนาครั้งที่ 2 และไม่เพียงพอสำหรับการ ปลูกพืช 2 ประเภท หรือ ไม่เพียงพอสำหรับการปลูกพืช 3 ประเภท	3
	- ไม่เพียงพอสำหรับการทำนาครั้งที่ 2 และไม่เพียงพอสำหรับการ ปลูกพืชมากกว่า 3 ประเภท หรือ ไม่เพียงพอสำหรับการปลูกพืช มากกว่า 3 ประเภท	4